

Unterirdischer Fernmeldebau

Inhaltsverzeichnis

	Seite uf
1. Grundsätzlicher Aufbau des Fernmeldenetzes	2
1. 1. Öffentliches Fernsprechnet	2
1. 2. Ortsnetz	2
1. 3. Ortskabelnetz	2
1. 4. Fragen zu Abschnitt 1	4a
2. Fernmeldekabel	5
2. 1. Grundsätzlicher Kabelaufbau	5
2. 1. 1. Elektrische Leiter	5
2. 1. 2. Leiterisolierung	5
2. 1. 2. 1. Kabeladern	6
2. 1. 2. 2. Verseilelemente	7
2. 1. 3. Kabelhülle	13
2. 1. 3. 1. Kabelmäntel	13
2. 1. 3. 2. Schutzhüllen und Bewehrung	17
2. 2. Einteilung der Fernmeldekabel	21
2. 2. 1. Einteilung der Fernmeldekabel nach ihrer Verwendung bei der DBP	21
2. 2. 1. 1. Außenkabel	21
2. 2. 1. 2. Schaltkabel und Installationskabel	22
2. 2. 2. Einteilung der Außenkabel für Fernmeldeanlagen nach planungs- technischen Gesichtspunkten	22
2. 2. 2. 1. Ortskabel (Ok)	23
2. 2. 2. 2. Fernkabel (Fk)	24
2. 2. 2. 3. Sonderkabel	25
2. 2. 2. 4. Übersicht über die Bezeichnung der Fernmeldekabel hinsichtlich ihrer Verwendung	25
2. 3. Gebräuchliche Kabelformen	26
2. 3. 1. Kabelbezeichnungen von Außenkabeln	27
2. 4. Fragen zu Abschnitt 2	27a/c

	Seite uf
3. Herstellen von Spleißstellen und Muffenverbindungen in Fernmeldekabeln	28
3. 1. Vorbereitende Arbeiten an der Baustelle	29
3. 2. Zurichten der Kabelenden	30
3. 2. 1. Zurichten der Kabelenden bei der Röhrenkabelform: Bleimantelkabel PM	30
3. 2. 2. Zurichten der Kabelenden bei der Erdkabelform: bewehrtes Bleimantelkabel PMbc	31
3. 2. 3. Zurichten der Kabelenden bei der Erd- und Röhrenkabelform: Stahlwellmantelkabel PWE2Y	32
3. 2. 4. Zurichten der Kabelenden bei der Erd- und Röhrenkabelform: Aluminiummantelkabel PLE2Y und PLDE2Y	35
3. 2. 5. Besondere Schutzmaßnahmen bei Kabeln, die unter Starkstrombeeinflussung stehen	36
3. 3. Verbinden der Kabeladern bei Kabeln mit Lagenverseilung und mit papierisolierten Adern	37
3. 3. 1. Vorrichten der Kabeladern	37
3. 3. 2. Spleißen der Kabeladern	38
3. 3. 3. Prüfen der gespleißten Kabeladern	39
3. 3. 4. Einbinden der Spleißstelle und Einbringen eines Trockenmittels	40
3. 4. Verbinden der Kabeladern mit Bündelverseilung und PE-isolierten Adern	40
3. 4. 1. Zurichten der Kabelenden	41
3. 4. 2. Vorrichten der Kabeladern	42
3. 4. 3. Verbinden der PE-isolierten Adern	43
3. 4. 4. Verbinden der Adern von PE-Ok mit Adern von AtOk	45
3. 4. 5. Verbinden der Adern von PE-Ok mit papierisolierten Adern ..	45
3. 5. Verbinden der Kabelmäntel mit Muffen	45
3. 5. 1. Löt muffentechnik an Kabeln mit Metallmantel	45
3. 5. 1. 1. Löt muffen an blanken Bleimantelkabeln (Röhrenkabeln)	47
3. 5. 1. 2. Löt muffen an bewehrten Bleimantelkabeln (Erdkabeln)	48
3. 5. 1. 3. Löt muffen an Stahlwellmantelkabeln	49
3. 5. 1. 4. Löt muffen an Aluminiummantelkabeln	49
3. 5. 1. 5. Kabelschutzmuffen	50
3. 5. 2. Schweißtechnik an Kabeln mit Kunststoffmantel (PE-Kabel) ..	50
3. 5. 2. 1. Muffenaufbau	50
3. 5. 2. 2. Vorarbeiten zum Aufbringen der Muffenköpfe	52
3. 5. 2. 3. Aufbringen des Heizbands auf den Aufweitdorn und Aufweiten des Muffenstutzens	52

	Seite uf
3. 5. 2. 4. Eintempnen des Heizbands in den Stutzen	53
3. 5. 2. 5. Verschließen der Muffe	53
3. 5. 3. Gießharzmuffentechnik	54
3. 5. 3. 1. Gießharzstopfen	54
3. 5. 4. Übergangstechniken bei Verbindungen zwischen Kabeln mit Metallmantel und Kabeln mit Kunststoffmantel	54
3. 5. 4. 1. Montage der Übergangsrohre	55
3. 6. Aufteilen der Kabel mit Aufteilungsmuffen	55
3. 6. 1. Abschließen und Aufteilen von Ortskabeln	57
3. 6. 1. 1. Vorrichten der Kabel	57
3. 6. 1. 2. Spleißstelle in der Aufteilungsmuffe	57
3. 6. 1. 3. Verlöten der Aufteilungsmuffe	57
3. 7. Bepulungs- und Ausgleichsarbeiten	57
3. 8. Fragen zu Abschnitt 3	58a/d
4. Kabelabschluß- und Verzweigerinrichtungen	59
4. 1. Hauptverteiler HVt	59
4. 1. 1. Trennleisten und Sicherungsleisten	60
4. 1. 2. Zubehör für Trennleisten	62
4. 2. Kabelaufteilungsraum	62
4. 2. 1. Aufteilen von Außenkabeln	62
4. 2. 2. Druckluftüberwachung von Außenkabeln	64
4. 2. 3. Herstellen von Stopfstellen	64
4. 3. Kabelabschlußeinrichtungen	65
4. 3. 1. Endverschlüsse EVs	65
4. 3. 1. 1. Bauarten und Aufbau	65
4. 3. 1. 2. Abschließen der Anschlußkabel mit Endverschlüssen	67
4. 3. 2. Überführungsendverschluß ÜEVs	71
4. 3. 2. 1. Bauart und Aufbau	71
4. 3. 2. 2. Abschließen der Anschlußkabel mit ÜEVs 59	72
4. 3. 3. Endverzweiger EVz	73
4. 3. 3. 1. Endverzweiger für Außenbau EVza	73
4. 3. 3. 2. Endverzweiger für Innenbau EVzi	75
4. 3. 3. 3. Ausgleichsschaltungen bei Endverzweigern	75
4. 4. Kabelverzweigerinrichtungen	76
4. 4. 1. Kabelverzweiger KVz	76
4. 4. 1. 1. Bauarten und Aufbau	76

	Seite uf
4. 4. 1. 2. Bestücken des KVz mit EVs und Beschalten der EVs	77
4. 4. 2. Linienverzweiger LVz	79
4. 5. Fragen zu Abschnitt 4	79 a/c
 5. Auslegen von Erdkabeln	80
5. 1. Kabelführung	80
5. 1. 1. Auskunden der Kabelführung und Wegesicherung	80
5. 1. 2. Einordnen der Kabel in den Straßenkörper	81
5. 1. 3. Kreuzungen und Näherungen der Fernmeldekabel mit fremden Anlagen	82
5. 1. 4. Begehen der Kabeltrasse mit dem Träger der Straßenbaulast	83
5. 2. Herstellen des Kabelgrabens	83
5. 2. 1. Breite und Tiefe des Kabelgrabens	84
5. 2. 2. Anforderungen an die Grabensohle	85
5. 2. 3. Kreuzungen von Straßen	85
5. 2. 4. Kreuzungen und Näherungen mit fremden Anlagen	86
5. 2. 4. 1. Kreuzungen und Näherungen mit Starkstromkabelanlagen ..	86
5. 2. 4. 2. Kabelnäherungen mit oberirdischen Anlagen	87
5. 2. 4. 3. Näherungen zwischen Fernmeldekabeln und Anlagen für brennbare Flüssigkeiten	88
5. 2. 5. Geräte zum Herstellen von Kabelgräben	88
5. 3. Auslegen von Erdkabeln	88
5. 3. 1. Befördern und Abladen von Kabeltrommeln	88
5. 3. 2. Aufstellen der Kabeltrommel und der Kabelwinde	90
5. 3. 3. Vorbereiten des Kabelgrabens	91
5. 3. 4. Einlegen oder Einziehen des Kabels in den Kabelgraben	92
5. 3. 4. 1. Auslegen des Erdkabels vom Lkw oder vom Kabeltransport- oder Verlegeanhänger aus	93
5. 3. 4. 2. Ausziehen des Erdkabels mit Hilfe einer Kabelkraftwinde	93
5. 3. 4. 3. Auslegen des Erdkabels von Hand	94
5. 3. 5. Einmessen des Kabels bei offenem Kabelgraben	94
5. 4. Abdecken des Kabels, Einlegen des Kabeltrassenbands, Zufüllen des Kabelgrabens und Wiederherstellen der Wegeoberfläche ..	95
5. 4. 1. Kabelschutzhauben, Kabelabdeckplatten, Vollziegel	95
5. 4. 1. 1. Abdeckung mit Kabelschutzhauben	95

	Seite uf
5. 4. 1. 2. Abdeckung mit Kabelabdeckplatten	96
5. 4. 1. 3. Abdeckung mit Vollziegelsteinen	96
5. 4. 2. Kabeltrassenband	96
5. 4. 3. Zufüllen des Kabelgrabens, Verdichten des Bodens und Ab- transportieren des übriggebliebenen Aushubs, Wiederherstellen der Wegeoberfläche	97
5. 5. Auslegen von Erdkabeln mit dem Kabelverlegepflug	98
5. 5. 1. Voraussetzungen für den Einsatz des Kabelverlegepflugs	98
5. 5. 2. Aufbau und Arbeitsweise eines Kabelverlegepflugs	98
5. 6. Auslegen von Erdkabeln (Flußkabeln) bei Kreuzungen von Gewässern	99
5. 6. 1. Kabellegung auf Brücken	99
5. 6. 2. Kabellegung im Wasser	100
5. 6. 2. 1. Verlegen von Kabeln auf den Fluß- oder Seegrund	100
5. 6. 2. 2. Verlegen von Kabeln in Rohre oder Düker	100
5. 6. 2. 3. Baggenreverfahren	100
5. 6. 2. 4. Einspülverfahren für Kabel und Kabelrohre	101
5. 7. Fragen zu Abschnitt 5	102a/c
6. Kabelkanalanlagen	103
6. 1. Kabelkanäle	103
6. 1. 1. Kabelkanalformsteine KKF	103
6. 1. 2. Kabelschutzrohre	104
6. 1. 3. Kabelkanalrohre KKR	104
6. 1. 4. Fernmeldebauzeug, Bau- und Arbeitsstoffe und Fernmeldebau- gerät für Kabelkanäle	105
6. 1. 5. Bauausführung	106
6. 1. 6. Kabelkanäle aus Kabelkanalformsteinen	106
6. 1. 7. Kabelkanäle aus Kabelkanalrohren KKR	109
6. 1. 7. 1. Eigenschaften der Kabelkanalrohre aus Hart-PVC	109
6. 1. 7. 2. Bauteile für Kabelkanäle aus Kabelkanalrohren	110
6. 1. 7. 3. Herstellen von Kabelkanälen aus Kabelkanalrohren	111
6. 1. 7. 4. Vor- und Nachteile der Kabelkanäle aus Kabelkanalrohren aus Hart-PVC	113
6. 1. 8. Kabelkanäle unter Verwendung von Rohrdurchpressungen ...	114
6. 1. 9. Begehbare Kabelkanäle	114

	Seite uf
6. 2. Kabelschächte, Abzweigkästen und Kabelkleinschächte	114
6. 2. 1. Arten und grundsätzlicher Aufbau der Kabelschächte	114
6. 2. 2. Belastungsklassen	116
6. 2. 3. Fernmeldebauteil, Baustoffe und Fernmeldebauteil für Kabel- schächte	116
6. 2. 4. Bauausführung	117
6. 2. 4. 1. Kabelschächte aus Mauerwerk	117
6. 2. 4. 2. Kabelschächte aus Ort beton	117
6. 2. 4. 3. Kabelschächte aus Stahlbeton-Fertigbauteilen	118
6. 3. Kabelkanaleinführungen in Kabelschächte und in Gebäude ..	119
6. 3. 1. Arten der Kabelkanaleinführungen, grundsätzlicher Aufbau ..	119
6. 3. 2. Bauausführung	119
6. 3. 2. 1. Kabelkanaleinführungen für Kabelkanalformsteine	119
6. 3. 2. 2. Kabelkanaleinführungen für Kabelkanalrohre	120
6. 4. Maßnahmen gegen Gefährdung der Kabelkanalanlagen durch Gasansammlungen	122
6. 4. 1. Gase in Kabelkanalanlagen, damit verbundene Gefahren und Möglichkeiten, diese Gefahren zu vermindern	122
6. 4. 1. 1. Maßnahmen zur Verminderung der Gefahren	122
6. 4. 2. Entlüften der Kabelkanalanlagen	123
6. 4. 3. Abdichten von Kabelkanalzügen	123
6. 5. Auskunds der Kabelkanaltrasse	125
6. 6. Unterhalten von Kabelkanalanlagen	126
6. 7. Fragen zu Abschnitt 6	126 a/c
7. Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln	127
7. 1. Fernmeldebauteil und Fernmeldebauteil für das Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln	127
7. 2. Vorbereitende Arbeiten	130
7. 3. Einziehen von Röhrenkabeln	131
7. 4. Lagern der Kabel und der Löt muffen in den Kabelschächten oder Abzweigkästen	133
7. 5. Ausziehen von Röhrenkabeln	134
7. 6. Fragen zu Abschnitt 7	134 a/b
8. Sprechstelleneinführungen	135
8. 1. Oberirdische Sprechstelleneinführungen	135
8. 2. Unterirdische Sprechstelleneinführungen	135
8. 3. Fragen zu Abschnitt 8	136 a

	Seite uf
9. Aufbau eines Ortskabelnetzes	137
9. 1. Ortsanschlußleitungsnetz	137
9. 1. 1. Hauptkabel Hk	137
9. 1. 2. Verzweigungskabel VzK	139
9. 1. 3. Querkabel Qk	139
9. 2. Ortsverbindungsleitungsnetz	139
9. 3. Leitungsarten	140
9. 4. Fragen zu Abschnitt 9	141 a
10. Planunterlagen und Beschaltungsnachweise für unterirdische Fernmeldeanlagen in Ortsnetzen	142
10. 1. Aufbau der Pläne für unterirdische Fernmeldeanlagen	142
10. 1. 1. Maßstäbliche Pläne	142
10. 1. 1. 1. Aufbau und Numerierung der maßstäblichen Pläne	143
10. 1. 1. 2. Ortsnetz-Bereichsplan ONBrp	145
10. 1. 1. 3. Verzweiger-Bereichsplan VzBrp	146
10. 1. 1. 4. Lageplan Lap	147
10. 1. 2. Schematische Darstellung	149
10. 1. 2. 1. Netzplan Nzp	149
10. 1. 2. 2. Bestückungsplan Bsp	153
10. 1. 2. 3. Kabellängenplan KLäp	153
10. 1. 2. 4. Kabelschachtkartei	153
10. 2. Beschaltungsnachweise	156
10. 2. 1. Straßenkarten	156
10. 2. 2. Abstreichbogen	157
10. 2. 3. Einzelschaltauftrag, Sammelschaltauftrag und Längenzettel für Fernmeldeleitungen	157
10. 2. 4. Nummernkarte	157
10. 2. 5. Beschaltungskartei	157
10. 2. 6. Belegungskartei	158
10. 3. Grundbegriffe zum Anfertigen von Planunterlagen	158
10. 3. 1. Bildzeichen und Abkürzungen für Planunterlagen	158
10. 3. 1. 1. Bildzeichen für Kabelpläne	158
10. 3. 1. 2. Häufig verwendete Abkürzungen für Oberflächenmerkmale in Planunterlagen	164
10. 3. 1. 3. Bildzeichen aus Katasterplankarten	165
10. 3. 2. Einmessen von Kabellinien und ihre Eintragung in den Lageplan	167

	Seite uf
10. 3. 2. 1. Beispiele für das Einmessen einer Kabellinie entlang von Festpunkten und Festlinien	168
10. 3. 3. Anleitung zum Anlegen von Netzplänen	170
10. 3. 3. 1. Beispiele für zeichnerische Darstellungen in Netzplänen	170
10. 3. 3. 2. Numerieren von Schaltpunkten und Kabeln	172
10. 4. Fragen zu Abschnitt 10	174a/b
11. Unfallverhütung	175
11. 1. Unfallverhütung bei Erdarbeiten	175
11. 1. 1. Verkehrssicherung	175
11. 1. 2. Arbeitsschutz	176
11. 2. Unfallverhütung bei Arbeiten an Kabelkanalanlagen und beim Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln	176
11. 2. 1. Verkehrssicherung	176
11. 2. 2. Arbeitsschutz	176
11. 3. Unfallverhütung bei Kabellötarbeiten und Kabelspleißarbeiten	177
11. 4. Unfallverhütung bei Arbeiten an gefährdend starkstrombeeinflussten Fernmeldekabeln	178
11. 5. Unfallverhütung bei Arbeiten an Fernmeldekabeln mit Fernspeisung	179
11. 6. Unfallverhütung bei Arbeiten an Schaltpunkten	179
11. 7. Fragen zu Abschnitt 11	179 a

Verzeichnis der Bilder und Tabellen

Bild oder Tabelle		Seite uf
Bild 1	Schematische Darstellung eines Anschlußnetzes	3
2	Ortsverbindungsleitungsnetz	4
3	Aufbauarten der Isolierhüllen	6
4	Paarverseilung	7
5	Sternviererverseilung	8
6	DM-Verseilung	8
7	Aufbau der Kabelseele eines 150paarigen Kabels mit Sternvierern	9
8	Aufbau eines Grundbündels	10
9	Anordnung der Grundbündel	10
10	Anordnung der Hauptbündel zu 50 DA	11
11	Anordnung der Hauptbündel zu 100 DA	11
12	Kennzeichnung der Kabeladern in St III-Vierern	12
13	Aderkennzeichnung bei St I- und DM-Vierern	12
Tab. 1	<i>Erhärtungszusätze für Kabelblei und ihre Kennzeichen</i>	14
Bild 14	Schematische Darstellung einer Stahlwellmantel-Herstellung ..	15
15	Bewehrungen	18
Tab. 2	<i>Kurzbezeichnungen und grundsätzlicher Aufbau einiger Kabeltypen</i> ..	19
Bild 16	Fertigung von Fernmeldekabeln	20
17	Bezeichnung der Fernmeldekabel	26
Tab. 3	<i>Bezeichnungsbeispiele für Ortskabel</i>	27
Bild 18	Lagerung der fertigen Muffe in der Lötgrube	29
19	Festlegen der äußeren Schutzhülle	31
20	Kabelende mit freigelegten Bewehrungsdrähten	31
21	Freilegen des Bleimantels	32
22	Abziehen des Bleimantels	32
23	Ringschnitt am PE-Mantel	33
24	Abziehen des PE-Mantels	33
25	Umwickeln der abgesetzten PE-Schutzhülle mit Glasgewebeband ..	33
26	Entfernen des Korrosionsschutzes	34
27	Reinigen des Stahlwellmantels mit einer Drahtbürste	34
28	Verzinnen des Stahlwellmantels	34
29	Ausführen des Rundschnitts mit dem Welschneider	35
30	Durchtrennen des Stegs mit der Wellmantelschere	35
31	Herstellen einer Aderverbindung	38
32	Spleißstelle mit drei Spleißbündeln	38
33	Prüfstumpf	39
34	Einbinden der Spleißstelle	40
35	Einlegen des Trockenmittels	40
36	Absetzen der Kabel	41
Tab. 4	<i>Absetzmaße</i>	41
Tab. 5	<i>Kabelmuffen</i>	41

Bild oder Tabelle	Seite uf
Bild 37 Aufteilungskamm für PE-Ok	42
38 Aderverbindungshülse	43
39 Aderverbindungszange	43
40 Anordnung der Grundbündel eines Hauptbündels im Auf- teilungskamm, Verbinden der Adern mittels Aderverbindungs- hülsen und Zurückbiegen der durchgeschalteten Adern.....	44
41 Bündelordnung in der Verbindungsstelle	44
Tab. 6 Verbindungsmuffen	45
Tab. 7 Zuordnung der Verbindungsmuffen zu den Kabeln	46
Bild 42 Abzweigmuffe	46
Tab. 8 Abzweigmuffen	46
Tab. 9 Zuordnung der Abzweigmuffen zu den Kabeln	47
Bild 43 Anlegen der Bleimuffe	47
44 Fertigmontierte Kabelschutzmuffe	50
45 Bauteile einer PE-Muffe	51
46 Maßskizze der PE-Muffen	51
Tab. 10 Abmessungen der PE-Muffen	51
Bild 47 Handhaben der Schneidzange und Reihenfolge der Einschnitte	52
48 Aufweitdorne	52
49 Heizband	53
50 Aufweitdorn mit aufgelegtem Heizband	53
51 Maßskizze der Übergangsrohre	55
Tab. 11 Abmessungen der Übergangsrohre	55
Bild 52 Verbindungsstelle zwischen einem Kabel mit PE-Mantel und einem Kabel mit Metallmantel	55
Tab. 12 Aufteilungsmuffen für Ortskabel	56
Tab. 13 Deckel für AtM I ... IV aus Blei zum Einführen von bleiummantel- ten Aufteilungskabeln	56
Tab. 14 Deckel für AtM I ... IV aus Messing (verzinkt) mit Stopfbuchsen zum Einführen von kunststoffummantelten Aufteilungskabeln ..	56
Tab. 15 Zuordnung der AtM zu den Anschluß- und Ortsverbindungskabeln	56
Bild 53 Hauptverteiler alter Bauart und Hauptverteiler 55	59
54 Einzelelement einer Sicherungsleiste	61
55 Trennleiste 55a zu 25 DA	61
56 Zubehör zur Trennleiste 55a	62
57 Kabelmuffengestell mit senkrechter Lagerung der Aufteilungs- muffen	63
58 Schematische Darstellung einer Druckluftüberwachungsanlage	64
59 Schematische Darstellung der Kabelverbindung	65
60 Endverschluß 32 für Ortskabel (EVs 32) zu 50 DA	66
61 Endverschluß 58 für Ortskabel (EVs 58) zu 50 DA	67
Tab. 16 Heiß zu vergießende Füllmassen für Fernmeldekabelgarnituren und Abbrühmassen für Fernmeldekabel	68
Bild 62 Grundsätzliches Schaltbild der Schutzeinrichtungen im ÜEVs	71
63 Überführungsendverschluß 59 (ÜEVs 59)	72

Bild oder Tabelle	Seite uf
Bild 64 EVza 59 zu 10 DA	74
65 EVza 64a zu 10 DA	74
66 EVzi 57a zu 5 DA	75
67 Beispiel einer Ausgleichsschaltung zwischen zwei EVz	76
68 KVz 32 mit Betonsockel	77
Tab. 17 Platznummernfolge der EVs eines KVz	78
Tab. 18 Beispiel zur Benennung der EVs eines KVz	78
Bild 69 Belegung eines KVz 59 mit EVs	78
70 Beispiel für die Einordnung von Versorgungsanlagen im Straßenkörper	82
71 Lagern der ausgehobenen Erdmassen auf Straßen	83
Tab. 19 Regelbreiten von Kabelgräben beim Verlegen von Erdkabeln ..	84
Tab. 20 Regeltiefen bei Kabelgräben für die Verlegung von Erdkabeln ..	84
Bild 72 Ausführen einer Horizontalbohrung mit Hilfe des Stoßbohrgeräts ..	85
73 Schutzmaßnahmen bei Kreuzungen von Fernmeldekabeln und Starkstromkabelanlagen	86
74 Schutzmaßnahmen bei Näherungen von Fernmeldekabeln und Starkstromkabelanlagen	87
75 Schutzmaßnahmen bei Näherungen von Erdkabeln und oberirdischen Anlagen	87
76 Einheitstypenschild	89
77 Abladen einer Kabeltrommel mit Hilfe einer Winde	90
78 Spindelhebel-Trommelwinde	91
79 Fahrbare Kabeltrommelwinde	91
80 Erdkabelrolle	92
81 Verstellbare Rollenführung für Bögen und Ecken von Kabelgräben ..	92
82 Kabelleit- und Tragrollenbock	93
83 Ziehstrumpf	94
84 Kabelschutzhaube	95
85 Kabelabdeckplatten	96
86 Lage des Kabeltrassenbands über einem Erdkabel	97
87 Kabelverlegepflug	98
88 Erdkabelverlegung mit einem Kabelverlegepflug	99
89 Grundsätzliche Darstellung des Einspülverfahrens nach Harms- torf	101
90 Kabelkanalformsteine	104
91 KKF für Hauseinführungen	104
Tab. 21 Kabelkanalformsteine	104
Tab. 22 Kabelkanalrohre aus Hart-PVC	105
Tab. 23 Kabelschutzrohre aus Hart-PVC	105
Bild 92 Richtdorn für Kabelkanalformsteine	106
93 Beispiele zum Bestimmen des Erdaushubs für Kabelkanäle aus Kabelkanalformsteinen	107
94 Herstellen eines Kabelkanals aus Kabelkanalformsteinen	108
95 Kabelkanal im Mauerverband	108

Bild oder Tabelle		Seite uf
Bild 96	Kabelkanalrohre aus Hart-PVC	110
Tab. 24	Maße und Gewichte von Hart-PVC-Rohren, die als Kabelkanal- rohre oder als Kabelschutzrohre verwendet werden	110
Tab. 25	Biegeradien für Rohre aus Hart-PVC	111
Tab. 26	Abstandshalter aus Hart-PVC	111
Bild 97	Abstandshalter aus Hart-PVC	111
98	Arbeitsgänge — Erdarbeiten und Rohrmontage — beim Herstel- len eines Kabelkanals aus Kabelkanalrohren KKR aus Hart-PVC	112
99	Aufbau eines Kabelschachts	115
Tab. 27	Regelgrößen für Kabelschächte	115
Bild 100	Abzweigkasten aus Stahlbeton-Fertigbauteilen	116
101	Ovaler Kabelschacht aus Stahlbeton-Fertigbauteilen	118
102	Einbau von Mündungsstücken aus Stahlbeton-Fertigbauteilen bei Kabelkanaleinführung für Kabelkanalformsteine	120
103	Stahlbetondiele mit werksseitig eingebauten PVC-Steckkleb- muffen	121
104	Stahlbetonstein mit werksseitig eingebauter PVC-Steckklebmuffe	121
105	Stahlplatte mit eingeschweißten Stahlrohrstützen	121
106	Abdichtstopfen aus PPH	124
107	Abdichtbecher aus Weich-PE	124
108	Abdichtschalen aus PPH	124
109	Abdichtkappe aus Hart-PVC	125
110	Deckelhebeschlüssel	127
111	Deckelheber	128
112	Deckelhebezange	128
113	Einschiebegeräte	128
114	Sand- und Schlammfänger für Kabelkanalzüge	128
115	Kabelkanalbürste	129
116	Röhrenfeile	129
117	Kabelfettbeutel	129
118	Kabelschleifbogen	129
119	Kabelkanaltülle	129
120	Kabelgleitrolle	129
121	Schutz des Zugseils und des Kabels im Endschacht	130
122	Aufstellen der Kabeltrommel und Einführen des Kabels in den Kabelkanalzug	131
123	Einziehen einer Kabellänge in einen Kabelkanalzug zwischen zwei Kabelschächten	133
124	Lagern der Kabel und Lötstellen in Kabelschächten	133
125	Verzweigungskabel mit Spleißstelle in einem Abzweigkasten...	133
126	Einführen von unterirdischen Anschlußleitungen in Gebäude	136
Tab. 28	Bezeichnung der Verzweiger- und Endeinrichtungen	137
Bild 127	Bezeichnung von Schaltpunkten und Numerierung von Haupt- kabeln	138

Bild oder Tabelle		Seite uf
Bild 128	Bezeichnung von Schaltpunkten und Numerierung von Verzweigungskabeln	138
129	Numerierung von Ortsverbindungskabeln	139
130	Bezeichnung von Schaltpunkten und Numerierung von Ortsverbindungskabeln sowie von Querkabeln	140
131	Benennung der Anschlußleitungen für Fernsprechanchlüsse ..	141
132	Aufbau und Numerierung der maßstäblichen Pläne: Ortsnetz-Bereichsplan, Verzweiger-Bereichsplan und Lageplan	144
133	Ortsnetz-Bereichsplan	146
134	Verzweiger-Bereichsplan	147
135	Verzweiger-Bereichsplan mit Bezeichnung der einzelnen Gitterfelder	148
136	Lageplan Lap 9065h (M1:1000) mit abgedecktem Versorgungsbereich des KVz A4	150
137	Lageplan Lap 9065h (M1:1000), der den Versorgungsbereich des KVz A4 zeigt	151
138	Aufbau eines Anschlußkabelnetzes	152
139	Hauptkabel-Netzplan (Nzp B-Stadt A)	154
140	Verzweigungskabel-Netzplan (Nzp B-Stadt A4)	155
141	Ausschnitt aus einem Lageplan	167
142	Verlauf eines Fernmeldekabels durch ein Gewässer	168
143	Einmessen einer Erdkabellinie auf Festpunkte	169
144	Einmessen eines Erdkabels auf schräg verlaufende Festlinien ..	169
145	Einmessen eines Erdkabels entlang einer Zaunflucht	169
146	Einmessen eines Erdkabels auf eine Standlinie mit Darstellung einer Standlinienrichtungsänderung	170
147	Ausschnitt aus einem Netzplan mit Darstellung einer Kabelkanalanlage	171
148	Aderverteilung ohne zusätzliche Pfeilangaben	171
149	Aderverteilung mit zusätzlichen Pfeilangaben	171
150	Darstellung von Betriebs-, Vorrats- und toten Adern	172
151	Numerieren von EVz und KÜf, die an einen KVz angeschlossen sind	172
152	Numerieren von EVz und KÜf, die hintereinander oder nebeneinander geschaltet sind	172
153	Numerieren von EVz und KÜf, die nachgeschaltet sind	172
154	Numerieren von Ortsverbindungskabeln	173
155	Numerieren von Kabeln mit OVk- und Ask-Adern	173
156	Numerieren von Kabeln, die bei Verzweigungspunkten zusammenlaufen	173
157	Numerieren bei Kabelverzweigungen ohne zusätzliche Unterscheidungsbuchstaben	173
158	Numerieren bei Kabelverzweigungen mit zusätzlichen Unterscheidungsbuchstaben	174
159	Numerieren von Erdkabelöltstellen	174

1. Grundsätzlicher Aufbau des Fernmeldenetzes

Das Fernmeldenetz umfaßt

- das öffentliche Fernsprechnetz,
- das Telegraf- und Fernschreibnetz und
- das Funknetz.

Die Leitungen, die diese Netze benötigen, werden zu **Fernmeldelinien** zusammengefaßt. Die **Gesamtheit der Fernmeldelinien** bildet zusammen mit den Abschluß-, Vermittlungs- und Teilnehmereinrichtungen das **Netz der Fernmeldelinien**. Je nach **Bauweise** werden **oberirdische¹⁾** und **unterirdische Netze** unterschieden.

In diesem Lehrstoff »Unterirdischer Fernmeldebau« soll der Aufbau, die Herstellung und Erweiterung sowie die Unterhaltung des unterirdischen Fernmeldenetzes — besonders des Ortskabelnetzes — erläutert werden. Dazu müssen einleitend einige Grundbegriffe erklärt werden.

1. 1. Öffentliches Fernsprechnetz

Das öffentliche **Fernsprechnetz** umfaßt nach der Fernsprechordnung (F $\ddot{O}$)²⁾ alle in der Bundesrepublik Deutschland vorhandenen **Ortsnetze (ON)** und die **Leitungen** zwischen ihnen.

1. 2. Ortsnetz

Ein Ortsnetz besteht nach F $\ddot{O}$ aus

- einer oder mehreren **Vermittlungsstellen (VSt)**³⁾,
- den öffentlichen **Sprechstellen**⁴⁾,
- den **Teilnehmereinrichtungen**⁵⁾ und
- den **Leitungen für den Ortsdienst**⁶⁾.

Jedes Ortsnetz hat einen **Ortsnetzbereich (ONB)**. Bei Ortsnetzen mit mehreren Vermittlungsstellen hat jede **Vermittlungsstelle** einen **Anschlußbereich (AsB)**⁷⁾, diese Anschlußbereiche werden zum Ortsnetzbereich zusammengefaßt. Hat ein Ortsnetz nur eine Vermittlungsstelle, deckt sich der ONB mit dem AsB.

1. 3. Ortskabelnetz

Das Ortskabelnetz besteht aus dem **Anschlußleitungsnetz** und dem **Ortsverbindungsleitungsnetz** eines Ortsnetzbereichs. Da die Städte und Gemeinden unterschiedlich aufgebaut sind, unterscheiden sich auch die Ortskabelnetze in ihrem Aufbau voneinander. Die **wesentlichen technischen Einrichtungen** sind jedoch bei allen Ortskabelnetzen gleich, von der Vermittlungsstelle zur Teilnehmer-Endstelle gezählt sind es:

Vermittlungsstelle (VSt) mit Hauptverteiler (HVt)

Der HVt ist Bestandteil der VSt. Er nimmt alle Leitungen für den Ortsdienst (Asl, OVI) eines Anschlußbereichs auf und verbindet sie über Innenleitungen mit den technischen Einrichtungen der VSt.

Aufteilungsortskabel (AtOk) mit Aufteilungsmuffe (AtM)

Die hochpaarigen Hauptkabel, in denen die Asl geführt werden, werden z. B. in Aufteilungsmuffen auf niederpaarige Aufteilungsortskabel aufgeteilt, um die Leitungen an die einzelnen Reihen des HVt heranzuführen zu können.

¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Oberirdischer Fernmeldebau«.

²⁾ Vgl. Lehrstoff »Allgemeine Berufskunde«, dort Abschnitt 9.4.

³⁾ Vgl. Lehrstoff »Vermittlungseinrichtungen«.

⁴⁾ Das sind Sprechstellen, die jedermann zum Führen von Ferngesprächen benutzen kann.

⁵⁾ Das sind u. a. Hauptanschlüsse und Nebenstellenanlagen; vgl. Lehrstoff »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen«.

⁶⁾ Das sind Anschlußleitungen und Ortsverbindungsleitungen.

⁷⁾ Der Anschlußbereich soll im allgemeinen innerhalb der Fläche eines Kreises liegen, dessen Mittelpunkt die Vermittlungsstelle und dessen Radius nicht größer als 5 km ist.

Anschlußkabelnetz

Die Anschlußkabel sind entweder als Röhrenkabel in Kabelkanalanlagen eingelegt oder als Erdkabel verlegt. Beim Anschlußkabelnetz wird zwischen dem **Hauptkabelnetz** und dem **Verzweigungskabelnetz** unterschieden.

Verzweigereinrichtungen; Kabelverzweiger (KVz) und in Ausnahmefällen Linienverzweiger (LVz)

Sie sind Schaltpunkte, an denen hochpaarige Hauptkabel mit niederpaarigen Verzweigungskabeln verbunden werden.

Endeinrichtungen; Endverzweiger (EVz) und Kabelüberführungen (KÜf)

EVz sind die Endschaltunkte des Anschlußkabelnetzes, an ihnen beginnen die Teilnehmer-Endstellen;

KÜf sind die Übergangseinrichtungen von der unterirdischen auf die oberirdische Linienführung.

Gemeinschaftsumschalter (GUm) und Wählsternschalter (WStSch)

GUm und WStSch sind leitungssparende Einrichtungen.

Das **Anschlußnetz** (für einen Anschlußbereich) ist einfach und übersichtlich aufgebaut. Die im **Nahbereich** der VSt gelegenen Teilnehmer-Endstellen werden über niederpaarige Kabel **unmittelbar** vom Endverzweiger an den **Hauptverteiler** der VSt geschaltet. Für die **weiter entfernt** liegenden Teilnehmer-Endstellen führen zunächst **hochpaarige Kabel**, die **Hauptkabel (Hk)**, zu den Kabelverzweigern; vom Kabelverzweiger werden

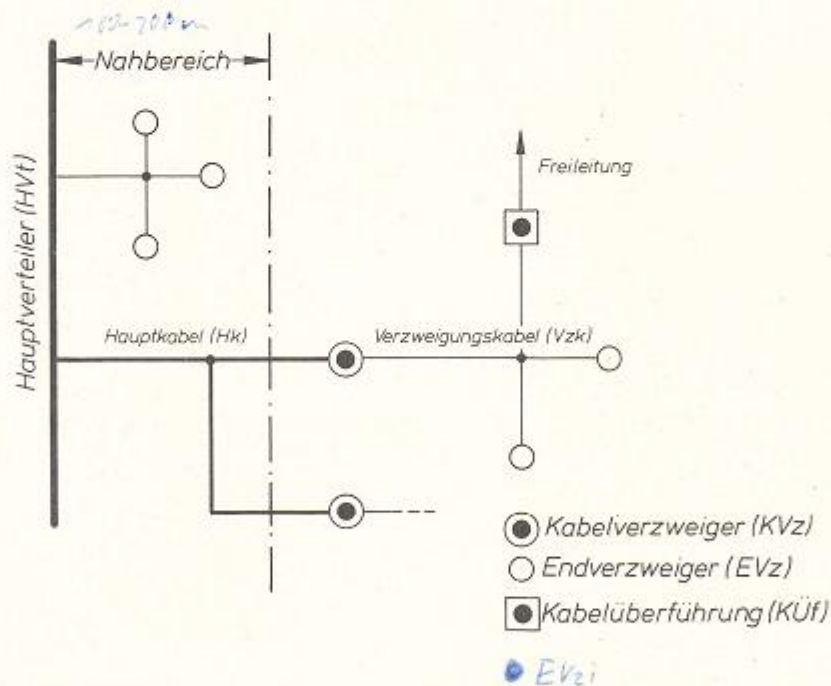


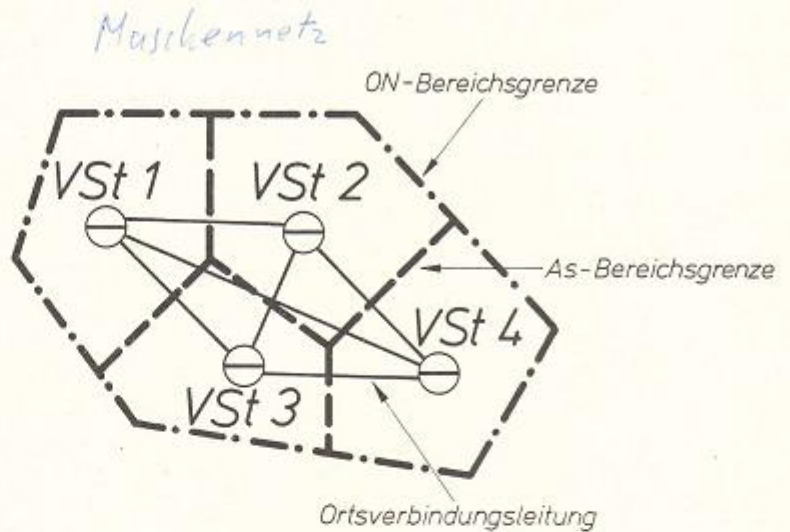
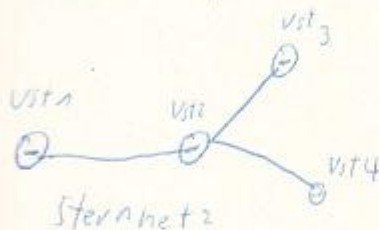
Bild 1 Schematische Darstellung eines Anschlußnetzes

sternförmig niederpaarige **Verzweigungskabel (Vzk)** ausgelegt, die zu den **Endeinrichtungen (EVz oder KÜf)** führen. Die Teilnehmer-Endstellen werden mittels Installationskabeln oder Installationsdrähten an die Endeinrichtungen angeschlossen¹⁾.

¹⁾ Vgl. Lehrstoff «Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen», dort Abschnitte 1 und 2.

Hat das Ortsnetz nur einen Anschlußbereich, stimmen AsB und ONB überein. Bei Ortsnetzen mit mehreren Anschlußbereichen umfaßt der ONB alle AsB, jedoch hat jede VSt ihren abgegrenzten Anschlußbereich. Die Vermittlungsstellen sind miteinander über das Ortsverbindungsleitungsnetz verbunden, d. h. wünscht ein Teilnehmer eines AsB ein Gespräch mit einem Teilnehmer eines anderen AsB desselben Ortsnetzes, müssen die Endstellen über das Ortsverbindungsleitungsnetz verbunden werden.

Bild 2
Ortsverbindungsleitungsnetz
(ONB mit 4 AsB)



Die Leitungen, die die VStn eines Ortsnetzes miteinander verbinden, werden **Ortsverbindungsleitungen (OVI)** genannt. Sie sind in **Ortsverbindungskabeln (OVk)** — das sind elektrisch hochwertige Ortskabel — geführt. Um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten, sollen die VStn miteinander **vermascht** sein, d. h. **jede VSt** soll einen **unmittelbaren Leitungsweg zu jeder anderen VSt** desselben ON besitzen. Die Gestaltung des **Maschen-netzes** ist aus dem Bild 2 zu erschen.

Die beiden Grundformen sind das Muschelornot und das Sternornot.

Im Maschennetz werden die V_{et} ^{durch} ~~per~~ leitungsbindeln unmittelbar mit einander verbunden. Sie haben hinsichtlich der Verkehrsabwicklung alle den gleichen Rang.

In Sternnetze werden die Kst über einen gemeinsamen Knotenpunkt, der besonders hervorgehoben ist, mit einander verknüpft. Der Verkehr wird über diese Schaltstelle im Durchgang abgewickelt (für kleine Netze gut geeignet, Kabel werden besser ausgenutzt)

(Bei großen Orten ~~Strahlennetz~~ Strahlen-netz)

1. 4. Fragen zu Abschnitt 1 (Grundsätzlicher Aufbau des Fernmeldenetzes)

1. Aus welchen Netzen besteht das Fernmeldenetz? *Öffentliches Fernsprechnetz, Fernkabelnetz, Teilnehmer-Netz.*
2. Aus welchen Einrichtungen besteht das Netz der Fernmeldelinien?
3. Woraus besteht das öffentliche Fernsprechnetz? *Öffentliche Fernsprechnetz, Teilnehmer-Netz.*
4. Woraus besteht ein Ortsnetz? *Öffentliches Fernsprechnetz, Teilnehmer-Netz, Leitungen für den Ortsnetzverkehr.*
5. Worin unterscheiden sich ein Ortsnetzbereich und ein Anschlußbereich?
6. Zähle die wesentlichen Einrichtungen eines Ortskabelnetzes auf!
7. Welche Netze werden innerhalb eines Anschlußkabelnetzes unterschieden? *Kabelnetz und Verzweigungskabelnetz.*
8. Welche Aufgaben haben die Verzweigerseinrichtungen KVz und LVz?
9. Welche Aufgaben haben die Endeinrichtungen EVz und KÜf?
10. Wie werden die im Nahbereich einer VSt gelegenen Teilnehmer-Endstellen an den HVt der VSt geschaltet?
11. Worin unterscheiden sich Hauptkabel von Verzweigungskabeln?
12. Mit welchen Leitungen sind die VSt eines Ortsnetzes untereinander verbunden, und in welchen Kabeln werden diese Leitungen geführt?
13. Skizziere ein Maschennetz!

2. Fernmeldekabel

Die Leitungen des Fernmeldenetzes¹⁾ sind doppeldrätige Leitungsstromkreise — *Stromwege* genannt — mit möglichst guter elektrischer Leitfähigkeit, d. h. mit entsprechend kleinem Schleifenwiderstand, die eine ausreichende Verständlichkeit gewährleisten. Diese Leitungen sind der kostspieligste Teil z. B. der Fernsprechanlagen.

Zunächst wurde ein oberirdisches Leitungsnetz²⁾ aus Freileitungen auf Stützpunkten aufgebaut. Mit zunehmender Fernsprechdichte³⁾ mußten die oberirdischen Leitungen durch ein unterirdisches Leitungsnetz ersetzt werden. Das unterirdische Netz besteht hauptsächlich aus Fernmeldekabeln, die eine große Zahl von Stromkreisen auf kleinstem Querschnitt zusammenfassen und die in die Erde verlegt werden. Heute sind die Leitungen fast ausschließlich unterirdisch verlegt, weil die Betriebssicherheit der unterirdischen Linien größer und weil ihre Unterhaltung einfacher ist.

2.1. Grundsätzlicher Kabelaufbau

Ein Kabel baut sich wie folgt auf:

die elektrischen Leiter, die Leiterisolierung, der Kabelmantel, die Schutzhüllen und die Bewehrung.

2.1.1. Elektrische Leiter

Wie schon erwähnt, muß das Leitermaterial eine möglichst gute elektrische Leitfähigkeit besitzen. Für Fernmeldekabel wird grundsätzlich Elektrolytkupfer⁴⁾ verwendet. Es hat nach Silber den größten elektrischen Leitwert von $57 \cdot 10^4 \frac{\text{S}^2}{\text{cm}}$. Die Kupferleiter sollen aus weichem Kupfer von einwandfreier Beschaffenheit sein und im unverarbeiteten Zustand den Bestimmungen von VDE 0201 entsprechen. Aus gegossenen Kupferbarren werden mittels Walzens oder Pressens, Ziehens und Zwischenglühens Drähte unterschiedlicher Durchmesser sowie Kupferbänder (für Außenleiter von Koaxialpaaren) hergestellt, die im weichgeglühten Zustand verwendet werden (VDE 0816).

Für Fernmeldekabel werden Kupferdrähte mit folgenden Leiterdurchmessern (in mm) verwendet:

0,4 0,6 0,8 0,9 1,2 1,3 1,4
Wiskabel *Fernkabel u. Bezirkskabel*

Für die Auswahl der jeweils benötigten Leiterdurchmesser sind die elektrischen Eigenschaften, insbesondere der Schleifenwiderstand, maßgebend. Die mechanischen Werte, z. B. die Zugfestigkeit, sind bei Kabeln für die Auswahl des jeweils benötigten Leiterdurchmessers belanglos (im Gegensatz zu den Überlegungen für oberirdische Freileitungen).

Auch Aluminium⁵⁾ ist als Leitermaterial für Fernmeldekabel geeignet (VDE 0202). Ein Al-Leiter müßte einen größeren Drahtdurchmesser als ein Cu-Leiter haben, um dieselben elektrischen Eigenschaften (Schleifenwiderstand) zu besitzen, trotzdem würde der Al-Leiter nur die Hälfte wiegen. Aluminium wird aber z. Z. als Leitermaterial für Fernmeldekabel nicht verwendet, weil es eine geringe Korrosionsbeständigkeit besitzt und sich in den Spleißstellen nur schwierig verbinden läßt (unsichere Würgekontakte, erhöhter Arbeitsaufwand beim Löt- oder Schweißen).

2.1.2. Leiterisolierung

Die in einem Kabel zusammengefaßten elektrischen Leiter müssen gut gegeneinander isoliert sein. Die elektrischen Eigenschaften der Stromkreise sind außerdem von der Lage der elektrischen Leiter zueinander abhängig. Daher müssen die Leiter mechanisch so abgestützt sein, daß sich ihre Lage zueinander nicht wesentlich verändern kann infolge mechanischer Beanspruchungen während der Fertigung, beim Verlegen und bei der Montage der Kabel oder während ihres jahrelangen Lagerns im Erdreich.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 1.

²⁾ Vgl. Lehrstoff «Oberirdischer Fernmeldebau».

³⁾ Fernsprechdichte = Zahl der Fernsprechteilnehmer je 100 Einwohner.

⁴⁾ Vgl. Lehrstoff «Werkstoffkunde»; Elektrolytkupfer hat eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit, läßt sich gut verarbeiten, ist leicht löt- und schweißbar und ist sehr korrosionsbeständig.

⁵⁾ Dieser Leitwert bezieht sich auf einen Materialwürfel von 1 cm Kantenlänge! Bezogen auf die bisher verwendete Drahtlänge von 1 m bei einem Drahtquerschnitt von 1 mm² entspricht dies dem Wert von $57 \text{ S} \frac{\text{m}}{\text{mm}^2}$. Dem entspricht wiederum ein spezifischer Widerstand von $\frac{1}{57} = 0,0175 \Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$.

⁶⁾ Vgl. Lehrstoff «Werkstoffkunde».

An das Isoliermaterial für die Leiter und an die fertige **Isolierhülle** werden je nach Verwendungszweck eines Kabels bestimmte Forderungen gestellt, wie großer spezifischer Widerstand¹⁾, kleine relative Dielektrizitätskonstante (DK)¹⁾, kleiner dielektrischer Verlustwinkel¹⁾ im zu übertragenden Frequenzbereich und eine gewisse mechanische Festigkeit.

2.1.2.1. Kabeladern

Der mit der **Isolierhülle** versehene elektrische Leiter heißt **Ader**. Die **Isolierhülle** ist verschiedenartig aufgebaut, je nach den Erfordernissen, die an das Kabel gestellt werden. Die Isolierhülle kann z. B. aus einer überlappenden Papierbandbewicklung oder aus einem auf den Leiter fest aufgespritzten Kunststoffschlauch bestehen.

Die gebräuchlichsten Arten von Isolierhüllen sind folgende (vgl. Bild 3):

1. **Papier-Luftraum-Isolierung** in zwei Ausführungsarten
 - a) eine Lage **Papierband** lose um den Leiter gewickelt (Teilbild a),
 - b) über eine **Stützwendel** aus **Papierkordel** wird eine Lage **Papierband** gewickelt (Stützwendel und Papierband sind gegensinnig gewickelt) (Teilbild b);
2. **Kunststoff-Luftraum-Isolierung**, bei der über eine **Stützwendel** aus **Kunststoffaden** gegensinnig eine Lage **Kunststoffband** (z. B. Styroflexband) gewickelt wird (wie im Teilbild b dargestellt);
3. **Kunststoff-Schlauch-Isolierung** (z. B. Schlauchhülle aus PE, Zell-PE oder PVC) (Teilbild c);
4. **PE-Scheibenisolierung eines Koaxialleiters** (Teilbild d).

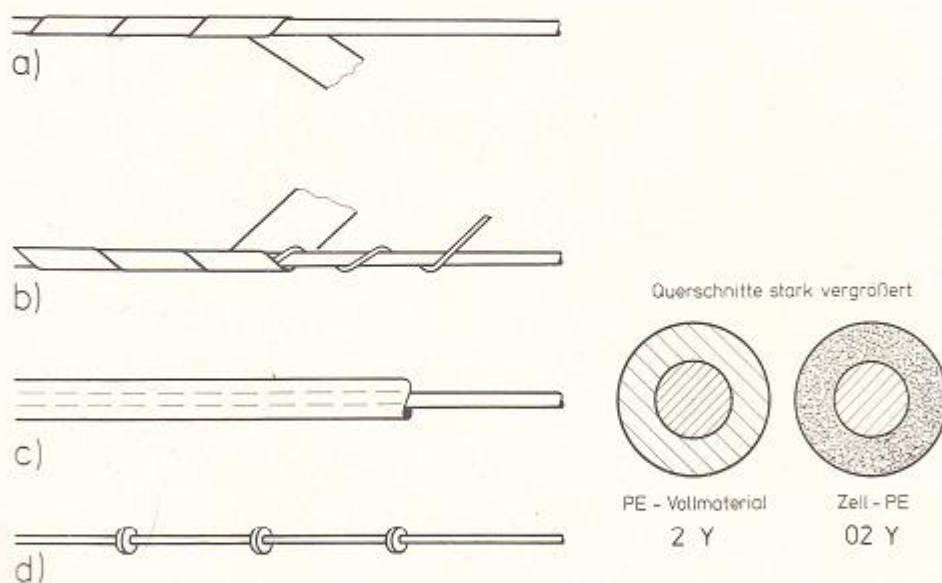


Bild 3 Aufbauarten der Isolierhüllen

Am häufigsten wurde bisher die **Papier-Luftraum-Isolierung** ausgeführt (vgl. Teilbilder 3a und 3b). Das **VDE-Kurzzeichen** für die Leiterisolierung aus **trockenem Papier** ist **P**. Das **Isolierpapier** für Fernmelde-Außenkabel muß den Bestimmungen von **VDE 0311/8. 69** mit gewissen Abweichungen*) genügen. Der **Verlustfaktor** einer papierisolierten Kabellleitung ist in hohem Maße frequenzabhängig (bei 1 MHz ist $\tan \delta = 200 \cdot 10^{-4} \dots 400 \cdot 10^{-4}$), daher wird die papierisolierte Kabellleitung nur bis etwa 252 kHz ausgenutzt (TF-Sternvierer). Papier ist sehr **hygroskopisch**); schon bei einer geringen Feuchtigkeitsaufnahme verschlechtert sich der Isolationswiderstand. Infolge der großen **Quellfähigkeit** von Papier kann andererseits ein »Absaufen« großer Kabellängen bei Wassereintruch vermieden werden, weil sich dank der großen Quellfähigkeit »Stopfstellen« bilden.

*) Vgl. Lehrstoff »Elektrotechnik«.

*) **hygroskopisch** = Feuchtigkeit an sich ziehend.

Bei allen Kabeltypen mit **St I-** oder **DM-Vierern** (z. B. Ortsverbindungskabel) erhalten aus Gründen der Betriebssicherheit die **Leiter vom Vierer 1** zusätzlich einen **Lackauftrag** (dazu werden meist Kunstharzlacke verwendet). Der Lackauftrag hat etwa die $1\frac{1}{2}$ -fache Dicke einer einfachen Lackierung (Doppel-Lackdraht) und wird **Tietgenschutz** genannt. Durch den Tietgenschutz soll sichergestellt werden, daß auch dann noch einwandfreie Adern für die Fehlerortung zur Verfügung stehen, wenn Wasser in das Kabel eingedrungen ist. Bei gemischtverseilten Kabeln erhalten die Leiter eines bestimmten Verseilelements diesen Tietgenschutz.

Durch die Entwicklung der Kunststoffe mit ihren guten verarbeitungstechnischen und z. T. ausgezeichneten elektrischen Eigenschaften werden die papierisolierten Kabel allmählich durch neuartige **kunststoffisolierte Kabel** (Kunststoffkabel) abgelöst. Die Leiter lassen sich einfach und schnell mit **thermoplastischem Kunststoff** umspritzen (vgl. Teilbild 3c).

Für die **Isolierhüllen aus Kunststoff** werden verwendet

Polyvinylchlorid (PVC) ¹⁾	= VDE-Kurzzeichen Y (nicht als Leiterisolation für Außenkabel verwendet)
Polyäthylen (PE) ¹⁾	= VDE-Kurzzeichen 2Y
Polystyrol (PS) ¹⁾ als Styroflex	= VDE-Kurzzeichen 3Y

Polyäthylen wird auch in **aufgeschäumtem Zustand** als sogenanntes **Zell-PE¹⁾** verwendet (vgl. Querschnitte im Teilbild 3c). Das PE wird mittels eines **Treibmittels**, das dem Kunststoff in der Schneckenpresse zugesetzt wird, aufgeschäumt. Dabei bilden sich unter Einwirkung der Preßtemperatur **geschlossene Gasblasen**. Aufgeschäumte Kunststoffe werden gekennzeichnet, indem **vor ihr VDE-Kurzzeichen eine Null gesetzt wird**, z. B. **02Y = Zell-PE**.

Die **Vorteile der Kunststoffisolierung** gegenüber der Papierisolierung sind: leichtere Verarbeitbarkeit, glatte Oberfläche, in allen Farbtönen einfärbbar, nicht hygroskopisch, alterungsbeständig, gleichbleibend guter Isolationswiderstand.

Polyäthylen (PE) hat außerdem noch einen **sehr kleinen und frequenzunabhängigen Verlustfaktor** ($< 4 \cdot 10^{-4}$).

Polystyrol ist im Hinblick auf die **Übertragung von hohen Frequenzen** ein besonders wertvolles Isoliermaterial und gut zum Aufbau von Hohlraum-Isolierhüllen geeignet. Es wird als **Styroflex (3Y)** — flexibles Polystyrol — in Form von vorgereckten **Bändern** (eine glasklare Folie zur Leiterumspinnung), von **Fäden** (als Kordel um den Leiter gewickelt) und in Form von **Scheiben** (als Abstandhalter der Innen- und Außenleiter von Koaxialpaaren — vgl. Teilbild 3d) verwendet. Styroflex zeichnet sich durch einen **sehr kleinen frequenzunabhängigen Verlustfaktor** ($< 2 \cdot 10^{-4}$) und einen **großen spezifischen Widerstand** ($10^{17} \Omega \text{ cm}$) aus.

Bei Arbeiten an Kabeln mit styroflexisolierten Adern ist zu beachten, daß die Isolation eine **geringe Wärmebeständigkeit** hat (max. $+75^\circ \text{C}$).

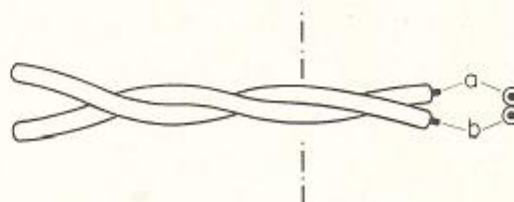
2. 1. 2. 2. Verseilelemente

(1) Aderverseilung

Die Kabeladern werden zu **Paaren (P)** oder zu **Vierern (V)** **verseilt**, um eine **gegenseitige elektrische Beeinflussung** weitestgehend **auszuschließen**. Bei der Verseilung werden jeweils zwei oder mehr Adern zu einem **Verseilelement (VE)** zusammengefaßt.

Bei der **Paarverseilung** werden **je zwei Adern zu einem Aderpaar (Doppelader) verseilt**. Die Paarverseilung wird vorwiegend für geschirmte Rundfunkleitungen verwendet. *und LPMh-Kabel*

Bild 4
Paarverseilung



¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Werkstoffkunde«.

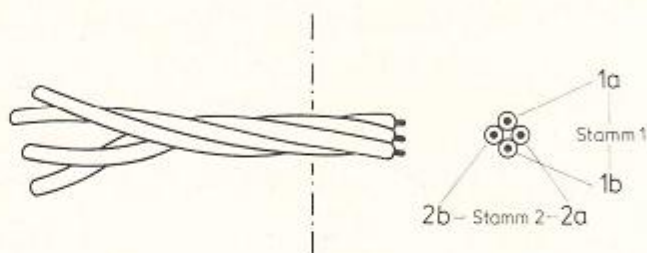
Die Viererverseilung wird am häufigsten angewendet. Dabei werden vier Adern miteinander zu einem Vierer (V) verseilt. Für den Vierer gibt es zwei Verseilungsarten, die Sternviererverseilung und die Dieselhorst-Martin-Verseilung.

Sternviererverseilung

Bei der Sternviererverseilung sind die vier Adern so angeordnet, daß sie mit den Eckpunkten eines Quadrats zusammenfallen¹⁾. Dazu werden die vier Adern in einem Arbeitsgang miteinander verseilt.

Die Adern des Sternvierers (StV) haben an jeder Stelle des Seils gleiche Lage zueinander; aus je zwei diagonal gegenüberliegenden Adern (a und b) werden die beiden Stammkreise (Stamm 1 und Stamm 2) gebildet. Bei dieser Anordnung stehen die Stämme senkrecht aufeinander, dadurch soll die gegenseitige Beeinflussung der Sprechkreise infolge von Kopplungen ausgeschlossen werden.

Bild 5
Sternviererverseilung



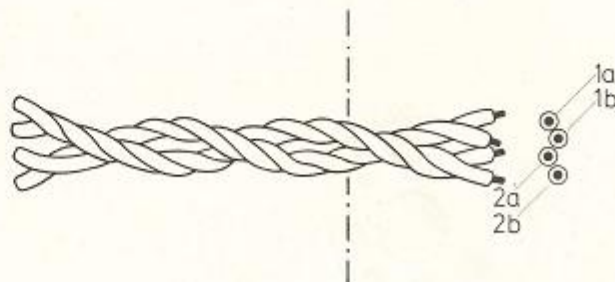
Je nach den Anforderungen an die elektrischen Eigenschaften (insbesondere hinsichtlich der Betriebskapazität und der kapazitiven Kopplungen) sind nach der Verseilungsausführung verschiedene Arten von Sternvierern (StV) zu unterscheiden; die wichtigsten sind St I-, St III- und TF-StV. St I- und St III-Vierer haben Papierisolierung, die TF-StV können je nach Verwendung Papierisolierung oder Styroflex-Luftraum-Isolierung haben. Kabel mit St I-Verseilung haben kleinere kapazitive Kopplungen und sind z. B. als Ortsverbindungskabel geeignet. St III-verseilte Kabel werden vorwiegend im Ortsnetz eingesetzt. TF-StV werden trägerfrequent betrieben.

St II verwendet DBB

Verseilung nach Dieselhorst und Martin (DM-Verseilung)

Bei der DM-Verseilung werden ebenfalls vier Adern miteinander verseilt, und zwar werden zunächst jeweils die Adern a und b paarverseilt zu Stamm 1 und zu Stamm 2, anschließend werden diese beiden Paare zum Vierer verseilt. Um gegenseitige Kopplungen möglichst zu vermeiden, muß die Verseilung mit drei verschiedenen Drallängen²⁾ ausgeführt werden: Drall 1 für Stamm 1, Drall 2 für Stamm 2 und Drall 3 für den Vierer. Der DM-Vierer benötigt mehr Platz als der St-Vierer. Trotzdem ist es möglich, ein DM-Kabel besser auszunutzen, weil mit Hilfe von Übertragern aus den beiden Stammleitungen ein dritter Stromkreis, ein **Phantomkreis** (früher Viererkreis genannt), gebildet werden kann. Die Sternvierer werden wegen ihrer größeren Phantomkapazität nicht in dieser Weise ausgenutzt.

Bild 6
DM-Verseilung



¹⁾ Siehe auch LZ F-Lehrmodell Nr. 76 »Erdkabel PMbe 50 x 2 x 0,6 St III«.

²⁾ Dralllänge = Schlaglänge = der Abschnitt auf einem Verseilelement, auf dem eine Verdrehung um 360° stattgefunden hat.

(2) Lagenverseilung

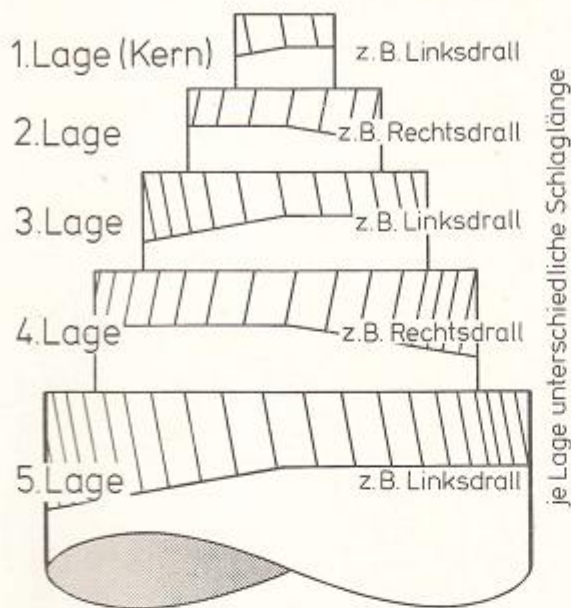


Bild 7
Aufbau der Kabelseele eines 150paarigen
Kabels mit Sternvierern

Das Kabel wird aufgebaut, indem die **Verseilelemente** (Vierer oder Paare) **zusammengefaßt** und zur **Kabelseele** vereinigt werden. Die **Kabelseele*** ist die **Gesamtheit aller in einem Außenkabel vorhandenen Verseilelemente einschließlich der über den Verseilelementen liegenden Bewicklung und/oder des darüberliegenden Innenmantels**. Die Seele ist in der Regel aus **konzentrischen Lagen von Verseilelementen** aufgebaut. Das Bild 7 zeigt den Aufbau der Kabelseele eines 150paarigen Kabels.

Um einen einwandfreien **Seilverband**, eine gute Formbeständigkeit und eine möglichst weitgehende Entkopplung (der Sprechkreise) zu erreichen, werden die einzelnen konzentrischen **Lagen abwechselnd mit Rechtsdrall oder mit Linksdrall** sowie mit **unterschiedlichen Schlaglängen¹⁾** verseilt. Bei Verseilelementen (VE) mit einheitlichen Durchmessern erhöht sich die **Zahl der VE von Lage zu Lage jeweils um sechs**. Das 150paarige Kabel nach Bild 7 ist wie folgt aufgebaut: 1. Lage → 3 VE, 2. Lage → 9 VE, 3. Lage → 15 VE, 4. Lage → 21 VE, 5. Lage → 27 VE; das sind **75 VE $\triangleq$ 150 Paare**. Die einzelnen **Verseillagen** werden im allgemeinen durch eine **Lage Papierband oder Kunststoffband** voneinander getrennt. Über die **letzte (äußere) Lage** werden mehrere **Papierlagen** gewickelt. Durch diese **Bewicklung** werden die **Adern bei der Weiterverarbeitung** sowohl gegen mechanische als auch thermische **Beschädigungen geschützt**. Außerdem **erhöht** die Bewicklung die **elektrische Durchschlagsfestigkeit** zwischen den Kabelleitern und dem metallenen Kabelmantel.

Unmittelbar unter, über oder innerhalb dieser Bewicklung ist der **längseinlaufende Firmenkennfaden** eingelegt, der das Herstellerwerk angibt. Sofern die Kabel nach den VDE-Vorschriften aufgebaut sind, können sie zusätzlich den **einfädigen schwarz-rot bedruckten VDE-Kennfaden** haben. Alle papierisolierten Außenkabel in St III-, St I- oder DM-Verseilung, deren Seelendurchmesser größer als 7,5 mm ist, haben außerdem ein **Papier-Längenmeßband**, das zusammen mit den Kennfäden eingelegt wird.

¹⁾ Schlaglänge = Dralllänge = der Abschnitt auf einem Verseilelement, auf dem eine Verdrehung um 360° stattgefunden hat.

²⁾ Definition gem. VDE 0816/6. 64 § 5b.

(3) Bündelverseilung

Bei der Bündelverseilung werden — im Gegensatz zur konzentrischen Lagenverseilung — die Verseilelemente zunächst in gleichartige Bündel zusammengefaßt und diese Bündel dann zur Kabelseele verseilt.

Dabei sind **Grundbündel** und **Hauptbündel** zu unterscheiden.

Bild 8
Aufbau eines Grundbündels
(5 St-Vierer = 10 DA)

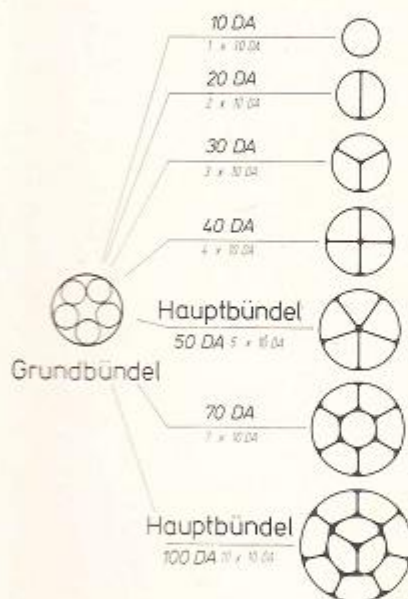
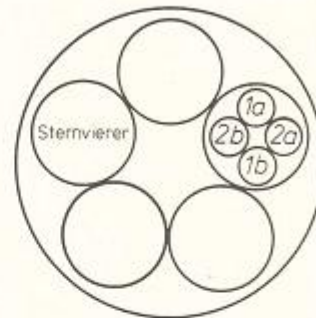


Bild 9
Anordnung der Grundbündel
(zu je 5 VE = 10 DA)

Jedes **Grundbündel** (Bild 8) besteht aus fünf Sternvierern (= 10 DA), die miteinander **weich verseilt** sind und zur gegenseitigen Entkopplung **unterschiedliche Drallängen** haben müssen.

Zunächst können aus den **Grundbündeln** einfache **Kabelseelen** (bis 100 DA) **aufgebaut** werden, indem je nach der gewünschten Doppeladerzahl entsprechend viele Grundbündel miteinander **lagenweise** (bis 50 DA eine Lage, 70 DA und 100 DA zwei Lagen) **verseilt** werden (vgl. schematische Darstellung im Bild 9).

Die **Grundbündel** müssen deshalb **weich verseilt** sein, damit sie sich bei der weiteren Verseilung **sektorenförmig aneinanderlegen können**.

Die Verseilungen aus fünf **Grundbündeln** (50 DA) und aus zehn **Grundbündeln** (100 DA) werden **Hauptbündel** genannt. Solche **Hauptbündel** können wiederum in **entsprechender Anzahl** — je nach der gewünschten Doppeladerzahl — miteinander **lagenweise** (bis zu drei Lagen) zur **Kabelseele verseilt** werden (vgl. schematische Darstellung in den Bildern 10 und 11).

Grund- und Hauptbündel erhalten im allgemeinen **gleiche Schlaglänge und gleiche Schlagrichtung**. Kopplungen zwischen benachbarten Bündeln werden durch entsprechende Wahl **unterschiedlicher Drallängen für die einzelnen St-Vierer** vermieden.

Grund- und Hauptbündel werden **durch offene Bandwendeln** aus Kunststoffbändern (meist PE-Band) **gekennzeichnet**.

Die **äußere Verseillage** — d. h. die **Kabelseele** — ist mit **nichthygrokopischem Kunststoffband** **umwickelt**.

Besonders bei hochpaarigen Kabeln ergibt die Bündelverseilung eine **bessere Übersichtlichkeit**, eine **leichtere Aderaufteilung** und daher eine **einfachere Kabelmontage**.

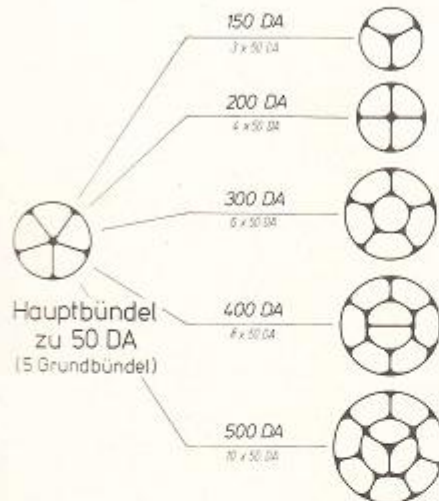


Bild 10
Anordnung der Hauptbündel
(zu je 5 Grundbündeln = 50 DA)

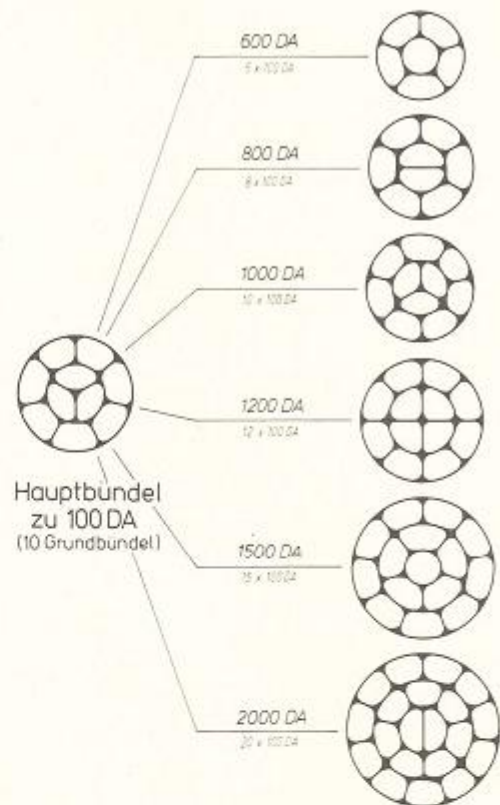


Bild 11
Anordnung der Hauptbündel
(zu je 10 Grundbündeln = 100 DA)

(4) Zählweise und Aderkennzeichnung

Eine störungsfreie Nachrichtenübertragung über Fernmeldekabel setzt voraus, daß die **zusammengehörenden Kabeladern** an den Enden der einzelnen Kabellängen **einwandfrei durchverbunden** werden. Um die Kabeladern bestimmen zu können, ist deren **Zählweise und Kennzeichnung** festgelegt worden. Treten Fehler an der Kabelanlage auf, ist es somit möglich, an jeder beliebigen Stelle des Kabels die gewünschte Ader herauszufinden.

Zählelemente

Bei **lagenverseilten Kabeln** werden die **Verseilelemente** (Paare und Vierer) stets **vom Kern aus beginnend** — d. h. von der innersten Lage = 1. Lage — **fortlaufend von innen nach außen** gezählt.

Begonnen wird in jeder Lage mit dem **Zählvierer** oder dem **Zählpaar**, einem besonders gekennzeichneten **Zählelement¹⁾**.

Gezählt wird **im Uhrzeigersinn**, von der Vermittlungsstelle aus gesehen: **Amt im Rücken!**

Die **Paare** werden **fortlaufend durchnummeriert**; **Vierer** werden mit den **Ziffern der Doppeladern** bezeichnet, z. B. 3/4, 5/6, 7/8.

Bei **unsymmetrisch aufgebauten Kabeln** (z. B. Fernkabeln) folgt auf das **Zählelement** ein **Richtungselement**, das die **Zählrichtung** bestimmt. Bei derartigen Kabellängen sind Anfang = **A-Ende** und Ende = **E-Ende** auf der Kabelhülle entsprechend **gekennzeichnet**. Vom **A-Ende** aus betrachtet liegt das **Richtungselement rechts vom Zählelement** (Zählweise im Uhrzeigersinn).

¹⁾ Siehe auch LZ F-Lehrmodell Nr. 76 «Erdkabel PMbe 50 x 2 x 0,6 St III».

Die Zählelemente sind in den einzelnen Verseillagen wie folgt gekennzeichnet:

In Kabeln mit papierisolierten St III-Vierern ist beim Zählvierer jeder Lage das Papierband der a-Ader vom Stamm 1 **rot**.

In Kabeln mit papierisolierten St I-, DM- oder TF-St-Vierern oder -Paaren ist die sonst naturfarbene Haltewendel der Verseilelemente beim Zählelement eingefärbt, und zwar

St I-Vierer		rot
DM-Vierer	}	 blau
TF-St-Vierer		
P bzw. PiMF ¹⁾		

Das Zählelement der styroflexisolierten TF-Stern-Vierer hat eine **blaue** Kunststoffwendel.

Der Richtungsvierer ist durch eine **grüne** Haltewendel gekennzeichnet.

Bei bündelverseilten Kabeln (ausgenommen Schaltkabel) werden die einzelnen Bündel lagenweise im Uhrzeigersinn von innen nach außen gezählt.

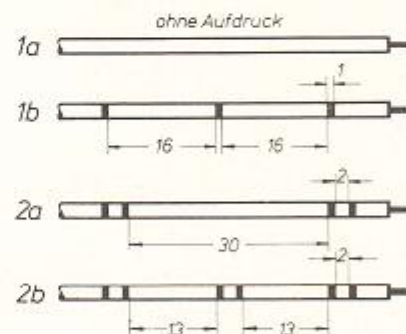
Das Zähl-Grundbündel bzw. das Zähl-Hauptbündel jeder Lage ist durch eine **rote** Kunststoffwendel gekennzeichnet.

Bei Schaltkabeln (bündelverseilt) wird mit dem Zählen der Bündel in der Außenlage begonnen; die Zählfolge ist durch die Kennfarbenfolge der a-Adern²⁾ festgelegt.

Aderkennzeichnung

Die Isolierhülle papierisolierter St III-Vierer ist naturfarben. Die Adern sind nach Bild 12 gekennzeichnet mit einem Aufdruck aus schwarzen oder blauen Querstreifen.

Bild 12
Kennzeichnung der Kabeladern in
St III-Vierern (nach VDE 0816)



Bei St I- und DM-Vierern ist das naturfarbene Papierband der Isolierhülle mit einem 2 bis 3 mm breiten farbigen Längsstreifen bedruckt.

Bild 13
Aderkennzeichnung bei
St I- und DM-Vierern



¹⁾ P = Paar; PiMF = Paar in Metallfolie.

²⁾ Vgl. Aderkennzeichnung in bündelverseilten Kabeln.

Für die verschiedenfarbigen **Längsstreifen** der vier Adern eines **St I- oder DM-Vierers** sind folgende Farben vorgesehen:

Ader 1a	gelb	für Desirkop
Ader 1b	rot	Fern -
Ader 2a	grün	u. OVK
Ader 2b	blau	

Dieselben **Farben** gelten **auch** für **TF-Sternvierer**, dabei werden die Adern mit **durchgefärbten Kunststoffwendeln aus Styroflex** gekennzeichnet.

Die Adern der **bündelverseilten PE-Ortskabel** haben die gleiche Ring-(Querstreifen-)Kennzeichnung wie die Adern der **papierisolierten St III-Vierer**. Um die **einzelnen Vierer** innerhalb eines **Grundbündels** unterscheiden zu können, ist die **Isolierhülle** bei **allen vier Adern eingefärbt**, und zwar

- Grundfarbe **rot** für die Adern des Vierers **1** (zugleich **Zählvierer** im Grundbündel)
- Grundfarbe **grün** für die Adern des Vierers **2**
- Grundfarbe **grau** für die Adern des Vierers **3**
- Grundfarbe **gelb** für die Adern des Vierers **4**
- Grundfarbe **weiß** für die Adern des Vierers **5**

2. 1. 3. Kabelhülle

Die **Kabelseele** wird von der **Kabelhülle** umgeben. Mit dem Begriff **«Kabelhülle»** ist der **gesamte Aufbau des Kabels über der Kabelseele** gemeint. Zur **Kabelhülle** zählen der **Kabelmantel** sowie ggf. die **Bewehrungen** und **Schutzhüllen**.

2. 1. 3. 1. Kabelmäntel

Der **Kabelmantel** hat die **Aufgabe**, die **Kabelseele** gegen **Feuchtigkeit** und **mechanische Beschädigungen** zu **schützen**; er soll die **Kabelseele** möglichst eng umschließen. Es werden **metallische** und **nichtmetallische Kabelmäntel** unterschieden.

Bei **Kabeln** mit **papierisolierten Verseilelementen** würde eindringende **Feuchtigkeit** infolge des **hygroskopischen** **Kabelpapiers** den **Isolationswiderstand** **herabsetzen** und die **Kapazität** **erhöhen**, infolgedessen die **Übertragungsgüte** **vermindern**. Daher muß der **Kabelmantel** unbedingt **wasserdicht** bzw. **wasserdampfdicht** sein, was nur durch eine **geschlossene Metallhülle** erreicht werden kann.

Für **Kabel** mit vollkommen **unhygroskopischer Leiterisolierung** würde schon ein **Kunststoffmantel** genügen, wenn die **Kabelseele** nicht elektrisch abgeschirmt und das **«Schirmblech»** nicht als **Erdleiter** benutzt werden muß.

Je nach **Verwendungs- und Verlegungsart** der Fernmeldekabel sind bei der DBP folgende **Kabelmantelausführungen** gebräuchlich

VDE-Kurzzeichen

— Bleimantel	M	
— Stahlwellmantel	W	
— Aluminiummantel (glatt)	L	(L = Leichtmetall)
Aluminiummantel mit Dehnungselementen (gewellt)	LD	
— Kunststoffmantel aus PVC	Y	
— Kunststoffmantel aus PE	2Y	
Schichtenmantel	(L)2Y ¹⁾	

(1) Bleimantel (VDE-Kurzzeichen M)

Blei²⁾ wird als **Mantelwerkstoff** seit Beginn der Kabelentwicklung verwendet. Mit Hilfe hydraulischer Stempelpressen oder Schneckenpressen wird es als **nahtloses Rohr um die Kabelseele** gepreßt. Die Preßtemperatur beträgt etwa 180° C. Unmittelbar nach Verlassen des Preßwerkzeugs durchläuft das Kabel eine Kühlstrecke, dadurch besteht für die Kabelisolerstoffe keine Gefahr einer Schädigung. Blei ist weitgehend **korrosionsbeständig**; alkalische Mittel, Zement, Beton und weiches Wasser greifen Blei an.

Der **Biegeradius** soll den **20fachen Kabeldurchmesser** nicht unterschreiten.

Das für Kabelmäntel verwendete Blei muß den Bestimmungen für **Kabelblei (Kb-Pb)** nach DIN 17 640 entsprechen. Kb-Pb hat einen Kupferanteil (0,03 ... 0,05%), daher ist es gegen interkristalline Korrosion (interkristalline Brüchigkeit infolge Erschütterungen) widerstandsfähiger als Reinblei. Bei Kabeln, die **erhöhten mechanischen Beanspruchungen** ausgesetzt sind (z. B. bestimmte Unterwasserkabel), sowie bei Kabeln, deren »Durchmesser über dem **Bleimantel** größer als 65 mm ist, müssen dem Blei **härtende Zusätze** zulegiert werden (Beispiele: Kb-PbSb 0,5; Kb-PbTe 0,04; Kb-PbSn 2,5). Im allgemeinen sind Bleimäntel mit Erhärtungszusatz durch Einprägungen in die Manteloberfläche gekennzeichnet (siehe Tab. 1).

Erhärtungszusatz	Einprägungen in die Manteloberfläche	
Antimon (Sb) 0,05%	< < < <	rechte Winkel
Tellur (Te) 1%	○ ○ ○ ○	kleine Kreise
Zinn (Sn) 3%	/// /// ///	schräge Striche

Tab. 1 Erhärtungszusätze für Kabelblei und ihre Kennzeichen

Für die Außenkabel der Ortsnetze sind die **Bleimanteldicken** nach VDE 0816 festgelegt, sie liegen je nach Kabeldurchmesser zwischen 1,3 und 3,1 mm. Vom Gesamtgewicht eines Kabels entfällt ein **großer Gewichtsanteil** auf den **Bleimantel** (Blei hat eine Wichte von $11,34 \frac{\text{p}}{\text{cm}^3}$). Dieser Gewichtsanteil wirkt sich kostspielig auf die Transport- und Verlegekosten aus.

¹⁾ (L) = kunststoffbeschichtetes Aluminiumband mit dem PE-Mantel verschweißt.

²⁾ Siehe Lehrstoff »Werkstoffkunde«.

(2) Stahlwellmantel (VDE-Kurzzeichen W)

Der Stahlwellmantel wird seit etwa 1950 für Fernmeldekabel der DBP verwendet. Er bietet neben der Möglichkeit, Kabelseelen **gasdicht** und **feuchtigkeitsdicht** zu ummanteln, den **Vorteil eines geringen Mantelgewichts**.

Der Stahlwellmantel wird wie folgt hergestellt (vgl. Bild 14): Ein unmittelbar vor der Verarbeitung beschnittenes **Stahlband** von Tiefziehqualität (Blechdicke 0,3 ... 0,6 mm) wird in Längsrichtung über Rollenwerkzeuge zu einem Rohr geformt. Die stumpf aneinanderstoßenden **Längskanten des Bandes** werden unter Schutzgas (Argon) in einer kontinuierlichen¹⁾ Lichtbogenschweißnaht miteinander verschweißt. Das Stahlrohr hat einen etwas größeren Durchmesser als die Kabelseele, die durch eine Vorrichtung so von der Schweißnaht ferngehalten wird, daß die auftretende Hitze die **Kabelseele und ihre Bewicklung nicht beschädigen** kann. Im Anschluß an das Schweißverfahren wird das **glatte Stahlrohr** in einer Wellvorrichtung gewellt, wodurch der Stahlwellmantel seine **Biegefähigkeit erhält** und seine Wellentäler die Kabelseele eng umschließen.

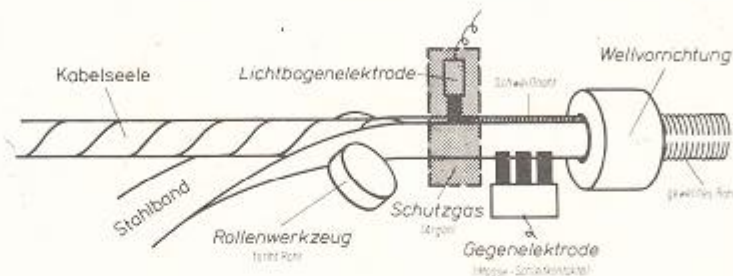


Bild 14 Schematische Darstellung einer Stahlwellmantel-Herstellung

Die Vorzüge des Stahlwellmantels sind neben seiner guten Biegefähigkeit seine große Querdruckfestigkeit und seine Formstabilität, seine Schwingungsfestigkeit (als Brückenkabel geeignet) und sein geringes Gewicht. Ein gewisser Nachteil ist das große Dehnungsvermögen des Mantels bei Zugbeanspruchung, welches infolge seiner Wellung auftritt. (Allerdings muß auch der Bleimantel bei Zugbeanspruchung mit der gleichen Vorsicht behandelt werden.) Um eine unzulässige Reckung des Stahlwellmantels zu vermeiden, muß die Kabelseele kraftschlüssig mit dem Stahlwellmantel verbunden werden (Hartholzkeil, Kunstharzpfropfen am Kabelanfang oder Verankern einer Ziehöse in der Kabelseele), bevor diese Kabel in Kabelkanalanlagen eingezogen werden können. Bei der Berechnung der zulässigen Zugbeanspruchung des Kabels wird für die Kupferleiter eine höchstzulässige Zugfestigkeit von $5 \frac{\text{kp}}{\text{mm}^2}$ zugrunde gelegt; bei höherpaarigen Kabeln wird aus Sicherheitsgründen nur noch ein Teil dieses Wertes angesetzt. Der Stahlwellmantel erfordert einen hochwertigen mehrschichtigen Korrosionsschutz, was auch bei der Montage dieser Kabel zu beachten ist.

(3) Aluminiummantel (VDE-Kurzzeichen L)

und Aluminiummantel mit Dehnungselementen (VDE-Kurzzeichen LD)

Für Aluminiummantelkabel wird Reinaluminium (Al)²⁾ (99,5 ... 99,8%) nach DIN 1712 verarbeitet. Die Al-Mäntel werden im Strangpreßverfahren (bei Drücken von mehreren $\frac{\text{Mp}}{\text{cm}^2}$ und bei Temperaturen zwischen 300°C und 400°C) unmittelbar auf die Kabelseele gepreßt. Die Kabeladern werden gegen die hohen Temperaturen geschützt, indem die Kabelseele verstärkt bewickelt wird.

Kabel mit glattem Al-Mantel haben eine geringere Biegefähigkeit als Bleimantel-Kabel. Daher wird bei Kabeln, deren Durchmesser unter Mantel größer als 40 mm ist, ein gewellter Al-Mantel vorgesehen. Der Mantel wird unmittelbar nach dem Pressen des Al-Rohres mit einem Rollenwerkzeug gewellt, das dem bei der Stahlwellmantel-Herstellung verwendeten ähnlich ist. Durch die Wellung wird dieselbe Biegefähigkeit wie beim Stahlwellmantel erreicht. Die Al-Rohre, die nach dem Pressen noch gewellt werden sollen, müssen zunächst einen größeren Durchmesser haben als die von ihnen umschlossene Kabelseele. Beim gewellten Kabelmantel umschließen die Wellentäler die Kabelseele.

¹⁾ kontinuierlich = stetig, durchlaufend.

²⁾ Vgl. Lehrstoff »Werkstoffkunde«.

Die Buchstaben »LD« kennzeichnen **gewellte Kabelmäntel** in der Kabeltypenbezeichnung.

L- und LD-Kabel werden hauptsächlich verwendet, weil der **Al-Mantel** eine **gute Schutzwirkung gegen Beeinflussung der Kabelleitungen durch Starkstromanlagen und Hochfrequenzsender** besitzt. Diese Schutzwirkung ist bedingt durch den **kleinen spezifischen Längswiderstand** des Mantels. Ein **Maß für den Beeinflussungsschutz** ist der **Reduktionsfaktor** (r_K). Im allgemeinen ist der r_K eines Al-Mantels um das **2,5fache ... 3fache** kleiner und damit **besser als beim Bleimantel**.

Einen gewissen **Mehraufwand** erfordert das **Herstellen von Lötuffenverbindungen**, weil der Al-Mantel vor dem Verzinnen erst in einem besonderen Arbeitsgang *metallisiert* werden muß. Durch die *Metallisierung* wird die **Oberfläche des Aluminiums von der stets vorhandenen Oxidschicht befreit und damit erst lötbar** gemacht.

Al-Mäntel werden durch im Erdreich vorhandene Chloride, Schwefelwasserstoff, Eisenoxid sowie durch Zement und Mörtel in hohem Maße beschädigt. Bei Anwesenheit von Kupfer, Blei oder Zinn sowie gleichzeitig von Wasser bildet sich gemäß der elektrolytischen Spannungsreihe (Al ist 1,7 ... 2,1 V negativer¹⁾) ein das Al zersetzendes Element (Kontaktkorrosion). Aus diesem Grund benötigt der **Al-Mantel** — ebenso wie der Stahlwellmantel — einen **einwandfreien mehrschichtigen Korrosionsschutz**.

Im allgemeinen werden **Al-Mantel-Kabel nur dort** vorgesehen, wo sie wegen ihres **guten (kleinen) Reduktionsfaktors benötigt** werden und in diesen Fällen gegenüber anderen Kabelausführungen Vorteile bieten.

(4) Kunststoffkabel aus PVC (VDE-Kurzzeichen Y)

Kunststoffkabel aus PVC²⁾ werden bei der DBP nur noch für **Schaltkabel** zur Verkabelung innerhalb der Vermittlungsstellen (zwischen Gestellen untereinander und zwischen Gestellen und Rangierverteilern) sowie für **Aufteilungskabel** und für **Installationskabel mit Zugentlastung** verwendet. Sie besitzen eine **gute Biegefähigkeit**, eine **große Abriebfestigkeit** und sind **sehr beständig gegenüber Chemikalien**; außerdem ist PVC **flamwidrig**.

(5) Kunststoffmantel aus PE (VDE-Kurzzeichen 2Y) und Schichtenmantel (VDE-Kurzzeichen (L)2Y)

Kabelmäntel aus PE³⁾ werden im Bereich der DBP **nur bei Kabeltypen mit Leiterisolierung aus PE** verwendet. Für Kabel mit hygroskopischer Leiterisolierung kommen reine PE-Mäntel wegen ihrer — wenn auch geringfügigen — **Wasserdampfdurchlässigkeit** nicht in Betracht.

Die **PE-Ortskabel mit St III-Vierern** (0,4 mm Leiterdurchmesser) haben in der **bisherigen Ausführung** über der Kabelseele einen **PE-Innenmantel**, darüber einen **Schirm aus Kupferblech** (der dabei nicht die Aufgabe einer »Feuchtigkeitssperre« hat) und darüber einen **PE-Außenmantel**. Dieser Aufbau der Kabelhülle (PE-Cu-PE) wird bei PE-Ortskabeln künftig durch den sogenannten **Schichtenmantel** ersetzt.

Beim **Schichtenmantel** bilden ein **Al-Rohr** und eine **PE-Hülle** eine **Einheit**. Der **metallische Teil** des Schichtenmantels — das Al-Rohr — dient als **Wasserdampfsperre** und als **statistischer Schirm** des Kabels.

Bei der Herstellung des **Schichtenmantels** wird ein 0,2 mm dickes **Al-Band**, das **beidseitig mit Kunststoff beschichtet** ist, zu einem **Rohr geformt**. Dieses Rohr wird **von einer PE-Hülle umgeben**, die **fest und dauerhaft** mit der Kunststoffbeschichtung des Al-Bandes **verschweißt** ist. Ebenso sind auch die Al-Bandkanten an der **Überlappungsfläche** infolge ihrer Kunststoffbeschichtung miteinander verschweißt.

¹⁾ Siehe auch LZ F-Lehrmodell Nr. 15 »Elektrochemische Spannungsreihen«.

²⁾ PVC = Polyvinylchlorid; vgl. Lehrstoff »Werkstoffkunde«.

³⁾ PE = Polyäthylen; vgl. Lehrstoff »Werkstoffkunde«.

2. 1. 3. 2. Schutzhüllen und Bewehrung

Für Schutzhüllen und Bewehrung gibt es nach VDE folgende **Kurzzeichen**

- b = **Bewehrung** (Runddraht, Flachdraht oder Stahlband),
- ib = **Induktionsschutzbewehrung** (Normalstahl oder Sonderstahl),
- c = **Compound** (äußere Schutzhülle bei Bleimantelkabeln),
- Y = **PVC-Innenhülle bzw. PVC-Außenhülle**,
- 2Y = **PE-Innenhülle bzw. PE-Außenhülle**,
- 2Yv = **verstärkte PE-Außenhülle**,
- E = **plastische Einlage bei Kunststoffmänteln zur haftenden Verbindung zwischen Metallmantel und Kunststoffmantel**.

(1) Schutzhüllen

Schutzhüllen haben die Aufgabe, den metallischen Kabelmantel und — soweit vorhanden — die Kabelbewehrung vor **Korrosionsschäden** zu **schützen**. Die Korrosionsschäden können durch chemische oder durch elektrolytische Einflüsse verursacht werden. Diese Schutzhüllen können aus einem **einfachen Kunststoffschlauch** bestehen; sie können aber auch aus **mehreren Korrosionsschutzschichten** und einer **Kunststoffhülle** aufgebaut sein. Der Aufbau der Schutzhülle und die dazu geeigneten Werkstoffe sind in VDE 0816 festgelegt; die **meist bitumenhaltigen** zähflüssigen oder plastischen **Massen** müssen bestimmten Wärmeanforderungen genügen.

Bewehrte Kabel erhalten eine **innere Schutzhülle** unter und eine **äußere Schutzhülle** über die Bewehrung.

(2) Bewehrung

Eine Bewehrung wird im allgemeinen **nur noch vorgesehen** bei

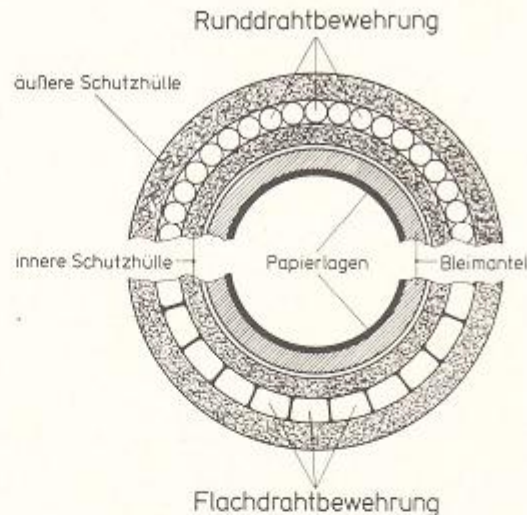
- den **Bleimantel-Kabeltypen**, die **im Erdboden ausgelegt** werden (Ausführung PMbc und entsprechend ausgeführte Fernkabel);
- **Koaxial-Fernkabeltypen** und **Koaxial-Ortskabeltypen mit Bleimantel**, die **als Röhrenkabel verwendet** werden (z. B. KxFk 24f2);
- einigen **Kabelsonderausführungen** (z. B. Kabel mit Blitzschutzaufbau, Stahlwellmantelkabel für Flußkreuzungen).

Die Bewehrung hat — je nach Verwendungszweck des Kabels — folgende **Aufgaben**

- **Schutz des Bleimantels gegen mechanische Beschädigungen** beim Auslegen und ggf. Wiederausgraben des Kabels;
- **Verbesserung der Zugbelastungsfähigkeit** des Kabels (Zugentlastung der Kabelseele und des Kabelmantels);
- **Verbesserung der Mantellängsleitfähigkeit** bei Kabeln mit Blitzschutz-Aufbau oder Beeinflussungsschutz-Aufbau der Kabelhülle.

Soweit die **Bewehrung aus mechanischen Gründen** vorgesehen wird, besteht sie aus einer Lage von **Flachstahl-drähten** oder **Rundstahl-drähten**, die **in langem Verseilschlag** über der inneren Schutzhülle aufgebracht und in besonderen Fällen verzinkt sind (vgl. Bild 15).

Bild 15
Bewehrungen



Kabel mit Blitzschutzaufbau erhalten z. Z. ebenfalls eine **Flachdrahtbewehrung**. Dagegen werden **Stahlbänder** verwendet, um den **Reduktionsfaktor**¹⁾ zu verbessern. Nur bei Bleimantelkabeln (PMbc) geben diese Stahlbänder gleichzeitig einen mechanischen Schutz. In allen anderen Fällen haben Stahlbänder über oder unter dem Kabelmantel **lediglich** die Aufgabe, den **Beeinflussungsschutz**, d. h. den Reduktionsfaktor, zu verbessern; sie sind daher dann **nicht** als **Bewehrung** zu bezeichnen.

(3) Aufbau der Schutzhüllen

Die **innere Schutzhülle** bei bewehrten Bleimantelkabeln (z. B. Ausführung PMbc) baut sich wie folgt auf

- zähflüssige Masse (Bitumenmischung),
- mehrere Lagen **vorgetränktes Faserstoffband** (z. B. Papierband, Textilband),
- gegebenenfalls **vorgetränkte Jute** mit **Zwischenschichten aus zähflüssiger Masse**,
- zähflüssige Masse (nicht notwendig bei drahtbewehrten Kabeln).

Die **äußere Schutzhülle** besteht bei bewehrten Bleimantelkabeln (z. B. Ausführung PMbc) aus

- zähflüssiger Masse,
- vorgetränkter Jute,
- zähflüssiger Masse,
- **nichtklebendem Überzug** (Tränkung mit Schlammkreide oder Kaolin), um das Aneinanderkleben der Kabellagen auf der Trommel zu vermeiden.

Kunststoffhüllen — meist in Verbindung mit einer **Korrosionsschutzschicht** — können sowohl für die **innere Schutzhülle** als auch für die **äußere Schutzhülle** verwendet werden. Bei **Stahlwellmantelkabeln** besteht z. B. der **Korrosionsschutz** aus dem sogenannten **Polymert**²⁾, in das eine Kunststoffband-Bewicklung eingebettet ist. Der **Korrosionsschutz** ist im Typenkurzzeichen des Kabels durch den **Buchstaben »E«** zum Ausdruck gebracht.

In der Tabelle 2 (Seite 19) wird anhand der Kurzbezeichnungen einiger Kabeltypen mit Schutzhüllen und mit Bewehrung der grundsätzliche Aufbau dieser Kabel erläutert.

Das Bild 16 (Seite 20) gibt eine Übersicht über die Fertigung von Fernmeldekabeln.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 2.1.3.1 (3), Seite 16.

²⁾ Polymer = Korrosionsschutzmasse für Stahlwellmängel (Lizenzgeber: Kabel- und Metallwerke Gutehoffnungshütte AG, Hannover).

Typen- kurzzeichen	Erläuterung der Kurzzeichen und Aufbau	Verwendung
PMbc <i>gibt nicht mehr</i>	P = papierisolierte Leiter M = Bleimantel <i>mit innerer Schutzhülle</i> b = Bewehrung, <i>nicht verzinkt</i> c = Compoundierung = äußere Schutzhülle	nur Erdkabel
PM2Y <i>Stromkabel</i>	P = papierisolierte Leiter M = Bleimantel 2Y = Kunststoff-Außenhülle aus PE, <i>zwischen Bleimantel und Kunststoff-Außenhülle Bitumenmasse</i>	Erdkabel und Röhrenkabel
PWE2Y	P = papierisolierte Leiter W = Stahlwellmantel E = Korrosionsschutz, <i>bestehend aus „Polymert II“-Masse, in die Lagen von überlappten Kunststoffbändern eingebettet sind</i> 2Y = Kunststoff-Außenhülle aus PE	Erdkabel und Röhrenkabel
PWE2Yv	wie PWE2Y, <i>jedoch mit</i> v = verstärkter Außenhülle	Erdkabel und Röhrenkabel, die höheren mechanischen Anforderungen genügen: für Brückenkabel oder für längere Röhrenkabel
PWE2Yb2Y	P = papierisolierte Leiter W = Stahlwellmantel E = Korrosionsschutz 2Y = Kunststoff-Innenhülle aus PE b = Bewehrung <i>aus Flachdraht</i> 2Y = Kunststoff-Außenhülle aus PE	z. B. Flußkabel in längerem Dükerrohr
PLEib2Y	P = papierisolierte Leiter L = Aluminiummantel E = Korrosionsschutz ib = Induktionsschutzbewehrung 2Y = Kunststoff-Außenhülle aus PE	Erdkabel und Röhrenkabel mit Induktionsschutz
A-02Y(K)2Y	A = Außenkabel 02Y = Leiterisolation aus Zell-PE 2Y = Kunststoffmantel aus PE mit (K) = Schirm aus Kupferband	Erdkabel und Röhrenkabel; künftige Ausführung: nur noch Schichtenmantel (L)2Y
A-2Y(L)2Y	A = Außenkabel 2Y = PE-isolierte Leiter (Voll-PE) (L)2Y = Schichtenmantel, d. h. (L) = Aluminiumhülle, <i>beidseitig mit Kunststoff beschichtet</i> 2Y = PE-Hülle mit Al-Hülle <i>(über deren Kunststoffbeschichtung) verschweißt</i>	

Tab. 2 Kurzbezeichnungen und grundsätzlicher Aufbau einiger Kabeltypen

A-2y F (L) 2Y

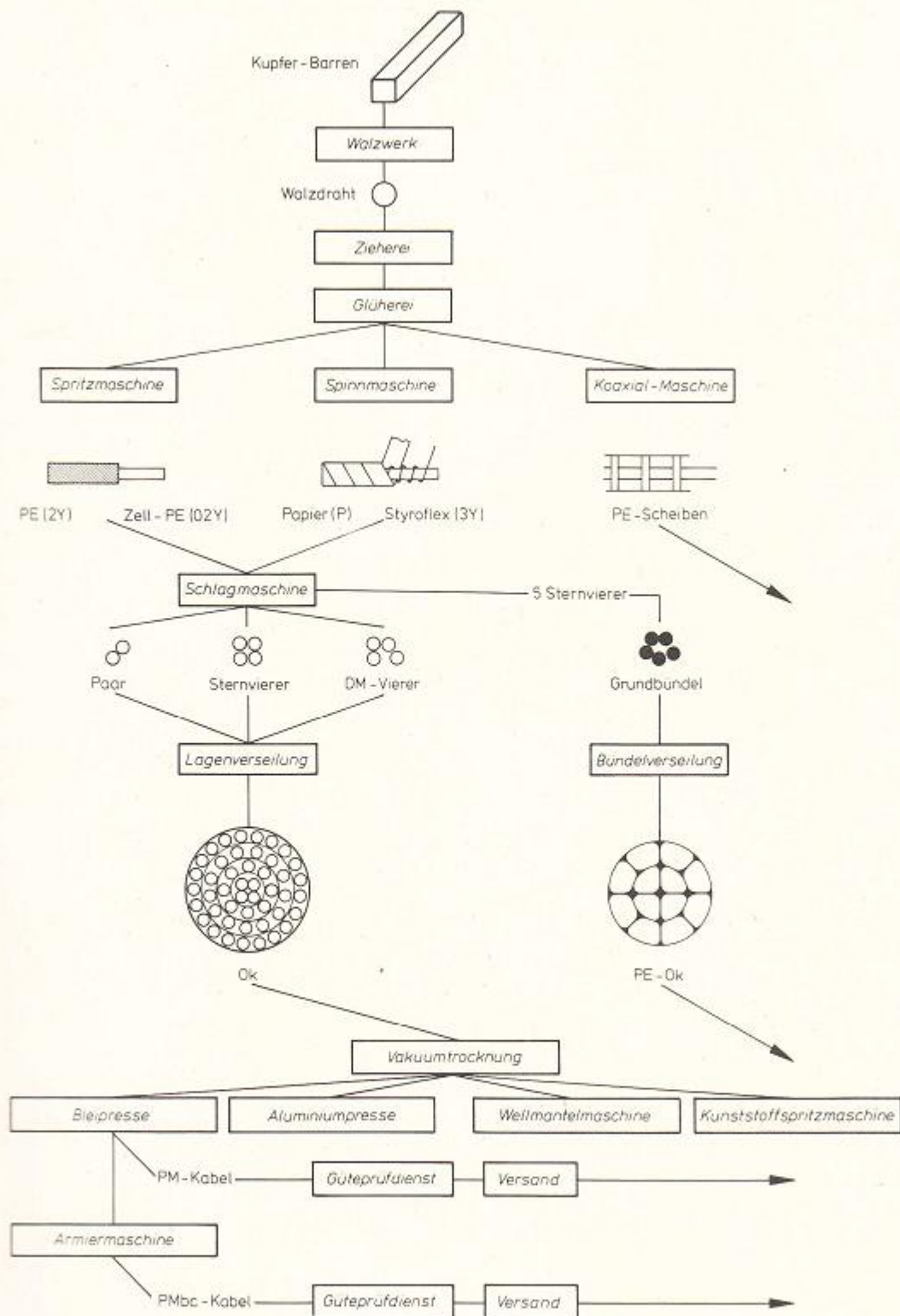


Bild 16 Fertigung von Fernmeldekabeln

2. 2. Einteilung der Fernmeldekabel

2. 2. 1. Einteilung der Fernmeldekabel nach ihrer Verwendung bei der DBP

Fernmeldekabel werden u. a. danach unterschieden, ob sie innerhalb oder außerhalb von Gebäuden verlegt werden

- **Außenkabel** werden **außerhalb von Gebäuden** — hauptsächlich unterirdisch — ausgelegt, sie sind der überwiegende Teil aller Fernmeldekabel;
- **Innenkabel** — hierzu gehören die **Schaltkabel** und die **Installationskabel** — werden **in Gebäuden** verlegt.

2. 2. 1. 1. Außenkabel

Als Außenkabel werden die Kabel zwischen der **Kabelaufteilungsmuffe** in der Vermittlungsstelle und dem **Endverzweiger** oder der **Kabelüberführung** bezeichnet.

Die Außenkabel sind entsprechend ihrer Verwendungsart mit **unterschiedlichem äußeren Aufbau** ausgeführt und lassen sich einteilen in

Röhrenkabel
Erdkabel
Flußkabel
Brückenkabel
Luftkabel

(1) Röhrenkabel

Röhrenkabel werden in **Kabelkanalzüge** (aus Beton oder Kunststoff) **eingezogen**; dafür kommen in Betracht

PM	(mit Kabelaußendurchmesser < 65 mm)
PMz ¹⁾	(mit Kabelaußendurchmessern $\geq$ 65 mm)
PM2Y	soweit sie als Regelausführung zugelassen sind
PWE2Y	
A-2Y(K)2Y	
A-02Y(K)2Y	
A-2Y(L)2Y	(nur für Durchmesser unter Mantel $\leq$ 40 mm)
PLE2Y	
PLDE2Y	
	(für Durchmesser unter Mantel > 40 mm)

Sonderfall: Bei größerer mechanischer Beanspruchung — wenn z. B. große Einzugskräfte erwartet werden — können auch **bewehrte Röhrenkabel** eingezogen werden, z. B. **PWE2Yb2Y**.

(2) Erdkabel

Erdkabel werden im allgemeinen ohne zusätzlichen mechanischen Schutz (z. B. Abdeckhauben) unmittelbar **in den Erdboden gelegt**. Sie müssen daher so aufgebaut sein, daß sie den **mechanischen Beanspruchungen** gewachsen sind und den **chemischen Einflüssen** des Erdreichs auf lange Zeit widerstehen.

Als Erdkabel werden verwendet

PMbc	soweit sie als Regelausführung zugelassen sind
PM2Y	
PWE2Y	
A-2Y(K)2Y	
A-02Y(K)2Y	
A-2Y(L)2Y	(nur für Durchmesser unter Mantel $\leq$ 40 mm)
PLE2Y	
PLDE2Y	
	(für Durchmesser unter Mantel > 40 mm)

¹⁾ z = Blei mit härtenden Zusätzen; vgl. Abschnitt 2.1.3 (1) und Tab. 1.

(3) Flußkabel

Diese Kabel müssen einen **besonders guten mechanischen Schutz** erhalten und **besonders korrosionsbeständig** sein. Sie werden unmittelbar in das Flußbett gelegt, können auch bei Flußkreuzungen in längere Kunststoffrohre eingezogen werden. Im allgemeinen werden Flußkabel als **PWE2Yb2Y** ausgeführt.

(4) Brückenkabel

Als Brückenkabel werden im allgemeinen Kabel mit **Stahlwellmantel** — in besonderen Fällen mit verstärkter PE-Außenhülle: **PWE2Yv** — verwendet. Es sind auch Kabel mit **Aluminiummantel** oder mit **Kunststoffmantel** geeignet.

| **Bleimantelkabel** sind wegen der Gefahr einer interkristallinen Brüchigkeit **nicht** zugelassen.

(5) Luftkabel

Als Luftkabel wird bei der DBP grundsätzlich das **Tragseil-Kunststoff-Luftkabel** verwendet, bezeichnet mit **LksT** (Lk = Luftkabel, s = selbsttragend, T = Tragseil). *VDE: A-2y 2yT*

2. 2. 1. 2. Schaltkabel und Installationskabel**(1) Schaltkabel (VDE-Kurzzeichen S)**

Schaltkabel werden ausschließlich innerhalb der Vermittlungsstellen usw. **zwischen den Gestellen untereinander** sowie zwischen **Gestellen und Rangierverteilern** fest verlegt. Für **NF-Einrichtungen** werden Schaltkabel der Form **S-Y(St)Y** (St = statischer Schirm) verwendet. *)

(2) Installationskabel (VDE-Kurzzeichen I)

Installationskabel werden im **Sprechstellenbau** und im **Nebenstellenbau**¹⁾ verwendet, und zwar **innerhalb von Gebäuden** die Form **I-YY** und **außerhalb von Gebäuden** die Form **I-2Y(Z)Y** (Z = Stahldrahtgeflecht zur Zugentlastung).

Das Installationskabel mit **Zugentlastung** (I-2Y(Z)Y) wird **oberirdisch selbsttragend** verlegt, in Sonderfällen können damit auch kurze Strecken in der Erde verlegt werden.

2. 2. 2. Einteilung der Außenkabel für Fernmeldeanlagen nach planungstechnischen Gesichtspunkten

Für den **äußeren Aufbau** der Kabel sind **verlegetechnische Bedingungen** maßgebend. Der **Aufbau der Kabelseele** richtet sich nach **planungstechnischen Gesichtspunkten** und wird bestimmt durch

| die Übertragungstechnischen Anforderungen und den Bedarf an Stromkreisen.

In **planungstechnischer Hinsicht** lassen sich die Kabel, die ausschließlich oder überwiegend dem Fernsprechverkehr dienen, einteilen in

| Ortskabel und Fernkabel.

Innerhalb dieser beiden Gruppen können die Kabel **außerdem noch unterschieden** werden **nach der Betriebsweise** und **nach den verwendeten Verseilelementen** — z. B. Trägerfrequenz-Fernkabel (TFFk), Koaxial-Fernkabel (KxPk).

¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen«; dort Abschnitt 1.1.

2. 2. 2. 1. Ortskabel (Ok)

Ortskabel sind **Kabel der Fernsprechnetze**, sie werden nach VDE 0816 auch als Teilnehmerkabel bezeichnet. Hinsichtlich ihres **Verwendungszwecks** werden sie unterteilt in

Ortsanschlußkabel und Ortsverbindungskabel.

Ortsanschlußkabel (OAsk) sind Kabel,

- die dem **Anschluß von Endeinrichtungen** (u. U. über Verzweigungseinrichtungen) an die **Ortsvermittlungsstellen** dienen
- oder End- bzw. Verzweigungseinrichtungen miteinander verbinden.

Ortsverbindungskabel (OVk) sind Kabel,

- die **Vermittlungsstellen desselben Fernsprechnetzes miteinander verbinden** — sind in Ortskabeln sowohl Ortsanschlußleitungen als auch Ortsverbindungsleitungen geführt, werden diese Kabel als Ortsverbindungskabel bezeichnet —;
- die Vermittlungsstellen benachbarter Fernsprechnetze, zwischen denen Gespräche gebührenmäßig wie Ortsgespräche behandelt werden, miteinander verbinden und ausschließlich dem Verkehr zwischen diesen Ortsnetzen dienen.

Bei Ortskabeln sind die **Dämpfungsbedingungen nach dem Dämpfungsplan 55** und die Forderungen an den **höchstzulässigen Schleifenwiderstand** zu beachten (wegen der Speisung der Kohlemikrofone soll der Speisestrom ≥ 15 mA sein¹⁾).

Aufgrund des Dämpfungsplans beträgt der **höchste Schleifenwiderstand 1250 Ohm**, die Funktionsreichweite der älteren Wählsysteme liegt bei **1000 Ohm**. Bei der Planung von Ok-Netzen darf im allgemeinen die 1000-Ohm-Grenze nicht überschritten werden; daraus ergeben sich folgende **höchstzulässige Anschlußlängen**

OAsk mit 0,4 mm dicken Leitern	3,5 km
OAsk mit 0,6 mm dicken Leitern	8,2 km

Beim Übergang von 0,4 mm auf 0,6 mm dicke Leiter errechnet sich die **höchstzulässige Länge** der OAsk mit 0,4 mm dicken Leitern zu

$$l_{0,4} = 6,7 - 0,82 \cdot l_{\text{ges}}$$

wobei l_{ges} die Gesamtlänge bedeutet ($l_{\text{ges}} = l_{0,4} + l_{0,6}$).

Als **Ortsanschlußkabel (OAsk)** werden Kabeltypen in **St III-Verseilung** und mit einer **Leiterisolierung** aus **Papier** oder **Polyäthylen** verwendet. Der **Leiterdurchmesser** beträgt im allgemeinen **0,4 mm**; bei einem kleinen Anteil ist er auch **0,6 mm**.

Als **Ortsverbindungskabel (OVk)** werden Kabeltypen in **St III-Verseilung** mit **0,6 mm** oder **0,8 mm** dicken Leitern, in gewissen Fällen auch Kabel in **St I-Verseilung** mit **0,9 mm** dicken Leitern verwendet. Mit Rücksicht auf die **höchstzulässigen Leitungsdämpfungswerte** werden OVk **erforderlichenfalls bespult**. Für die fertigmontierte Strecke werden **höhere Nebensprechbedingungen** als bei den OAsk gefordert; im allgemeinen werden an jeder fertigmontierten und bespulten OVk-Strecke die **kapazitiven Nebensprechkopplungen ausgeglichen**.

*OAsk und OVk werden mit den technischen Einrichtungen der Vermittlungsstelle durch **Aufteilungs Ortskabel (AtOk)** verbunden, die von der Aufteilungsmuffe bis zum Hauptverteiler führen. Die AtOk zu 50 DA, 100 DA oder 150 DA haben **PVC-isolierte Leiter** von **0,6 mm** Dicke; die Adern sind zu **Sternvierern** verseilt. Wegen der PVC-Leiterisolierung (unbrennbar, flammwidrig) haben sie gegenüber den Außenkabeln (in St III-Verseilung und mit papierisolierten Leitern) eine **wesentlich größere Betriebskapazität**. Sie dürfen daher **nur auf kurzen Strecken** verlegt werden.*

¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen«; dort Abschnitte 4.12.1 und 4.12.3.

2. 2. 2. 2. Fernkabel (Fk)

Fernkabel sind Kabel **zwischen verschiedenen Fernsprechnetzen**, soweit sie nicht als OVk Vermittlungsstellen benachbarter Fernsprechnetze miteinander verbinden.

Kabel, in denen sowohl Orts- als auch Fernleitungen geführt werden, sind als Fernkabel zu bezeichnen. Zu den Fernlinien zählen auch **Kabellinien innerhalb der Fernsprechnetzbereiche**, wenn sie **Vermittlungsstellen und Übertragungsstellen des Fernverkehrs miteinander und untereinander verbinden oder Endeinrichtungen an die Knotenpunkte oder Endpunkte der Fernverkehrslinien unmittelbar anschließen**.

Die Fernkabel werden **nach ihrem Verwendungszweck unterschieden** in

Fernanschlußkabel und Fernverbindungskabel.

Fernanschlußkabel (FAsk) sind Kabel,

- die dem **Anschluß von Endeinrichtungen an die Knotenpunkte oder Endpunkte der Fernverbindungs-linien** dienen
- oder **Endeinrichtungen verschiedener Fernsprechnetze** unmittelbar miteinander verbinden.

Fernverbindungskabel (FVk) sind Kabel,

die **Fernvermittlungsstellen und Übertragungsstellen** miteinander oder untereinander oder mit **ausländischen Fernsprechnetzen verbinden**. Zu den Übertragungsstellen zählen auch feste Funkstellen. Sind in Fernkabeln sowohl Fernanschlußleitungen als auch Fernverbindungsleitungen geführt, werden diese Kabel als Fernverbindungskabel bezeichnet.

Die Fernkabel sind **nach Aufbau und Übertragungstechnik** in **NF-Kabel** und **TF-Kabel¹⁾** unterteilt und **sinn-gemäß als NF-FAsk und TF-FAsk bzw. NF-FVk und TF-FVk** bezeichnet.

(1) NF-Kabel

Zur niederfrequenten Nachrichtenübermittlung werden im allgemeinen **4Draht-NF-Leitungen** bis zu Entfernungen von 20 km und **2Draht-NF-Leitungen** bis zu 40 km geschaltet. Hierzu werden Kabel mit **DM-Verseilung** und **papierisolierten Leitern** verwendet, die folgende Durchmesser haben können

0,8 mm 0,9 mm 1,2 mm 1,4 mm.

Diese Kabel können mit einheitlicher Leiterdicke, aber auch gemischtpaarig aufgebaut werden. Sie werden fast immer bespult.

(2) TF-Kabel

Bei diesen Kabeln werden die Kabeladern **trägerfrequent ausgenutzt²⁾**, das ist erst bei Kabellängen von etwa 25 km an wirtschaftlich.

Von den TF-Kabeln, die aus **TF-Sternvierern mit 1,2 mm dicken papierisolierten Kupferleitern** aufgebaut sind, gibt es **zwei Typen**, und zwar zu 14 Paaren und zu 24 Paaren. Diese Kabel werden in einem Frequenzbereich von 12 bis 252 kHz betrieben, d. h. mit 60 Kanälen bei 4 kHz Kanalbandbreite.

¹⁾ NF-Kabel = niederfrequent betriebene Kabel,

TF-Kabel = Trägerfrequenzkabel.

²⁾ Bei der trägerfrequenten Ausnutzung der Kabeladern werden zwei Übertragungssysteme, das Zweidrahtsystem und das Vierdrahtsystem (abgekürzt: Z-System und V-System) unterschieden. Z-Systeme benötigen nur ein Kabel für die Übertragung in beiden Richtungen; die beiden Gesprächsrichtungen werden auf dem gleichen Aderpaar im Kabel in zwei übereinanderliegenden Frequenzgruppen übertragen. Beim V-System sind dagegen zwei Kabel mit symmetrischen Verzeilelementen nötig; die beiden Gesprächsrichtungen werden in gleicher Frequenzlage über je ein Aderpaar in beiden Kabeln getrennt geführt. Wird ein Kabel mit Koaxialpaaren eingesetzt, ist auch beim V-System nur ein Kabel nötig.

Bei den TF-Kabeln aus **TF-Sternvierern** mit 1,3 mm dicken styroflexisolierten Kupferleitern sind für jeden Kabeltyp der **mechanische Aufbau** und die **elektrischen Eigenschaften** in besonderen **Aufbaublättern** und **Pflichtenheften** festgelegt. Diese TF-Sternvierer genügen einem Übertragungsbereich bis 550 kHz, d.h. es können 120 Kanäle übertragen werden. Z. Z. werden **eingesetzt**

TFFk 4c Aufbau: 2 TF-Sternvierer 1,3 + 4 Prüfleiter 0,5

TFFk 8k Aufbau: 4 TF-Sternvierer 1,3 + 4 Prüfleiter 0,5

TFFk 14d Aufbau: 7 TF-Sternvierer 1,3 + 4 Prüfleiter 0,5

Außerdem wurde ein **17paariges TFFk** (TFFk 17a) mit **8 symmetrischen TF-Sternvierern 1,3 mm** und einem **Koaxialpaar (KxP)** nach den CCI-Empfehlungen mit den Abmessungen 2,6/9,5 (Nennmaße Innenleiter/Außenleiter in mm) entwickelt. Auf dem KxP lassen sich ein Fernseh-Videoband (bis 6 MHz) oder statt dessen 900 Kanäle übertragen.

In jüngster Zeit wurden **Koaxial-Fernkabel (KxFk)** mit **Klein-Koaxialpaaren (Klein-KxP)** (Nennmaße: Innenleiter/Außenleiter = 1,2/4,4) entwickelt, die für die volltransistorierten V-300-Systeme (Übertragung von 300 Kanälen auf einem Klein-KxP) geeignet sind. Der Übertragungsbereich dieses Klein-KxP reicht bis etwa 1,3 MHz¹⁾.

Z. Z. werden folgende KxFk eingesetzt

KxFk 8m Aufbau: 4 KxP 1,2/4,4
4 P 0,8, papierisoliert, Paar 1 mit Tietgenschutz

KxFk 9a Aufbau: 6 KxP 1,2/4,4
3 P 0,9, papierisoliert, Paar 1 mit Tietgenschutz

KxFk 24f Aufbau: 12 KxP 1,2/4,4
6 P 0,9, papierisoliert
6 P 0,6, Voll-PE-isoliert

Für den **Aufbau der Kabel** gilt das **FTZ-Schreiben A 43-3 3661-0 Nr. 800** vom 6. 12. 1968; die **elektrischen Eigenschaften** für jedes Kabel sind in **Pflichtenheften** festgelegt.

2. 2. 2. 3. Sonderkabel

Die vorgenannten Ortskabel und Fernkabel (OAsk, OVk, FAsk und FVk) dienen ausschließlich oder überwiegend dem Fernspreverkehr. Dagegen werden die **Fernmeldekabel**, die ausschließlich oder überwiegend dem **sonstigen Fernmeldeverkehr** (das ist der Fernmeldeverkehr mit Ausnahme des Fernspreverkehrs) dienen, **Sonderkabel** genannt. In den Sonderkabeln werden z. B. ausschließlich Leitungen für den Rundfunkbetrieb, den Telegrafienbetrieb oder für die Datendienste geführt. Diese Kabel werden **nicht in Ortskabel und Fernkabel unterteilt**, sondern **entsprechend ihrem Verwendungszweck** nur nach **Anschlußkabeln (SAsk)** oder **Verbindungskabeln (SVk)** unterschieden.

2. 2. 2. 4. Übersicht über die Bezeichnung der Fernmeldekabel hinsichtlich ihrer Verwendung

Das **Bild 17** (Seite 26) gibt eine Übersicht über die Bezeichnung der Fernmeldekabel hinsichtlich ihrer Verwendung.

¹⁾ Vgl. CCI-KxP: bis etwa 6 MHz.

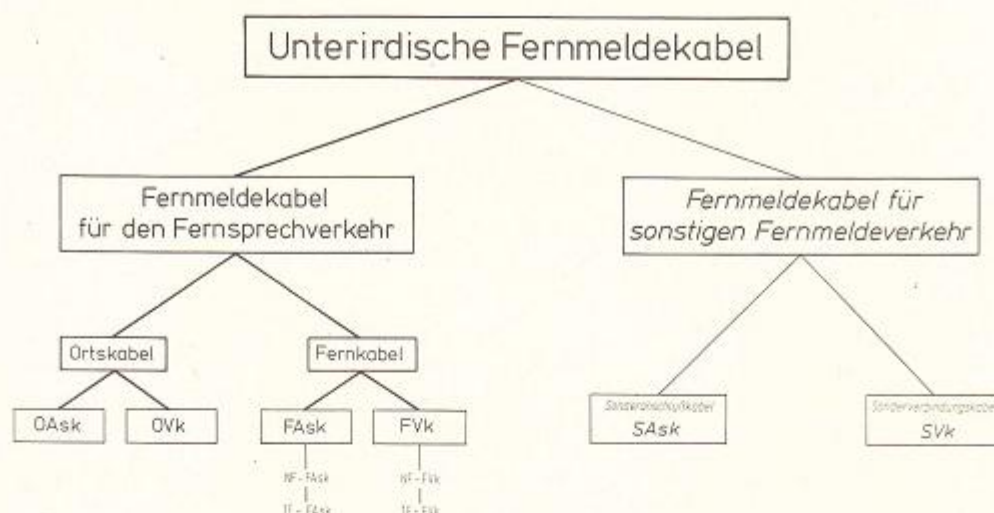


Bild 17 Bezeichnung der Fernmeldekabel

2.3. Gebräuchliche Kabelformen

Die gebräuchlichen Kabelformen für Außenkabel und für Schaltkabel sind mit ihren Karteistammlistennummern (KNr) in den FTZ-Dienstbehefen

72 D 3 »Außenkabel für Fernmeldeanlagen« und

711 D 1 »Schalt-, Installationsdrähte und -kabel, Isolierte Starkstromleitungen«

der jeweils neuesten Ausgabe aufgeführt.

Bei den **Ortskabeln** ist für die nächsten Jahre eine **Verringerung und Vereinheitlichung** der Ausführungsarten beabsichtigt. Abhängig von der DA-Zahl und dem Leiterdurchmesser sind **künftig folgende Ausführungsarten** vorgesehen:

PM2Y für **Verzweigungskabel** mit **0,4** und **0,6** mm dicken Leitern. Diese Ausführung wird für Kabel mit **0,4** mm dicken Leitern so bald wie möglich durch die Ausführung **A-2Y(L)2Y** abgelöst, wobei die Kabelseele mit einem Dichtungsmittel ausgefüllt ist, das eine Längsausbreitung von eingedrungenen Feuchtigkeit verhindern soll.

PWE2Y für **Hauptkabel** mit **0,4** und **0,6** mm dicken Leitern. Für Röhrenkabel kommt die **PWE2Y**-Ausführung nur bis zu einem Außendurchmesser von 85 mm in Betracht.

PMz2Y für **Röhrenkabel** (vgl. **PWE2Y**), soweit sie in Stahlwellmantelausführung wegen zu großen Durchmessers nicht verwendet werden können.

A-2Y(L)2Y für **Ortsverbindungskabel** mit **0,6** oder **0,8** oder **0,9** mm dicken Leitern.

Bei **Ortskabeln** sind folgende **DA-Zahlen** (Paarzahlen) gebräuchlich

5	—	10	—	20	—	30	—	40	—	50	—	70
100	—	150	—	200	—	250	—	300	—	400	—	500
600	—	700	—	800	—	1000	—	1200	—	1500	—	2000

Auch hier wird eine Einschränkung angestrebt.

Fernkabel alter Bauart (gemischtpaariger Aufbau usw.) werden **nur noch zur Instandsetzung** vorhandener Linien beschafft.

Für **Fernkabel** werden **TFFk** und **KxFk** der bereits besprochenen Kabeltypen eingesetzt¹⁾.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 2.2.2.2 (2).

2.3.1. Kabelbezeichnungen von Außenkabeln

Die **Kabelbezeichnung** dient der **genauen Kennzeichnung** des Kabels und ist bei der **Kabelbestellung** anzugeben. Die Kurzzeichen für die Kabelausführung sind bereits erläutert worden¹⁾. In der Tabelle 3 werden anhand einiger Beispiele **Ortskabel** mit ihrer vollständigen Bezeichnung dargestellt.

Kurzzeichen für die Kabelausführung	Anzahl der Doppeladern	Leiterdurchmesser	Verseilart	Verwendungszweck
PM2Y	$20 \times 2 \times 0,4$		St III	Vzk
PWE2Y	$500 \times 2 \times 0,6$		St III	Hk
PMz	$500 \times 2 \times 0,8$		St III	OVk
A-2Y(K)2Y	$1000 \times 2 \times 0,4$		St III	Hk
LksT	$50 \times 2 \times 0,6$		St III	Vzk

Tab. 3 Bezeichnungsbeispiele für Ortskabel

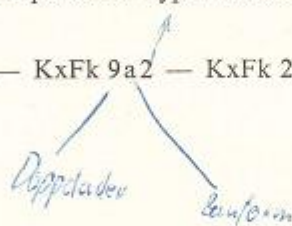
Die **Typenbezeichnung der Fernkabel** setzt sich zusammen aus

- einer **Ziffer**, die die **DA-Zahl** einschließlich der **KxP-Zahl** angibt;
- einem **Buchstaben**, der die **Bauform** kennzeichnet;
- einer **Ziffer**, die die **Kabelausführungsart** bezeichnet.

Die **Ausführungskennziffern** haben folgende Bedeutung

- 1 **Bleimantel (blank)**, nur als Röhrenkabel;
- 1W **Stahlwellmantel**, als Röhrenkabel und als Erdkabel;
- 1L **Aluminiummantel**, als Röhrenkabel und als Erdkabel;
- 1LD **Aluminiummantel mit Dehnungselementen**, als Röhrenkabel und als Erdkabel;
- 2 **Bleimantel mit Bewehrung**, als Röhrenkabel;
- 3 **Bleimantel mit innerer und äußerer Schutzhülle**, als Erdkabel;
- 4W **Flußkabel** (entsprechend Typ PWE2Yb2Y).

Beispiele TFFk 8k1W — KxFk 9a2 — KxFk 24f4W — TFFk 32c1W



¹⁾ Vgl. Abschnitt 2.1.

2. 4. Fragen zu Abschnitt 2 (Fernmeldekabel)

1. Wie sind die Leitungen des Fernmeldenetzes aufgebaut, und wie werden sie geführt, damit eine ausreichende Betriebssicherheit gewährleistet ist?
2. Wie wird eine ausreichende Verständlichkeit erzielt? *kleiner schalter, fernw. des. send.*
3. Gib in Stichworten an, wie ein Kabel grundsätzlich aufgebaut ist!
4. Aus welchem Material werden die elektrischen Leiter hergestellt?
5. Welche Leiterdurchmesser werden für Fernmeldekabel verwendet?
6. Welche Werte sind ausschließlich maßgebend für die Auswahl der jeweils benötigten Leiterdurchmesser?
7. Warum wird Aluminium z. Z. nicht als Leitermaterial für Fernmeldekabel verwendet?
8. Welche Forderungen werden an das Isoliermaterial für die Leiter und an die fertige Isolierhülle gestellt?
9. Inwiefern muß die fertige Isolierhülle mechanischen Bedingungen genügen?
10. Wie kann die Isolierhülle aufgebaut sein?
Zähle die gebräuchlichsten Arten auf!
11. Erläutere den Begriff *Kabelader*!
12. Wie ist ein *Tietgenschutz* aufgebaut, und wozu dient er?
13. Welche Kunststoffe werden für Isolierhüllen verwendet?
Gib die jeweiligen VDE-Kurzzeichen an!
14. Wie lautet das VDE-Kurzzeichen für eine Leiterisolierung aus Zell-PE?
15. Welche Vorteile bietet die Kunststoffisolierung gegenüber der Papierisolierung?
16. Was ist bei Arbeiten an Kabeln mit styroflexisolierten Adern zu beachten?
17. Warum werden die Kabeladern miteinander verseilt?
18. Zu welchen Verseilelementen können die Kabeladern miteinander verseilt werden, und welche Verseilung wird am häufigsten angewendet?
19. Wie sind die Adern innerhalb eines Sternvierers angeordnet, und wie viele Arbeitsgänge sind für diese Verseilung erforderlich?
20. Welche Verseilungsausführungen sind bei Sternvierern hinsichtlich der elektrischen Eigenschaften (Betriebskapazität und kapazitive Kopplungen) zu unterscheiden?
21. Beschreibe den Aufbau eines DM-Vierers und schildere die einzelnen Arbeitsgänge, die dazu erforderlich sind!
22. Warum kann nur bei einem DM-Vierer ein *Phantomkreis* gebildet werden?
23. Erläutere den Begriff *Schlaglänge*!
24. Erläutere den Begriff *Lagenverseilung*!
25. Warum werden die einzelnen konzentrischen Lagen mit abwechselnden Drallrichtungen und unterschiedlichen Schlaglängen verseilt?
26. Wodurch werden im allgemeinen die einzelnen Verseillagen voneinander getrennt?
27. Warum werden über die äußere Lage mehrere Papierlagen gewickelt?
28. Was läßt der Firmenkennfaden erkennen?
29. Aus wie vielen Sternvierern besteht ein Grundbündel?
30. Warum müssen die Sternvierer innerhalb eines Grundbündels unterschiedliche Dralllängen haben?
31. Warum müssen die Sternvierer und die Grundbündel »weich verseilt« sein?
32. Welche Hauptbündel (Anzahl der Grundbündel und Anzahl der DA) sind zu unterscheiden?
33. Aus welchem Hauptbündel werden bündelverseilte Kabel mit 300 DA aufgebaut?
34. Aus wie vielen Hauptbündeln besteht ein bündelverseiltes Kabel zu 2000 DA, und in wie vielen Lagen sind dabei die Hauptbündel angeordnet?
35. Welche Vorteile bieten bündelverseilte Kabel gegenüber Kabeln, die aus konzentrischen Lagen aufgebaut sind?

36. Nach welchen Regeln werden bei lagenverseilten Außenkabeln die Verseilelemente gezählt?
37. Warum müssen unsymmetrisch aufgebaute Kabel zusätzlich zum Zählelement noch ein Richtungselement aufweisen?
38. Wie ist der Zählvierer jeder Verseillage bei Kabeln mit papierisolierten St III-Vierern gekennzeichnet?
39. Bei welchen Kabeln ist die sonst naturfarbene Haltewendel beim Zählelement blau eingefärbt?
40. Welche Vierer sind durch eine grüne Haltewendel gekennzeichnet?
41. Skizziere, wie die Adern eines papierisolierten St III-Vierers mittels Querstreifen gekennzeichnet sind!
42. Welche Farben sind für die Längsstreifen auf den Papierbändern der vier Adern eines St I- oder DM-Vierers vorgesehen?
43. Nach welchen Regeln werden bei bündelverseilten Außenkabeln die einzelnen Bündel gezählt?
44. Wodurch ist das Zähl-Grundbündel bzw. das Zähl-Hauptbündel jeder Lage gekennzeichnet?
45. Welche Grundfarben sind bei bündelverseilten Kabeln den Vierern innerhalb eines Grundbündels zugeordnet?
46. Wodurch unterscheiden sich die Adern innerhalb eines Vierers in bündelverseilten PE-Ortskabeln?
47. Welche Aufgabe hat der Kabelmantel?
48. Warum muß der Kabelmantel bei papierisolierten Verseilelementen wasserdicht bzw. wasserdampfdicht sein?
49. Welche Kabelmantelausführungen werden durch folgende VDE-Kurzzeichen bezeichnet:
M — W — LD — Y — (L)2Y?
50. Wie groß soll der Biegeradius bei Bleimantelkabeln mindestens sein?
51. Welche Stoffe können dem Kabelblei als härtende Zusätze zulegiert werden?
52. Wie werden Bleimäntel mit Erhärtungszusatz im allgemeinen gekennzeichnet?
53. Welche Vorteile bietet der Stahlwellmantel gegenüber dem Bleimantel?
54. Warum wird bei der Herstellung des Stahlwellmantels das zunächst glatte Stahlrohr gewellt?
55. Warum muß bei Stahlwellmantelkabeln die Kabellesele kraftschlüssig mit dem Stahlwellmantel verbunden werden, bevor das Kabel in Kabelkanalanlagen eingezogen werden kann?
56. Welche Nachteile haben Kabel mit glattem Aluminiummantel gegenüber Kabeln mit Bleimantel oder mit gewelltem Aluminiummantel?
57. Worin ist die gute Schutzwirkung der Aluminiummäntel gegen Beeinflussung der Kabelleitungen durch Starkstromanlagen und Hochfrequenzsender begründet?
58. Durch welchen Faktor wird der Beeinflussungsschutz ausgedrückt?
59. Warum erfordert das Herstellen von Lötinnenverbindungen bei Aluminiummänteln einen gewissen Mehraufwand?
60. Nur wann werden Al-Mantel-Kabel eingesetzt?
61. Für welche Kabelarten wird ein Kunststoffmantel aus PVC verwendet?
62. Wie ist ein Schichtenmantel — (L)2Y — aufgebaut?
63. Wozu dient der metallische Teil des Schichtenmantels?
64. Welche Aufgaben haben Schutzhüllen?
65. Woraus können Schutzhüllen bestehen?
66. Für welche Kabeltypen wird im allgemeinen eine Bewehrung vorgesehen?
67. Welche Aufgaben hat eine Bewehrung?
68. Woraus besteht eine Bewehrung?
69. Wie sind die innere und die äußere Schutzhülle bei bewehrten Bleimantelkabeln aufgebaut?
70. Wie ist ein Kabel aufgebaut, das mit dem Typenkurzzeichen »PWE2Yv« bezeichnet ist?
71. Als was können Kabel verwendet werden, die mit dem Typenkurzzeichen »A-2Y(L)2Y« bezeichnet sind?

72. Wie werden die Kabel genannt, die außerhalb von Gebäuden, d. h. zwischen der Kabelaufteilungsmuffe in der Vermittlungsstelle und z. B. dem Endverzweiger, ausgelegt werden?
73. Nenne einige Kabeltypen, die als Röhrenkabel verwendet werden können!
74. In welchen Sonderfällen dürfen auch bewehrte Röhrenkabel, z. B. der Form »PWE2Yb2Y«, eingezogen werden?
75. Welchen Anforderungen müssen Erdkabel genügen, wenn sie im allgemeinen ohne besonderen Schutz in den Erdboden gelegt werden?
76. Nenne einige Kabeltypen, die als Erdkabel verlegt werden können!
77. Welche Kabelmäntel sind für Brückenkabel geeignet, und warum sind Bleimantelkabel als Brückenkabel nicht zugelassen?
78. Wo ausschließlich werden Schaltkabel fest verlegt?
79. Welche Form wird als Schaltkabel für NF-Einrichtungen verwendet?
80. Welche Formen werden für Installationskabel verwendet, und zwar innerhalb von Gebäuden und außerhalb von Gebäuden?
81. Wie lassen sich die Kabel, die ausschließlich oder überwiegend dem Fernsprechverkehr dienen, in planungstechnischer Hinsicht einteilen?
82. Welche Einrichtungen werden von Ortsanschlußkabeln verbunden?
83. Wie werden die Kabel genannt, die Vermittlungsstellen desselben Fernsprechortsnetzes miteinander verbinden?
84. Aufgrund welcher Bedingungen ergeben sich die höchstzulässigen Anschlußlängen für Ortsanschlußkabel?
85. Die Ortsanschlußleitung für eine Endeinrichtung hat die Gesamtlänge von 6,3 km; wie lang darf die höchstzulässige Länge mit 0,4 mm dicken Leitern sein?
86. Welche Verseilungsart und welche Leiterisolierungen werden bei Ortsanschlußkabeln angewendet?
87. Welche Verseilungsarten und welche Leiterdurchmesser werden bei Ortsverbindungskabeln verwendet?
88. Warum dürfen Kabel mit PVC-isolierten Leitern nur auf kurzen Strecken und nicht als Außenkabel verlegt werden?
89. Erläutere den Begriff *Fernkabel*!
90. Wie werden die Fernkabel nach ihrem Verwendungszweck eingeteilt?
91. Wie werden die Fernkabel hinsichtlich der Übertragungstechnik unterteilt und demnach sinngemäß bezeichnet?
92. Welche Verseilungsart, welche Leiterisolierung und welche Leiterdurchmesser können für NF-Fernkabel benutzt werden?
93. Welche Leiterdurchmesser und welche Leiterisolierungen können TF-Sternvierer haben?
94. Wie ist ein Kabel der Form TFFk 8k grundsätzlich aufgebaut?
95. Wie ist ein Kabel der Form TFFk 17a grundsätzlich aufgebaut?
96. Erläutere die Begriffe *CCI-KxP* und *Klein-KxP*!
97. Wie werden Anschlußkabel und Verbindungskabel genannt, die nicht dem Fernsprechverkehr, sondern ausschließlich oder überwiegend dem sonstigen Fernmeldeverkehr dienen, und wie lauten die Abkürzungen für diese Kabel?
98. Wie sind Ortskabel grundsätzlich aufgebaut, die wie folgt bezeichnet werden: PM 50 × 2 × 0,4 — PMbc 300 × 2 × 0,4 — PWE2Y 500 × 2 × 0,6 — LksT 30 × 2 × 0,6?
99. Die Typenbezeichnung der Fernkabel setzt sich aus einer Ziffer, einem Buchstaben und einer weiteren Ziffer zusammen. Was kennzeichnen die Ziffern und der Buchstabe?
100. Was besagen folgende Typenbezeichnungen für Fernkabel: TFFk 4c1W — TFFk 8k3 — KxFk 24f3 — KxFk 32b1W?

3. Herstellen von Spleißstellen und Muffenverbindungen in Fernmeldekabeln

In diesem Abschnitt werden die **Spleiß- und Lötarbeiten an Verbindungs-, Abzweig- und Aufteilungslötstellen im Ortsnetzbereich** besprochen. Dabei werden die **unterschiedlichen Montagetechniken** erläutert, die durch die verschiedenen Kabelarten bedingt sind. Die Ausbildung des Fernmeldelehrlings soll ihn u. a. in die Lage versetzen, daß er diese Arbeitsgänge gut und sicher beherrscht; dazu gehören Geschick, durch häufiges Üben gesammelte praktische Erfahrung sowie ein umfangreiches Wissen über den Kabelaufbau und das Kabelzubehör.

Da im folgenden nicht alle Einzelheiten erläutert werden können, sind ergänzend die entsprechende Fernmeldebauordnung sowie die Technischen Vorschriften und die FTZ-Richtlinien zu beachten. Für das Herstellen von Spleißstellen und Muffenverbindungen gelten:

- Fernmeldebauordnung Teil 12 (FBO 12) »Spleiß-, Muffen- und Abschlußtechnik für Kabel« (soweit nicht durch ZTV Fernmeldeleitungsnetz oder andere FTZ-Richtlinien abgeändert);
- Zusätzliche Technische Vorschriften der DBP für Bauleistungen im Fernmeldeleitungsnetz (abgekürzt: ZTV Fernmeldeleitungsnetz), Teil h »Montagearbeiten an Anschlußkabeln«;
- Richtlinien für die Montage von Stahlwellmantelkabeln;
- Richtlinien für die Montage von Aluminiummantelkabeln;
- Richtlinien für die Montage von PE-Kabeln;
- Richtlinien zur galvanischen Verbindung der metallenen Kabelhülle von starkstrombeeinflussten Fernmeldekabeln;
- Richtlinien für das Herstellen von Stopfstellen in Fernmeldeortskabeln;
- VDE-Vorschriften, sofern sie nicht den Bestimmungen der DBP widersprechen, und zwar
 - VDE 0800 »Bestimmungen für Fernmeldeanlagen«,
 - VDE 0816 »Bestimmungen für Außenkabel für Fernmeldeanlagen«,
 - VDE 0891 »Bestimmungen für die Verwendung von Schaltdrähten und Litzen, Schaltkabeln und Schnüren, Installationsleitungen, Außenkabeln und Schlauchleitungen« — in Vorbereitung —;
- DIN-Normen, sofern sie nicht den Bestimmungen der DBP widersprechen, und zwar
 - DIN 47610 »Verbindungsmuffen für Fernmeldekabel«,
 - Blatt 3 »Richtlinien für die Zuordnung der Verbindungsmuffen zu den Kabeln«,
 - Blatt 4 »Richtlinien für den Aufbau und die Montage«;
 - DIN 47613 »Abzweigmuffen für Fernmeldekabel«,
 - Blatt 5 »Richtlinien für die Zuordnung zu den Kabeln«.

Mit **Spleißstellen und Muffenverbindungen** werden die Adern aufeinanderfolgender Kabellängen **elektrisch leitend durchgeschaltet (verspleißt)**, die **Kabelmäntel luft- und wasserdicht** verbunden.

Diese Arbeiten müssen ausgeführt werden, um
 neu ausgelegte Kabel betriebsbereit zu machen,
 vorhandene Kabellinien zu ändern,
 Fehler an Kabeln zu beseitigen.

Mit **Abschlußeinrichtungen** (z. B. Endverschlüsse in den Kabelverzweigern, Endverzweiger, Überführungsendverschlüsse) werden die ausgelegten **Kabel an beiden Enden luft- und wasserdicht abgeschlossen**. Diese Abschlußeinrichtungen sind so gestaltet, daß sie später beschaltet werden können (luft- und wasserdichte Abdeckplatten u. ä.).

Bei den **Spleißstellen**, die in der **Kabellinie** liegen (die also die aufeinanderfolgenden Kabellängen verbinden), werden im Gegensatz zu den Abschlußeinrichtungen die **Adern starr verspleißt**, und zwar werden sie

- in **Verbindungsstellen durchverbunden**,
- in **Verzweigungsstellen auf zwei oder mehrere weiterführende niederpaarige Kabel aufgeteilt**.

Verbindungs- und Verzweigungsstellen von Fernmeldekabeln, auch **Lötstellen** genannt, werden bei **Erdkabeln** in **Lötgruben**, die im Erdreich liegen, bei **Röhrenkabeln** in **Kabelschächten** oder **Abzweigkästen** ausgeführt.

3.1. Vorbereitende Arbeiten an der Baustelle

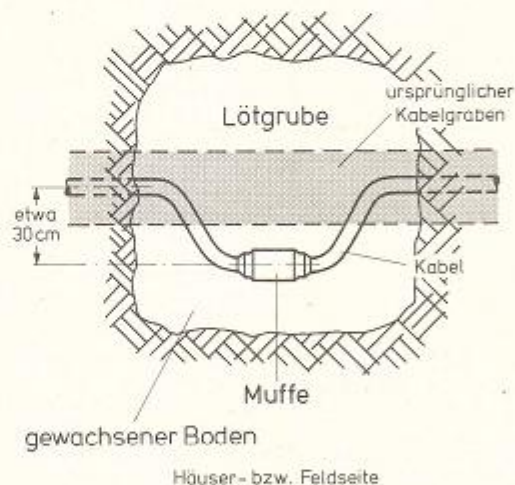
Vor Beginn der Arbeiten sind die erforderlichen **Sicherheitsmaßnahmen** zu treffen. In erster Linie darf die **Verkehrssicherheit** infolge des Aushebens von Lötgruben oder des Öffnens der Kabelschächte **nicht gefährdet** werden. Aus diesem Grund sind **Absperrgestelle** und **Warntafeln** in angemessener Entfernung vor und hinter der Arbeitsstelle aufzustellen. Offene Gruben sind bei Arbeitsschluß mit Absperrvorrichtungen zu sichern und bei **Dunkelheit** zu **beleuchten**.

Zum Schutz gegen Witterungseinflüsse werden Kabelschächte und Lötgruben mit **Lötzelten** überdacht. **Feuchte Gruben oder Schächte** sind möglichst zu **trocknen**.

Die anderen Vorbereitungsarbeiten sind unterschiedlich, je nachdem, ob es sich um eine Erdkabelnötstelle oder um eine Röhrenkabelnötstelle handelt.

Bei **Erdkabelnötstellen** sind zunächst die **Kabelenden freizulegen**. In der **Lötgrube** muß ohne Behinderung gearbeitet werden können, sie ist entsprechend groß auszuheben. Die **Kabelenden** sind im Bogen aus ihrer Richtung auf die **Häuser- oder auf die Feldseite** der Straße oder des Weges **hinzudrücken** (vgl. Bild 18). Die **fertige Lötstelle** wird in Sand eingebettet und soll auf **gewachsenem Boden** liegen. Die **Muffenachse** soll etwa 30 cm außerhalb der Kabeltrasse liegen.

Bild 18
Lagerung der fertigen
Muffe in der Lötgrube
(Draufsicht)



Bei **Röhrenkabelnötstellen** muß zunächst die **Schachtabdeckung** oder der **Abzweigkastendeckel** **abgehoben** und neben dem Schacht oder dem Abzweigkasten **sicher gelagert** werden. Vor dem Einsteigen ist der Schacht genügend lange zu **lüften**; dann ist mit dem **Gasspürgerät** zu prüfen, ob der Schacht **gasfrei** ist. Auch die **benachbarten Kabelschächte** und **Abzweigkästen** sind zu **öffnen** und während der Arbeit **geöffnet** zu halten. Zum Einsteigen in den Schacht ist eine **Leiter** zu **benutzen**; es darf nicht auf Kabel, Muffen oder Kabelhalter getreten werden.

Auch bei Röhrenkabeln sind die **Kabelenden vorbereitend** so **auszubiegen**, wie später die **Lötstelle** **gelagert** werden soll (ggf. vorübergehendes Festlegen auf Kabelhaltern).

Werkzeuge und Geräte sowie das Bau- und Fernmeldezeug für die Spleiß- und Lötarbeiten müssen vor Arbeitsbeginn in greifbarer Nähe bereitgelegt werden.

Es werden hauptsächlich folgende **Werkzeuge** und **Geräte** benötigt:

Kabelmesser, Abisolierer, Seitenschneider, Zange, Kabeladerprüfgerät und Sprechzeuge.

Gelötet wird mit einem Propanbrenner.

Die Propangasflaschen dürfen nicht in Kabelschächten, Kellern oder Lötzelten, auch nicht in der Nähe von Wärmequellen (Mindestabstand 2 m) aufgestellt werden.

Außerdem ist darauf zu achten, daß die Gasflaschen nicht unmittelbarer Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind.

Zum **Lötbauzeug** zählen

Isolierhülsen und Gruppenringe, die luftdicht aufbewahrt werden müssen;

Röhren- und Stangenlötzinn;

reiner Rindertalg als Flußmittel für Schmierzinnlötungen;

Blaugelbeutel verschiedener Größe zum Austrocknen der Spleißstellen;

Korrosionsschutzbinden für Erdkabelststellen;

Dichtungsbinden;

Abbrüh- und Vergußmassen.

Die Kabelmäntel werden mit **Putzlappen** gereinigt, die mit **Petroleum** (nie mit Benzin!) getränkt werden.

Zum **Fernmeldezeug** gehören u. a. Verbindungs-, Abzweig- und Aufteilungsmuffen aus Blei oder Kunststoff, Kabelschutzmuffen und Spulenkästen.

3. 2. Zurichten der Kabelenden

Das Verbinden der Kabeladern wird Spleißen genannt. Vor dem eigentlichen Spleißen müssen die Kabelenden zugerichtet, d. h. vorbereitet werden. Nach dem Ausbiegen und Ausrichten der Kabel wird **an den Kabelenden** die Stelle **angezeichnet**, an der sich die **Mitte der Muffe** befinden soll. Von dieser Stelle aus wird **nach links und nach rechts** die **halbe Muffenlänge** abgetragen; diese Markierungen geben die **spätere Muffenkante** an.

Beim **Abmanteln** muß beachtet werden, daß der **Kabelmantel** auf beiden Muffenseiten **etwa 3... 4 cm** in den **Muffenhals** hineinragen soll. Die beim Abmanteln angewendeten Arbeitsverfahren richten sich nach dem Kabelaufbau (Röhrenkabel oder Erdkabel) und sind abhängig vom Aufbau des Kabelmantels (Blei-, Stahlwell-, Aluminium- oder Kunststoffmantel).

3. 2. 1. Zurichten der Kabelenden bei der Röhrenkabelform:

Bleimantelkabel PM

An den Stellen des **Bleimantels**, an denen später beim Verlöten der Kabelmuffe die **Lötwulste** geschmiert werden, ist die **Manteloberfläche** mit einer Drahtbürste und einem Kabelmesser **gründlich** zu **säubern** und mit Röhrenlötzinn zu **verzinnen**. Das **Kolophonium** muß von den verzinnenden Flächen restlos **entfernt** werden.

Bei Röhrenkabeln mit **Druckluftfüllung** (meist höherpaarige Kabel mit einem Ventilstutzen an einem Kabelende) muß **vor dem Anschneiden und Abmanteln** geprüft werden, ob die **Kabellänge dicht** ist. Der Mantel ist dann fehlerfrei, wenn mit einem Druckluftprüfgerät (es genügt ein einfacher Reifendruckprüfer) ein Druck von mindestens 0,3 atü gemessen wird.

Zum **Abmanteln** wird der **Bleimantel** an der Stelle, an der er von der Kabelseele abgetrennt werden soll, mit einem Kabelmesser **ringförmig eingeschnitten**. Dabei muß die **Messerklinge** **so geführt** werden, daß der Mantel nicht durchgeschnitten wird und somit die **Seelenbewicklung** (Papierlagen) oder die **Kabeladern** **nicht beschädigt** werden.

Bei **dünnere Kabeln** (etwa bis $\varnothing$ 30 mm) wird der Kabelmantel dann mit weiteren Ringschnitten versehen, die jeweils einen Abstand von etwa 20 cm haben. Der Kabelmantel bricht an den Schnittstellen ringförmig ein, wenn die einzelnen Schnittstücke mehrmals hin- und hergebogen werden. Die einzelnen Ringstücke lassen sich dann leicht von der Kabelseele abziehen.

Bei **dickeren Kabeln** werden, vom Ringschnitt ausgehend und zum Kabelende führend, zwei parallele Längsschnitte gemacht, die einen Abstand von 1,5 ... 2 cm haben. Der Längsstreifen (der sich infolge der parallelen Längsschnitte gebildet hat) wird am Kabelende mit einer Zange abgehoben und — ähnlich wie beim Öffnen einer Sardinendose — aufgerollt. Der nunmehr offene Kabelmantel (Kabelende bis Ringschnitt) wird aufgebogen und so abgenommen.

Falls am abgesetzten Mantelrand ein **Grat** entstanden ist, muß dieser mit dem Kabelmesser **vorsichtig entfernt** werden.

An der Mantelkante erhält die **Kabelseele** zum **Schutz der Papierisolation** einen schmalen **Wickelbund** aus abgebrühtem Nesselband oder aus Glasgewebeband. Dieser Wickelbund ist möglichst etwas unter den Kabelmantel zu schieben.

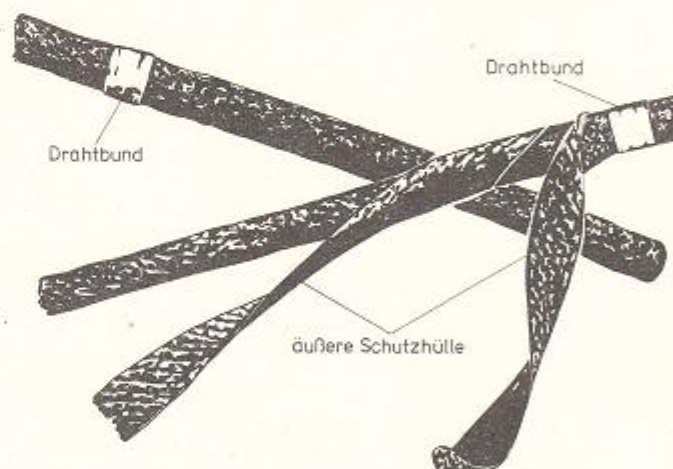
Abschließend kann die **Seelenbewicklung** (bestehend aus mehreren Lagen trockenen Kabelpapiers) bis zum Wickelbund **abgelöst** und dort **abgetrennt** werden. Die **Kabeladern** sind **freigelegt**.

3. 2. 2. Zurichten der Kabelenden bei der Erdkabelform: bewehrtes Bleimantelkabel PMbc

Die wesentlichen Arbeitsgänge beim Zurichten der Kabelenden von bewehrten Bleimantelkabeln sind in den Bildern 19 ... 22 dargestellt.

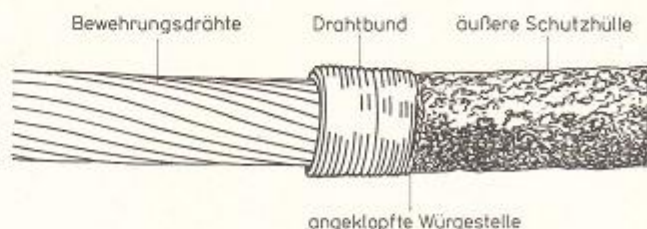
Die **äußere Schutzhülle** des bewehrten Bleimantels wird am Kabelende **mit einem Drahtbund** aus 2 mm dickem verzinktem Stahlbindendraht **festgelegt** (Bild 19). Dabei ist der Drahtbund so anzubringen, daß er bei der fertigen Lötstelle **außerhalb der Muffe** liegt. Die **Würgestelle** des Drahtbunds ist **glatt abzuschneiden** und **gut an das Kabel anzuklopfen**, um Verletzungen auszuschließen.

Bild 19
Festlegen der äußeren
Schutzhülle



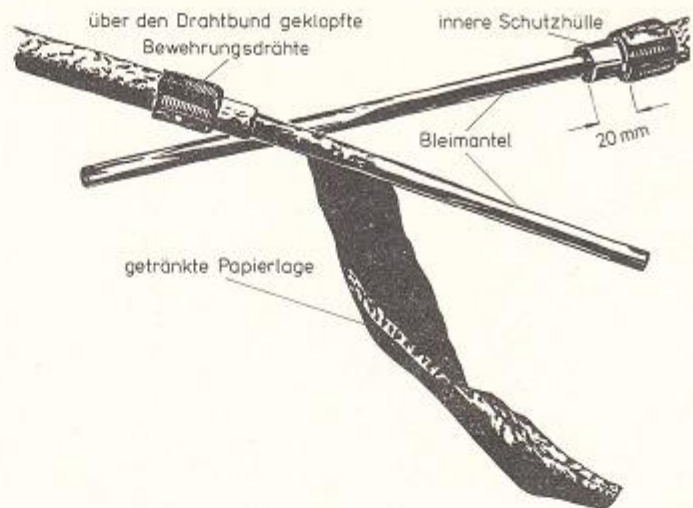
Die **äußere Schutzhülle** wird anschließend bis zum Drahtbund **entfernt**, und die **Bewehrungsdrähte** werden somit **freigelegt** (Bild 20). Dieser Arbeitsgang kann leichter ausgeführt werden, wenn die äußere Schutzhülle **vorsichtig mit einer Propangasflamme erwärmt** wird.

Bild 20
Kabelende mit freigelegten
Bewehrungsdrähten



Danach sind die **blanken Bewehrungsdrähte** auf entsprechende Länge (etwa der Breite des Drahtbunds entsprechend) **abzuschneiden** und zum fernen Kabelende hin **über den Drahtbund zu klopfen**.

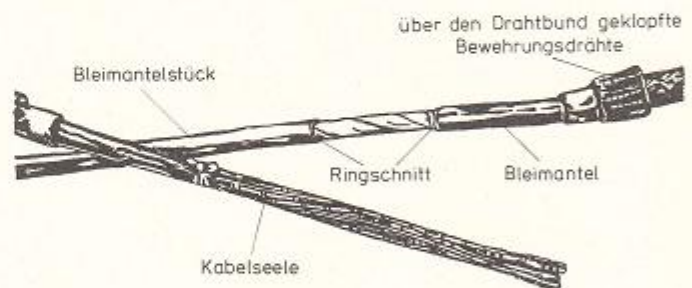
Bild 21
Freilegen des Bleimantels



Nunmehr kann die **innere Schutzhülle entfernt** und somit der **Bleimantel freigelegt** werden. Zu diesem Zweck wird die zähflüssige Masse, mit der die Papierlagen getränkt sind, vorsichtig erwärmt; die **getränkten Papierlagen** werden bis auf eine Länge von 20 mm **abgezogen**. Abschließend wird der **Bleimantel** mit einem petroleumgetränkten Lappen **blankgerieben**.

Die weiteren Arbeiten — Verzinnen des Bleimantels, Abmanteln, Anbringen eines Wickelbunds zum Schutz der Papierisolation und Freilegen der Kabeladern — sind dann wie im Abschnitt 3. 2. 1 beschrieben auszuführen. Das Bild 22 zeigt das Abziehen eines Bleimantelstücks bei einem dünneren Kabel und die freigelegte Kabelseele.

Bild 22
Abziehen des Bleimantels



3. 2. 3. Zurichten der Kabelenden bei der Erd- und Röhrenkabelform: Stahlwellmantelkabel PWE2Y

Das bisherige Lötbauteil und Werkzeug reicht für das Vorbereiten einer Lötstelle mit Kabeln der Stahlwellmantelausführung nicht aus. Als **Sonderwerkzeuge** werden zusätzlich benötigt:

drei Welschneider, und zwar

- Größe 1 für Manteldurchmesser bis 30 mm,
- Größe 2 für Manteldurchmesser von 31 bis 45 mm,
- Größe 3 für Manteldurchmesser von 46 bis 80 mm,

eine Zangenschere,

eine Sprezzange (Aufweitzange) und

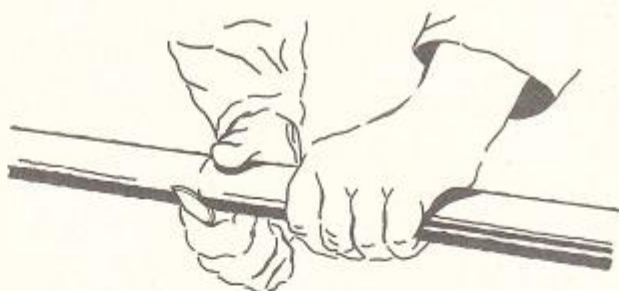
eine Wellmantelschere.

Als Löt- und Flußmittel zum Verzinnen des Stahlwellmantels dient eine **besondere Lötpaste**.

Die wesentlichen Arbeitsgänge beim Zurichten der Kabelenden von Stahlwellmantelkabeln sind in den Bildern 23 ... 30 dargestellt.

Zunächst wird der **PE-Mantel** mit einem **Ringschnitt** eingeschnitten (Bild 23).

Bild 23
Ringschnitt am PE-Mantel



Nach einem **Längsschnitt** läßt sich der **Kunststoffmantel aufklappen** und vom eigentlichen **Stahlwellmantel abziehen** (Bild 24).

Bild 24
Abziehen des PE-Mantels



Die PE-Schutzhülle wird dabei so abgesetzt, daß der **Abstand zwischen Absetzstelle und Muffenhals** auf jeder Seite der Bleimuffe je nach Muffengröße etwa 40 ... 60 mm beträgt. Werden **gußeiserne Schutzmuffen** verwendet, soll die **PE-Schutzhülle etwa 20 mm in den Muffenraum hineinragen**; falls nötig, ist eine größere Schutzmuffe zu verwenden.

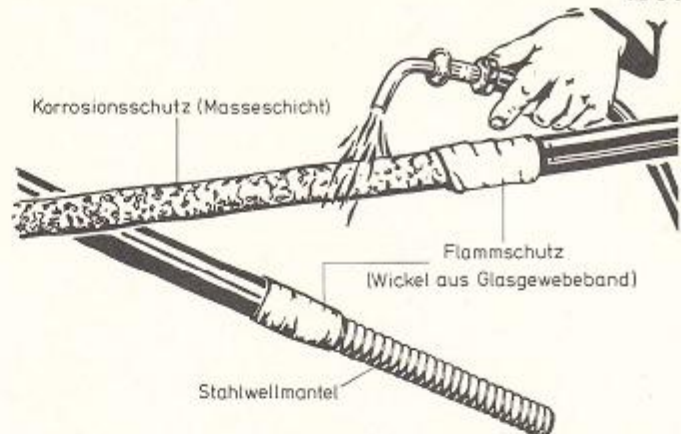
Durch das Absetzen des PE-Mantels wird der **Korrosionsschutz** (elastische Masseschicht) **freigelegt**. Der **Korrosionsschutz wird bis auf 10 mm Länge vor dem PE-Schutzhüllenende entfernt**. Zunächst müssen der PE-Mantel und der stehengebliebene Teil des Korrosionsschutzes gegen **Beschädigung durch die Lötlampe** (Gefahr der Überhitzung) **geschützt** werden. Daher werden der PE-Mantel und ein Teil des Korrosionsschutzes (10 mm) mit einem breiten, ungetränkten **Glasgewebeband** **umwickelt** (Bild 25). Dieser Wickel ist der **Flamm-schutz**.

Bild 25
Umwickeln der abgesetzten
PE-Schutzhülle mit Glasgewebeband



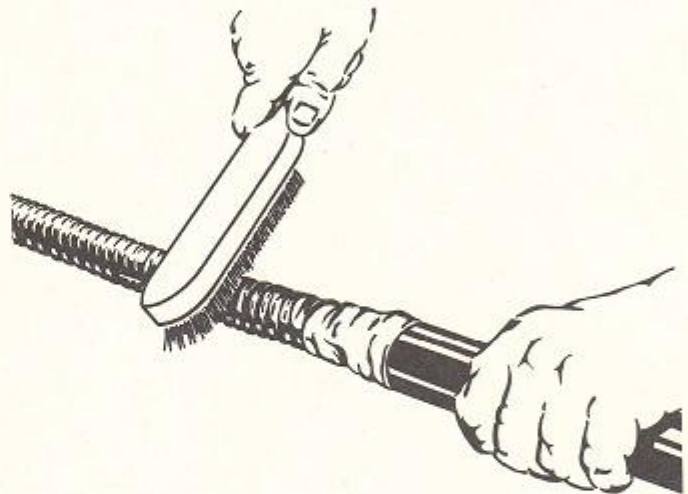
Der zu entfernende **Korrosionsschutz** wird mit einer Propangasflamme **vorsichtig erwärmt** (Bild 26) und mit **Putzwolle abgewischt**. Reste der Masseschicht werden mit einem in Petroleum getränkten Lappen entfernt.

Bild 26
Entfernen des Korrosionsschutzes



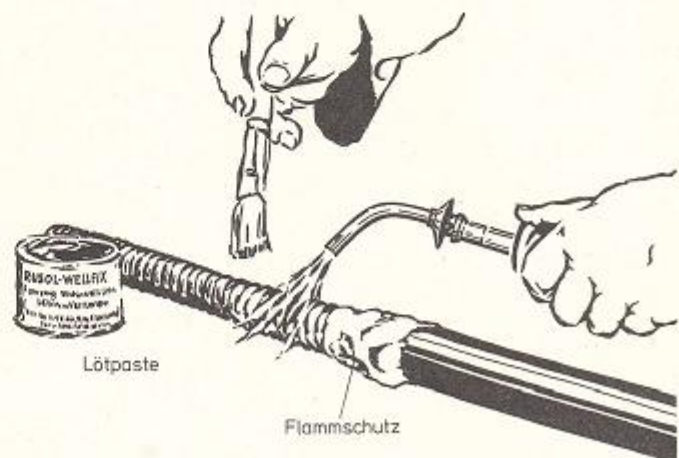
Der Stahlwellmantel wird an den für die Lötung vorgesehenen Stellen sorgfältig mit einer Drahtbürste (Bild 27) und danach mit Schmirgelleinen blank gerieben. Besondere Maßnahmen sind bei überlappt geschweißten Stahlwellmänteln¹⁾ zu ergreifen. Bei diesen Mänteln muß in drei nebeneinander liegenden Wellentälern, die später durch den Lötwulst überdeckt werden, die an der Schweißnaht überstehende unverschweißte Blechkante mit einer Rundfeile entfernt werden. Dadurch soll der sonst unter der Überlappung entstehende durchgehende Luftkanal unterbrochen werden.

Bild 27
Reinigen des Stahlwellmantels
mit einer Drahtbürste



Die gereinigten Mantelstellen werden mit Lötpaste verzinkt (Bild 28). Zu diesem Zweck wird die Lötpaste dünn aufgetragen und mit kleiner Lötflamme erwärmt. Es zeigen sich bald Zinntropfen, die mit einem Pinsel oder einem Lappen verwischt werden.

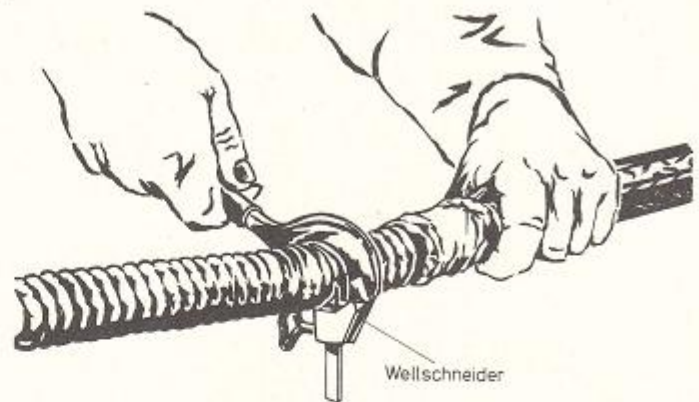
Bild 28
Verzinnen des Stahlwellmantels



¹⁾ Heute gibt es fast nur noch stumpfgeschweißte Stahlwellmäntel.

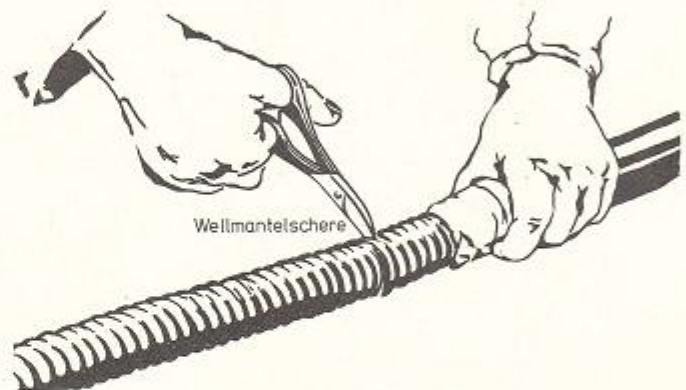
Nach dem Verzinnen der Lötflächen wird der **Stahlwellmantel** entsprechend der Muffenlänge **abgesetzt**. Zu diesem Zweck wird ein **Rundschnitt** ausgeführt, indem der Mantel nach Bild 29 mit einem **passenden Well-schneider** auf dem **Wellenberg** über den $1\frac{1}{2}$ -fachen Umfang geschnitten wird. Die **Schnitttrichtung** muß dabei stets gegen das **feste Ende des Kabels** verlaufen.

Bild 29
Ausführen des Rundschnitts
mit dem Wellschneider



Nach dem Rundschnitt bleibt zwischen den beiden Wellenbergen ein **Steg** stehen, der mit der **Wellmantelschere** durchgetrennt wird (Bild 30).

Bild 30
Durchtrennen des Stegs mit
der Wellmantelschere



Nunmehr kann das **Mantelstück** **vorsichtig abgezogen** werden. Die frei gewordene **Kabelseele** wird unmittelbar **an den Enden des Stahlwellmantels** mit schmalen ungetränktem **Glasgewebeband bewickelt** und so vor Beschädigungen **geschützt**. Dieser Wickel ist — wie beim Bleimantel¹⁾ — möglichst etwas unter den Kabelmantel zu schieben. Außerdem ist das Glasgewebeband dabei über die Schnittkanten des Stahlwellmantels zu wickeln, um bei den Spleißarbeiten Verletzungen zu vermeiden.

Ist der Stahlwellmantel **innerhalb der Kabellänge** zu **entfernen**, müssen zunächst **zwei Rundschnitte** ausgeführt werden. Am «freigeschnittenen Mantelstück» werden dann mit der **Zangenschere** die Wellenberge in Längsrichtung des Kabels einzeln durchgeschnitten. Nunmehr können die Wellentäler mit der **Spreizzange** aufgesprengt werden. Damit die Spreizzange besser angesetzt werden kann, sind die ersten Wellentäler (etwa Spreizzangenbackenbreite) mit der **Wellmantelschere** aufzutrennen. Ist der Kabelmantel ausreichend weit aufgespreizt worden, kann er abgenommen werden, ohne daß dabei die Kabelseele beschädigt wird.

3. 2. 4. Zurichten der Kabelenden bei der Erd- und Röhrenkabelform: Aluminiummantelkabel PLE2Y und PLDE2Y

Bevor diese Arbeiten in Angriff genommen werden, sind die im Abschnitt 3. 2. 5 beschriebenen **besonderen Schutzmaßnahmen** durchzuführen. Die **PE-Schutzhülle** wird dann — wie beim Stahlwellmantelkabel beschrieben (vgl. Bilder 23 und 24) — **abgesetzt**. Auch bei diesem Kabelmantel soll der **Abstand zwischen Absetzstelle und Muffenhals** auf jeder Seite der Bleimuffe je nach Muffengröße **40 ... 60 mm** betragen. Die **innere Schutzhülle** wird bis auf etwa **20 mm Länge vor dem PE-Schutzhüllenende entfernt**; dazu wird die innere Schutzhülle längs aufgeschnitten und vom Al-Mantel abgezogen. Das **PE-Schutzhüllenende** und der stehengebliebene Teil der

¹⁾ Vgl. Abschnitt 3. 2. 1 (Seite 31).

inneren Schutzhülle erhalten ebenfalls einen **Flammschutzwickel** (vgl. Bild 25). Anschließend wird der **Aluminiummantel gesäubert**; dazu wird er erwärmt und mit einem in Petroleum getränkten Lappen abgerieben. Da sich auf der Oberfläche von Aluminium immer eine Oxidschicht bildet, wird der Al-Mantel erst unmittelbar vor dem Aufbringen der Bleimuffe verzinkt.

Der gesäuberte **Al-Mantel** wird entsprechend dem Längenmaß der Bleimuffe **abgesetzt**. Dazu wird der Mantel an der Absetzstelle rundum mit einer Dreikantfeile **eingefeilt**, danach **gebrochen** und schließlich das **getrennte Mantelstück** vorsichtig von der Kabelseele **abgezogen**. Beim Absetzen des Al-Mantels ist zu beachten, daß die die Kabelseele umschließenden **Papierlagen nicht beschädigt** werden. Die **Kabelseele** wird unmittelbar am Al-Mantelende mit schmalen ungetränktem **Glasgewebeband umwickelt** und so gegen Beschädigung geschützt.

3. 2. 5. Besondere Schutzmaßnahmen bei Kabeln, die unter Starkstrombeeinflussung stehen*)

Liegen die **Kabeltypen PM, PM2Y, PMbc und PWE2Y** in **starkstrombeeinflussten Gebieten** oder haben sie einen **besonderen Reduktionsfaktor**, sind **besondere Schutzmaßnahmen erforderlich**, um das Personal nicht zu gefährden und Betriebsstörungen zu vermeiden:

Bevor die Spleiß- und Lötarbeiten begonnen werden, müssen die **Kabelmäntel** des kommenden und des gehenden Kabelstücks **galvanisch durchverbunden** werden.

Sinngemäß ist bei Polyäthylenortskabeln (PE-Ok) und bei Schichtenmantelkabeln (A-2Y(L)2Y) zu verfahren.

Diese besondere Schutzmaßnahme ist bei **Kabeln mit Aluminiummantel (PLE2Y und PLDE2Y)** **grundsätzlich durchzuführen**.

Der Schutz, der durch die galvanische Verbindung entsteht, wird **erst dann voll wirksam**, wenn die **Kabelstrecke** an ihren Anfangs- und Endpunkten, z. B. VSt oder Verzweiger, **geerdet** ist. Außerdem wird empfohlen, die **zu spleißenden Kabelstücke** zusätzlich an der Arbeitsstelle, z. B. im Schacht, **mit den Mänteln** bereits vorhandener fertigmontierter und **geerdeter Kabelstrecken leitend zu verbinden**.

Bei Montagearbeiten an **Kabeln**, die in den Arbeitsunterlagen mit einem **«Blitzpfeil»** besonders gekennzeichnet sind, ist der Arbeitsplatz mit Isoliermatten zu isolieren. An diesen Kabeln darf nur mit isoliertem Werkzeug gearbeitet werden, wobei Gummihandschuhe und Gummistiefel getragen werden müssen.

Ausführen der galvanischen Verbindung

an Bleimantelkabeln der Form PM, PMz und PM2Y

Sollen Kabelstücke miteinander verbunden oder sollen bestehende Lötmuffen geöffnet werden, muß **vor Beginn dieser Arbeiten** eine **Arbeitsverbindung** zwischen den beiden Kabelstücken hergestellt werden. Diese Arbeitsverbindung besteht aus einem **verzinkten Kupferseil** nach DIN 46438 mit einem Querschnitt von 6 mm². Das Kupferseil wird unmittelbar auf die blank gemachten Kabelstücke aufgelötet und muß so lang sein, daß es die Montagearbeiten nicht behindert.

Ausführen der galvanischen Verbindung

an bewehrten Bleimantelkabeln der Form PMbc

Bei PMbc-Kabeln muß zunächst die **Bewehrung galvanisch durchverbunden** werden. Hierzu sind die zurückgeschlagenen Bewehrungsdrähte am Drahtbund (vgl. Bild 21) metallisch blank zu machen und zu verzinnen. Das **verzinkte Kupferseil** (Querschnitt = 6 mm²) wird auf die **Bewehrung gelötet**.

Diese Verbindung der Bewehrungen wird später nicht mehr entfernt.

Bevor mit den Spleiß- und Lötarbeiten begonnen wird, müssen **zusätzlich noch Arbeitsverbindungen** von den **Bleimänteln zum Kupferseil** hergestellt werden. Dazu werden mehrere Kupferdrähte, z. B. Reste von Kabeladern, miteinander verdraht; das so entstandene Seil wird fest um die blanken Bleimäntel und das eigentliche Verbindungsseil (galvanische Verbindung der Bewehrungen) gewickelt. Sind die Montagearbeiten beendet, dürfen diese **zusätzlichen Arbeitsverbindungen erst dann getrennt** werden, wenn das **verzinkte Kupferseil** (das die Bewehrungen galvanisch verbindet) **punktförmig auf die Mitte der Bleimuffe aufgelötet** worden ist.

Ausführen der galvanischen Verbindung an Stahlwellmantelkabeln der Form PWE2Y

Die Metallmäntel werden für die Dauer der Arbeiten mit einer **Arbeitsverbindung** versehen, die wie bei PM-Kabeln aus einem **verzinnnten Kupferseil** besteht. Diese Arbeitsverbindung kann mit geeigneten **Klemm- oder Schraubverbindern**, die vorher an das Kupferseil angelötet worden sind, hergestellt werden. Dieses Verfahren ist einfacher als das Auflöten des Kupferseils auf den Stahlwellmantel.

Ausführen der galvanischen Verbindung an Aluminiummantelkabeln der Form PLE2Y und PLDE2Y

Bei diesen Kabeln wird wie bei den Stahlwellmantelkabeln empfohlen, die **Arbeitsverbindung** mittels **Klemm- oder Schraubverbindungen** herzustellen und so die schwierigeren Lötarbeiten zu vermeiden.

Bei **Sonderkabelformen** sind von Fall zu Fall besondere Maßnahmen zu treffen, die in speziellen Montageanweisungen beschrieben worden sind.

3.3. Verbinden der Kabeladern bei Kabeln mit Lagenverseilung und mit papierisolierten Adern

Beim Verbinden der Kabeladern, welches auch **Spleißen** genannt wird, werden je nach Kabelauführung unterschiedliche **Aderverbindungstechniken**, z. B. Würge-, Löt- und Hülsenverbindungen, angewendet.

Sind die Kabelenden zugerichtet, soll mit den Spleißarbeiten unverzüglich begonnen werden, weil die papierisolierten Kabeladern gern Feuchtigkeit aufnehmen. Die **Spleißarbeiten** sind **besonders sorgfältig und gewissenhaft** auszuführen, um zu vermeiden, daß später unangenehme Störungen des Fernmeldebetriebs auftreten, deren Beseitigung sehr kostspielig ist. Beim **Herstellen einwandfreier Lötstellen** sind drei Hauptpunkte zu beachten:

- | Die gespleißten Adern müssen eine einwandfreie galvanische Verbindung haben.
- | Adervertauschungen dürfen auf keinen Fall vorkommen.
- | Die Verbindungsstelle muß nach der Montage absolut trocken und wasserdicht sein.

Beim Spleißen sind im einzelnen folgende Arbeiten zu verrichten:

- Vorrichten der Kabeladern
- Spleißen der Kabeladern, ggf. Verlöten der Spleißverbindungen
- Prüfen der verspleißten Kabeladern
- Einbinden der Spleißstelle und Einbringen eines Trockenmittels

3.3.1. Vorrichten der Kabeladern

Die offene Kabelseele wird **lagenweise abgebunden**. An beiden Kabelenden wird **auf jeden Vierer** ein **Gruppenring** geschoben. Die Gruppenringe sind **etwa 10 mm lange Papierhülsen**, die **naturfarben**, für den **Zählvierer jedoch rot**, sind.

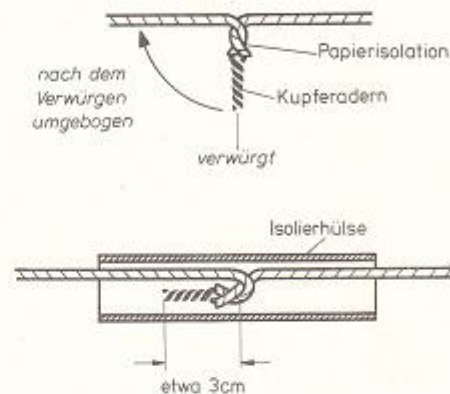
Um besonders bei **hochpaarigen Kabeln** Ader- bzw. Viererverwechslungen auszuschließen, wird empfohlen, die einzelnen **Vierer** — beginnend mit dem Zählvierer — durch Umschlingen mit einem dünnen Draht **kranzartig aufzureihen**. Dabei ist die Zählweise im Uhrzeigersinn, wenn die VSt im Rücken liegt; beim anschließenden (*gehenden*) Kabelstück ist die Zählrichtung entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn. Durch diese kranzartige Aufreihung sind die einzelnen Vierer übersichtlich angeordnet. Damit sich die Zählvierer (rote Gruppenringe) des kommenden und des gehenden Kabels richtig gegenüberstehen, werden nunmehr die einzelnen Lagen vorsichtig gegeneinander verdreht. Die derart vorbereiteten Lagen werden danach in einem leichten Bogen zurückgeschlagen.

3.3.2. Spleißen der Kabeladern

Das Spleißen beginnt mit der Zählader der innersten Lage und wird lagenweise nach außen fortgesetzt, wobei in jeder Lage mit der Zählader begonnen wird.

Zwei **zusammengehörige Adern** (gleiche Kennzeichnung innerhalb des Verseilelements) werden jeweils nebeneinandergelegt und **von Hand** mit zwei bis drei Schlägen lose mit der **Papierisolation** **zusammengedreht**. Dann wird die **Papierisolation** von den freien **Drahtenden** (bis zu den Schlägen) mit einem Abisolierer **abgezogen**. Die **blanken Drahtenden** werden mittels einer Zange oder mit einer Schleuderbewegung miteinander **verwürgt**. Die **Würgestelle**, die auch **Raupe** genannt wird, wird auf **etwa 3 cm Länge** abgeschnitten und anschließend **parallel zur Ader umgebogen** (vgl. Bild 31).

Bild 31
Herstellen einer Aderverbindung



Vor dem Verbinden ist über eine der beiden Adern eine 4 ... 5 cm lange naturfarbene Isolierhülle aus Papier aufgeschoben worden. Diese Isolierhülle wird abschließend über die Würgestelle geschoben.

Sollen Kabeladern, deren Cu-Leiter einen **Durchmesser von 0,4 mm** haben, mit Leitern größerer Durchmesser verbunden werden, müssen die **Spitzen der Würgestellen** mit Röhrenlötzinn verlötet werden. Auch die Aderverbindungen in Fernkabeln müssen verlötet werden, jedoch wird hier nicht die übliche Würgeverspleißung angewendet, sondern die Adern werden mit **genormten Verbindungslöthülsen** aus Kupfer verbunden.

Sollen Kabeladern mit **Tietgenschutz** verspleißt werden, muß die isolierende **Lackschicht** mit einem Lackkratzer sorgfältig entfernt werden.

Sind die **Adern eines Vierers** richtig verspleißt und ihre Würgestellen mit Isolierhülsen geschützt, werden von beiden Seiten die **Gruppenringe** an die vier Isolierhülsen herangeschoben. Damit die **Spleißstelle (Lötstelle)** eine **schlanke Form** erhält, müssen die einzelnen **Viererspleiße** gegeneinander oder auch lagenweise gegeneinander **versetzt** angeordnet werden. Bei der DBP ist die **Anordnung in Spleißbündeln** üblich, bei der die **Isolierhülsen in Bündeln** um die Kabelachse liegen. Die Anzahl der Spleißbündel, in die die Viererspleiße aufgeteilt werden, hängt von der Größe der Bleimuffe ab. Bei Abzweigmuffen nach DIN 47613 sind z. B. je nach Größe der Muffe zwei bis fünf Spleißbündel festgelegt. Das Bild 32 zeigt in schematischer Darstellung eine Lötstelle mit drei Spleißbündeln.

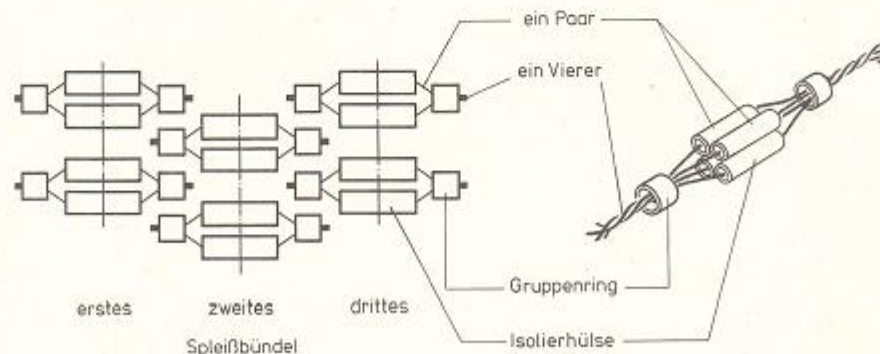


Bild 32 Spleißstelle mit drei Spleißbündeln (schematische Darstellung)

Bei **Verbindungs-lötstellen** werden meist **gleichpaarige Kabellängen** verspleißt und verlötet. Verbleiben in der Lötstelle **Vorratsadern**, das ist ein Teil der Adern eines Kabels, der zunächst **ungenutzt** liegen bleibt, sind diese Adern möglichst lang zu lassen. Die **Enden der Vorratsadern** werden mit **Papierröhrchen isoliert**, und das **ganze Vorratsbündel** wird mit **schmalem Nesselband abgebunden**.

Bei **Verzweigungs-lötstellen** und **Aufteilungs-lötstellen** sind die **abzweigenden Aderpaare** entsprechend der durch den **Netzplan** oder den **Spleißplan** vorgeschriebenen Aufteilung **ohne Kreuzungen zu trennen** und **übersichtlich aufzuteilen**. **Spleißpläne** sind **Hilfsmittel für den Kabellöter**; sie werden nur für besonders schwierige Kabelaufteilungen oder -verzweigungen aufgestellt. Im allgemeinen kann die **Aderaufteilung dem entsprechenden Netzplan entnommen** werden. Die **Spleißbündel** sind für **jeden Abzweig besonders anzuordnen**. **Jeder Abzweig soll möglichst klein gehalten** werden; er wird abschließend für sich mit trockenem schmalem Nesselband **umwickelt** und so von den anderen Abzweigen getrennt.

3. 3. 3. Prüfen der gespleißten Kabeladern

Ist die Spleißstelle fertiggestellt, werden die **Kabeladern durchgeprüft**, und zwar **von der Abschlußeinrichtung in der VSt oder vom Endverschluß im Kabelverzweiger oder im Linienverzweiger über die fertige Spleißstelle hinaus bis zum Kabelende**.

Als Prüfgerät ist das **Kabeladerprüfgerät KAPG** zu benutzen, mit dem folgende Fehler ermittelt werden können:

- **Adervertauschungen** (Überziehen von Adern und Vierern),
- **Aderunterbrechung** (kein Stromdurchgang infolge Spleißbruchs),
- **Berührung mit anderen Adern** (Nebenschluß),
- **Berührung mit dem Kabelmantel** (Erdschluß).

Fehler müssen sofort eingegrenzt und behoben werden.

Adervertauschungen dürfen nicht in der nächsten Lötstelle ausgeglichen werden.

Steht zum Prüfen der Kabelstrecke **keine Abschlußeinrichtung oder kein Endverschluß** zur Verfügung, weil z. B. ein Zwischenstück der Kabelstrecke noch nicht ausgelegt werden konnte, muß ein **Prüfstumpf** (vgl. Bild 33) gefertigt werden. Mit Hilfe des Prüfstumpfs kann die **Zusammengehörigkeit der Einzeladern** jeden Aderpaars geprüft werden.

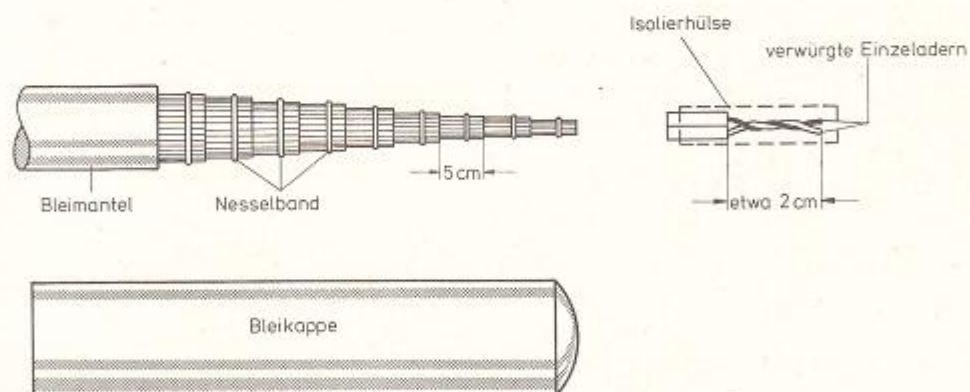


Bild 33 Prüfstumpf

Um einen Prüfstumpf herstellen zu können, muß am Ende der Kabelstrecke ein **Kabelstück frei** sein, das je nach DA-Zahl des Kabels **25 ... 50 cm lang** ist. Von dieser Länge wird der **Mantel abgezogen**, und die **Adern** werden so abgesetzt, daß sie **je Lage 5 cm länger** als die der darüberliegenden Lage sind. Die **Adern** werden an den abgesetzten Enden auf **etwa 2 cm abisoliert** und **paarweise (a-Ader mit b-Ader)** zu einer sogenannten »Schleife« **verwürgt**. Die **Würgestellen** werden mittels **Isolierhülsen** gegen gegenseitige **Berührung geschützt**. Die verschieden lang abgesetzten **Lagen** sind **einzelne mit Nesselband abzubinden**.

Der Prüfstumpf bleibt so lange bestehen, bis die Kabelstrecke zur Abschlußeinrichtung durchgeschaltet worden ist. Bei längerem Gebrauch wird er **gegen Feuchtigkeit geschützt**, indem auf ihn eine **Bleikappe aufgelötet** wird, die aus einem alten Bleimantel hergestellt worden ist.

Sollen ältere Kabel, Reservelängen oder Lagerkabel **gespleißt** oder **alte Kabellängen wiederverwendet** werden, sind diese Kabellängen **vor dem Verspleißen zu prüfen**, um Kabelfehler rechtzeitig zu erkennen. Beim späteren Prüfen der gespleißten Kabeladern werden nämlich nur die Fehler ermittelt, die beim Verspleißen verursacht worden sind.

3. 3. 4. Einbinden der Spleißstelle und Einbringen eines Trockenmittels

Ist die Spleißstelle mit dem Kabeladerprüfgerät geprüft und die Kabelverbindung, -verzweigung oder -aufteilung für ordnungsgemäß befunden worden, wird abschließend die **gesamte Spleißstelle** mit breitem trockenem Nesselband oder Glasgewebeband **umwickelt** (Bild 34).

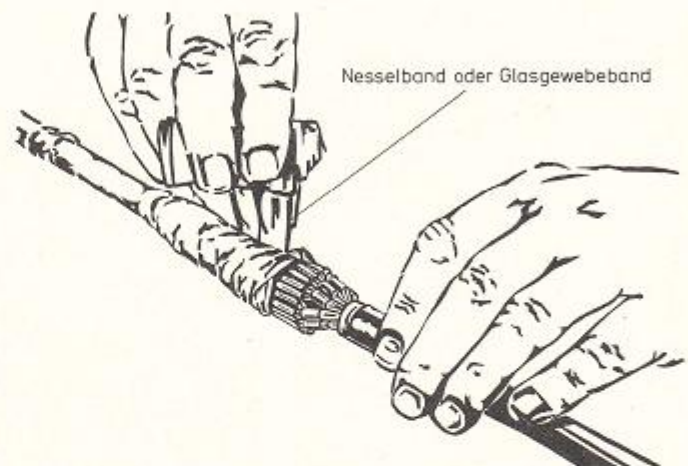


Bild 34
Einbinden der Spleißstelle

Die Papierisolation der Adern kann während der Spleißarbeiten Feuchtigkeit aufgenommen haben, die **Spleißstelle** muß daher **ausgetrocknet** werden. Zu diesem Zweck werden in den Nesselbandwickel oder Glasgewebebandwickel **Mullbeutel mit Blaugel eingelegt** (Bild 35). Ein Beutel mit etwa **10 g Blaugel** reicht für **50 ... 70 DA** aus.



Bild 35
Einlegen des Trockenmittels

Die Spleißstelle ist **anschließend sofort mit einer Bleimuffe luft- und wasserdicht zu verschließen**.

3. 4. Verbinden der Kabeladern mit Bündelverseilung und PE-isolierten Adern

Fernmeldekabel mit PE-isolierten Adern sind bündelverseilt. Diese bündelverseilten PE-Ortskabel werden künftig die papierisolierten St III-verseilten Kabel bisheriger Bauart (PM, PMbc, PWE2Y) mehr und mehr verdrängen. Für diese Isolations- und Verseilart ist eine neue **Aderverbindungs- und Kabelmontagetechnik** entwickelt worden.

In diesem Abschnitt werden die **Sonderbauweisen für PE-Ortskabel der Formen A-2Y(K)2Y und A-02Y(K)2Y** beschrieben. Außerdem wird geschildert, wie die Adern dieser Kabel mit den Adern St III-verseilter papierisolierter Ortskabel oder mit den Adern von AtOk verbunden werden können. Diese Ausführungen gelten sinngemäß auch für **Schichtenmantelkabel der Form A-2Y(L)2Y**.

Neben den in der Einführung zum Abschnitt 3 (Seite 28) aufgeführten FTZ-Normen und -Richtlinien gelten für diese Montagearbeiten zusätzlich noch die FTZ-Normen

736 6 TV 4*) »Montage von PE-Ok« und

736 6 TV 5*) »Anweisung für das Verbinden von Adern in PE-Ok«.

3. 4. 1. Zurichten der Kabelenden

Hier wird ebenso verfahren wie bei Verbindungsstellen an Kabeln mit papierisolierten Adern (vgl. Abschnitt 3. 2, Seite 30). Bei **Arbeiten an starkstrombeeinflussten Strecken** sind die **besonderen Schutzmaßnahmen** zu **treffen**, d. h. die **Kupferschirme** der beiden Kabelstücke sind miteinander zu **verbinden** (vgl. Abschnitt 3. 2. 5, Seite 36).

Bei Arbeiten an PE-Ortskabeln sind neben dem bisherigen Bauzeug und Baugerät noch besondere **Hilfsmittel, Vorrichtungen und Sonderwerkzeuge** zu verwenden, die im Zusammenhang mit den einzelnen Arbeitsgängen erläutert werden sollen.

Zunächst sind die beiden **Kabelenden** an die **Stelle der späteren Muffenlagerung** zu **biegen**. Dann wird die **Muffenmitte** **angezeichnet**, und von hier werden die **Absetzmaße** (vgl. Bild 36 und Tab. 4) **abgetragen**. Die Absetzmaße sind genau einzuhalten.

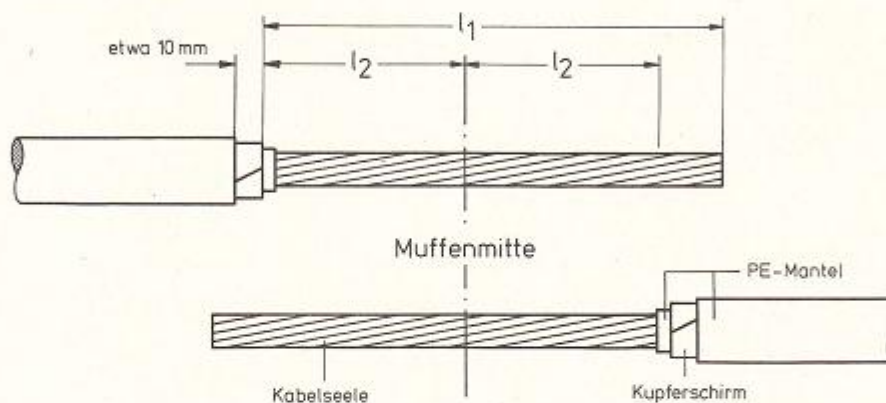


Bild 36 Absetzen der Kabel

Tab. 4
Absetzmaße

Muffe	l_1 [mm]	l_2 [mm]
VAEL 80	270	95
VAEL 120	340	130
VAEL 150	500	200
VAEL 200	500	200

Tab. 5
Kabelmuffen

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

Aus der Tabelle 5 kann entnommen werden, welche **Muffengröße** für das entsprechende Kabel (Leiterdurchmesser und DA-Zahl) zu wählen ist.

Unmittelbar nachdem die Kabelenden **abgesetzt** worden sind, sind folgende **Maßnahmen** zu ergreifen, damit die einzelnen **Hauptbündel nicht auseinanderfallen**:

- Über die Hauptbündel sind **bis zu ihren Austrittsstellen** aus dem Innenmantel **Polyäthylenringe aufzuschieben**, und zwar auf die Zählbündel *rote* Ringe, auf alle anderen Bündel *graue* Ringe. Auf die Ringe werden klebfähige Nummern geklebt, mit denen die Hauptbündel gekennzeichnet werden.

Die PE-Ringe werden aus PE-Isolierschläuchen geschnitten und sollen 10 ... 15 mm breit sein. Die Isolierschläuche haben folgende Nenndurchmesser:

- 13 mm für Hauptbündel zu 50 DA 0,4
- 18 mm für Hauptbündel zu 100 DA 0,4 und zu 50 DA 0,6
- 25 mm für Hauptbündel zu 100 DA 0,6

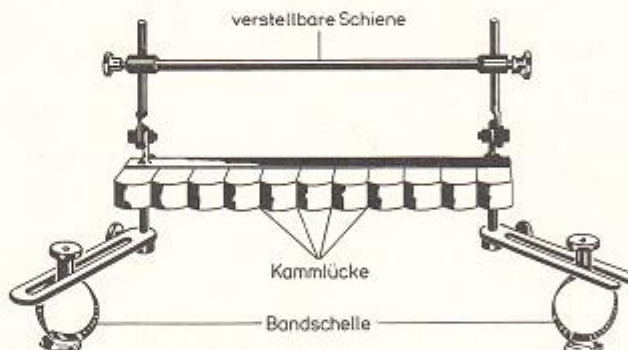
- Die einzelnen Bündel sind **an ihren offenen Enden mit PVC-Klebeband zu umwickeln**.

3.4.2. Vorrichten der Kabeladern

Zunächst sind die **Hauptbündel in ihre Grundbündel aufzuteilen**. Dazu werden **farbige Gruppenringe** aus PE in den Farben der Farbzählfolge „*rot — grün — grau — gelb — weiß*“ auf die einzelnen **Grundbündel aufgeschoben**. Bei Hauptbündeln mit zehn Grundbündeln (= 100 DA) wird die Farbzählfolge für die Grundbündel 6 ... 10 wiederholt, jedoch mit halbierten Gruppenringen.

Danach wird der **Aufteilungskamm** (Bild 37) **angebracht**, indem er mit den Bandschellen an den Absetzstellen der beiden Kabelenden befestigt und so eingestellt wird, daß der **Kamm in der Achse der zu verbindenden Kabelstücke** liegt.

Bild 37
Aufteilungskamm für PE-Ok



Der Aufteilungskamm ist eine kammartige Vorrichtung; er erleichtert

- das Aufteilen der Hauptbündel in die Grundbündel,
- das Schneiden der einzelnen Vierer auf gleichmäßige Länge und
- das Aderverbinden.

Nunmehr werden die **Grundbündel in den Aufteilungskamm eingelegt**, wobei **mit den unten liegenden Hauptbündeln begonnen** wird. In die **erste Kammlücke** (vom kommenden Kabelstück aus gezählt) werden die **Vierer** des kommenden und des gehenden **Grundbündels 1** eingelegt, und zwar in der Reihenfolge

- rot*: Vierer 1 kommend — Vierer 1 gehend
- grün*: Vierer 2 kommend — Vierer 2 gehend
- usw.

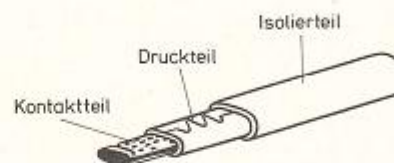
Auf gleiche Weise werden in die **nachfolgenden Kammlücken** die Vierer der **Grundbündel 2 ... 5** bzw. **2 ... 10** eingeschoben. Die **zweite Kammlücke** nimmt also die **Adern des Grundbündels 2** in der **Farbzählfolge »rot — grün — grau — gelb — weiß«** auf, wobei **zuerst die kommenden Vierer**, danach die farblich zugehörigen gehenden Vierer eingeschoben werden.

3. 4. 3. Verbinden der PE-isolierten Adern

Sind alle Grundbündel eines Hauptbündels aufgeteilt, werden **alle Adern** mit Hilfe der Schiene **auf gleiche Länge geschnitten**. Die Schiene muß dazu auf das richtige Maß eingestellt werden, und zwar soll der Abstand zwischen der Unterkante des Kamms und der Oberkante der Schiene etwa 75 mm betragen.

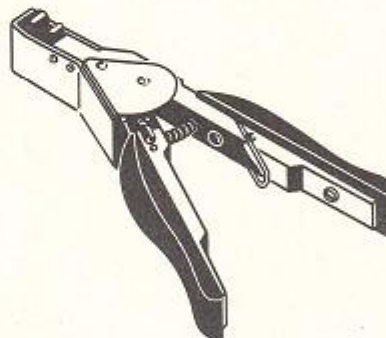
Aderverbindungshülsen AVH gestatten es, die PE-isolierten **Adern** zu **verbinden**, **ohne** daß die Leiter **abisoliert**, **verwürgt** oder an ihren Spitzen **verlötet** werden müssen. Mit den AVH lassen sich kunststoffisolierte Adern jeweils der Leiterdurchmesser 0,4 mm, 0,6 mm und 0,8 mm verbinden; ebenso können 0,4 mm dicke Adern mit 0,6 mm dicken Adern mittels AVH verbunden werden.

Bild 38
Aderverbindungshülse
(Teile halb ineinandergeschoben)



Die Aderverbindungshülsen (Bild 38) bestehen aus **drei Einzelteilen**, dem **Kontaktteil**, dem **Druckteil** und dem **Isolierter Teil**.

Bild 39
Aderverbindungszange



Die AVH wird über die Enden der beiden zu verbindenden Adern (kommend und gehend) gesteckt. Der **Kontakt** zwischen den beiden Adern wird **hergestellt**, indem die **Verbindungshülse** mit einer **Aderverbindungszange** **zusammengedrückt** wird.

Beim Verbinden der PE-isolierten Adern wird so vorgegangen, daß **zunächst bei allen Grundbündeln** auf die kommenden und gehenden **Adern** (1a kommend und 1a gehend, 1b kommend und 1b gehend, 2a kommend und 2a gehend, 2b kommend und 2b gehend) **des Vierers 5** Aderverbindungshülsen aufgeschoben und anschließend mit der Aderverbindungszange zusammengedrückt werden. In jeder Kammlücke stehen danach vier AVH. Die **Adern eines Vierers** werden **dann leicht verdreht** und nach Bild 40 vom Kamm **zurückgebogen**.

Der beschriebene Arbeitsgang wiederholt sich nun für die im Aufteilungskamm verbliebenen Vierer, wobei **von außen nach innen** gearbeitet wird, d. h. nach den Adern des Vierers 5 werden bei allen Grundbündeln die Adern des Vierers 4, danach die des Vierers 3 und des Vierers 2 und schließlich die Adern des Vierers 1 verbunden. Da die Vierer mit unterschiedlichen Farben gekennzeichnet sind, ist es grundsätzlich **nicht möglich**, die **Adern benachbarter Vierer** miteinander zu **vertauschen**. Jedoch muß darauf geachtet werden, daß **mit den Aderverbindungshülsen** **nur gleichartig gekennzeichnete Adern** (Ringkennzeichnung wie bei papierisolierten Adern) **verbunden** werden.

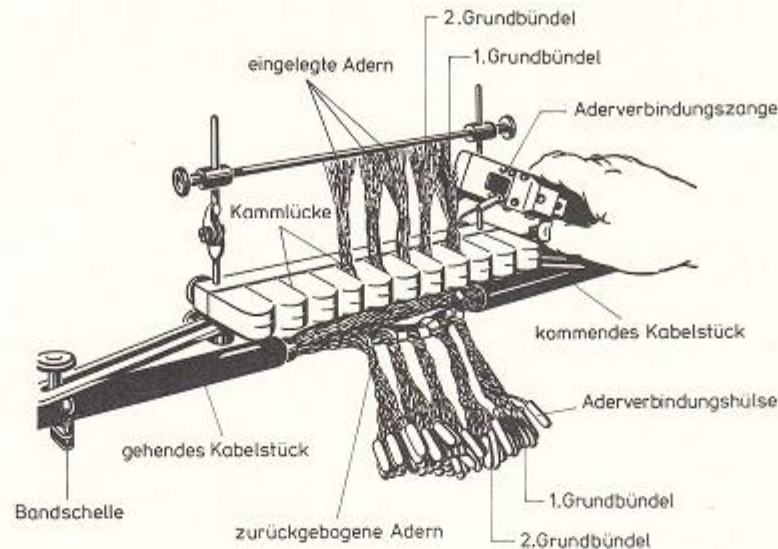


Bild 40 Anordnung der Grundbündel eines Hauptbündels im Aufteilungskamm, Verbinden der Adern mittels Aderverbindungshülsen und Zurückbiegen der durchgeschalteten Adern

Infolge des Verbindens mit Hilfe des Aufteilungskamms erhält die **Verbindungsstelle** eine **Ordnung**, die auch **nach dem Durchverbinden aller Adern eines Hauptbündels erhalten** bleiben muß. Daher werden abschließend **alle Adern eines Grundbündels an ihrer Austrittsstelle aus dem Hauptbündel miteinander verdraht** und die **Aderverbindungshülsen eines Grundbündels mit Isolierband umwickelt** und so zusammengehalten.

Auch die **Hauptbündel müssen zusammengefaßt** werden, und zwar

Hauptbündel zu 50 DA an mindestens zwei Stellen (vgl. Bild 41, das nur einen Ausschnitt der Spleißstelle zeigt),
Hauptbündel zu 100 DA an mindestens vier Stellen.

Bild 41
Bündelordnung in der
Verbindungsstelle



Die Hauptbündel können **zusammengefaßt** werden, indem die beim Zurichten der Kabelenden aufgeschobenen Gruppenringe (Polyäthylenringe) unmittelbar an die Spleißstelle herangeschoben werden oder indem das Hauptbündel **mit Isolierband umwickelt** wird.

Sind die **Adern aller Hauptbündel durchgeschaltet** und **grundbündelweise geordnet**, werden sie **geprüft¹⁾**. Danach wird der **Adervorrat** aller Grundbündel so **in die Zwischenräume der Hauptbündel gedrückt**, daß die mit Isolierband umwickelten **Aderverbindungshülsen axial zum Kabel stehen**. Alsdann wird die gesamte **Verbindungsstelle mit einer PE-Folie umwickelt**. Die Verbindungsstelle ist **unverzüglich mit einer Muffe zu schließen**, nachdem einige Beutel **Kieselgel** oder **Blaugel** eingebracht worden sind.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 3.3.3 (Seite 39).

3. 4. 4. Verbinden der Adern von PE-Ok mit Adern von AtOk

Da die PE-Ok bündelverseilt sind, werden sie aufgeteilt, wie im Abschnitt 3. 4. 3 beschrieben worden ist. Dagegen sind **Aufteilungsortskabel AtOk lagenverseilt** (Zählweise von außen nach innen); für das Aufteilen der AtOk gelten daher die Richtlinien für lagenverseilte Kabel (vgl. Abschnitt 3. 3, Seite 37).

Beim Verbinden der Adern von PE-Ok mit Adern von AtOk ist es wegen der unterschiedlichen Verseilung **zweckmäßig, die Adern in Form von Spleißbündeln aufzuteilen** und die zu verbindenden Adern **zunächst mit zwei Schlägen zusammenzudrehen**. Die **überstehenden Enden** der Adern sind danach auf etwa 75 mm Länge zu **verkürzen** und **mittels Aderverbindungshülsen zu verbinden**. Abschließend sollen die AVH und der Adervorrat in Längsrichtung zur Kabelseele gebogen werden.

3. 4. 5. Verbinden der Adern von PE-Ok mit papierisolierten Adern

Beim Übergang von PE-Ok auf lagenverseilte Kabel mit papierisolierten Adern ist die **Verbindungstechnik mit Aderverbindungshülsen nicht anwendbar**.

Die Adern der PE-Ok müssen daher wie die papierisolierten Adern **abisoliert** werden. Da die Polyäthylenisolierung verhältnismäßig fest auf den Leitern haftet, ist die Isolierhülle **mit einem Abisolierer so vorsichtig zu entfernen**, daß die **Oberfläche des Kupferleiters nicht beschädigt** wird.

Die zu verbindenden Adern werden **verwürgt** und, falls erforderlich, an den Spitzen verlötet. Die **Würigestelle** wird anschließend **parallel zur Ader umgebogen** und mittels einer übergeschobenen **Isolierhülse** isoliert. Die bei diesen Arbeiten verwendeten Isolierhülsen und Gruppenringe können aus Papier oder aus Kunststoff sein.

Die fertige Spleißstelle wird nach Einbringen der üblichen Menge Kieselgel mit Nesselband oder Glasgewebeband umwickelt und anschließend mit einer Muffe verschlossen.

3. 5. Verbinden der Kabelmäntel mit Muffen

3. 5. 1. Lötmuffentechnik an Kabeln mit Metallmantel

Die Spleißstellen müssen **luft- und wasserdicht** verschlossen werden. Dazu werden **für alle Fernmeldekabel mit Metallmantel genormte Bleimuffen** aus Hüttenblei¹⁾ verwendet. Alle Bleimuffen sind **an den Muffenhälsen innen und außen feuerverzinkt**. Die Abmessungen und Kurzzeichen der **Verbindungsmuffen** sind in DIN 47610, Blatt 1, die der **Abzweigmuffen** in DIN 47613, Blatt 1, festgelegt. **Schutzmuffen aus Grauguß** geben den zugehörigen Bleimuffen einen **besonderen mechanischen Schutz**; sie sind ebenfalls genormt, und zwar jeweils im Blatt 2 der vorgenannten Normen DIN 47610 und DIN 47613.

Die **Verbindungsmuffen** sind **einteilig und längsgeschlitzt**. Die **Kurzzeichen** und die wichtigsten Baumaße sind der Tabelle 6 zu entnehmen. Die **Schutzmuffen** haben das Kurzzeichen **FVS**, dem dieselbe Zahl angehängt ist, die die zugehörigen Verbindungsmuffen **FV** haben; z. B. gehört zur Verbindungsmuffe **FV 40** die Schutzmuffe **FVS 40**.

Tab. 6
Verbindungsmuffen

Kurzzeichen	Muffenhalsinnendurchmesser [mm]	Muffeninnendurchmesser [mm]	Länge der Muffe [mm]
FV 12	12	30	190
FV 20	20	45	240
FV 30	30	65	290
FV 40	40	85	350
FV 50	50	105	440
FV 60	60	120	500
FV 70	70	135	550
FV 80	80	150	600

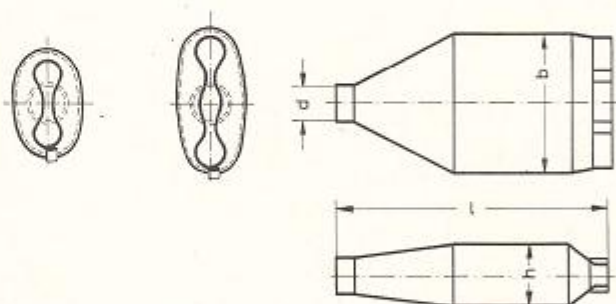
¹⁾ Hüttenweichblei Pb 99,94 nach DIN 1719.

Die Zuordnung der Verbindungsmuffen zu den Kabeln richtet sich nach dem **Kabelaußendurchmesser**, der **Paarigkeit** (DA-Zahl) und der **Spleißart** (Anzahl der Spleißbündel¹⁾).

Leiter- $\varnothing$ und Verseilung	0,4 St III		0,6 St III		0,8 St III		0,9 St I		0,9 DM		1,4 DM	
Kurzzeichen der Verbindungs- muffe	p = Anzahl der Aderpaare b = Anzahl der Spleißbündel											
	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b
FV 12	24	2	20	2	10	2	8	2	6	2	2	1
FV 20	74	2	54	2	38	2	24	2	16	2	8	2
FV 30	182	2	140	2	96	2	60	2	54	2	20	2
FV 40	322	3	250	3	170	3	112	3	96	3	42	2
FV 50	522	3	400	3	280	3	182	3	160	3	66	3
FV 60	704	3	542	3	384	3	250	3	240	3	96	3
FV 70	1066	4	840	4	580	4	384	4	338	4	130	3
FV 80	1350	4	1040	4	726	4	468	4	434	4	180	3

Tabelle 7 Zuordnung der Verbindungsmuffen zu den Kabeln

Auch die **Abzweigmuffen** (Bild 42) sind **einteilig und längsgeschlitzt**. Sie eignen sich für **zweifache** und für **dreifache Aufteilung**. Die Kurzzeichen und die wichtigsten Baumaße sind der Tabelle 8, die Zuordnung zu den Kabeln der Tabelle 9 zu entnehmen. Die zugehörigen **Schutzmuffen** haben das Kurzzeichen **FAS**; z. B. ist der Abzweigmuffe F3 A 35 die Schutzmuffe FAS 35 zugeordnet.

Bild 42
AbzweigmuffeTab. 8
Abzweigmuffen
(Maße in mm)

Form	Kurzzeichen	d	b	h	l
zweifach	F2 A 15	15	70	30	200
	F2 A 25	25	85	45	230
	F2 A 35	35	100	65	280
dreifach oder auch zweifach	F3 A 15	15	100	30	200
	F3 A 25	25	120	45	230
	F3 A 35	35	140	65	280
	F3 A 50	50	170	75	400
	F3 A 65	65	200	90	490
	F3 A 80	80	240	110	580

¹⁾ Vgl. Abschnitt 3. 3. 2, dort besonders Bild 32 (Seite 38).

Leiter-Ø und Verseilung	0,4 St III		0,6 St III		0,8 St III		0,9 St I		0,9 DM		1,4 DM	
Kurzzeichen der Abzweigmuffe	p = Anzahl der Aderpaare b = Anzahl der Spleißbündel											
	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b	p	b
F2 A 15	—	—	30	1	20	1	10	1	10	1	—	—
F2 A 25	150	2	100	1	70	1	40	1	30	1	14	1
F2 A 35	350	2	200	2	140	2	100	1	80	2	30	1
F3 A 15	—	—	30	1	20	1	10	1	10	1	—	—
F3 A 25	150	2	100	1	70	1	40	1	30	1	14	1
F3 A 35	350	2	200	2	140	2	100	2	80	2	30	1
F3 A 50	700	3	500	3	300	3	200	3	150	3	70	2
F3 A 65	1200	4	800	4	500	4	350	4	250	4	1)	1)
F3 A 80	1500	5	1200	5	800	5	500	5	1)	1)	1)	1)

Tab. 9 Zuordnung der Abzweigmuffen zu den Kabeln

In **Ausnahmefällen** können auch **Muffen** an Ort und Stelle von den Kabellöttern **selbst hergestellt** werden. Das gestreckte Blei wird dazu zurechtgeschnitten, gebogen und verlötet.

3. 5. 1. 1. Lötuffen an blanken Bleimantelkabeln (Röhrenkabeln)

Bei allen **Lötarbeiten mit Blei** soll der Kabellötter mit Mund und Nase nicht näher als unbedingt nötig an die Lötflamme herankommen; auch soll er sich nicht in Richtung des abziehenden Bleirauchs stellen.

Für das Verlöten einer Muffenverbindung an blanken Bleimantelkabeln sind in zeitlicher Reihenfolge folgende Arbeiten auszuführen:

- ① Die fertige **Spleißstelle** ist mit **Nesselband** oder **Glasgewebeband** zu umwickeln, dabei ist eine entsprechende Anzahl **Blaugelbeutel** einzulegen (vgl. Abschnitt 3. 3. 4, Seite 40).
- ② Die **Bleimuffe** wird nach Bild 43 **um die Spleißstelle gelegt** und — falls erforderlich — mit einem **Holzhammer** angeformt.

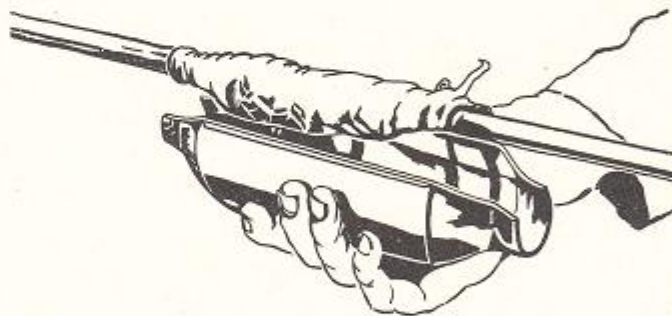


Bild 43
Anlegen der Bleimuffe

- ③ Beim Verlöten der Muffe ist darauf zu achten, daß die in der Spleißstelle enthaltene **Feuchtigkeit nicht in das Kabel gelangt** oder daß sich die Feuchtigkeit, die infolge der Lötgase entsteht, nicht in der Muffe absetzen kann.

Unmittelbar vor dem Verlöten werden die verbundenen **Kabelenden** mit der Lötflamme **zur Spleißstelle hin abgeflammt**. Dadurch entweicht die ggf. in die Kabelenden eingedrungene Feuchtigkeit, und es können sich keine Kondensringe an den Kabelenden bilden.

- ④ Die **Flächen** des Bleimantels, an denen die Muffenhälse verlötet werden, sind mit dem Kabelmesser und einer Drahtbürste zu **reinigen** und mit **Rindertalg** zu **bestreichen**.
- ⑤ Die **Lötfläche** und das **Stangenlötzinn** sind mit kleiner Flamme zu **erwärmen**; das erweichte **Lötzinn** ist auf die **Lötfläche** zu **drücken**.

¹⁾ Zuordnung ist von Fall zu Fall festzulegen.

- ⑥ Das **flüssige Lötzinn** ist mit einem Lappen, der mit Rindertalg durchtränkt ist, zu **verstreichen**, bis die **Lötfläche gleichmäßig verzinnt** ist.
- ⑦ Sind die Flächen, an denen die Bleimuffe mit dem Bleimantel zu verlöten ist, verzinnt, wird die **Bleimuffe aufgebracht**. Die **Fuge** zwischen dem **Muffenhals** und dem **Bleimantel** ist **abdichten**.
- ⑧ Ist die Fuge abgedichtet, wird der **Lötwulst hergestellt**. Dazu wird Stangenlötzinn mit der Lötflamme geschmolzen und mit einem talgetränkten Lappen verstrichen.
Der Lötwulst soll je nach Kabeldurchmesser 2,5 ... 4 cm breit sein und an seinen Rändern — zum Kabel und zur Muffe hin — flach ablaufen. Die Oberfläche des Lötwulstes muß glatt und gleichmäßig sein.
Bei diesen Arbeiten ist darauf zu achten, daß **auch die Unterseite gut verlötet** wird.
- ⑨ Sind die Lötwülste fertiggestellt, ist der sich überlappende **Längsschlitz (Lötnaht)** der Bleimuffe zu **verlöten**.
- ⑩ Dann wird der **Winkelschnitt zurückgebogen** und **dichtgelötet**.
- ⑪ Vor dem Erkalten ist die **Lötstelle mit Talg zu reinigen**.
Die Muffe muß **luft- und wasserdicht** sein; zur Kontrolle wird **auch die Unterseite der Muffe** untersucht, und zwar mit einem Spiegel.
Die Muffe darf bis zu ihrem völligen Erkalten **nicht in ihrer Lage verändert** werden, weil sonst die Gefahr besteht, daß die Lötstelle bricht.
- ⑫ Die **fertigen Lötmuffen** werden **gelagert**
in Kabelschächten zwischen zwei Kabelhaltern,
in Abzweigkästen in Kabeltragebändern.

3. 5. 1. 2. Lötmuffen an bewehrten Bleimantelkabeln (Erdkabeln)

Bei diesen Erdkabeln sind zunächst auch die Lötarbeiten auszuführen, die an blanken Bleimantelkabeln erforderlich sind (vgl. Abschnitt 3. 5. 1. 1).

Ist die Lötstelle geprüft, muß die **Erdkabelöltstelle** einen **Korrosionsschutz** erhalten. Dazu sind die **Rindertalgründe sorgfältig zu entfernen**. Dann wird die Lötstelle mit **selbstklebenden Isolierbändern aus Weich-PVC** (nach VDE 0340) **bewickelt**. Die Isolierbänder müssen **in drei Lagen gut überlappend und faltenlos** aufgewickelt werden. Für die Muffen lassen sich vorteilhaft 50 mm breite und 0,15 mm dicke Bänder verarbeiten; für die Abzweige der Abzweigmuffen sind zusätzlich 20 ... 30 mm breite Bänder zu verwenden. Diese **Bewicklung** muß so ausgeführt werden, daß sie den etwa 20 mm breiten stehengebliebenen **Rest der inneren Schutzhülle** (getränkte Papierlängen) **bis zum Abbund der Bewehrung** (vgl. Abschnitt 3. 2. 2, Seite 31) **bedeckt**.

Unmittelbar hinter dem Abbund werden die **Bewehrungen blank gemacht und verzinnt**. Danach ist ein **Kupferleiter** so **auf die Bewehrungen aufzulöten**, daß die Bewehrungen **überbrückt** sind, d.h. der Kupferleiter verbindet die Bewehrungen des kommenden Kabels mit denen des gehenden Kabels. Der Kupferleiter soll aus mehreren verdrahteten Kupferdrähten (Minstdurchmesser 0,6 mm) bestehen.

Auch bei **Übergangsspleißungen** von **Erdkabel auf Röhrenkabel** muß die **Bleimuffe überbrückt** werden. Dazu wird die **Bewehrung** des einen Kabelendes mit dem **Bleimantel** des anderen Kabelendes mittels eines **Kupferleiters** verbunden.

Die **Erdkabelmuffen** werden **auf gewachsenem Boden gelagert** (vgl. Abschnitt 3. 1 und Bild 18, Seite 29). Die Muffe wird in Sand eingebettet, mit einer 10 cm dicken Sandschicht überdeckt und schließlich mit Ziegel oder Betonabdeckplatten in Querlage abgedeckt. Die Lötstellen hochwertiger Kabel, z. B. Fernkabel, erhalten einen zusätzlichen mechanischen Schutz, indem die Bleimuffen in Kabelschutzmuffen eingebaut werden.

3. 5. 1. 3. Lötuffen an Stahlwellmantelkabeln

Die Montage der Bleimuffen erfolgt auch hier nach den Arbeitsregeln für Bleimantelkabel (vgl. Abschnitt 3. 5. 1. 1).

Bei Stahlwellmantellötstellen wird der **Korrosionsschutz** wie folgt **wiederhergestellt**:

- ① Der **Flammschutzwickel** aus Glasgewebeband (vgl. Abschnitt 3. 2. 3 und Bild 25, Seite 33) ist nach Beendigung der Lötarbeiten von den Kabelenden zu **entfernen**.
- ② Die **blanken Wellmantelstellen** sind mit **angewärmter Füllmasse** zu **bestreichen**, und zwar von der Absetzstelle der PE-Schutzhülle ausgehend zur Muffe hin. Die Füllmasse soll den Anforderungen erhöhter Haftfähigkeit und Plastizität genügen; gemäß VDE 0351 ist die Sorte SP zu verwenden.
- ③ Anschließend werden auf den Teil des Wellmantels, der mit Füllmasse bestrichen ist, **mehrere Lagen vaselinegetränkter Glasgewebebands** (50 oder 30 mm breit) **überlappend aufgewickelt**. Dabei ist **jede Wickellage gut mit der Hand zu verstreichen**. Der Wickel wird **unmittelbar am PE-Mantel angesetzt** und soll **über den Lötwell** reichen. Der Durchmesser des fertigen Wickels soll etwa gleich dem Außendurchmesser des Kabels sein.
- ④ Dann werden die nach ② und ③ geschützten Teile und die **Bleimuffe mit selbstklebendem Isolierband aus Weich-PVC umwickelt**. Dabei wird auf der Mitte der Bleimuffe **begonnen**. Das PVC-Band wird **halbüberlappend** zunächst **nach einer Seite** so weit gewickelt, daß der PE-Mantel auf einer Länge von **etwa 100 mm umwickelt** ist. Nunmehr wird das Band, ohne daß es geschnitten wird, **über die Bleimuffe zurückgewickelt**, bis auch der andere PE-Mantel auf einer Länge von 100 mm bewickelt ist. Der Wickel wird bis zur Muffenmitte **zurückgeführt** und der ganze Arbeitsgang **noch einmal wiederholt**.

Das PVC-Band ist **faltenfrei** und **ohne große Vorspannung** aufzubringen. Es empfiehlt sich, 50 mm breites Band und für die Zwickel der Abzweigmuffen zusätzlich 30 mm breites Band zu verwenden.

3. 5. 1. 4. Lötuffen an Aluminiummantelkabeln

Sind die Spleißarbeiten beendet und ist die Spleißstelle mit Nesselband oder Glasgewebeband umwickelt, werden die **Enden des Al-Mantels verzinnt**, die **Bleimuffe wird aufgebracht und verlötet** (vgl. Abschnitt 3. 5. 1. 1).

Der **Korrosionsschutz** an Al-Mänteln wird ebenso **wiederhergestellt** wie bei Stahlwellmantelkabeln (vgl. Abschnitt 3. 5. 1. 3).

Bei Aluminiummantelkabeln ist dem **Verzinnen des Al-Mantels** besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

Beim Verzinnen und bei allen Lötarbeiten an Aluminiummantelkabeln darf die **Lötstelle nicht über die Flußtemperatur oder die Schmieretemperatur des Lots hinaus erhitzt** werden. Wird das beachtet, kann die Kabelseele mit Sicherheit nicht beschädigt werden.

Die nachfolgend beschriebenen Arbeitsschritte sind **zunächst an einem Kabelende, erst danach am anderen** auszuführen.

- ① Die **Stellen des Al-Mantels**, die verzinnt werden sollen, sind mit einer **sauberen Drahtbürste blank** zu bürsten; dann dürfen diese Stellen nicht mehr mit der Hand berührt werden.
- ② Die blank gemachten Stellen sind mit einer **Lötflamme** zu **erhitzen** und durch **Einreiben mit einem Speziallot (Reibelot)** zu **verzinnen**.
Bei diesem Verzinnen dürfen **Flußmittel nicht verwendet** werden.
Das verwendete Speziallot ist ein **Metallisierungslot (LZnSn 40)** mit einem Zn-Gehalt von mindestens 60 %. Da mit dem Metallisierungslot der erwärmte Al-Mantel eingerieben wird, wird dieses Lot auch **Reibelot** genannt.
- ③ Die metallisierte — mit dem Reibelot verzinnte — Oberfläche ist **sofort mit Stangenlötzinn (LSn 35)** weiter zu **verzinnen**. Auch hierbei dürfen **Flußmittel nicht verwendet** werden; das Zinn darf mit **trockenem Kabelpapier verstrichen** werden.

Sind die Kabelenden beider Al-Mäntel verzinnt, wird die Bleimuffe aufgebracht und wie bereits beschrieben verlötet.

3.5.1.5. Kabelschutzmuffen

Für die im Erdreich gelagerten **Erdkabelststellen** mit Bleimuffen sah die FBO 12 einen **äußeren Schutz** vor, der aus einem Kasten aus Holz, Blech oder gebrannten Mauersteinen bestand, der mit Vergußmasse ausgegossen wurde. Diese Bauweise ist überholt. Die **selbstklebenden PVC-Bänder** haben sich als **Korrosionsschutz** bewährt. Für die Bleimuffen in Orts- und Ortsverbindungskabeln ist der **mechanische Schutz** meist ausreichend, der von einer Lage quer aneinandergelagerter Betonabdeckplatten geboten wird.

Die **Spleißstellen höherwertiger Kabel**, z. B. Fernkabel, sollen jedoch von **gußeisernen Schutzmuffen** (DIN 47610, Blatt 2, und DIN 47613, Blatt 2) geschützt werden. Da die **Lötwülste** — das sind die Lötverbindungen zwischen den Kabelmänteln und den Muffenhälsen — gegen Zug- und Biegebeanspruchung empfindlich sind, werden die Bleimuffen nach Bild 44 so in den Kabelschutzmuffen gelagert, daß die **Bewehrung der Bleimantelkabel von den Schutzmuffen abgefangen wird**.

Die **Lötwülste** der leichten **Aluminium- oder Stahlwellmantelkabel** sind ebenfalls vor Zug- und Biegebeanspruchung zu schützen. Bei diesen Kabeln müssen die **PE-Schutzhüllenenden in die Muffenhäse** der Kabelschutzmuffen **hineinragen**.

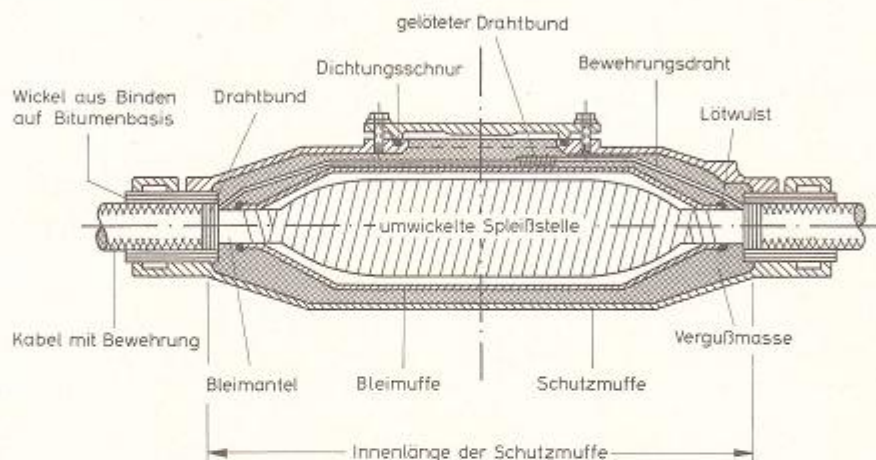


Bild 44 Fertigmontierte Kabelschutzmuffe (Verbindungsmuffe)

Wegen der Durchmesserdivergenz »Kabelaußendurchmesser — Innendurchmesser des Schutzmuffenhalses« müssen die **Kabeleinführungen besonders abgedichtet** werden. Dazu werden die **Kabelmäntel** mit besonderen Binden auf Bitumenbasis (10 mm breit) **aufgepolstert**.

Ist die Bleimuffe richtig in die Kabelschutzmuffe hineinmontiert worden, wird die **Schutzmuffe mit Vergußmasse von Typ SP** bei einer Vergußtemperatur von **120°C ausgegossen**.

Bevor die **Lötrube** in der üblichen Form mit **Erde verfüllt** wird, müssen die **Kabelenden zu beiden Seiten der gußeisernen Schutzmuffe mit gesiebttem Erdreich ausreichend fest umgeben** werden. Dadurch wird vermieden, daß unterhalb der Kabelenden Hohlräume entstehen und daß daher das Gewicht der Erdaabdeckung voll auf die Kabelenden drückt.

3.5.2. Schweißtechnik an Kabeln mit Kunststoffmantel (PE-Kabel)

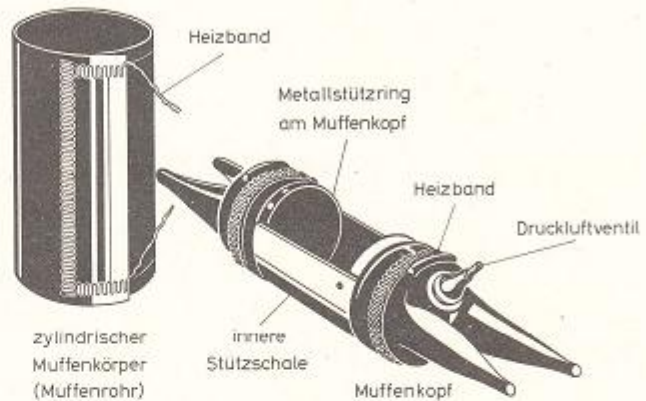
PE-Kabelmäntel werden miteinander verbunden, indem **PE-Muffen** auf die Kabelmäntel **geschweißt** werden. Für diese Arbeiten werden besonderes Fernmeldebaugerät, -bauteil und Sonderwerkzeuge benötigt.

3.5.2.1. Muffenaufbau

Aus Rationalisierungsgründen wird **nur eine Universal-muffe** verwendet, die in **vier Größen** für Kabel mit **5 ... 2000 DA** hergestellt wird. Mit dieser Universal-muffe können **Verbindungs-lötstellen und Abzweig-lötstellen** verschlossen werden.

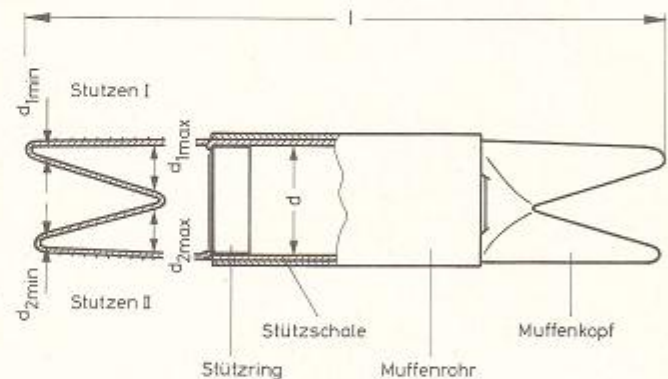
Die Universalmuffe besteht nach Bild 45 aus einem längsgeteilten zylindrischen **Muffenkörper**, einer **inneren Stützschele** und aus **zwei Muffenköpfen**. Der zylindrische Muffenkörper, das sogenannte **Muffenrohr**, ist mit einem **Heizband** ausgerüstet, welches beim späteren Verschweißen der Muffe benötigt wird. Jeder Muffenkopf hat zwei **konische Stutzen** und ein eingebautes Heizband. In jeden Muffenkopf ist ein **Stützring aus Metall** eingelassen. Einer der Muffenköpfe ist mit einem **Druckluftventil** ausgestattet, welches bei der Fehlerortung mittels Druckluft benutzt werden kann.

Bild 45
Bauteile einer PE-Muffe



Das **Fassungsvermögen**, das die vier Muffengrößen jeweils für PE-Ortskabel in Bündelverseilung haben, ist der Tabelle 5 (Seite 41) zu entnehmen. Die Tabelle 10 gibt einige Abmessungen der Muffen an.

Bild 46
Maßskizze der PE-Muffen



Bezeichnung der Muffe	Muffenrohrdurchmesser d	Stutzen I für Kabelaußendurchmesser		Stutzen II für Kabelaußendurchmesser		Länge l
		von $d_{1 \min}$	bis $d_{1 \max}$	von $d_{2 \min}$	bis $d_{2 \max}$	
VAEL 80	80	8	30	8	24	426
VAEL 120	120	20	50	16	44	615
VAEL 150	150	30	66	22	54	810
VAEL 200	200	42	86	26	66	980

Tab. 10 Abmessungen der PE-Muffen (Maße in mm)

3. 5. 2. 2. Vorarbeiten zum Aufbringen der Muffenköpfe

Der Außendurchmesser des einzuführenden Kabels wird mit einem Umfangmeßband gemessen, wobei der Außendurchmesser unmittelbar abgelesen werden kann. Dann wird der entsprechende **Stutzen** am Muffenkopf so weit **gekürzt**, daß das **Kabel** unter Spannung **hineingeschoben** werden kann. Die entstandene **Schnittkante** am Stutzenende wird **innen leicht gebrochen** (entgratet). Anschließend wird das **PE-Stutzenende** mit der **Schneidzange** in **gleichmäßigen Abständen** **achtmal eingeschnitten** (vgl. Bild 47).

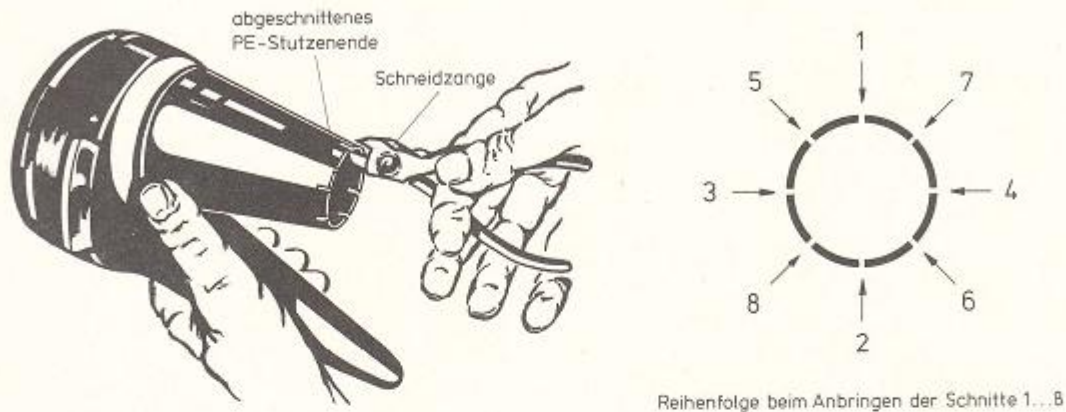


Bild 47 Handhaben der Schneidzange und Reihenfolge der Einschnitte

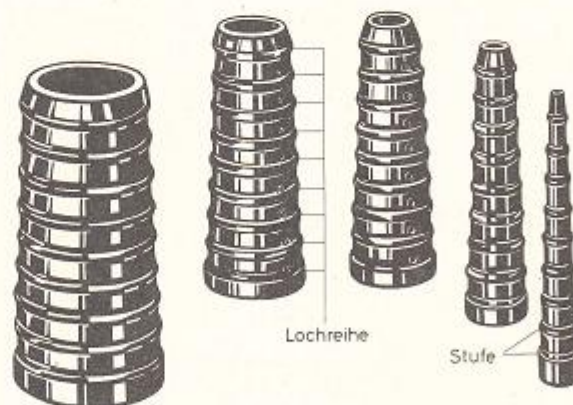
Dabei ist die Schneidzange so anzusetzen, daß die Schneide außen ist. Infolge des Einschneidens läßt sich der **Stutzen leichter aufweiten**.

Sind die Schnitte angebracht worden, muß das PE-Konusende auf einer Breite von etwa 25 mm innen und außen mit Methylenchlorid gereinigt werden.

3. 5. 2. 3. Aufbringen des Heizbands auf den Aufweitdorn und Aufweiten des Muffenstutzens

Zum **Aufweiten der Muffenstutzen** und zum **Eintemern der Heizbänder** in die Stutzen werden als Zusatzwerkzeug **Aufweitdorne** benutzt. Die Aufweitdorne (vgl. Bild 48) gibt es in **fünf Größen**.

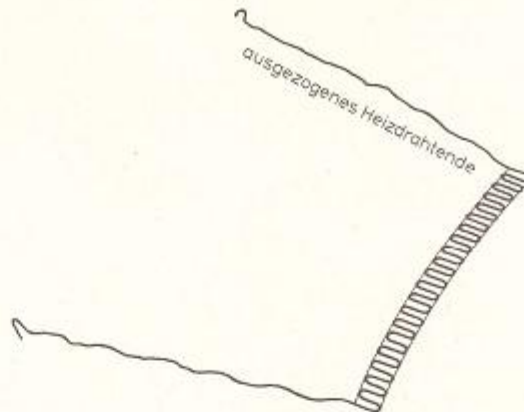
Bild 48
Aufweitdorne



Außer den bereits in den Muffenteilen fabrikatorisch angebrachten Heizbändern wird **zusätzliches Heizband** benötigt, z. B. zum Eintemern in die Muffenstutzen. Dieses Heizband wird in Rollen geliefert. Von der Rolle wird ein Stück Heizband abgeschnitten, das so **lang** sein muß wie der **Kabelumfang plus 20 mm**. Dann wird **an beiden Enden des Heizbandstücks das Heizdrahtende ausgezogen**. Dabei wird wie folgt verfahren:

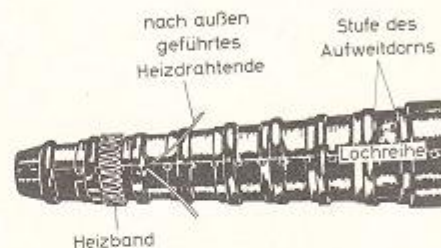
An einem Ende wird die **PE-Folie** auf eine Länge von 10 mm eingeschnitten, das **Heizdrahtende ausgezogen** und die **PE-Folie entfernt**. Dann wird das Heizband um die **Stufe** des Aufweitdorns gehalten, die dem **Kabelaußendurchmesser** entspricht. Schließlich wird an der Stelle, an der das andere Ende des Heizbands dabei auf den bereits ausgezogenen Heizdraht stößt, das **Heizdrahtende ebenfalls ausgezogen**.

Bild 49
Heizband



Das vorbereitete Heizband (Bild 49) wird so um die entsprechende Stufe des Aufweitdorns gelegt, daß die PE-Seite auf dem Dorn liegt und die freien Heizdrahtenden in der Lochreihe des Dorns liegen. Dann werden die Heizdrahtenden — wie in Bild 50 gezeigt — durch das zu dieser Stufe gehörige Loch nach außen geführt und mit einem Lackkratzer blank gemacht.

Bild 50
Aufweitdorn mit aufgelegtem
Heizband



Abschließend wird der Aufweitdorn in das eingeschnittene PE-Stutzenende eingeschoben, und zwar bis zum Ende der mit Heizband umwickelten Stufe. Dabei wird der Stutzen aufgeweitet.

3. 5. 2. 4. Eintempnen des Heizbands in den Stutzen

Zum Tempnen und auch zum späteren Schweißen werden ein besonderes PE-Schweißgerät und ein 12-Volt-Akkumulator als Spannungsquelle benutzt. Die Vorgänge laufen vollautomatisch gesteuert ab, der Bedienungsschalter ist lediglich auf »Tempnen« oder auf »Schweißen« zu stellen. Die zulässige Umgebungstemperatur liegt zwischen $+5^{\circ}\text{C}$ und $+45^{\circ}\text{C}$, dabei müssen die Temper- oder Schweißstelle und das PE-Schweißgerät die gleiche Umgebungstemperatur haben.

Auf die beiden Heizdrahtenden ist dicht an ihrem Austritt aus dem PE-Stutzenende die Schweißklammer anzuklemmen und mit selbstklebendem Isolierband auf dem aus dem Stutzen herausragenden Aufweitdorn festzukleben. Die Schweißklammer wird über eine Schnur mit Stecker mit dem Geräteausgang am Unterteil des PE-Schweißgeräts verbunden. Nunmehr kann das Gerät mittels des Bedienungsschalters auf »Tempnen« eingeschaltet werden; das PE-Schweißgerät schaltet nach Beendigung des Vorgangs selbsttätig ab. Danach muß die Temperstelle noch etwa fünf Minuten abkühlen, erst dann kann die Schweißklammer abgenommen und der Aufweitdorn vorsichtig aus dem PE-Stutzenende herausgezogen werden.

3. 5. 2. 5. Verschließen der Muffe

Nachdem die Adern der einzelnen Bündel nach Abschnitt 3. 4. 3 (Seite 43) verbunden worden sind, wird die fertige Verbindungsstelle mit einer Folie umhüllt; die Folie ist der Muffe beigegeben. Das Kupferseil der Schirmverbindung (vgl. Abschnitte 3. 2. 5 [Seite 36] und 3. 4. 1 [Seite 41]) wird auf die Länge der Verbindungsstelle zusammengefasst und außen an der Folie mit selbstklebendem Kunststoffband festgelegt.

Alle Flächen am Kabel und an der Muffe, die miteinander verschweißt werden sollen, sind mit Methylenchlorid gründlich zu säubern.

Sind die beiden Muffenköpfe auf richtigen Abstand gebracht worden, wird die Stützschaale mit den Stützringen an den Muffenköpfen verhakht. Das Muffenrohr wird so auf die Muffenköpfe aufgelegt, daß beide Querseiten des Rohrs an den Anschlägen der Muffenköpfe anliegen und das längs aufgeheftete Heizband etwa über die Mitte der Stützschaale verläuft.

Als Druckbandage für das Schweißen der Muffenlängsnaht und der Muffenrundnähte wird ein Spannband mit drei Spannkloben angelegt; für die Stütznähte sind zwei Gummibänder mit Stahlbandeinlage anzulegen.

Nachdem die jeweiligen Heizdrahtenden blank gemacht worden sind und die Schweißklammer angeschlossen und mit selbstklebendem Isolierband festgelegt worden ist, kann das PE-Schweißgerät angeschlossen und sein Bedienungsschalter auf »Schweißen« geschaltet werden. Die Nähte werden in folgender Reihenfolge verschweißt:

- Rundnähte am Muffenkopf,
- Kabelmäntel mit dem Muffenstutzen,
- Muffenlängsnaht.

Die Druckbandagen dürfen erst nach dem Erkalten der Schweißstellen abgenommen werden. Die aus den Schweißnähten herausragenden Heizdrahtenden werden noch für ein evtl. Öffnen und Wiederverschließen der Muffe benötigt. Damit sie nicht vorzeitig abbrechen, sind sie zu schützen, indem sie in die Hohlkehlen der miteinander verschweißten Teile eingelegt und mit selbstklebendem Isolierband überklebt werden.

Bei Erdkabeln darf die Muffe erst dann verschweißt werden, nachdem sie in ihre endgültige Lage ausgerichtet worden ist.

3. 5. 3. Gießharzmuffentechnik

Gießharz hat sich seit langem bewährt zum Ausgießen von Verbindungs- oder Abzweigmuffen bei Tragseil-Kunststoff-Luftkabeln (LksT)¹⁾. Dieses Verfahren ist ebenfalls gut geeignet für Verbindungsstellen zwischen niederpaarigen Metallmantelkabeln (Außenkabel) und Installations- oder Aufteilungsortskabeln.

Bei dieser Technik wird die fertige Spleißstelle am Montageort zunächst mit einer Behelfsform umgeben. Sind die beiden Komponenten des Gießharzes — Kunstharz und Härter — an Ort und Stelle vermischt worden, wird das Gießharz in die Behelfsform gegossen bzw. gepreßt. Die Aushärtezeit der Gießharzmuffen beträgt mehrere Stunden.

Ein Nachteil der Gießharzmuffe ist, daß die Spleißstelle nur wieder geöffnet werden kann, indem die gehärtete Muffe völlig zerstört wird.

3. 5. 3. 1. Gießharzstopfen

Im Ortsnetz sind Hauptkabel häufig an Druckluftüberwachungsanlagen angeschlossen; diese Kabel müssen mit Stopfstellen abgedichtet werden. Für das Herstellen von Stopfstellen hat das FTZ besondere Richtlinien herausgegeben, auf die im Rahmen dieses Lehrstoffs nicht näher eingegangen werden soll.

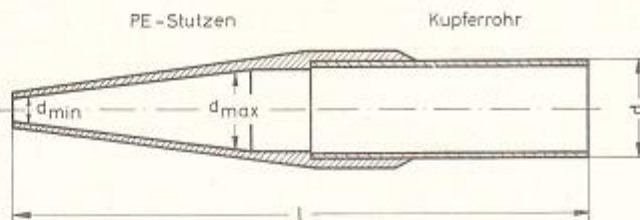
Die Verfahren zum Herstellen der Stopfstellen, besonders das zum Herstellen der Preßstopfen, sind z. Z. noch in der Entwicklung und Erprobung. Stopfstellen für papierisolierte Kabel werden nach dem derzeitigen Stand aus Epoxidharz — Bezeichnung der DBP: LDF — hergestellt. Stopfstellen für PE-Ortskabel sind aus Polyurethan-Gießharz — Bezeichnung bei der DBP: SDL — anzufertigen. SDL hat eine geringere Wärmeentwicklung und -ausdehnung als LDF; wegen der Wärmeempfindlichkeit der PE-Isolation ist daher SDL für PE-Ortskabel erforderlich.

3. 5. 4. Übergangstechniken bei Verbindungen zwischen Kabeln mit Metallmantel und Kabeln mit Kunststoffmantel

Besondere wasser- und druckluftdichte Übergangsrohre UR gestatten es, PE-Ortskabel mit Kabeln beliebiger Metallmäntel zu verbinden. Das Übergangsrohr besteht nach Bild 51 und Bild 52 aus einem Kupferrohr, das an einem Ende einen konischen PE-Stutzen hat. Diese Übergangsrohre gibt es in fünf Größen (siehe Tabelle 11). Die Zuordnung der Übergangsrohre richtet sich nach dem Außendurchmesser der Kabel.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 2. 2. 1. 1 (Seite 21)

Bild 51
Maßskizze der Übergangsrohre



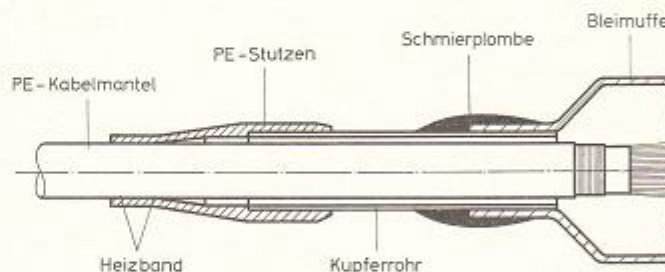
Bezeichnung des Übergangs- rohrs	Kupferrohr		Durchmesser ¹⁾ des Polyäthylen- stutzens (Konus)		Länge des Übergangs- rohrs l
	Außen- durch- messer d	Wand- dicke s	d _{min}	d _{max}	
ÜR 30	30	1	9	26	212
ÜR 40	40	1	13	36	212
ÜR 50	50	1	15	46	277
ÜR 70	70	2	40	64	287
ÜR 90	90	2	60	84	287

Tab. 11 Abmessungen der Übergangsrohre (Maße in mm)

3. 5. 4. 1. Montage der Übergangsrohre

Ist der **PE-Stutzen** — wie in den Abschnitten 3. 5. 2. 2 und 3. 5. 2. 3 (Seite 52) beschrieben — **vorbereitet**, wird das **Ende** des Kabels mit **PE-Mantel** so weit **durch** den **PE-Stutzen** **geschoben**, daß am freien Ende des **Kupferrohrs** eine Spleißstelle in **Bleimuffenausführung** hergestellt werden kann. Um die Lötarbeiten zu erleichtern, ist dieses Ende des Kupferrohrs verzinnt. Der Abschluß zwischen dem **PE-Mantel** und dem **PE-Stutzen** wird in **PE-Schweißtechnik²⁾** ausgeführt. Im Bild 52 ist eine Verbindungsstelle mit einem Übergangsrohr dargestellt.

Bild 52
Verbindungsstelle zwischen einem
Kabel mit PE-Mantel und einem
Kabel mit Metallmantel



3. 6. Aufteilen der Kabel mit Aufteilungsmuffen

Die hochpaarigen **Anschlußkabel** oder die **Ortsverbindungskabel** werden in den **Vermittlungsstellen** im **Kabelaufteilungsraum** oder im **Kabeleinführungsschacht** mit Hilfe von **Aufteilungsmuffen AtM** auf 50-, 100- oder 150paarige **PVC-isolierte Aufteilungsortskabel AtOk** aufgeteilt. Diese Aufteilungsortskabel werden dann über den **Hochführungsschacht** an die **Sicherungs- oder Trennleisten** des **Hauptverteilers HVt** herangeführt.

Für Ortsanschluß- und Ortsverbindungskabel gibt es AtM in **vier Größen**. In den Tabellen 12 ... 15 sind die Baumaße für die AtM, die zugehörigen Abschlußdeckel und die Zuordnung der Aufteilungsmuffen zu den Ortskabeln angegeben.

¹⁾ Maße gelten gleichzeitig für die Außendurchmesser der einzuführenden PE-Ok.

²⁾ Vgl. Abschnitte 3. 5. 2. 3, 3. 5. 2. 4 und 3. 5. 2. 5 (Seite 52 ... 54).

Kurzzeichen	Form	Halsweite [mm]	Muffenweite [mm]	Muffenhöhe [mm]	größte Anzahl Aufteilungskabel	Norm
AtM I	rund	∅ 40	∅ 110	360	3	FTZ-Zeichnungs-Nr. 73665 Wz 1
AtM II	rund	∅ 55	∅ 160	360	7	
AtM III	rechteckig	∅ 85	300 × 160	420	14	
AtM IV	rechteckig	∅ 85	300 × 160	520	14	

Tab. 12 Aufteilungsmuffen für Ortskabel (Werkstoff: Kabelblei Kb-Pb DIN 17640)

Kurzzeichen	Deckelmaße (innen) [mm]	Durchführungen	Norm
AtMD Pb I	∅ 118	3	FTZ-Zeichnungs-Nr. 736 965 08 Wz 1
AtMD Pb II	∅ 168	7	
AtMD Pb III/IV	309 × 169	14	

Tab. 13 Deckel für AtM I . . . IV aus Blei zum Einführen von bleiummantelten Aufteilungskabeln

Kurzzeichen	Deckelmaße (innen) [mm]	Stopfbuchsen	Norm
AtMD Ms I	∅ 120	3	FTZ-Zeichnungs-Nr. 736 965 08 Wz 2
AtMD Ms II	∅ 170	7	
AtMD Ms III/IV	311 × 171	14	

Tab. 14 Deckel für AtM I . . . IV aus Messing (verzinkt) mit Stopfbuchsen zum Einführen von kunststoffummantelten Aufteilungskabeln

AtM	Für Kabel		
	mit 0,4 mm Leitern bis zu	mit 0,6 mm Leitern bis zu	mit 0,8 mm Leitern bis zu
Bleimantelkabel			
I	350 DA	250 DA	150 DA
II	700 DA	500 DA	300 DA
III	1 200 DA	1 000 DA	600 DA
IV	2 000 DA	1 200 DA	700 DA
Stahlwellmantelkabel			
I	350 DA	200 DA	100 DA
II	700 DA	450 DA	250 DA
III	1 200 DA	800 DA	500 DA
IV	1 500 DA	1 000 DA	600 DA
Aluminiummantelkabel			
I	250 DA	150 DA	100 DA
II	600 DA	400 DA	250 DA
III	1 200 DA	800 DA	500 DA
IV	1 500 DA	1 000 DA	600 DA

Tab. 15 Zuordnung der AtM zu den Anschluß- und Ortsverbindungskabeln (St III-verseilt)

Sind die in der AtM aufgeteilten **Ortskabel** an die **Druckluftüberwachung** angeschlossen, muß **vor der AtM** eine **Stopfstelle** hergestellt werden. Druckluftüberwachte **Fernkabel** werden in besonderen Aufteilungsmuffen, sogenannten **Zweikammermuffen**, aufgeteilt, die einen druckluftdichten Abschluß gewährleisten.

3. 6. 1. Abschließen und Aufteilen von Ortskabeln

Im folgenden werden die Arbeitsgänge beschrieben, die erforderlich sind, um Ortskabel abzuschließen und aufzuteilen.

3. 6. 1. 1. Vorrichten der Kabel

Die AtM werden **am Muffengestell** in senkrechter oder in waagrecht Lage so hoch **befestigt**, daß sie für Spleiß- und Lötarbeiten gut erreichbar sind. Das **hochpaarige Außenkabel** wird **auf Kabelhaltern** gelagert und bis zum **Platz der AtM** geführt.

Damit die **Aufteilungsspleißstelle** **vorgerichtet** werden kann, werden das **Außenkabel** und die **Aufteilungsorts-kabel** in die Lage gebracht, die sie nach dem Spleißen in der fertigen Muffe einnehmen werden. Die **Kabel-mäntel** werden so **abgesetzt**, daß sie noch etwa **2 ... 3 cm** in den **Muffenhals** oder etwa **2 ... 3 cm** unterhalb des Muffendeckels in die **Muffe hineinragen**. Die AtOk werden nach ihrer Nummernfolge in die **zugehörigen Löcher** (Stopfbuchsen) des Muffendeckels gesteckt. Die Löcher im Deckel **zählen bei runden Muffen rechts-herum, bei rechteckigen Muffen von links nach rechts**.

3. 6. 1. 2. Spleißstelle in der Aufteilungsmuffe

Die **Adern** des Außenkabels und der Aufteilungskabel (AtOk sind bündelverseilt) werden **nach hinten umge-bogen**. Alle **Adern** sind vor dem Verspleißen **elektrisch** auf Durchgang, Berührung und Schluß zu **prüfen**. Dann werden die **Adern** in der **Zählfolge** miteinander **verbunden**, dazu werden je nach Aderisolierung Würge- oder Klemmverbindungen ausgeführt.

3. 6. 1. 3. Verlöten der Aufteilungsmuffe

Vor dem **Zulöten** der AtM wird die **Spleißstelle** elektrisch **geprüft**, und es wird Blaugel in die Muffe eingelegt. Die Aufteilungsmuffe soll **zügig** mit dem Deckel **verlötet** werden. Dabei muß besonders auf die flammge-fährdeten Dichtungsringe in den Stopfbuchsen und auf die PVC-Isolation der Aufteilungskabel geachtet werden. An der Lötnaht zwischen der Aufteilungsmuffe und dem Deckel wird **kein Wulst** geschmiert. Die Aufteilungskabel können oberhalb der Stopfbuchsenverschraubungen mit beschreibbaren selbstklebenden Streifen versehen werden, auf denen die weitergeführten DA des Außenkabels zu vermerken sind.

3. 7. Bepulungs- und Ausgleichsarbeiten

Fernmeldekabel haben gegenüber Freileitungen den Nachteil, daß sie die Sprechwechselströme stärker dämpfen. Bei den verhältnismäßig kurzen Ortsanschlußleitungen macht sich diese Dämpfung noch nicht störend bemerkbar. Bei **längeren Leitungen**, z. B. bei Ortsverbindungsleitungen, kann die **Dämpfung** bereits **störend** wirken. Daher wäre in diesen Fällen ein störungsfreier Fernsprechverkehr nicht gewährleistet, wenn nicht besondere Maßnahmen ergriffen werden würden.

Außerdem kann infolge eines nichtsymmetrischen Kabelaufbaus ein **Nebensprechen** entstehen, bei dem ein Teil der auf der einen Leitung übermittelten Sprachenergie auf andere Leitungen übertritt und sich dort als **Störgeräusch** bemerkbar macht.

Die **Leitungsdämpfung** von Kabeln läßt sich **vermindern**, indem die **Induktivität** der Kabelleitungen mit Hilfe von **Spulen** künstlich **erhöht** wird. Diese zusätzlichen Spulen werden **Pupinspulen¹⁾** genannt; sie werden in **regelmäßigen Abständen** in die Kabelstrecke **eingebaut**. Dieses Verfahren ist das **«Bespulen»** oder **«Pupinisieren»**. Eine **«Spulenfeldlänge»** ist die **Länge des Abschnitts** zwischen zwei Spulen. **«Spulenpunkte»** sind die **Kabelstellen, an denen die Spulen in Spulenkästen eingebaut sind**.

Liegt die Dämpfung einer Kabelstrecke nach dem Bespulen unter dem höchstzulässigen Grenzwert, können trotzdem noch Störungen infolge Nebensprechens auftreten. Dem **Nebensprechen** wird **bei der Kabelfertigung entgegengewirkt**, und zwar durch folgende **Maßnahmen**:

- ① Das Nebensprechen kann beeinflusst werden von der **Verseilart** der Kabeladern (St III-, St I- oder DM-Verseilung) und durch **unterschiedliche Schlaglängen und Schlagrichtungen** bei den einzelnen Verseillagen.
- ② Das Nebensprechen kann außerdem vermindert werden durch **hohe Anforderungen an die Genauigkeit beim Herstellen** des Kabels, besonders hinsichtlich der **Symmetrie des Viereraufbaus**. Außerdem kann es herabgesetzt werden durch **Verwendung hochwertiger Isoliermaterialien**, durch eine gewissenhafte **Materialprüfung** und eine entsprechende **Auslese**.

Fertigungsverfahren und Fertigungsgenauigkeit geben eine Nebensprechqualität, die garantiert wird durch die **Wahl des entsprechenden Fernmeldekabels** nach den **VDE-Vorschriften 0816** oder nach den betreffenden **Pflichtenheften**. Diese Nebensprechqualität ist **innerhalb der zulässigen Toleranzen** mehr oder weniger konstant.

Oft werden aber die **Mindestforderungen an die Nebensprechdämpfung** auch dann **nicht erreicht**, wenn entsprechend den VDE-Vorschriften oder den Pflichtenheften gefertigte Kabel zusammengeschaltet werden. In diesen Fällen muß dem Nebensprechen **an der fertigen Kabelanlage** begegnet werden, und zwar sind hier der **Kondensatorausgleich** und der **Kreuzungsausgleich** möglich.

Das Nebensprechen wird hauptsächlich durch **kapazitive Kopplungen** hervorgerufen. Nachdem eine Kabelstrecke (Spulenfeldlänge) ausgelegt, durchverbunden und bespult ist, werden etwaige Kapazitätsunterschiede zwischen Paaren und Vierern gemessen. Beim eigentlichen **Kondensatorausgleich** werden diese Kapazitätsunterschiede mit Hilfe von **Ausgleichskondensatoren** aufgehoben. Dabei werden die Ausgleichskondensatoren **zwischen die betreffenden Kabeladern** oder auch — bei Außenerdkopplungen — **zwischen Ader und Kabelmantel** geschaltet. Die Ausgleichskondensatoren werden von einer sogenannten **Kondensatormuffe** aufgenommen, die möglichst **in der Mitte des Spulenfelds** eingebaut wird.

Beim **Kreuzungsausgleich** wird versucht, die zwischen den Adern eines Vierers gemessenen Kapazitätsunterschiede dadurch zu verkleinern oder aufzuheben, indem die **Adern** oder Vierer **nicht glatt durchgeschaltet** werden. Dabei werden die Adern und Vierer **in einigen Spleißstellen nach bestimmten Regeln miteinander gekreuzt**, d. h. **vertauscht**. Am Anfang und Ende der Kabelstrecke müssen jedoch die Adern und Vierer wieder so liegen, daß die übliche Zählweise angewendet werden kann.

¹⁾ Genannt nach dem Amerikaner Pupin, der dieses Entdämpfungsverfahren 1901 entwickelte.

3.8. Fragen zu Abschnitt 3 (Herstellen von Spleißstellen und Muffenverbindungen in Fernmeldekabeln)

1. Erläutere den Begriff »Spleißstelle«!
2. Wie müssen Muffenverbindungen grundsätzlich ausgeführt werden?
3. Warum müssen die Kabel in den Abschlußeinrichtungen luft- und wasserdicht abgeschlossen werden?
4. Wie wird eine Spleißstelle benannt, in der die Adern eines Kabels auf zwei oder mehrere weiterführende Kabel aufgeteilt werden?
5. Wie wird die fertige Muffe einer Erdkabelstörstelle richtig gelagert?
6. Worauf ist der Kabelschacht sorgfältig zu prüfen, bevor er bestiegen werden kann?
7. Wo dürfen Propangasflaschen, mit denen die Propanbrenner betrieben werden, nicht aufgestellt werden?
8. Zähle einiges Lötbaugeschütz auf!
9. Wie wird verfahren, um beim Zurichten der Kabelenden die Stellen auf dem Kabelmantel zu markieren, an denen später die Muffenkante ist?
10. Wie weit soll der Kabelmantel auf beiden Muffenseiten in den Muffenhals hineinragen?
11. Beschreibe in Stichworten die wichtigsten Arbeitsschritte beim Zurichten der Kabelenden eines Bleimantelkabels!
12. Was muß bei Röhrenkabeln mit Druckluftfüllung vor dem Anschneiden und Abmanteln überprüft werden?
13. Worauf ist beim Abmanteln besonders zu achten?
14. Zähle in richtiger Reihenfolge die Arbeitsgänge auf, die beim Abmanteln eines bewehrten Bleimantelkabels ausgeführt werden müssen!
15. Womit und an welcher Stelle wird die äußere Schutzhülle eines Erdkabels der Form PMbc festgelegt?
16. Wie wird die innere Schutzhülle entfernt und somit der Bleimantel freigelegt?
17. Warum erhält die Kabelseele an der Mantelkante einen schmalen Wickelbund, der möglichst etwas unter den Kabelmantel zu schieben ist?
18. Welche Sonderwerkzeuge werden benötigt, um Kabelenden von Stahlwellmantelkabeln der Form PWE2Y zurichten zu können?
19. Welche Arbeitsschritte sind notwendig, um die Kabelenden eines Stahlwellmantelkabels zuzurichten?
20. Erläutere in Stichworten, wie die PE-Schutzhülle eines Kabels der Form PWE2Y abgenommen wird!
21. Wie groß muß der Abstand zwischen der Absetzstelle der PE-Schutzhülle und dem Muffenhals sein? Was ist zu beachten, wenn (z. B. bei Erdkabelstörstellen) zusätzlich gußeiserne Schutzmuffen verwendet werden?
22. Wie, an welcher Stelle und zu welchem Zweck wird ein Flammenschutz hergestellt?
23. Wie wird der Stahlwellmantel an den für die Lötung vorgesehenen Stellen bearbeitet, nachdem der Korrosionsschutz entfernt worden ist?
24. Beschreibe, wie der Stahlwellmantel mit Hilfe eines passenden Wellenschneiders und einer Wellmantelschere abgesetzt wird!
Wie muß dabei stets die Schnitttrichtung verlaufen?
25. Womit wird die freigelegte Kabelseele unmittelbar an der Absetzstelle des Stahlwellmantels gegen Beschädigungen geschützt?
Wie wird dabei verfahren, damit auch bei den nachfolgenden Spleißarbeiten Verletzungen des Arbeiters vermieden werden?
26. Warum wird der Mantel von Erd- oder Röhrenkabeln der Form PLE2Y oder PLDE2Y erst unmittelbar vor dem Aufbringen der Bleimuffe verzinkt?
27. Wie wird verfahren, um einen Aluminiummantel abzusetzen?
28. Welche besonderen Schutzmaßnahmen sind bei Kabeln, die unter Starkstrombeeinflussung stehen, zu treffen, bevor die Spleiß- und Lötarbeiten begonnen werden?
29. Wie wird eine galvanische Verbindung an bewehrten Bleimantelkabeln ausgeführt?
Welche Teile der Kabelenden müssen dabei miteinander verbunden werden?

30. Nenne die drei Hauptpunkte, die beim Verbinden von Kabeladern erfüllt werden müssen, damit einwandfreie Spleißstellen entstehen!
31. Zähle die einzelnen Arbeitsgänge beim Spleißen von Kabeladern auf!
32. Wozu werden Gruppenringe benutzt?
33. Welche Farbe hat der Gruppenring eines Zählvierers?
34. In welcher Form soll die Kabelseele von hochpaarigen Kabeln ausgebonden werden, um Ader- oder Viererverwechslungen auszuschließen?
35. In welcher Reihenfolge werden die Adern lagenverseilter Kabel miteinander verspleißt?
36. Beschreibe die »Handgriffe«, mit denen zwei Adern miteinander verwürgt werden!
37. Womit wird die parallel zur Ader umgebogene Würgestelle gegen Berührung mit anderen Würgestellen geschützt?
38. Wie sind die Würgestellen zusätzlich zu behandeln, bei denen Cu-Leiter mit einem Durchmesser von 0,4 mm mit Leitern größeren Durchmessers verbunden werden?
39. Wie müssen die einzelnen Viererspleiße gegeneinander angeordnet werden, damit eine schlanke Spleißstelle entsteht?
40. Skizziere die Anordnung der Viererspleiße in einer Verbindungs-lötstelle mit fünf Spleißbündeln!
41. Werden in einer Verbindungs-lötstelle zwei Kabellängen miteinander verbunden, die nicht gleichpaarig sind, verbleiben in dieser Lötstelle Vorratsadern.
Wie werden diese Vorratsadern behandelt?
42. Wie müssen in Verzweigungs-lötstellen oder Aufteilungs-lötstellen die abzuzweigenden Aderpaare aufgeteilt werden?
43. Aus welchen Unterlagen kann bei Verzweigungs-lötstellen entnommen werden, wie die Kabeladern aufzuteilen sind?
44. Mit welchem Prüfgerät wird die fertiggestellte Spleißstelle geprüft, bevor sie mit einer Muffe verschlossen wird?
45. Auf welche möglichen Fehler muß die fertiggestellte Spleißstelle geprüft werden?
46. Ist es gestattet, Adervertauschungen in der nächsten Spleißstelle auszugleichen?
47. In welchen Fällen muß ein Prüfstumpf hergestellt werden?
48. Wie und womit wird die gesamte Spleißstelle abschließend behandelt, nachdem sie geprüft worden ist und bevor sie mit einer Muffe verschlossen wird?
49. Welche zusätzlichen Maßnahmen müssen bei Kabeln mit Bündelverseilung und PE-isolierten Adern unmittelbar nach dem Absetzen der Kabelenden getroffen werden, damit die einzelnen Hauptbündel nicht auseinanderfallen?
50. Warum werden beim Aufteilen bündelverseilter Fernmeldekabel verschiedenfarbige Gruppenringe (rot — grün — grau — gelb — weiß) verwendet?
51. Welche Vorteile bietet der Aufteilungskamm beim Verbinden von Kabeladern in Bündelverseilung?
52. Auf welche Weise wird der Aufteilungskamm angebracht?
53. Mit welchen Hauptbündeln wird begonnen, wenn die Grundbündel in den Aufteilungskamm eingelegt werden?
54. Welche Vierer werden in die erste Kammlücke — vom kommenden Kabelstück aus gezählt — eingelegt?
55. In welcher Reihenfolge werden die Vierer eines Grundbündels in eine Kammlücke eingelegt?
56. Womit und wie werden die zusammengehörenden (kommenden und gehenden) PE-isolierten Adern verbunden, ohne daß die Leiter abisoliert, verwürgt oder an ihren Spitzen verlötet werden müssen?
57. In welcher Vierer-Reihenfolge innerhalb der in den Aufteilungskamm eingelegten Grundbündel werden die Adern miteinander verbunden, leicht verdrallt und vom Kamm zurückgebogen?
58. Warum ist es nahezu ausgeschlossen, daß die PE-isolierten Adern benachbarter Vierer vertauscht werden?
59. Auf welche Kennzeichnung ist zu achten, wenn innerhalb eines Vierers die Adern (z. B. 1a kommend mit 1a gehend) verbunden werden?
60. Wie werden die Adern zweckmäßig aufgeteilt, wenn PE-Ok mit AtOk verbunden werden sollen?

61. Warum müssen die PE-isolierten Adern bündelverseilter Kabel abisoliert werden, wenn sie mit papierisolierten Adern lagenverseilter Kabel verbunden werden sollen?
62. Aus welchem Material bestehen die Muffen, mit denen die Spleißstellen an Metallmantelkabeln luft- und wasserdicht verschlossen werden?
63. Was bedeuten folgende Kurzzeichen: FV 50 — FVS 70 — F2A25 — F3A65 — FAS25?
64. Warum werden die verbundenen Kabelenden unmittelbar vor dem Verlöten der Bleimuffe zur Spleißstelle hin «abgeflammt»?
65. Auf welche Weise werden die Flächen des Bleimantels, an denen die Muffenhäse verlötet werden, für diese Lötarbeiten vorbereitet?
66. Was ist zunächst mit Stangenlötzinn abzudichten, wenn die Bleimuffe aufgebracht worden ist?
67. Wie wird der Lötswulst hergestellt, welche Form soll der Lötswulst haben, und wie soll die Oberfläche des Lötswulstes beschaffen sein?
68. Warum wird der Winkelschnitt erst dann zurückgebogen und dichtgelötet, wenn die Lötswulste hergestellt und der sich überlappende Längsschlitz verlötet worden ist?
69. Warum darf die Lötstelle erst dann in ihrer Lage verändert werden, wenn sie völlig erkaltet ist?
70. Worauf und wie werden die fertigen Löt-muffen in Kabelschächten gelagert?
71. Wie wird der Korrosionsschutz bei Erdkabel-lötstellen an bewehrten Bleimantelkabeln hergestellt?
72. Womit und wie sind die Bewehrungen des kommenden Kabelstücks und des gehenden Kabelstücks zu verbinden?
73. Wie wird die Bleimuffe einer Übergangsspleißung PMbc auf PM überbrückt?
74. Wie wird eine Erdkabelmuffe gegen mechanische Beschädigungen geschützt?
75. Welche Aufgaben haben Kabelschutz-muffen?
76. Zähle in Stichworten die Arbeitsschritte auf, mit denen der Korrosionsschutz bei Stahlwellmantellötstellen wiederhergestellt wird!
77. Was ist beim Verzinnen und bei allen Lötarbeiten an Aluminiummantelkabeln besonders zu beachten, damit die Kabelseele nicht beschädigt wird?
78. Erläutere, wie die Enden des Aluminiummantels verzinkt werden, bevor die Bleimuffe aufgebracht und verlötet wird!
79. Wie wird der Korrosionsschutz an Aluminium-mänteln wiederhergestellt?
80. Warum werden die Bleimuffen so in den Kabelschutz-muffen gelagert, daß die Bewehrung der Bleimantelkabel von den Schutz-muffen abgefangen wird?
81. Warum müssen bei Aluminium- oder Stahlwellmantelkabeln die PE-Schutzhüllenenden in die Muffenhäse der Kabelschutz-muffen hineinragen?
82. Warum werden die Kabelmäntel an den Stellen, an denen sie im Schutz-muffenhals zu liegen kommen, mit Binden auf Bitumenbasis aufgepolstert?
83. Mit welcher Vergußmasse wird die Kabelschutz-muffe nach erfolgter Montage ausgegossen?
84. Wie wird vermieden, daß unterhalb der Kabelenden Hohlräume entstehen und somit die Erdabdeckung mit ihrem vollen Gewicht auf die aus der Kabelschutz-muffe austretenden Kabelenden drückt?
85. Aus welchem Material sind die Muffen hergestellt, mit denen die Spleißstellen an PE-Kabelmänteln verschlossen werden?
86. In welcher Technik werden die Muffen mit den PE-Kabelmänteln verbunden?
87. Warum werden die Muffen für PE-Kabelmäntel «Universal-muffen» genannt?
88. Aus welchen Teilen besteht eine PE-Universal-muffe?
89. Wie viele Stutzen hat jeder Muffenkopf?
90. Welchen Vorteil bietet die konische Form der Stutzen?
91. Wie wird ein Muffenstutzen vorbereitet, damit er das einzuführende Kabel aufnehmen kann?
92. Welche Werkzeuge werden benutzt, um die Muffenstutzen aufzuweiten und ein Heizband in die Stutzen einzutempeln?
93. Wie lang muß das Heizband sein, das in einen Stutzen eingetempert werden soll?

94. Welche Seite des Heizbands muß auf dem Aufweitdorn liegen?
95. Welche Geräte werden benötigt, um die Heizbänder einzutempnen?
96. Womit wird die Druckbandage für das Schweißen der PE-Muffe hergestellt?
97. In welcher Reihenfolge werden die Nähte einer PE-Muffe verschweißt?
98. Erst wann dürfen die Druckbandagen wieder abgenommen werden?
99. Erläutere grundsätzlich, wie eine Gießharzmuffe hergestellt wird!
100. Welchen Nachteil haben Gießharzmuffen?
101. Welche Kabel müssen mit Stopfstellen abgedichtet werden?
102. Welches Fernmeldebauzeug wird benötigt, um eine Muffenverbindung zwischen einem PE-Ortskabel und einem Kabel mit Metallmantel herzustellen?
103. Wie werden die hochpaarigen Anschlußkabel oder die Ortsverbindungskabel im Kabelaufteilungsraum oder im Kabeleinführungsschacht einer Vermittlungsstelle behandelt?
104. Aus welchem Werkstoff sind die Aufteilungsmuffen für Ortskabel hergestellt?
105. Aus welchem Material bestehen die Deckel für AtM zum Einführen von bleiummantelten Aufteilungskabeln und von kunststoffummantelten Aufteilungskabeln?
106. In welcher Lage werden die Aufteilungsmuffen am Muffengestell befestigt?
107. Wie lang müssen die Kabelmäntel der Außenkabel und der Aufteilungs Ortskabel abgesetzt werden?
108. Auf welche Weise läßt sich die Leitungsdämpfung von Kabeln vermindern?
109. Durch welche Maßnahmen kann dem Nebensprechen bei der Kabelfertigung entgegengewirkt werden?
110. Wie werden die beiden Ausgleichsverfahren genannt, mit denen einem Nebensprechen an der fertigen Kabelanlage begegnet werden kann?

4. Kabelabschluß- und Verzweigereinrichtungen¹⁾

4.1. Hauptverteiler HVt

Der Hauptverteiler HVt ist schaltungstechnisch die **Verbindungs- und Trennstelle** (Umschalteneinrichtung) **zwischen den Außenkabeln** (z. B. Anschlußkabel) **und den Innenleitungen** (Schaltleitungen und Schaltkabel), die zu den Inneneinrichtungen der Vermittlungsstelle führen.

Der HVt nimmt alle **Leitungen des Fernsprechnetzes** (Anschlußbereich der VSt) auf. Dazu zählen

- die Hauptanschlußleitungen,
- die Ortsverbindungsleitungen,
- die Ortsleitungen des Selbstwählerndienstes,
- die Leitungen für die Fernsprechsonderdienste und die Fernsprechanagedienste,
- die sonstigen Leitungen, wie Nebenanschlußleitungen und Querleitungen, die ggf. am HVt nur durch-verbunden werden,
- die Telexleitungen.

Der Hauptverteiler ist **Bestandteil jeder Vermittlungsstelle** und ist meistens in einem besonderen Raum, dem **Verteilterraum**, untergebracht. Der Verteilteraum liegt zentral **zwischen dem Kabelaufteilungsraum**, der am häufigsten im Keller ist, **und dem Wählerraum**, in dem die eigentlichen Vermittlungseinrichtungen untergebracht sind.

Der HVt besteht aus einer Winkel- oder Rohreisenkonstruktion. Der **HVt alter Bauart** (vgl. linkes Teilbild im Bild 53) hat eine Winkelisenkonstruktion. Der **HVt 55** (rechtes Teilbild im Bild 53), der mit dem Wählsystem 55 eingeführt worden ist, ist **raumsparender** aufgebaut und besteht aus Flacheisen mit durchgesteckten Rundenisenrohren. Neben dem HVt 55 wird als **neueste Bauart** der HVt 67 eingesetzt. *neu HVt 74, 5000 bis 3000 A*

Nach der **Anordnung der Leitungen** wird beim HVt zwischen einer **senkrechten Seite** und einer **waagrechten Seite** unterschieden.

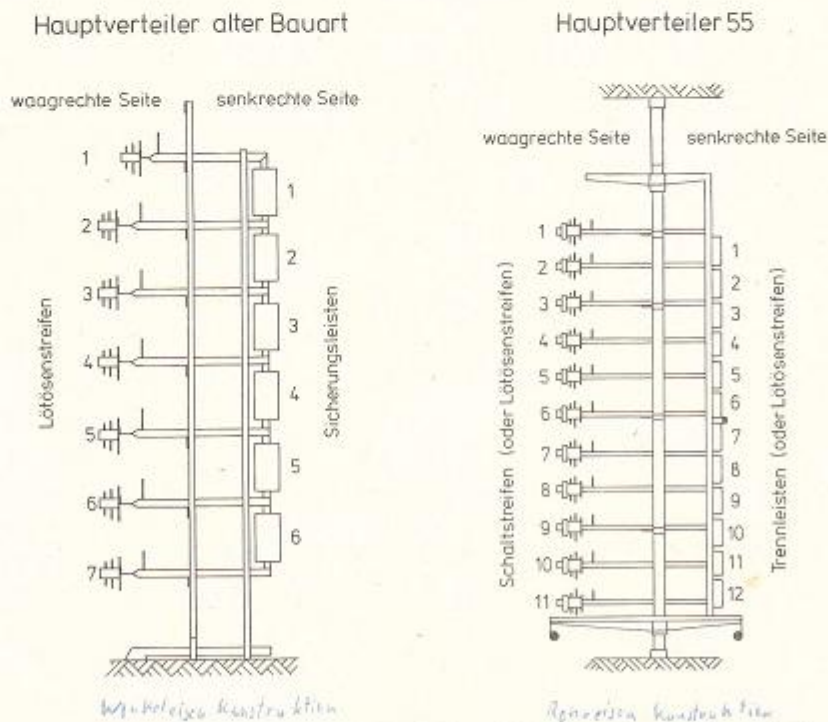


Bild 53 Hauptverteiler alter Bauart und Hauptverteiler 55 (schematische Darstellung, nicht maßstabsgerecht)

¹⁾ Technische Unterlagen zu diesem Abschnitt: FBO 13 und ZTV Fernmeldeleitungsnetz Teil n.

Auf der **senkrechten Seite**, der **Kabelseite**, sind die **Beschaltungsbauteile senkrecht** angeordnet und die **Kabel** (AtOk, früher LPMh-Kabel) **senkrecht** geführt. Die Beschaltungsbauteile der senkrechten Seite sind die **Trennleisten**, bei älteren HVt die **Sicherungsleisten**.

Im allgemeinen liegt die **waagrechte Seite** der senkrechten gegenüber. Auf der waagrechten Seite, der **Anschlußseite zur Inneneinrichtung der VSt**, sind die **Beschaltungsbauteile waagrecht** angeordnet. Die Beschaltungsbauteile der waagrechten Seite sind die **Schaltstreifen**, bei älteren HVt die **Lötösenstreifen**.

In der Regel ist der HVt **freistehend** aufgebaut (Regelbauweise), d. h. der HVt steht frei im Raum und ist von allen Seiten zugänglich. Bei kleinen Vermittlungsstellen kann aus Gründen der **Platzersparnis** eine **Wandausführung** aufgestellt werden; die Wandausführung ist nur von einer Seite zugänglich, daher ist bei ihr die waagrechte Seite über der senkrechten Seite angeordnet.

Am HVt werden die **Außenleitungen** und die **Innenleitungen** mit Hilfe von **Schaltdrähten**, sogenannten **Rangierdrähten**, verbunden. Die Schaltdrähte werden auf **Schaltbügeln** geführt, bei älteren HVt durch **Führungsringe** gezogen. Dadurch ist es möglich, **jede beliebige Teilnehmeranschlußleitung** (senkrechte Seite) **auf jede Innenleitung**, die zu der dem Teilnehmer zugeordneten Vermittlungseinrichtung führt (waagrechte Seite), zu **schalten: frei wählbare Zuordnung der Rufnummern**.

Ein Hauptverteiler soll im wesentlichen folgendes gestatten:

- ① **Schaltarbeiten** bei Neuzugang, Aufhebung oder Verlegung von Teilnehmeranschlüssen.
- ② **Betriebsumschaltungen für Sonderdienste**, die der Teilnehmer wünscht (z. B. Fernsprechauftragsdienst), und **für Prüfzwecke**.
Beim **Prüfen und Messen** können sowohl die Teilnehmeranschlußleitungen als auch die den Teilnehmern zugeordneten Einrichtungen in der Vermittlungsstelle **unmittelbar vom Prüfschrank** aus erreicht werden. Die Innenleitungen werden dazu von den Außenleitungen getrennt, indem ein Stecker auf die Trennleiste oder auf die Sicherungsleiste aufgesteckt wird.
- ③ **Schutz der Inneneinrichtungen der VSt gegen Überstrom und Überspannung** bei starkstrombeeinflussten Teilnehmeranschlußleitungen.

4. 1. 1. Trennleisten und Sicherungsleisten

Die **25teilige Sicherungsleiste** (Sicherungsleiste 33) ist bei HVt **älterer Bauart** eingesetzt. Die **Anschlußleitungen** enden an den **linken Lötflächenanschlüssen**. Diese Sicherungsleisten sind mit Schutzvorrichtungen für die Inneneinrichtung der Vermittlungsstelle ausgerüstet (Überspannungsschutz und Überstromschutz). Das Bild 54 (Seite 61) zeigt ein Einzelelement einer Sicherungsleiste.

Trennleisten sind für den HVt 55 und HVt 67 entwickelt worden. Es gibt **25- und 50teilige Trennleisten**, wobei die 50teiligen in den HVt älterer Bauart eingebaut werden können.

Die Trennleisten haben **im allgemeinen keinen Sicherungsschutz**. In sie lassen sich jedoch **bei Bedarf Überspannungsableiter** (ÜsAg (230 V)) einbauen, z. B. bei Gefahr einer Starkstrombeeinflussung durch elektrische Bahnen oder durch Näherung von Hochspannungsfreileitungen. **Auf einen Überstromschutz wird verzichtet**, weil Freileitungen bereits am Überführungsendverschluß abgesichert werden.

Die einzelnen **Trennleistenelemente** sind **übersichtlich in Fünfergruppen** angeordnet (schwarze und braune Färbung des Kunststoffs). In der Mitte der Trennleiste verläuft eine **Erdfederleiste**, die von der oberen Druckplatte zur unteren Druckplatte durchgeht und zur **Erdflasche** führt. *Dieser Anschluß ist wichtig für Doppeladern, die mit ÜsAg abgesichert werden müssen!*

Die **Kontaktstellen der Trennleiste** sind als **Ruhekontakte** ausgebildet und haben eine **Silberauflage**. Auf der **linken Seite jedes Trennleistenelements** wird eine Doppelader der **Außenleitung** angelötet, und zwar die **a-Ader** an die **lange Lötfläche**, die **b-Ader** an die **kurze Lötfläche**.

Bild 54
Einzelelement einer Sicherungsleiste
eines HVt älterer Bauart

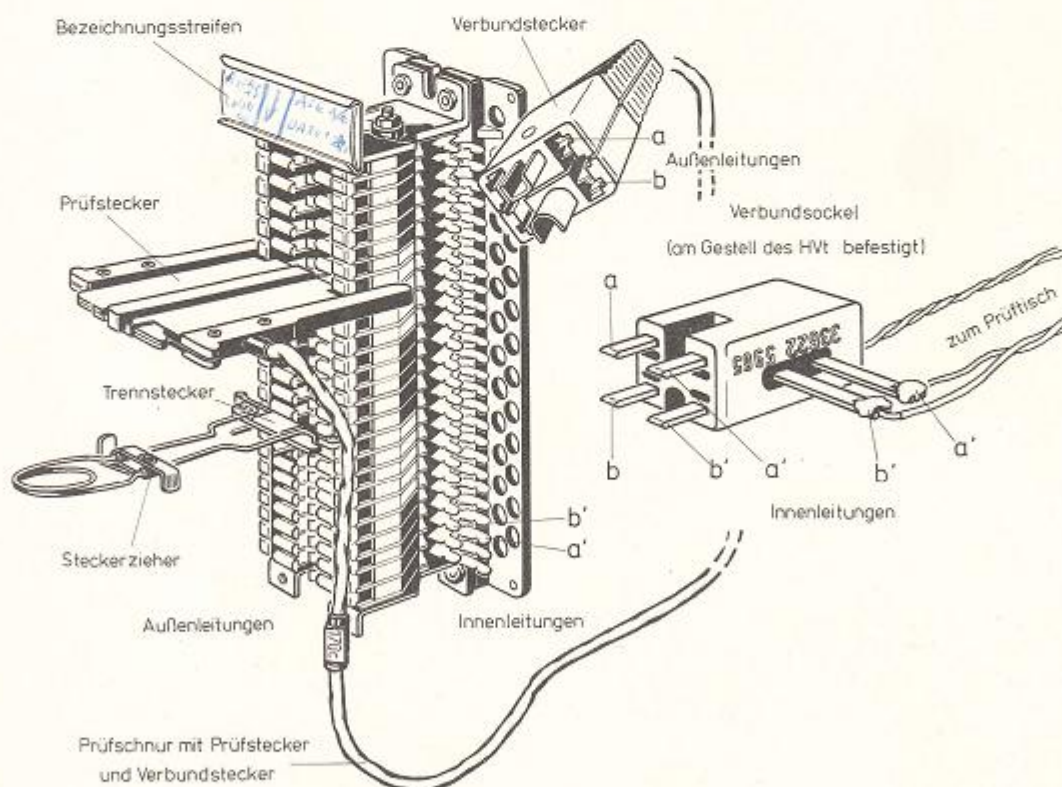
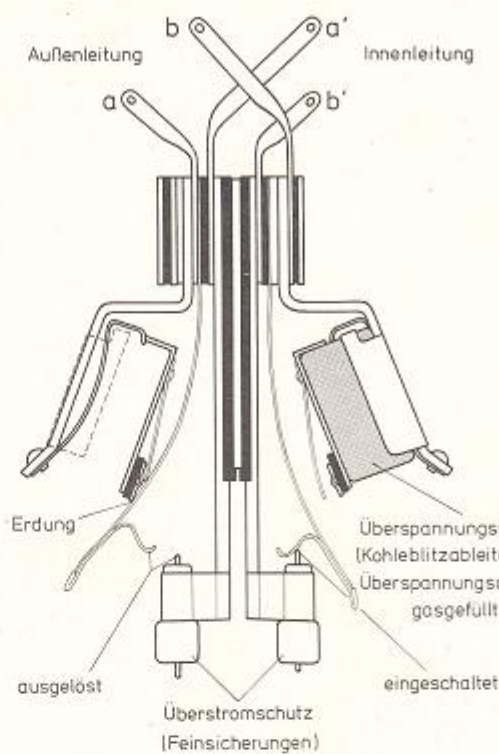


Bild 55 Trennleiste 55a zu 25 DA
mit Prüfschnur, Trennstecker, Steckerzicher und 4poligem Verbundsockel

Um die einzelnen **Adern des Aufteilungskabels** in einer bestimmten Ordnung an die **Trennleisten** anlegen zu können, müssen die **Kabel ausgeformt** werden. Dafür gibt es **unterschiedliche Arbeitsverfahren**, die in der ZTV Fernmeldeleitungsnetz Teil n »Abschluß der Ortskabel und Beschalten der Kabelabschlußeinrichtungen in Ortsnetzen« eingehend beschrieben sind. Zusätzlich hat das FTZ besondere Montagehinweise für das »Ausformen der PVC-Aufteilungskabel (AtOk) in besonderen PVC-Kabelführungskanälen an der senkrechten Seite des HVt« herausgegeben.

4. 1. 2. Zubehör für Trennleisten

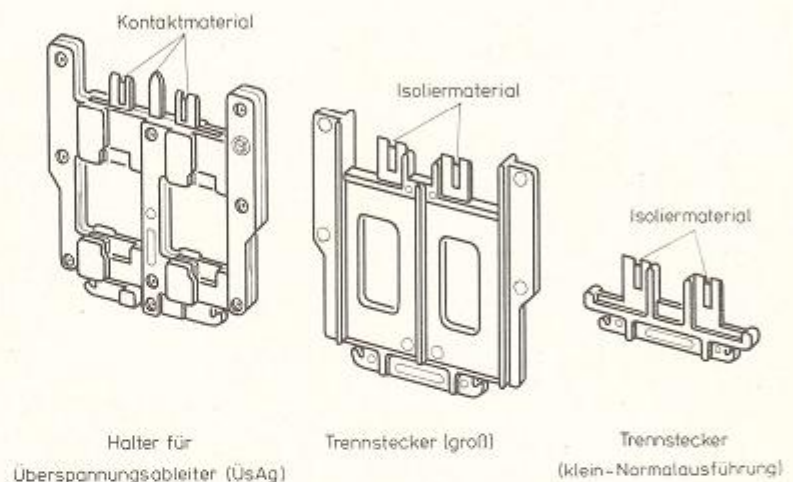
Bei Bedarf lassen sich in jedes Trennleistenelement einführen:

Halter für Überspannungsableiter (Bild 56),

Trennstecker (Bild 56) und

Prüfstecker (Bild 55).

Bild 56
Zubehör zur Trennleiste 55a



Dank der ausreichend **betriebssicheren Steckverbindungen** werden bei der **Trennleiste** die **Lötarbeiten wesentlich eingeschränkt**. Dieser Vorteil der Trennleiste gegenüber der Sicherungsleiste macht sich besonders bemerkbar bei kurzzeitigen Betriebsumschaltungen, z. B. für Prüf- und Meßzwecke. Daneben hat die **Trennleiste** einen **geringeren Platzbedarf**; sie hat gegenüber der Sicherungsleiste doppeltes Fassungsvermögen.

4. 2. Kabelaufteilungsraum

4. 2. 1. Aufteilen von Außenkabeln

Die in das Gebäude der VSt **unterirdisch** (60 ... 140 cm unter der Erdoberfläche) **eingeführten hochpaarigen Fernmeldekabel** werden **nach dem Wanddurchbruch ohne weiteren mechanischen Schutz** in den **Kabelaufteilungsraum** geführt. Nur in besonderen Fällen werden diese Kabel zusätzlich von Kabelschutzrohren aus PVC oder aus Stahl geschützt. Der Wanddurchbruch ist so auszuführen, daß die von außen kommenden **Durchführungsrohre** innen **bündig mit der Wand** oder mit der **Durchführungsplatte** enden. **Nicht belegte Rohrzüge** sowie der **Hohlraum** zwischen den Kabeln und Rohren (Unterschied der Durchmesser) müssen mit **Abdichtschalen** und mit **Dichtungsmasse** luft- und wasserdicht **verschlossen** werden.

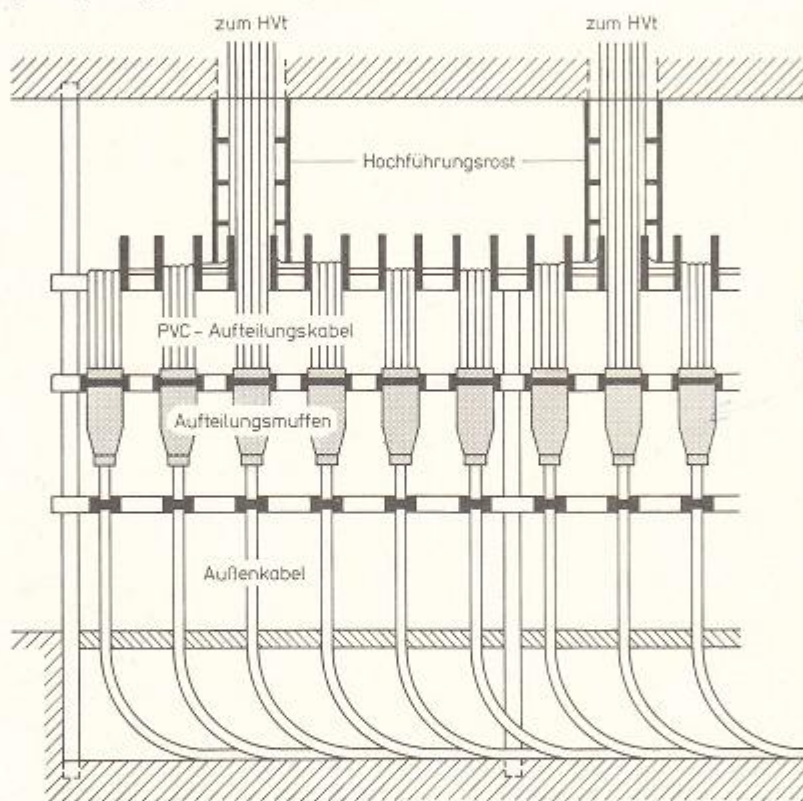
Der **Aufteilungsraum** befindet sich wegen der günstigeren Leitungsführung **meist im Kellergeschoß unter dem Verteilerraum**, in dem der HVt steht. Die **eingeführten Außenkabel** werden am genormten **Kabelmuffengestell KbMG** in **Aufteilungsmuffen AtM** auf niederpaarige **PVC-Aufteilungskabel** (50, 100 oder 150 DA) aufgeteilt. Zwischen der Kabeleinführung und dem Muffengestell werden die Kabel im sogenannten **Anlauffeld** von Stützen und Kabelhaltern gehalten.

Das Aufteilen der Kabel mit Aufteilungsmuffen ist im Abschnitt 3.6 ausführlich erläutert worden. Nach erfolgter Montage werden die AtM mit besonderen Muffenschellen am KbMG befestigt. Dabei können die Aufteilungsmuffen sowohl waagrecht als auch senkrecht gelagert werden. In jüngster Zeit wird die waagrechte Lagerung der AtM bevorzugt, weil dabei nur die niederpaarigen Aufteilungskabel gebogen werden müssen; bei senkrechter Lagerung der AtM (vgl. Bild 57) müssen dagegen die hochpaarigen Außenkabel gebogen werden, die einen größeren Biegeradius haben.

Sind die AtM befestigt, sind alle metallenen Hüllen der Kabelmäntel leitend mit dem Kabelmuffengestell zu verbinden, welches wiederum an eine Erdringleitung angeschlossen ist. Die Erdungsanschlüsse sind auszuführen nach der FTZ-Richtlinie D 0801 »Richtlinie über Erdungen und Schutzmaßnahmen in Fernmeldeleitungen« und nach FBO 14.

Die AtOk und ggf. die AtFk werden gruppenweise in die Hochführungsroste des Kabelmuffengestells eingebunden oder mit Schellen befestigt. Über eine Rohrkonstruktion werden diese Kabelbündel dann durch die Aufführungsschächte in den Verteilerraum geführt.

Im Verteilerraum enden die Ortskabel (AtOk) am Hauptverteiler, die Fernkabel (AtFk) am Kabelendgestell KEG oder am Trägerfrequenzgestell.



jetzt schräge Lagerung der AtM

Bild 57 Kabelmuffengestell mit senkrechter Lagerung der Aufteilungsmuffen (schematische Darstellung)

Die Durchlässe für die Kabelaufführungen zum HVT sind in regelmäßigen Abständen angeordnet und ermöglichen so eine kreuzungsfreie Führung der Aufteilungskabel zu den einzelnen HVT-Reihen. Die Führung der Aufteilungskabel ist übersichtlich, wenn in jedem Muffenfeld nur so viele Kabel aufgeteilt werden, wie Doppeladern an den HVT-Reihen untergebracht werden können, die im Erdgeschoß unmittelbar über dem Muffenfeld stehen.

Bei nicht unterkellerten Gebäuden werden die Außenkabel in einem Raum neben dem Verteilerraum aufgeteilt, bei besonders kleinen Vermittlungsstellen direkt im Wählerraum.

Die senkrechte Seite des HVT wird mit den Anschlußleitungen und Ortsverbindungsleitungen beschaltet, indem mit der Reihe 1 begonnen wird; dabei werden die Reihen fortlaufend von rechts nach links gezählt. Bevor die nächste (z. B. 2.) Reihe beschaltet wird, muß die davorliegende (z. B. 1.) Reihe voll belegt sein; es dürfen keine Plätze freigelassen werden. In jeder Reihe werden die Trennleisten oder Sicherungsleisten von oben nach unten gezählt (vgl. Bild 53). Die Doppeladern der Aufteilungskabel werden schließlich reihenweise an den Trennleisten oder Sicherungsleisten ebenfalls von oben nach unten gezählt. Die Ortsverbindungsleitungen werden am HVT nicht räumlich getrennt von den Anschlußleitungen angeschaltet.

4.2.2. Druckluftüberwachung von Außenkabeln

Hochwertige Fernmeldekabel — wie Hauptkabel, Ortsverbindungskabel, Fernanschlußkabel und Fernverbindungskabel — werden ständig von Druckluft- oder Druckgasüberwachungsanlagen überwacht. Diese Anlagen sind im Kabelaufteilungsraum aufgestellt und zeigen auftretende Fehlerstellen (undichte Stellen im Kabelmantel = Leckstellen) sofort an und schützen außerdem die angeschlossenen Kabel vor dem Eindringen von Feuchtigkeit. Wird ein Kabel an irgendeiner Stelle undicht (leak), so sinkt der von der Druckluftüberwachungsanlage sonst gehaltene Überdruck ab. Der durch die Anlage gemeldete Fehler kann mit ihr auch eingegrenzt und geortet werden. Wird der Nachspeisedruck der Luft oder des Gases erhöht, läßt sich das Eindringen von Feuchtigkeit vermeiden, bis der geortete Fehler behoben worden ist.

Die innerhalb eines Ortsnetzes in Kabelkanalanlagen geführten Hauptkabel und Fernanschlußkabel werden mit getrockneter Luft gefüllt und mittels eines Nachspeisedrucks auf einem Überdruck von 0,5 atü gehalten. Für TFFk wird statt der Luft ein Gemisch aus Stickstoff und Frigen benutzt.

Die Druckluftüberwachungsanlage, die meist im Kabelaufteilungsraum installiert ist, besteht nach Bild 58 im wesentlichen aus einem Kompressor, einem Luftvorratsbehälter, den Luftreinigungs- und Trockenaggregaten und einer Luftverteiltertafel mit Verteil- und Signaleinrichtungen. Die Kabel werden über Einfüllventile (Rückschlagventile) an die Luftverteiltertafel angeschlossen.

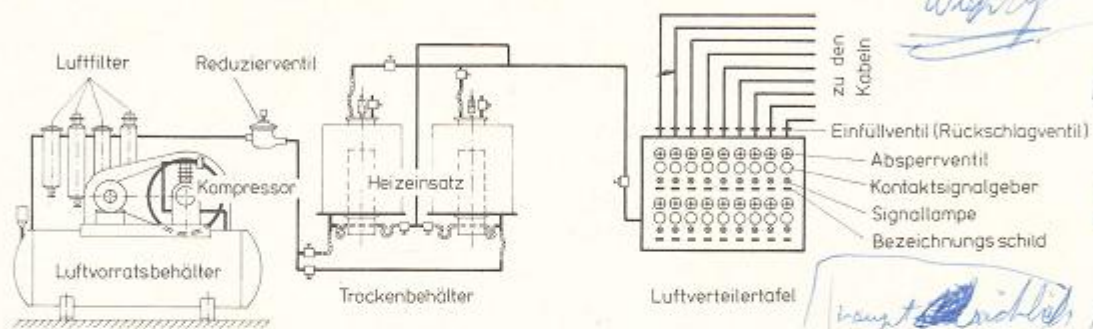


Bild 58 Schematische Darstellung einer Druckluftüberwachungsanlage

Hat ein angeschlossenes Kabel eine Leckstelle, strömt eine größere Luftmenge aus dem Trockenbehälter über das entsprechende Einfüllventil an der Verteiltertafel. Infolgedessen spricht ein Kontaktsignalgeber an und gibt über ein Relais eine optische und akustische Fehlermeldung.

Für Ortskabel wird es künftig nur noch einen Standardtyp als stationäre Druckluftüberwachungsanlage geben. Diese Kompressor- und Luftaufbereitungsanlage führt die Bezeichnung RT 255. Sie hat eine raumsparende geschlossene Bauweise, eine Leistung von 500 l/h, an ihr können 40 Kabel angeschlossen werden.

4.2.3. Herstellen von Stopfstellen

Soweit die mit Druckluft überwachten Fernmeldekabel nicht mit druckdichten Kabelabschlüssen, z. B. AtM für Fk oder druckdichte Kabelendverschlüsse, abgeschlossen sind, müssen sie am Anfang und Ende mit Stopfstellen druckdicht abgedichtet werden.

Stopfstellen sind luft- und wasserundurchlässige Stopfen innerhalb des Kabels. Sie werden hergestellt, indem eine geeignete Füllmasse in das Kabel eingepreßt wird¹⁾. Die Stopfstellen müssen bei einer Temperatur von 25°C eine Dauerbelastung von 0,5 atü aushalten. Beim Herstellen von Stopfstellen sind die Arbeitsvorschriften und Richtlinien des FTZ »Herstellen von Stopfstellen an Fernmeldekabeln« genau zu beachten*). Als besonderes Fernmeldebaugerät und -bauzeug werden Stopfmasseneinfüllstutzen und bei heiß zu verarbeitenden Massen eine Stopfmassenpresse benötigt. Je nach Kabeltyp (Aderisolation aus Papier oder PE) sind verschiedene Arbeitsverfahren anzuwenden und verschiedene Stopfmassen (z. B. Gießharze) zu verwenden.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 3.5.3.1.

Epoxidharz $\Rightarrow$ LDF für Papierisolierte
Polyurethan $\Rightarrow$ SCL " RE Ortskabel

4.3. Kabelabschlußeinrichtungen

Die Kabelabschlüsse an den Trennleisten oder Sicherungsleisten am Hauptverteiler benötigen keinen besonderen Feuchtigkeitsschutz. Dagegen müssen bei allen anderen **Kabelabschlußeinrichtungen** die **Kabelenden** in wetterfesten Gehäusen **luft- und wasserdicht**, ggf. auch **druckdicht**, abgeschlossen werden.

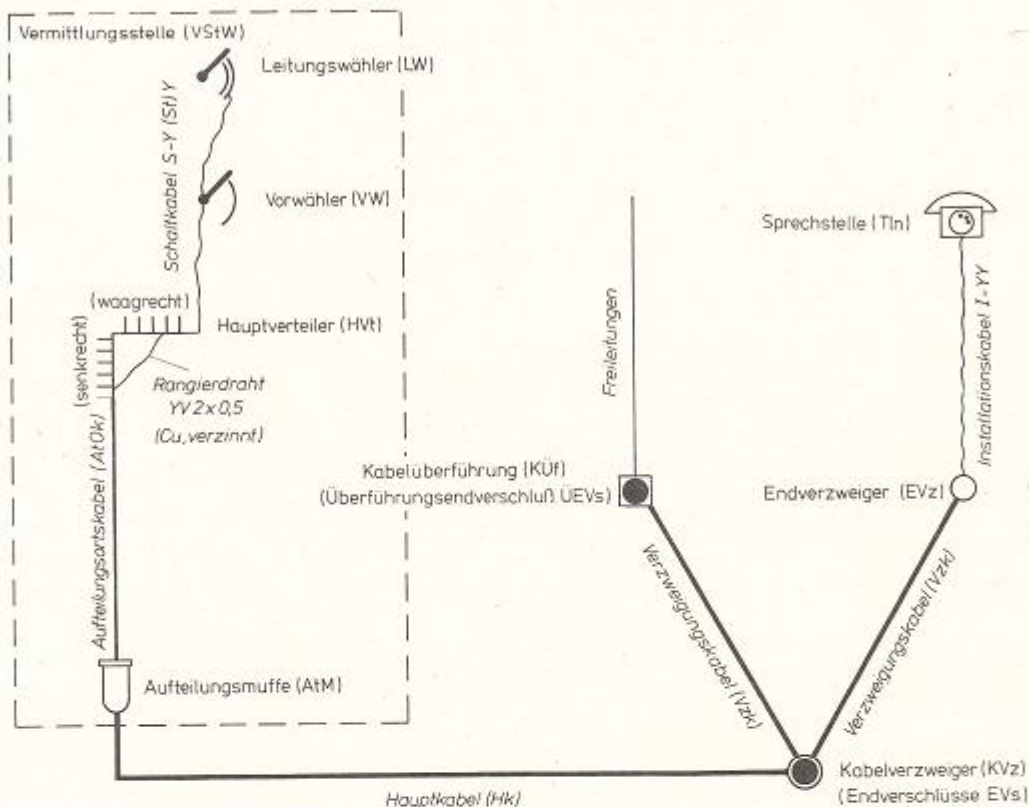


Bild 59 Schematische Darstellung der Kabelverbindung
von der Vermittlungsstelle über Kabelabschluß- und Endverzweigereinrichtungen zum Teilnehmer

Abschlußeinrichtungen für Fernmeldekabel sind

- ① **Endverschlüsse** für die verschiedenen Kabelarten;
 - Endverschlüsse zum Abschließen von Ortskabeln in Linienverzweigern oder in Kabelverzweigern;
 - Endverschlüsse zum Abschließen der Aufteilungskabel von Fernkabeln am Kabelendgestell.
- ② **Überführungsendverschlüsse** zum Abschließen der Kabel, wenn diese auf Freileitungen überführt werden.
- ③ **Endverzweiger** zum Abschließen der Verzweigungskabel und zum Verzweigen mit Installationskabeln, die zu den Teilnehmereinrichtungen führen.

Das Bild 59 zeigt die Lage der Abschluß- und Verzweigereinrichtungen im Anschlußkabelnetz.

4.3.1. Endverschlüsse EVs

4.3.1.1. Bauarten und Aufbau

In den Verzweigereinrichtungen — Linienverzweiger und Kabelverzweiger — werden die Ortskabel mit Endverschlüssen EVs abgeschlossen. Z. Z. werden Endverschlüsse der Bauart 1958, EVs 58, zu 50 DA und zu 100 DA verwendet. Die EVs 58 sind erheblich kleiner als die früher verwendeten EVs 32.

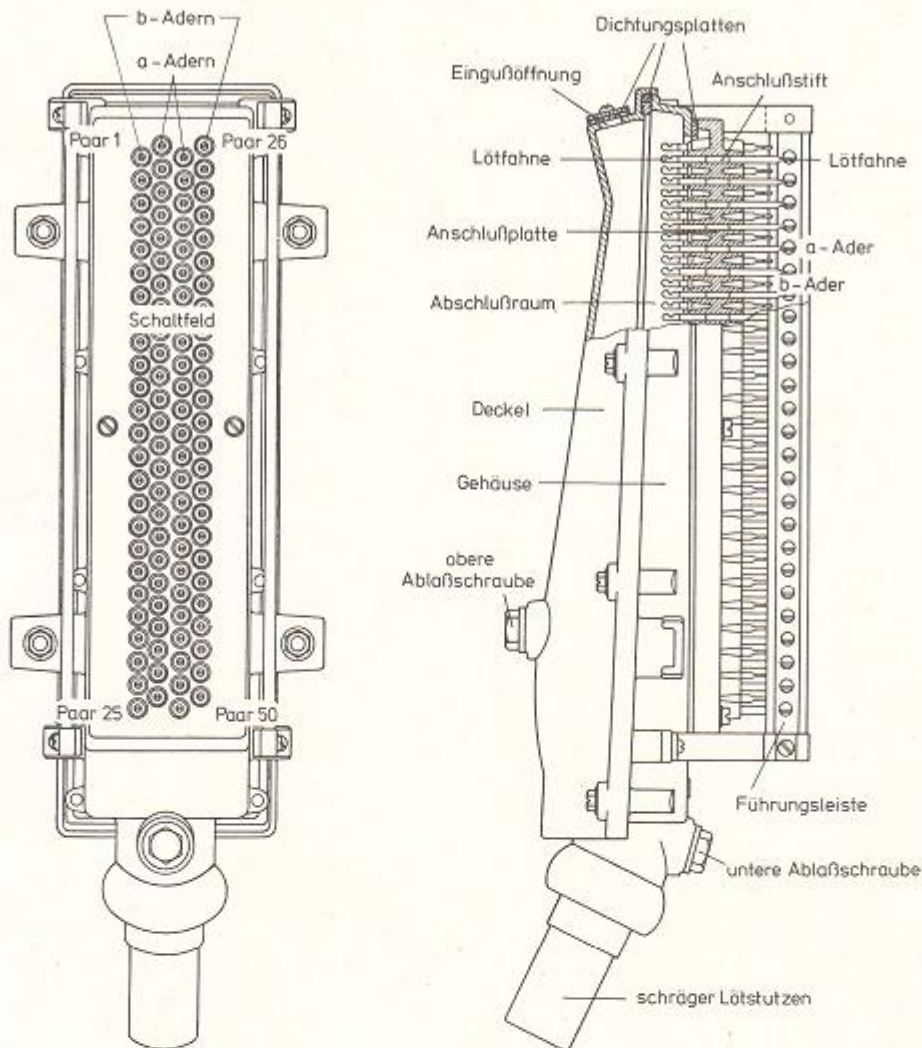


Bild 60 Endverschluß 32 für Ortskabel (EVs 32) zu 50 DA

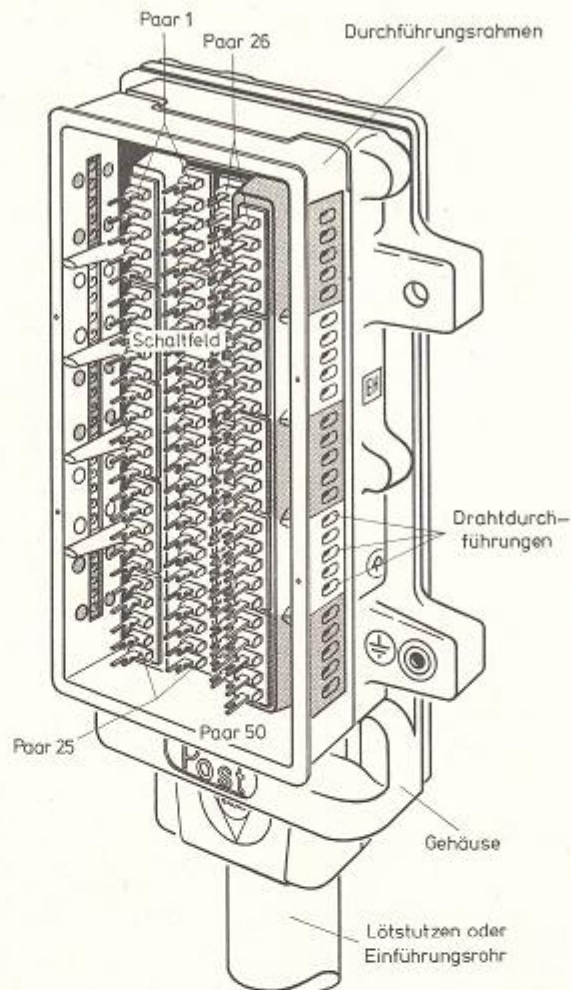
Der EVs 58 hat ein **glasfaserverstärktes Polyestergehäuse**. Der **Abschlußraum** ist auf der **Rückseite** des Endverschlusses und enthält die **Lötstiftanschlüsse**. Der Abschlußraum wird mit einem **Deckel** luft- und wasserdicht verschlossen. Die **Vorderseite** des EVs bildet das **Schaltfeld**. Um das Zählen zu erleichtern, sind die Anschlußstifte für je 5 DA gruppenweise abwechselnd in weiße und braune Kunststoffpreßmasse eingelassen. Um das Schaltfeld herum ist ein **Rahmen aus Kunststoff** geführt, an dessen Längsseiten die **Durchführungen für die Schaltadern** sind. Diese Längsseiten sind ebenfalls für die 5 DA-Gruppen abwechselnd weiß und braun eingefärbt. Das Schaltfeld des EVs 58 wird mit einem **Deckel aus durchsichtigem Polystyrol** verschlossen.

Die EVs 58 werden **mit geraden Lötstutzen** — als Einführungsrohr für PE-Kabel — oder **mit schrägen Lötstutzen** hergestellt. *zu 50 DA - 100 DA*

Die alten EVs 32 mit **Graugußgehäuse** zu 10, 20, 50, 70 und 100 DA werden nur noch in Einzelfällen verwendet.

In **Zukunft** wird der EVs 58 durch einen EVs abgelöst, der als grundsätzliche Neuerungen ein anderes **Schaltfeld mit selbsttätigen Klemmverbindungen** in »LSA-Technik« (löt-, schraub- und abisolierungsfreie Anschlußtechnik) hat und eine **variable** (schräge/gerade) Kabeleinführung besitzt. *EVs 60*

Bild 61
Endverschluß 58 für Ortskabel
(EVs 58) zu 50 DA



4.3.1.2. Abschließen der Anschlußkabel mit Endverschlüssen

Der Kabelabschlußraum eines EVs muß grundsätzlich nach erfolgter Kabelmontage mit **Füllmasse ausgegossen** werden, damit **keine Feuchtigkeit** in den Abschlußraum des Endverschlusses und somit in die feuchtigkeitsempfindlichen papierisolierten Kabel **eindringen** kann. Die **Adern mit Papierisolation** sollen — ebenfalls um ein Eindringen von Feuchtigkeit in das Kabel zu vermeiden — vor ihrer Montage mit **Abbrühmasse getränkt** werden.

In VDE 0351 sind die zu verarbeitenden Füllmassen festgelegt. Der Tabelle 16 (Seite 68) können die wichtigsten Füll- und Abbrühmassen entnommen werden.

(1) Abschließen von Bleimantelkabeln

Soll ein **Bleimantelkabel** mit einem EVs 58 abgeschlossen werden, wird der **Bleimantel** so weit **abgesetzt**, daß er nach dem Anlegen der Adern **2 ... 3 cm unter dem umgebördelten Rand des Lötstutzens** endet. Die **Bleimantelkante** wird danach vorsichtig etwas von der Kabelseele **abgehoben**, damit die **Papierisolation** bei den späteren Montagearbeiten **nicht beschädigt** wird und die **Füllmasse** beim Ausgießen gut in das Kabel **eindringen** kann.

Bei **bewehrten Bleimantelkabeln** PMbc muß die **Bewehrung** vor dem Abmanteln des Kabels so weit **abgesetzt** werden, daß sie **nicht mehr durch die Kabelfüllen** im Boden des Kabelverzweigers oder des Linienverzweigers reicht.

Unmittelbar nach dem Entfernen des Bleimantels werden die **papierisolierten Adern** und die **Papierlagen** mit **Abbrühmasse getränkt** (Verarbeitungstemperatur nach Tab. 16 = 120° C). Dann wird das **Kabel durch den Lötstutzen** in den **Kabelabschlußraum** eingezogen. Danach werden der **Lötstutzen** und der **Bleimantel** mit-

Masseart	Kennbuchstaben	Farbkennzeichnung der Behälter	Verarbeitungstemperatur	Verwendungsbeispiel
Normale Masse	SN	blau	150° C	Zum Füllen des Raums zwischen Innenmuffe und Schutzmuffe und dgl. für Fernmeldekabel mit Bleimantel
Masse erhöhter Haftfestigkeit und Plastizität	SP	rot	150° C ¹⁾	Zum Füllen des Raums zwischen Innen- und Außenmuffe und dgl. für Fernmeldekabel mit Aluminium- oder Stahlmantel
Helle Füllmasse	FH	gelb	135° C	Zum Füllen des Innenraums von Zubehöerteilen (Muffen, Endverschlüssen, Spulenkästen und dgl.) für Fernmeldekabel
Abbrühmasse	FA	weiß	120° C	Zum Abbrühen von Kabelenden mit papierisolierten Leitern

Tab. 16 Heiß zu vergießende Füllmassen für Fernmeldekabelgarnituren und Abbrühmassen für Fernmeldekabel

einander verlötet. Dabei ist der Lötbrenner so zu halten, daß die **Lötflamme nicht an den EVs** kommt, weil das Material des EVs-Gehäuses entflammbar ist. Vor dem Löten müssen der **Bleimantel und der Stutzen gut gereinigt und metallisch blank** gemacht werden; dabei darf die Verzinnung des Stutzens nicht beschädigt werden. Zum Reinigen sind nur in Petroleum getränkte Lappen zu benutzen. Sollte zwischen dem Bleimantel und der Stutzeninnenwand ein zu großer Zwischenraum sein, ist dieser vor dem Einlöten des Kabels mit Bleistreifen auszufüllen. **Über die Lötnaht** wird ein **Wulst** geschmiert, der 5 ... 6 cm lang und gleichmäßig schwach gewölbt sein soll.

Nunmehr sind die **Kabeladern an die Lötstifte** im Abschlußraum **anzulegen**, wobei die **Zählweise** (VSt im Rücken: im Uhrzeigersinn) **genau zu beachten** ist.

Die Lötstifte werden dabei wie folgt gezählt:

Die **rechte Doppelreihe** beginnt oben mit dem **Paar 1** und endet unten

bei EVs zu 50 DA mit dem **Paar 25** oder

bei EVs zu 100 DA mit dem **Paar 50**.

Die **linke Doppelreihe** beginnt entsprechend oben

bei EVs zu 50 DA mit dem **Paar 26** oder

bei EVs zu 100 DA mit dem **Paar 51**

und endet unten mit dem **Paar 50** oder **Paar 100**.

Dabei ist in jeder Doppelreihe

der **rechte Lötstift** für die **a-Adern**,

der **linke Lötstift** für die **b-Adern** bestimmt.

Beim **Anlegen** der Kabeladern ist mit dem **Paar 50** oder mit dem **Paar 100** zu **beginnen**, und das Anlegen ist dann bis zum Paar 1 fortzusetzen. Dabei werden die **Adern jeweils von oben in die geschlitzten Enden** der Lötstifte **hineingelegt und mit Röhrenlötzinn festgelötet**. Vor dem Anlöten sind die **Adern abzuisolieren**; die **Papierisolierung** ist mit dünnem gewachstem Bindegarn oder gewachstem Heftgarn **festzubinden** (Mastwurf). Die Adern sind mit soviel Vorrat anzulegen, 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 bei EVs zu **50 DA** zweimal und bei EVs zu **100 DA** dreimal mit abgebrühtem Nesselband **zusammenzubinden**.

¹⁾ Besteht die Außenhülle über den Metallmänteln aus Polyäthylen, so darf die Verarbeitungstemperatur 120° C nicht übersteigen.

Nachdem der Kabelmantel eingelötet und die Kabeladern angelötet worden sind, wird die **untere Kammer** des Abschlußraums mit heller Füllmasse FH **ausgegossen** (Verarbeitungstemperatur nach Tab. 16 = 135°C). Dazu wird die **Masse** so lange vorsichtig nachgefüllt, **bis** die **untere Kammer** des senkrecht hängenden EVs **randvoll** gefüllt ist und sich der Massespiegel nicht mehr senkt. **Gleichzeitig** mit dem Einfüllen der Füllmasse muß das **Kabel** etwa 30 cm unterhalb des Lötstutzens **abgekühlt** werden. Damit die **Masse** mit Sicherheit **bis 30 cm unterhalb des Lötstutzens in das Kabel eindringt**, sind der Stutzen und ein Stück des Kabels während des Verfüllens mit einer Lötflamme vorsichtig zu erwärmen. Dadurch wird das **Kabel luftdicht abgeschlossen**. Ist die **Füllmasse erkaltet**, wird der **Kabelabschlußraum** mit dem **Deckel verschlossen**.

Wird **Gießharz LDF** als Füllmasse verwendet, sind die entsprechenden Verarbeitungsanweisungen des Herstellers und des FTZ zu beachten.

Sollen **Bleimantelkabel** mit den alten EVs 32 mit **Graußgehäuse** abgeschlossen werden, ist im wesentlichen wie bei den neuen EVs zu verfahren. Die EVs 32 haben im Kabelabschlußraum anstelle der Lötstifte mit geschlitzten Enden **Lötstifte mit Lötflanschen**. Die Lötstifte werden in der **gleichen Zählfolge** wie bei den EVs 58 gezählt. Jedoch ist dabei zu beachten, daß in den beiden **Lötstift-Doppelreihen** die **a-Adern innen**, die **b-Adern außen** liegen. Ist beim EVs 32 der Kabelmantel mit dem Lötstutzen verlötet und sind die Kabeladern angelegt und angelötet, wird der **Kabelabschlußraum** mit dem **Deckel verschlossen**. Erst dann wird der Abschlußraum durch die **Eingußöffnung**, die sich im Deckel befindet, mit heller Vergußmasse **ausgegossen**; dabei genügt es, so weit auszugießen, daß der **untere Teil** des Kabelabschlußraums einen etwa **100 mm hohen Massepfropfen** erhält. Damit die geforderte Höhe des Massepfropfens auch bei längeren Gehäusen erreicht wird, haben die EVs 32 zu 50 und mehr DA über der unteren Ablasschraube eine zweite Ablasschraube. Wird bei diesen EVs der Kabelabschlußraum ausgegossen, muß die obere Ablasschraube geöffnet werden. Dann ist der Kabelabschlußraum durch die Eingußöffnung langsam so lange auszugießen, bis die flüssige Füllmasse aus der geöffneten oberen Ablasschraube austritt.

Im **Schaltfeld** des EVs 58 ist die **Zählweise der Paare** ebenfalls wie auf Seite 68 beschrieben **von oben nach unten**:

linke Doppelreihe Paar 1 bis Paar 25 (Paar 50),

rechte Doppelreihe Paar 26 (Paar 51) bis Paar 50 (Paar 100).

Die **Anschlußstifte** der **a-Adern** liegen dabei immer **links**, die der **b-Adern** immer **rechts** (Zählweise somit: a—b; a—b).

Im **Schaltfeld** des EVs 32 werden die Paare wie beim EVs 58 gezählt. Im Gegensatz zum EVs 58 liegen beim EVs 32 die langen **Anschlußstifte** der **a-Adern innen**, die kurzen **Anschlußstifte** der **b-Adern außen** (Zählweise somit: b — a; a — b).

(2) Abschießen von Kabeln mit kunststoffisolierten Adern (PE-Ortskabel)

Zum Abschießen von PE-Ortskabeln kann der EVs 58 verwendet werden. Neben diesem eignet sich dazu **besonders** der EVs 58a, der anstelle des Lötstutzens ein **Einführungsrohr** besitzt.

Im Gegensatz zum Bleimantelkabel wird beim PE-Ortskabel der **PE-Mantel** nur so weit **abgesetzt**, daß er nach dem Anlegen der Kabeladern **mit der oberen Kante der Vergußkammer** im Kabelabschlußraum **abschließt**. Da der **PE-Mantel** nicht am Stutzen festgelötet werden kann und weil die **Vergußkammer nicht ausgegossen** wird, müssen die **angelöteten Kabeladern zugentlastet** werden. Daher wird das **Kabel** zunächst **durch den Stutzen** hindurch **gezogen**. Dann wird das **Stück des PE-Mantels**, das innerhalb des Stutzens zu liegen kommt, wenn das Kabel endgültig festgelegt wird, **mit klebfähigem PE-Band umwickelt**. Dabei ist **soviel PE-Band** aufzubringen, daß sich der **Wickel** nach dem **Zurückziehen** des Kabels **eng an die Innenwand des Stutzens** anschmiegt. Der **Wickel** soll sich **konisch zur Vergußkammer hin verstärken** und in die Vergußkammer **hineinragen**, wenn das **Kabel** nach erfolgter Montage in seine endgültige Lage **zurückgezogen** wird; dank des konischen Wickels bekommt es einen **festen Sitz im Stutzen**.

Ist das Kabel in seiner endgültigen Lage, muß der **Übergang** vom **Kabelmantel** auf den **Stutzen** oder das **Einführungsrohr** zunächst **aufgepolstert** werden. Um zu verhindern, daß Feuchtigkeit in den Kabelabschlußraum eindringen kann, wird dann der **ausgeglichene Übergang** mit **klebfähigem PE-Band** umwickelt. Dabei ist das PE-Band in **mindestens drei Lagen gut überlappend** so zu wickeln, daß die **erste und letzte Lage** vom **Kabelmantel** zum **Stutzen** läuft.

Neuerdings werden für EVs **mit Einführungsrohr**, also ohne Lötstutzen, **Ausgleichsstutzen** geliefert. Bei ihrer Montage sind die Einbauanweisungen des Herstellers und der DBP zu beachten.

Die **Adern** der PE-Ortskabel werden an die Lötstifte im Kabelabschlußraum **angelegt und angelötet** wie es mit den **papierisolierten Adern** zu geschehen hat; dabei gilt die **gleiche Zählweise** der Lötanschlüsse. Bei den kunststoffisolierten Adern **entfällt** aber das **Abbinden der Aderisolierung**. Dann werden die **Kabeladern** — wie bereits bei den papierisolierten Kabeln beschrieben — **ausgeformt**. Abschließend ist der **Kupferschirm** des Kabelmantels elektrisch gut leitend mit der **Erdungsbuchse** im Kabelabschlußraum zu **verbinden**.

(3) Abschließen von Stahlwellmantelkabeln

Um Stahlwellmantelkabel mit Endverschlüssen abzuschließen, sind grundsätzlich die **gleichen Arbeitsgänge** wie bei **Bleimantelkabeln** erforderlich.

Jedoch sind beim **Zurichten des Kabelendes** und beim **Verlöten des Kabelmantels mit dem Lötstutzen** zusätzliche **Maßnahmen** erforderlich (vgl. Abschnitt 3.2.3 sowie die Bilder 23 ... 30):

- ① Die **äußere Schutzhülle** des Kabels, die **Kunststoffhülle** und der darunter liegende **Korrosionsschutz**, muß so weit **abgesetzt** werden, daß der **Stahlwellmantel** nach dem Anlegen der Adern und dem Einlöten des Mantels etwa **7 cm unterhalb der Lötplombe freiliegt**. Das ist erforderlich, damit der Kunststoffmantel während der Lötarbeiten vor unzulässiger Erwärmung geschützt wird. Zusätzlich ist die **Kunststoffhülle** an ihrer Absetzstelle mit einem **Flammschutz** zu versehen, d. h. dick mit ungetränktem Glasgewebeband zu umwickeln.
- ② Zum **Absetzen** erhält die **Kunststoffhülle** zunächst an der ermittelten Stelle einen **Ringschnitt** und von diesem ausgehend zum Kabelende hin einen **Längsschnitt**. Dann wird die Kunststoffhülle **abgeklappt und abgenommen**. Die darunterliegende **Masseschicht** (Korrosionsschutz) wird ebenfalls **längs aufgeschnitten** und zum größten Teil **abgezogen**.
- ③ Nachdem die Absetzstelle der Kunststoffhülle einen Flammschutz erhalten hat, wird der **Rest der Masseschicht entfernt**. Das muß auf der Länge vom Flammschutz bis zur späteren Absetzstelle des Stahlwellmantels geschehen, die der Absetzstelle des Bleimantels entspricht. Dazu wird die Masse mit einer Propangasflamme vorsichtig erwärmt und mit Putzwolle abgewischt.
- ④ Dort, wo später die **Lötplombe** (Verlöten des Kabelmantels mit dem Lötstutzen des EVs) zu schmelzen ist, muß der **Stahlwellmantel** mit einer Drahtbürste und mit Schmirgelleinen **gut gereinigt** werden. Dabei ist darauf zu achten, daß auch die **Längsnaht** des Wellmantels **gut gesäubert** wird. Besondere Maßnahmen sind bei überlappt geschweißten Stahlwellmänteln zu ergreifen (FTZ-Richtlinie VI A Nr. 61).
- ⑤ Damit die Lötplombe gut auf dem Stahlwellmantel haftet, muß die **Lötfläche** vor dem Absetzen des eigentlichen Stahlwellmantels mit **Lötpaste verzinnt** werden.
- ⑥ Dann wird der **Wellmantel abgesetzt**, indem zunächst mit dem passenden Welschneider ein Rundschnitt ausgeführt und danach der Steg zwischen den beiden Wellenbergen mit der Wellmantelschere durchgetrennt wird.
- ⑦ Sind die Kabeladern angelegt und ist der Stahlwellmantel mit dem Stutzen des EVs verlötet, muß der **Flammschutz** an der Absetzstelle der Kunststoffhülle entfernt und das Stück **Stahlwellmantel**, das unterhalb der Lötplombe freiliegt, mit einem **doppelten Korrosionsschutz** versehen werden. Dazu wird der Wellmantel von der Absetzstelle der Kunststoffhülle bis auf den unteren Rand der **Lötplombe** mit leicht angewärmter Masse SP (vgl. Tab. 16) bestrichen und mit einer mit Vaseline getränkten Glasgewebebinde in mehreren Lagen **umwickelt**. Die Binde muß mit der Hand gut verstrichen werden. Darüber ist — an der Lötplombe beginnend — **klebefähiges PVC-Band** in doppelter Lage überlappend zu **wickeln**; das PVC-Band muß etwa 100 mm auf die Kunststoffhülle des Stahlwellmantels übergreifen.

(4) Abschließen von Kabeln an EVs 58a

Da der EVs 58a vornehmlich zum **Abschließen von Kunststoffmantelkabeln** vorgesehen ist, besitzt er ein **Einführungsrohr** und keinen Lötstutzen. Im folgenden sollen die grundsätzlichen Montagearbeiten am EVs 58a beschrieben werden, bei der tatsächlichen Ausführung dieser Montagearbeiten sind die Einbauanweisungen des Herstellers*) und der DBP zu beachten.

Bei **Kabeln mit PE-Mantel** ist zunächst der **Ausgleichsstutzen** auf das Kabel zu **schieben**. Nachdem das **Kabel** wie üblich **abgesetzt** und der **Kabelmantel** **zugerichtet** worden ist, wird am **Kupferschirm** des Kabels ein **verzinnertes Kupferseil** angelötet, welches später mit der **Erdungsbuchse** im Kabelabschlußraum **verlötet** wird. Nachdem das **Kabel** in den EVs **eingeführt** worden ist, wird der **Ausgleichsstutzen** in das **Einführungsrohr**

hineingepreßt, bis er in seiner Endstellung einrastet. Dann wird das Kabel so weit zurückgezogen, bis die Absetzstelle der PE-Außenhülle mit dem inneren Rand des Ausgleichsstutzens abschließt. Die **Übergangsstelle** zwischen dem Kabel und dem Ausgleichsstutzen ist **mit PVC-Band zu umwickeln** und so abzudichten. Die **Kabeladern** werden, wie bereits beschrieben, **angelegt**, und anschließend wird die **Vergußkammer mit Gießharz** randvoll ausgegossen.

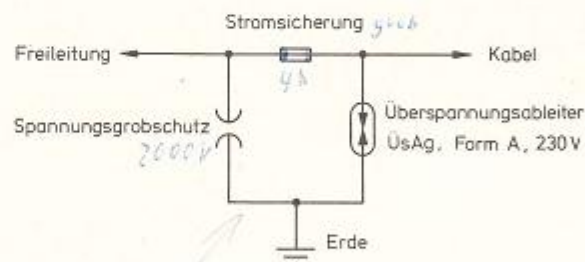
Bleimantelkabel werden ähnlich wie PE-Mantelkabel mit Hilfe eines **Ausgleichsstutzens** montiert; das Kabel ist jedoch nur so weit zurückzuziehen, daß das **Ende des Bleimantels etwa 5 mm über den inneren Rand des Ausgleichsstutzens** hinausragt. Auch hier muß der **metallene Kabelmantel** mittels eines **verzinnten Kupferseils** mit der **Erdungsbuchse** im Kabelabschlußraum elektrisch gut leitend **verbunden** werden. Die **papierisolierten Adern** sind mit **Abbrühmasse** (vgl. Tab. 16) zu **tränken**.

Stahlwellmantelkabel können wegen ihres großen Außendurchmessers **nicht** mit einem **Ausgleichsstutzen** montiert werden. Sie sind daher ohne Ausgleichsstutzen einzuführen und nach dem Absetzen an der Stelle, die später im Einführungsrohr zu liegen kommt, **mit einem selbstklebenden PVC-Band** — ähnlich wie unter (2) beschrieben — zu **umwickeln**. Dieser **Ausgleichswickel** muß so groß sein, daß er nur **stramm in das Einführungsrohr** gezogen werden kann. Danach ist **über den Kabelmantel und das Einführungsrohr** des EVs ein **Halte- und Abdichtwickel** zu wickeln. Auch bei diesen Kabeln muß der **metallene Kabelmantel** mit der **Erdungsbuchse** verbunden werden. Die **papierisolierten Adern** sind in jedem Fall mit Abbrühmasse (vgl. Tab. 16) zu **tränken**.

4. 3. 2. Überführungsendverschluß ÜEVs

Sollen in den Randbezirken eines Ortsnetzes oder in dünn besiedelten Gebieten entlegene Sprechstellen eingerichtet werden, ist es besonders bei einer **geringen Zahl von Anschlußleitungen** (Richtwert: bis 4 DA) aus wirtschaftlichen Gründen erforderlich, die **unterirdischen Fernmeldekabel auf Freileitungen zu überführen¹⁾**. Freileitungen können jedoch **infolge atmosphärischer und elektrischer Einflüsse unzulässig hohe Spannungen und Ströme** führen, wodurch Benutzer, Personal und Anlagen **gefährdet** werden können. Daher werden zum **Überführen der Fernmeldekabel auf Freileitungen Überführungsendverschlüsse ÜEVs** verwendet, die mit **besonderen Schutzeinrichtungen** gegen Überspannungen und Überströme ausgerüstet sind. Das Bild 62 zeigt das grundsätzliche Schaltbild der Schutzeinrichtungen im ÜEVs.

Bild 62
Grundsätzliches Schaltbild der
Schutzeinrichtungen im ÜEVs



4. 3. 2. 1. Bauart und Aufbau

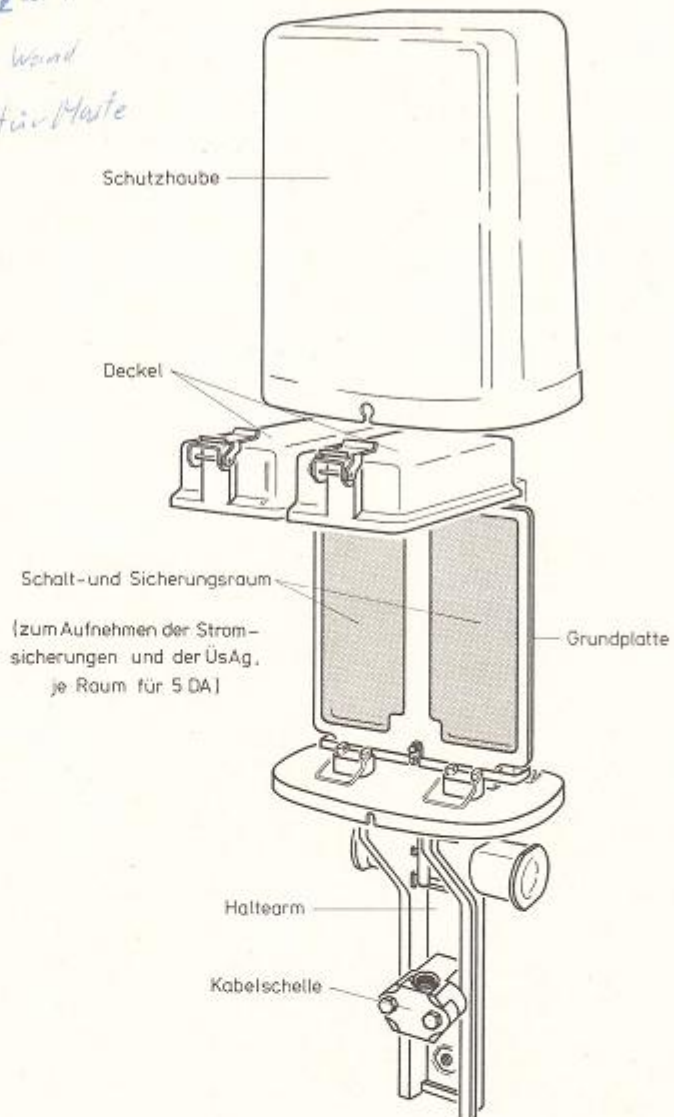
Heute werden nur noch Überführungsendverschlüsse der **Bauart 59, ÜEVs 59**, benutzt, um Fernmeldekabel auf Freileitungen zu überführen.

Der ÜEVs 59 (Bild 63) besteht aus einem **glasfaserverstärkten Polyestergehäuse** und ist **für 10 DA** vorgesehen. Eine **gemeinsame Grundplatte** trägt an der **Vorderseite des ÜEVs** zwei nebeneinanderliegende **Schalt- und Sicherungsräume**, in denen für **jeweils 5 DA** die **Stromsicherungen** und die **gasgefüllten Überspannungsableiter** (ÜsAg, Form A) untergebracht sind. In den Schalt- und Sicherungsräumen können die **weiterführenden Freileitungen angeschaltet** werden. Jeder Schalt- und Sicherungsraum ist für sich mit einem **Deckel aus glasfaserverstärktem Polyester** feuchtigkeitsdicht zu verschließen.

¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Oberirdischer Fernmeldebau«.

Neu ab Okt 73 EV 72
mit Magazin 72 an der Wand
oder mit Zwischenplatte für Maste

Bild 63
Überführungsendverschluß 59
(ÜEVs 59)



Der **Kabelabschlußraum** befindet sich an der **Rückseite** der gemeinsamen Grundplatte und ist für die beiden Schalt- und Sicherungsräume **gemeinsam**. In den Kabelabschlußraum ragen die **Lötstifte** hinein, an die die Kabeladern angelegt werden und die mit den zugeordneten Sicherungseinrichtungen im Schalt- und Sicherungsraum verbunden sind. Außerdem befindet sich im Kabelabschlußraum über der **Kabeleinführung**, die mit einer **Stopfbuchsenverschraubung** versehen ist, eine **Erdungs- und Abfangschelle**, an der der **Bleimantel**, ggf. der freigelegte Kupferschirm von PE-Ortskabeln, **befestigt** wird.

Nach beendeter Montage wird über die beiden Schalt- und Sicherungsräume sowie über den Kabelabschlußraum eine **Schutzhäube** gestülpt, die ebenfalls aus glasfaserverstärktem Polyester ist und den ÜEVs vor Witterungseinflüssen schützt.

4. 3. 2. 2. Abschießen der Anschlußkabel mit ÜEVs 59

Das **Bleimantelkabel** (Stahlwellmantelkabel sind nicht geeignet) wird durch eine **Stopfbuchseneneinführung** in den Kabelabschlußraum eingeführt. Dabei ist für die Stopfbuchseneneinführung von zwei verschiedenen Dichtungen der **Dichtring** zu wählen, dessen Innendurchmesser dem Außendurchmesser des Kabels am nächsten kommt.

Für die Montage gilt zunächst die dem ÜEVs beiliegende Montage- und Betriebsanweisung. Die **zu erdenden Teile** des ÜEVs sind **über die Erdungs- und Abfangschelle** mit den geerdeten Teilen des **Kabelnetzes** (z. B. Blei-

mantel) zu **verbinden**. Die aufgeteilten **Kabeladern** sind an die Lötstifte im Kabelabschlußraum **anzulöten**. Die **Lötstifte** sind in einer **Reihe** angeordnet und **zählen von oben nach unten**, beginnend mit 1a, 1b, 2a, 2b usw. Die Kabeladern werden mit dem **10. Paar** beginnend von unten nach oben **angelegt**.

Sind **papierisolierte Adern** im ÜEVs abgeschlossen, muß die **Vergußkammer** — das ist der untere Teil des Kabelabschlußraums — mit **Füllmasse FH** (Verarbeitungstemperatur nach Tab. 16 = 135° C) **ausgegossen** werden. **Vor dem Anlegen** sind die **papierisolierten Adern** mit Abbrümmasse zu **tränken**.

Der ÜEVs 59 wird mit **zwei Befestigungsstücken am oberen Mastende** so **befestigt**, daß die herabgelassene Schutzhaube nicht über das Zopfende des Mastes hinausragt. Dabei wird jedes Befestigungsstück wie ein Querträger über eine Vorlegeplatte und mit einem Ziehband am Mast gehalten¹⁾. Die **Ziehbänder schließen** den am Mast hochgeführten **Bandstahlerder** ein. **Bandstahlerder und ÜEVs** sind mit einem Stück Bandstahl zu **verbinden**. Unterhalb des ÜEVs befindet sich an seinem U-förmigen Haltearm eine **Kabelschelle**, die das **Kabel abfängt** und so das in den ÜEVs hineingeführte Kabelstück **zugentlastet**. **Am Mast** ist das Kabel in Abständen von etwa 1 m mit **Halbschellen** oder mit Bleistreifen zu **befestigen**. Zum **mechanischen Schutz** wird dann das Kabel mit **Kabelschutzseilen** oder längsgeteilten Kabelschutzhüllen abgedeckt. Am oberen Ende ist der Kabelschutz mit Abdichtmasse gut zu verschließen.

4. 3. 3. Endverzweiger EVz

Endverzweiger EVz sind die **letzten Schaltpunkte im Anschlußkabelnetz**, wenn die Leitungen ausschließlich unterirdisch geführt werden. Im allgemeinen **enden** am EVz die **Außenkabelleitungen** und **beginnen** die **Installationsleitungen**. Von einem EVz aus können je nach Sprechstellendichte ganze Häusergruppen, ein Haus oder auch nur einzelne Stockwerke eines Hauses versorgt werden. Je nach Standort (Montageort) der EVz werden **zwei Ausführungsarten** unterschieden,

Endverzweiger für Außenbau EVza und

Endverzweiger für Innenbau EVzi.

4. 3. 3. 1. Endverzweiger für Außenbau EVza

Bisher gab es zwei verschiedene Ausführungen des EVza mit der älteren Bezeichnung »wettersicherer Endverzweiger« EVw 25 zu 5 DA und zu 10 DA. Beide EVw hatten ein Graugußgehäuse. Heute wird nur noch der **EVza 59 zu 10 DA** (Bild 64) eingebaut; sein Nachfolger, der **EVza 64a zu 10 DA** (Bild 65) wird z. Z. noch erprobt.

Der **EVza 59** besteht aus glasfaserverstärktem Polyester. Er hat einen **verschließbaren Kabelabschlußraum** und einen **Schaltraum**; beide Räume werden nach erfolgter Montage von einer **Schutzhaube** verschlossen. Um das Verzweigungskabel luftdicht einführen zu können, hat der EVza 59 eine **Stopfbuchse** mit **zwei Dichtungen** unterschiedlicher Weiten. Durch **Einführungsöffnungen** in der Grundplatte werden die **Teilnehmerleitungen** in den Schaltraum geführt und dort mittels **Schraubklemmen** **angeschaltet**.

Mit dem EVza werden die Verzweigungskabel wie folgt abgeschlossen: Nachdem die entsprechende Dichtung ausgewählt worden ist, wird das **Kabel durch die Stopfbuchse in den Kabelabschlußraum** geschoben. Die **metallene Mantelhülle** wird dann mit der **Erdungs- und Abfangschelle** im Kabelabschlußraum **festgeklemmt**. Die **Kabeladern** werden nach dem Absetzen des Kabelmantels auf entsprechende Länge geschnitten, nach Bild 64 (rechtes Teilbild) **ausgeformt** und an die Lötstifte **angelötet**. Die **Zählweise** der Adern ist auf der **Schaltseite** des EVza 59 in das Gehäuse **eingepreßt**. Beim Anlegen der Adern wird auch beim EVza jeweils mit dem letzten Paar (Paar 5 oder Paar 10) begonnen. Werden mit dem EVza 59 Kabel mit **papierisolierten Adern** abgeschlossen, ist nach erfolgter Beschaltung der **Kabelabschlußraum** mit heller Füllmasse (vgl. Tab. 16) **randvoll auszugießen**. Die papierisolierten Adern sind vor dem Anlegen mit Abbrümmasse zu **tränken**.

Der **EVza 64a** (Bild 65) ist dem EVza 59 sehr **ähnlich**; er ist etwas flacher und kleiner und hat im **Kabelabschlußraum** und im **Schaltraum** eine **andere Lötstiftenordnung**.

¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Oberirdischer Fernmeldebau«, dort Abschnitt 2. 7, insbesondere Bild 16.

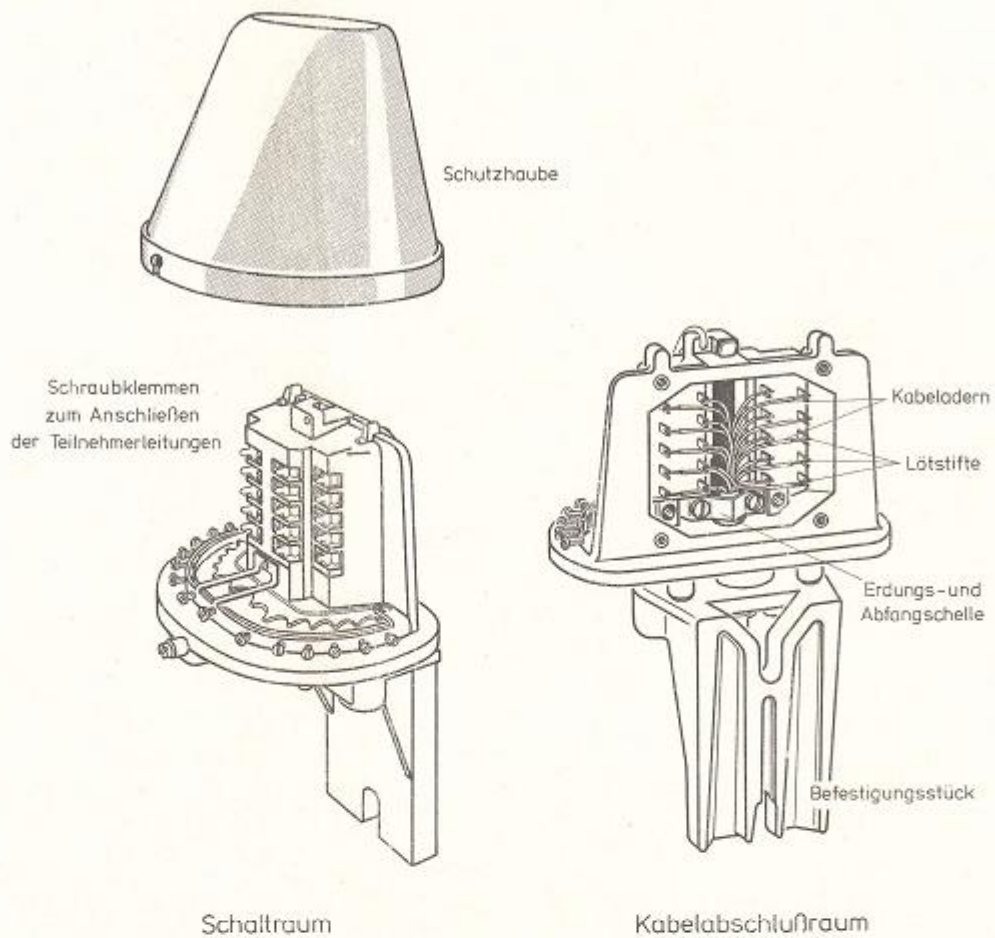


Bild 64 EVza 59 zu 10 DA

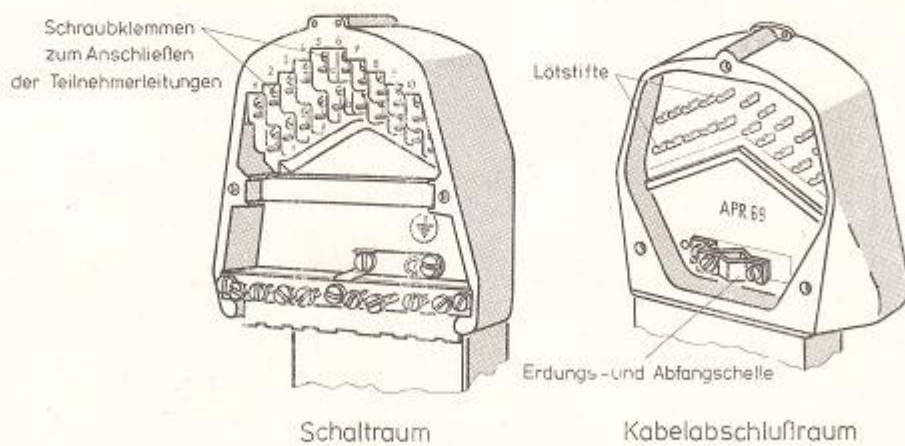


Bild 65 EVza 64a zu 10 DA (Befestigungsstück abgebrochen dargestellt)

Die EVza können **montiert** werden

an Gebäudewänden mit Steinschrauben oder mit Hartstahlgewindebolzen oder
an Masten.

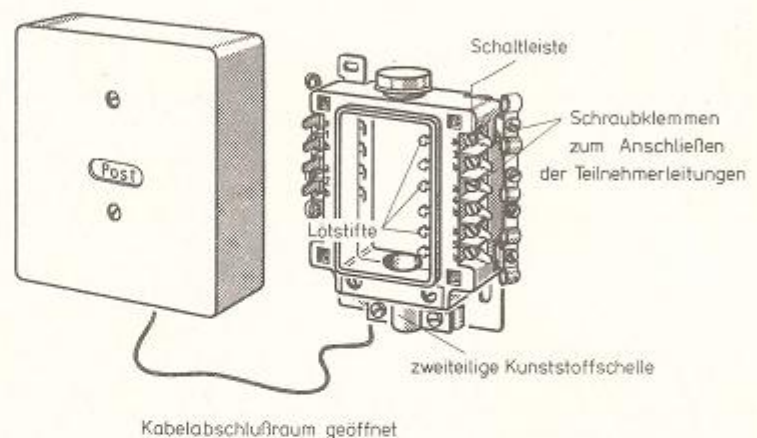
Bei der Montage an Masten wird eine besondere Stahlplatte am Mast befestigt, auf die der EVza aufgeschraubt wird.

Die am Gebäude oder am Mast **hochgeführten Kabel** sind mit Kabelschutzzeisen oder längsgeteilten Kabelschutz-
hüllen zu **schützen**; der Kabelschutz soll oben gut mit Abdichtmasse verschlossen werden.

4. 3. 3. 2. Endverzweiger für Innenbau EVzi

Der EVzi 57a zu 5 DA und zu 10 DA hat den EVzi 32 zu 5, 10 und 20 DA abgelöst. Der EVzi läßt sich an
den **Wänden trockener Innenräume auf oder unter Putz** anbringen.

Bild 66
EVzi 57a zu 5 DA
(Kabelabschlußraum geöffnet)



Der EVzi 57a (Bild 66)¹⁾ besteht aus Isolierpreßstoff und hat einen **verschließbaren Kabelabschlußraum**. Statt des Einführungsstutzens mit der Stopfbuchsenverschraubung beim EVza hat der EVzi eine **zweiteilige Kunststoffschele** zur Befestigung und Zugentlastung des Kabels.

Die Verzweigungskabel werden am EVzi sinngemäß wie am EVza abgeschlossen. Die **Folge**, in der die **Kabeladern** an die Lotstifte anzulegen sind, geht aus der **Bezeichnung der Leitungsklemmen** am Preßkörper des EVzi hervor. Bei **Unterputzmontage** wird der EVzi in dafür vorgesehene **Unterputzkästen** eingebaut²⁾.

4. 3. 3. 3. Ausgleichsschaltungen bei Endverzweigern

In Gebieten mit geringer Anschlußdichte lassen sich die **Verzweigungskabel** mittels Ausgleichsschaltungen **besser ausnutzen**. Bei den Ausgleichsschaltungen werden **zwei oder drei Endverzweiger** durch Aderbündel, die sogenannten **Ausgleichsleitungen**, **unmittelbar miteinander verbunden**. Jeder dieser EVz hat neben den Ausgleichsleitungen **einige DA** auf den **Kabelverzweiger** geschaltet.

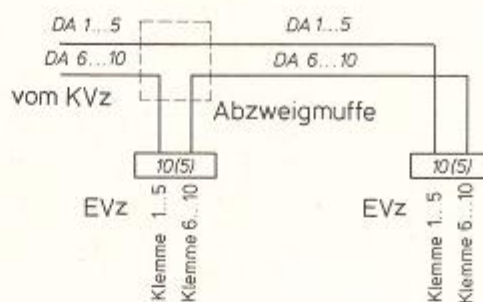
Sind z. B. bei einem EVz alle vom **Kabelverzweiger** kommenden DA belegt, lassen sich vom **Nachbar-EVz**, mit dem eine Ausgleichsschaltung besteht, **freie DA durchschalten** und so nutzen. Im Bild 67 wird eine von **vielen Möglichkeiten** der Ausgleichsschaltung gezeigt.

Neben der besseren Leitungsausnutzung **erleichtert** eine Ausgleichsschaltung auch das **Schalten von Gemeinschaftsstellen**.

¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen«, dort Abschnitt 1. 2, insbesondere Bild 7.

²⁾ Vgl. Lehrstoff »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen«, dort Abschnitt 1. 2.

Bild 67
Beispiel einer Ausgleichsschaltung
zwischen zwei EVz



4.4. Kabelverzweigeranlagen

Die Kabelverzweigeranlagen, **Kabelverzweiger** und **Linienverzweiger**, sind **Schaltstellen außerhalb der VSt**. Sie liegen innerhalb des Anschlußkabelnetzes und sind meist Schaltstellen zwischen dem **Hauptkabelnetz** und dem **Verzweigungskabelnetz**.

4.4.1. Kabelverzweiger KVz

Der Kabelverzweiger ist die **Schaltstelle** zwischen einem oder mehreren **Hauptkabeln** einerseits und den zum **KVz-Bereich** gehörenden **Verzweigungskabeln** andererseits. Im KVz kann **jede beliebige Verzweigungskabelader**, die von einer Teilnehmereinrichtung kommt, mit **jeder beliebigen Hauptkabelader**, die zum Hauptverteiler führt, **verbunden** werden.

Außerdem hilft der KVz, **Hauptkabelndoppeladern einzusparen**. Zum schnelleren Bereitstellen von Fernsprechanschlüssen muß nämlich das Verzweigungskabelnetz eine größere Anzahl von **Reservedoppeladern** besitzen, dagegen lassen sich die Doppeladern des Hauptkabelnetzes anhand des jährlichen Sprechstellenzuwachses ungefähr vorausberechnen.

4.4.1.1. Bauarten und Aufbau

Der bisherige Kabelverzweiger der Bauart 1932, KVz 32, wird nicht mehr beschafft, ist aber noch häufig im Anschlußkabelnetz zu finden. Er besteht nach Bild 68 aus einem inneren und äußeren, d. h. doppelwandigen, **Stahlblechgehäuse**, welches auf einem **Betonsockel** steht. Später wurde das Stahlblechgehäuse durch ein **Gehäuse aus Kunststein** ersetzt, welches weniger Wartung benötigt. Im Gehäuse ist das **Befestigungsgestell** für die **Endverschlüsse** untergebracht. Das Dach des KVz-Gehäuses und der Innenmantel des Stahlblechgehäuses haben Entlüftungsöffnungen; das Gehäuse wird durch eine (doppelwandige) Tür verschlossen. **Durch den Gehäuseboden**, der auf dem etwa 50 cm hohen Betonsockel steht, werden die **Kabel durch Kabeltüllen** hindurch **eingeführt**. Der KVz 32 hat ein **Fassungsvermögen von 200 DA**.

Das Gehäuse des z. Z. eingebauten **KVz 59** besteht aus **Kunststoff (Polyester)** und ist daher **vollkommen wartungsfrei**; ein Entrosten oder Erneuern des Anstrichs entfällt. Obwohl der KVz 59 etwas größer ist als der KVz 32, läßt er sich **leichter aufstellen**, weil er **weniger wiegt**. Ansonsten ist der KVz 59 ähnlich aufgebaut wie der KVz 32.

Das **Befestigungsgestell des KVz 59** besteht aus Winkeleisen und hat **vier Buchten**, das des KVz 32 hat nur drei Buchten. Der KVz 59 wird im allgemeinen mit den kleineren Kabelendverschlüssen **EVs 58 ausgerüstet** und kann daher **im Endausbau 600 DA aufnehmen**. Besteht an einem Schaltpunkt ein **noch größerer Doppeladerbedarf** oder wird die **Hälfte eines KVz (= 2 Buchten)** benötigt, um einen **Wählsternschalter unterzubringen**, können zwei KVz-Gestelle in ein **Doppel-KVz-Gehäuse** eingebaut werden.

In Zukunft soll der KVz 59 durch den **KVz 68** ersetzt werden. Dieser neue KVz hat grundsätzlich **gleichen Aufbau und gleiche Abmessungen**. Bei ihm sind **einige Einzelheiten verbessert** worden; er hat z. B. ein neues Schließungssystem und eine Türhalterung mit Raststellung, die es gestattet, die geöffnete Tür einzurasten.

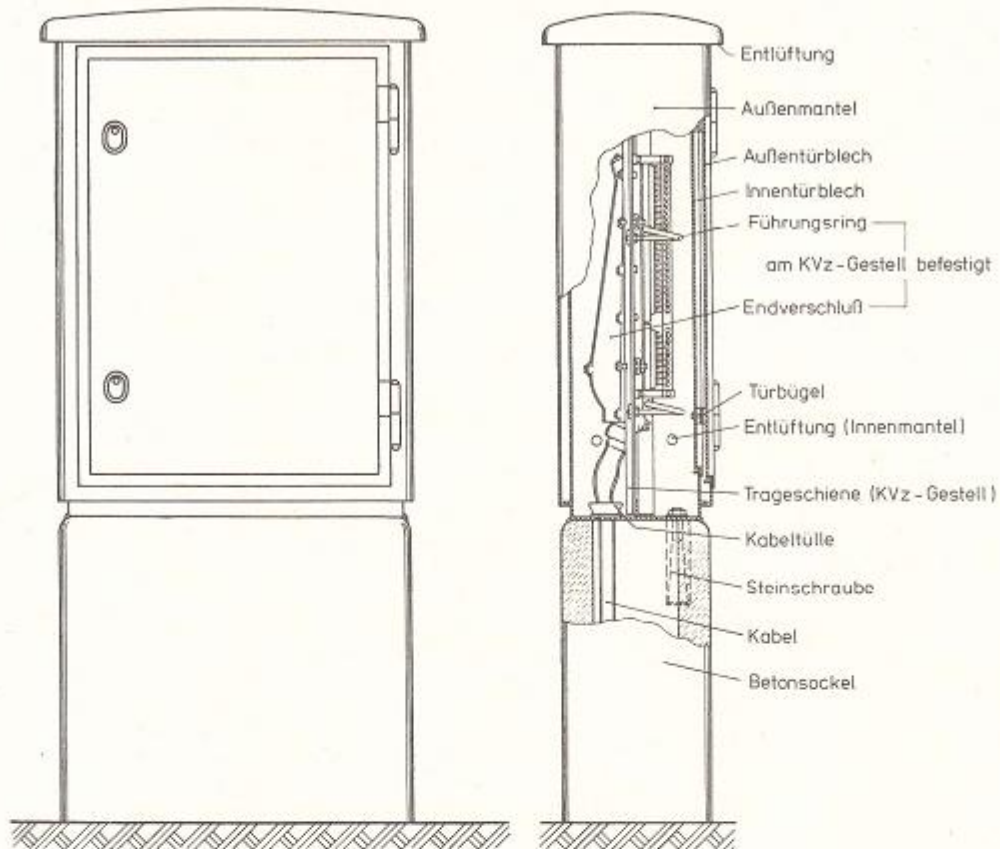


Bild 68 KVz 32 mit Betonsockel (wird nicht mehr beschafft)

4. 4. 1. 2. Bestücken des KVz mit EVs und Beschalten der EVs

Alle EVs-Ausführungen werden am KVz-Gestell **an Trageschienen mittels Hakenschrauben befestigt**.

Bei den KVz der alten Bauart aus Stahlblech (KVz 32) sind die metallenen Kabelmäntel untereinander und mit der Erdungsschraube, die an der Trageschiene befestigt ist, gut leitend zu verbinden. Werden EVs aus Kunststoff eingebaut, um PE-Ortskabel abzuschließen, muß eine Erdleitung von der Erdungsbuchse am EVs zur Erdungsschraube an der Trageschiene gelegt werden.

Bei der heutigen Regelbauweise werden in den KVz 59 nur noch EVs 58 eingebaut. Dabei sind hinsichtlich der Erdung keine besonderen Maßnahmen zu treffen, weil die EVs über ihre Erdungsbuchsen und die **Haken-schrauben** selbsttätig mit den feuerverzinkten Trageschienen gut leitend verbunden sind.

Im Boden des KVz sind die **Kabeltüllen**, die erst bei Bedarf zu öffnen sind. Dadurch wird **vermieden**, daß Feuchtigkeit unnötig in den KVz eindringen kann; nach erfolgter Montage der EVs und der Kabel sind die **Kabeltüllen** sofort wieder mit **Abdichtmasse** luftdicht zu verschließen.

Die KVz 59 werden mit EVs 58 bestückt, wobei in jede Bucht je ein EVs zu 100 DA und ein EVs zu 50 DA eingebaut werden kann. In der Regel werden die EVs zu 100 DA oben, die EVs zu 50 DA unten eingebaut (die EVs können aber auch entgegengesetzt montiert werden: EVs zu 50 DA oben und EVs zu 100 DA unten).

Die EVs eines KVz werden **nach der Platznummernfolge** gemäß Tabelle 17 **gezählt und** entsprechend ihrer Platznummer **benannt**.

Dabei werden entsprechend der Platznummern

die Endverschlüsse der Hauptkabel mit **römischen Ziffern**,

die Endverschlüsse der Verzweigungskabel mit **arabischen Ziffern** gekennzeichnet.

	Platznummern			
	Bucht 1	Bucht 2	Bucht 3	Bucht 4
EVs zu 100 DA	1	3	5	7
EVs zu 50 DA	2	4	6	8

Tab. 17 Platznummernfolge der EVs eines KVz

In der Tabelle 18 (vgl. Bild 69) wird z. B. **angenommen**, daß

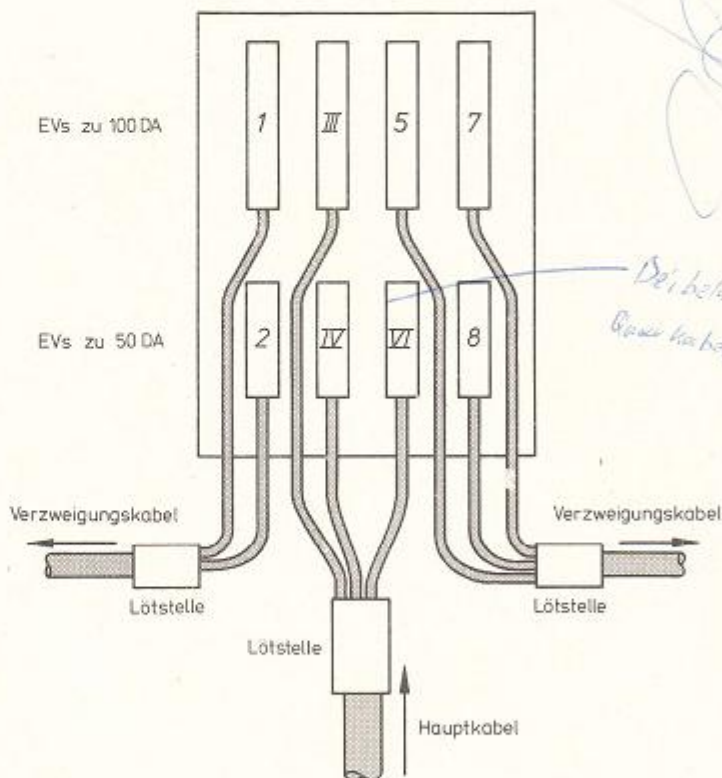
die Endverschlüsse, mit denen die **Hauptkabel** abgeschlossen sind, auf den **Plätzen 3, 4 und 6** untergebracht worden sind,

die anderen Endverschlüsse sind mit **Verzweigungskabeln** beschaltet; **Plätze 1, 2, 5, 7 und 8**.

Benennung der EVs	Platznummern			
	1	III	5	7
	2	IV	VI	8

Tab. 18 Beispiel zur Benennung der EVs eines KVz

Bild 69
Belegung eines KVz 59 mit EVs
(Beispiel)



Die Kabelverzweiger werden anhand von **Schaltunterlagen** beschaltet, in denen die **Schalt Drahtführung** festgelegt und die **Schalt punkte** angegeben sind. Die **Schalt drähte** — Y-Draht $2 \times 0,6$ Cu — werden mit Hilfe von Führungsringen **übersichtlich angeordnet** und **flach an die Anschlußstifte herangeführt**. Die **abisolierten Enden** der Schalt drähte werden in die **geschlitzten Lötstifte gelegt** und von vorn mit Röhrenlötzinn **angelötet**. Die abisolierten Enden dürfen auf keinen Fall umgebogen oder gar um die Lötstifte herumgewickelt werden.

Bei EVs älterer Bauart (EVs 32) werden die abisolierten Enden der Schaltdrähte in die Vertiefung der hakenförmigen Lötösen gelegt, umgebogen und verlötet.

Die Zählweise der Lötstifte und der Lötösen auf der Schaltseite der EVs ist bereits im Abschnitt 4. 3. 1. 2. (1) — Seite 69 — erläutert worden.

4. 4. 2. Linienverzweiger LVz

Der Linienverzweiger ist eine übergeordnete Kabelverzweigereinrichtung, die schaltungstechnisch zwischen der VSt und den Kabelverzweigern liegt und meist mehrere KVz-Bereiche zusammenfaßt. Nach den Planungsrichtlinien sollen, bedingt durch die größere Aufnahmefähigkeit der neuen KVz, **Linienverzweiger nur noch in besonderen Fällen** erstellt werden, z. B. in Anschlußbereichen mit sehr großer Leitungsdichte oder an Standorten, in deren Nähe später eine Vermittlungsstelle eingerichtet werden soll.

Noch heute werden Linienverzweiger der Bauart 1932 eingesetzt, und zwar **LVz 32 zu 1000 DA und LVz 32 zu 2000 DA**. Der LVz 32 besteht aus einem **doppelwandigen Stahlblechgehäuse**, welches eine **achteckige Grundform** (abwechselnd breite und schmale Seiten) hat. An den vier breiten Seiten befindet sich je eine doppelwandige Tür. Der LVz 32 hat ein **Doppeldach**; in seinen **Gehäuseboden** sind **Kabeltüllen** eingebaut. Die EVs werden an einem **Befestigungsgestell mit Trageschienen** aus Winkelisen befestigt. Die ursprüngliche **Aufnahmefähigkeit des LVz 32 von 1000 DA oder 2000 DA kann heute auf 2000 DA oder auf 4000 DA erhöht werden, wenn der LVz mit EVs 58 bestückt wird.**

Die **Hauptkabel** werden in einem **Kabelaufteilungsschacht**, der sich **unter dem LVz** befindet, mit **Aufteilungsmuffen** aufgeteilt. Die aufgeteilten Kabel führen zu den EVs im LVz.

Bei den **Schaltarbeiten** im LVz werden die **von der VSt kommenden Hauptkabel** mit den **zu den KVz führenden Hauptkabeln verbunden**. Diese Schaltarbeiten werden an den Schaltseiten der EVs mit Schaltdrähten (Y-Draht $2 \times 0,6$ Cu) ausgeführt.

Die EVz oder ÜEVs, die in der näheren Umgebung des LVz liegen, werden **unmittelbar vom LVz** — also ohne KVz — mit **Verzweigungskabeln** versorgt.

4. 5. Fragen zu Abschnitt 4 (Kabelabschluß- und Verzweigereinrichtungen)

1. Für welche Kabel und Leitungen ist ein Hauptverteiler Verbindungs- und Trennstelle? *Ortskabel u. Innenleitung*
2. Zähle die Leitungen des Fernsprechnetzes auf, die ein HVt aufnimmt! *Hauptanschlüsse, Fernanschl.*
3. Wo liegt in einer Vermittlungsstelle der Verteilerraum, in dem der Hauptverteiler untergebracht ist? *weg vom Wehler*
4. Welche HVt werden nach ihrer Bauart unterschieden? *Reihensystem u. Winkelisenkonstruktion, norm. u. dufour*
5. Wie werden die Seiten eines HVt benannt, und worin ist diese Benennung begründet? *unipolar u. bipolarseite*
6. Welche Arbeiten und welche Maßnahmen gestattet ein Hauptverteiler? *Abschluß, Umschaltung, Aufhängen*
7. Bei welchen HVt werden 25teilige Sicherungsleisten eingesetzt? *Reihensystem Winkelisenkonstruktion*
8. In welche HVt werden 25- oder 50teilige Trennleisten eingebaut?
9. Warum haben die Trennleisten im allgemeinen keinen Sicherungsschutz?
10. Wie sind die einzelnen Trennleistenelemente in einer Trennleiste angeordnet? *in 5er Gruppen zusammengefaßt*
11. Auf welcher Seite der Trennleistenelemente werden die Doppeladern der Außenleitungen angelötet, und welche Ader wird an die lange, welche an die kurze Löffahne angelötet?
12. Zähle das Zubehör für Trennleisten auf!
13. Welche Vorteile hat die Trennleiste gegenüber der Sicherungsleiste? *~~Leistungsfähigkeit~~ Doppeladern*
14. Warum müssen die hochpaarigen Fernmeldekabel im Aufteilungsraum auf niederpaarige AtOk aufgeteilt werden?
15. Wie ist der Wanddurchbruch auszuführen, in dem die hochpaarigen Fernmeldekabel in das Gebäude der VSt unterirdisch eingeführt werden?
16. Worin werden die eingeführten Außenkabel in niederpaarige Aufteilungskabel aufgeteilt? *AtM*
17. Wievielpaarig können Aufteilungskabel sein?
18. Woran und in welcher Lage werden die AtM befestigt?
19. Woran enden die AtFk im Verteilerraum?
20. In welcher Reihenfolge wird die senkrechte Seite des HVt mit Anschlußleitungen und mit Ortsverbindungsleitungen beschaltet, und in welcher Richtung werden dabei die einzelnen Reihen des HVt fortlaufend gezählt?
21. In welcher Richtung werden die Trennleisten oder Sicherungsleisten sowie die Doppeladern der Aufteilungskabel einer HVt-Reihe gezählt?
22. Welche Aufgaben hat eine Druckluftüberwachungsanlage?
23. Woraus besteht eine Druckluftüberwachungsanlage im wesentlichen?
24. Auf welche Art und Weise wird angezeigt, daß ein Kabel eine Leckstelle hat?
25. Welche Fernmeldekabel müssen am Anfang und Ende mit Stopfstellen druckdicht abgedichtet werden?
26. Zähle die Abschlußeinrichtungen für Fernmeldekabel eines Ortsnetzes auf und stelle schematisch dar, an welchen Stellen des Anschlußkabelnetzes diese Abschlußeinrichtungen eingebaut werden!
27. Warum müssen die Ortskabel in den Linienverzweigern und in den Kabelverzweigern mit Endverschlüssen abgeschlossen werden?
28. Welche Bauart von EVs wird z. Z. verwendet, und zu wie vielen DA werden diese EVs hergestellt?
29. Woraus besteht das Gehäuse des z. Z. eingesetzten EVs, und wie ist dieser EVs grundsätzlich aufgebaut?
30. Wodurch wird das Zählen im Schaltfeld des z. Z. eingesetzten EVs erleichtert?
31. Was bedeutet »LSA-Technik«?
32. Wie müssen die Adern mit Papierisolation behandelt werden, bevor sie im EVs montiert werden können?
33. Warum wird der Kabelabschlußraum eines EVs nach erfolgter Kabelmontage mit Füllmasse ausgegossen?
34. Wo soll der abgesetzte Bleimantel nach dem Anlegen der Kabeladern in einem EVs enden?
35. Warum soll die Bleimantelkante an der Absetzstelle vorsichtig etwas von der Kabelseele abgehoben werden?
36. Wie weit muß die Bewehrung von bewehrten Bleimantelkabeln PMbc abgesetzt werden, wenn diese Kabel mit EVs abgeschlossen werden?

37. Wie ist der Lötbrenner zu halten, wenn der Lötstutzen des EVs und der Bleimantel miteinander verlötet werden?
38. Wie lang soll der Lötstutzen sein, der über die Lötnaht geschmiert wird, und welche Form soll er haben?
39. Welche Zählweise gilt für die Lötstifte im Kabelabschlußraum eines EVs 58 zu 50 DA?
40. Welcher Lötstift ist in jeder Doppelreihe eines EVs 58 für die a-Ader und welcher Lötstift für die b-Ader bestimmt?
41. Mit welchem Paar ist zu beginnen, wenn die Adern eines Kabels mit 100 DA an die Lötstifte im Kabelabschlußraum angelegt werden?
42. Wie sind die Adern mit Papierisolation zu behandeln, bevor sie an die Lötstifte angelötet werden?
43. Mit wieviel Vorrat sind die Kabeladern anzulegen?
44. Mit welcher Vergußmasse und bei welcher Verarbeitungstemperatur wird die untere Kammer des Kabelabschlußraums ausgegossen?
45. Wie soll während des Einfüllens der Vergußmasse in den Kabelabschlußraum das Kabel unterhalb des Lötstutzens behandelt werden?
46. Was ist hinsichtlich der Zählfolge der Lötstifte zu beachten, wenn Kabel in den alten EVs 32 (Graußgehäuse) abgeschlossen werden sollen?
47. Wie werden die Anschlußstifte im Schaltfeld des EVs 58 gezählt?
48. Worin unterscheidet sich der EVs 58a von einem EVs 58?
49. Wie weit ist der PE-Mantel abzusetzen, wenn PE-Ortskabel mit einem EVs 58 abgeschlossen werden sollen?
50. Wie muß das Stück des PE-Mantels, das nach erfolgter Montage innerhalb des Stutzens zu liegen kommt, behandelt werden, damit die angelöteten Kabeladern zugentlastet sind?
51. Warum wird bei PE-Ortskabeln der Kabelabschlußraum nicht mit Füllmasse ausgegossen?
52. Wie ist der Übergang von einem PE-Kabelmantel auf den Stutzen eines EVs 58 zu behandeln, um zu verhindern, daß Feuchtigkeit in den Kabelabschlußraum eindringen kann?
53. Womit muß der Kupferschirm eines Kabels mit PE-Mantel im Kabelabschlußraum gut leitend verbunden werden?
54. Beschreibe in Stichworten, wie das Kabelende eines Stahlwellmantelkabels zugerichtet werden muß und wie der Stahlwellmantel mit dem Lötstutzen eines EVs 58 verlötet wird!
55. Welche Kabelformen sollen vornehmlich mit einem EVs 58a abgeschlossen werden?
56. Welche Aufgabe hat der Ausgleichsstutzen bei einem EVs 58a?
57. Womit wird die Vergußkammer eines EVs 58a nach erfolgter Kabelmontage ausgegossen?
58. Können auch Bleimantelkabel mit Hilfe eines Ausgleichsstutzens an einem EVs 58a abgeschlossen werden?
59. Warum müssen Überführungsendverschlüsse eingebaut werden, um Fernmeldekabel auf Freileitungen überführen zu können?
60. In welchen Fällen sind unterirdische Fernmeldekabel auf Freileitungen zu überführen?
61. Skizziere das grundsätzliche Schaltbild der Schutzeinrichtungen eines ÜEVs!
62. Beschreibe, wie der z. Z. eingesetzte ÜEVs 59 zu 10 DA aufgebaut ist!
63. Wie ist die Einführung eines ÜEVs 59 gestaltet, durch die ein Kabel in den Kabelabschlußraum eingeführt wird?
64. Worüber werden die zu erdenden Teile des ÜEVs mit den geerdeten Teilen des Kabelnetzes verbunden?
65. Wie sind die Lötstifte im Kabelabschlußraum eines ÜEVs 59 angeordnet, und wie werden sie gezählt?
66. In welcher Reihenfolge werden die Kabeladern an die Lötstifte im Kabelabschlußraum eines ÜEVs 59 angelegt?
67. Welche Arbeiten müssen nach dem Anlöten der Kabeladern im Kabelabschlußraum des ÜEVs zusätzlich ausgeführt werden, wenn Kabel mit papierisolierten Adern abgeschlossen werden?
68. Wie und womit wird der ÜEVs 59 am Mast befestigt?
69. Wovon wird das Kabel abgefangen und so das in den ÜEVs hineingeführte Kabelstück zugentlastet?

70. Wie wird das am Mast aufgeführte Kabelstück mechanisch geschützt?
71. Wie ist ein EVza im wesentlichen aufgebaut?
72. Wie werden die Teilnehmerleitungen in den Schaltraum des EVza eingeführt, und womit werden sie dort angeschaltet?
73. Beschreibe in kurzen Sätzen, wie ein Verzweigungskabel mit einem EVza 59 abgeschlossen wird!
74. Woraus kann die Zählweise der Adern bei einem EVza 59 ersehen werden?
75. Nur in welchen Fällen wird der Kabelabschlußraum des EVza 59 mit heller Füllmasse ausgegossen?
76. Wie wird der EVza genannt, der z. Z. in Erprobung ist?
77. Woran können EVza montiert werden?
78. Wo sind EVzi anzubringen?
79. Womit wird das in einem EVzi 57a eingeführte Kabel befestigt und zugentlastet?
80. Woraus geht die Folge hervor, in der die Kabeladern an die Lötstifte des EVzi 57a angelegt werden?
81. Worin werden die EVzi bei Unterputzmontage eingebaut?
82. Wie werden Ausgleichsschaltungen bei Endverzweigern geschaltet?
83. Welche Vorteile bieten Ausgleichsschaltungen besonders in Gebieten mit geringer Anschlußdichte?
84. Welche Aufgabe haben Kabelverzweiger?
85. Welches Fassungsvermögen hat ein KVz 32 und ein KVz 59?
86. Mit welchen Kabelendverschlüssen wird ein KVz 59 im allgemeinen ausgerüstet?
87. Wie viele Buchten hat das Befestigungsgestell des KVz 59?
88. Wie werden die EVs am KVz-Gestell befestigt?
89. Warum sind keine besonderen Erdungsmaßnahmen erforderlich, wenn in einem KVz 59 EVs 58 eingebaut werden?
90. Wie werden die EVs 58 zu 100 DA und die EVs 58 zu 50 DA im KVz 59 angeordnet?
91. Wie ist die Platznummernfolge der EVs in einem KVz 59?
92. Welche Endverschlüsse erhalten Platznummern aus römischen Ziffern, welche EVs Platznummern aus arabischen Ziffern?
93. Skizziere die Belegung eines KVz 59 mit EVs 58, wobei die EVs auf den Plätzen 4, 5 und 8 Hauptkabel abschließen sollen!
94. Mit welchem Draht wird der Kabelverzweiger anhand von Schaltunterlagen beschaltet?
95. Was wird in den Schaltunterlagen für einen KVz angegeben?
96. Nur wann sollen Linienverzweiger aufgestellt werden?
97. Welche Aufnahmefähigkeit kann ein Linienverzweiger haben?

5. Auslegen von Erdkabeln*)

Das Fernmeldenetz der DBP besteht, mit Ausnahme der oberirdischen Linien¹⁾, aus den unterirdisch verlegten Außenkabeln. In den Ortsnetzen, in denen wegen der zunehmenden Fernsprechkichte das Kabelnetz häufig erweitert werden muß, werden von vornherein und vorsorglich Kabelkanalanlagen gebaut, in die je nach Bedarf Röhrenkabel eingezogen werden können. In allen anderen Fällen, z. B. bei Kabellinien, die die Ortsnetze miteinander verbinden, oder um die Randbezirke der Ortsnetze zu versorgen, werden noch in großem Umfang Erdkabel ausgelegt.

Die Bezeichnungen der Fernmeldekabel hinsichtlich ihrer Verwendung sind dem Abschnitt 2. 2. 1 und dem Bild 17 (Seite 26) zu entnehmen.

Beim Auslegen von Erdkabeln überwiegen die Kosten für den Erdaushub und für das Wiederherstellen der Wegeoberfläche. Diese Kosten sind für alle Erdkabeltypen gleich, während der Kabelpreis durch den Kabelaufbau bestimmt wird und mit der Anzahl der Doppeladern steigt. Das bedeutet, daß die Verlegekosten pro Doppelader umso größer sind, je geringer die DA-Zahl des Erdkabels ist. Es ist wirtschaftlich nicht mehr zu vertreten, daß Erdkabel unter 10 DA verlegt werden; in diesen Fällen (Linien mit weniger als 10 DA) sollen oberirdische Linien errichtet werden**).

5. 1. Kabelführung

Kabellinien sollen so geführt werden, daß die Kabel

- keine Gefahr für den Verkehr bilden und
- selbst möglichst wenig durch den Verkehr gefährdet werden.

Die Kabellinien müssen betriebssicher sein. Die Kosten für das Herstellen und Unterhalten der Kabellinien sollen möglichst niedrig liegen. Um den Bau und das Unterhalten zu erleichtern, sollen die Kabellinien möglichst in der Nähe befahrbarer Straßen und Wege verlaufen.

Von den Planungsstellen der Fernmeldeämter wird die günstigste Linienführung festgelegt und anhand von Vorausberechnungen und Planungen der Leitungsbedarf bestimmt.

5. 1. 1. Auskunden der Kabelführung und Wegesicherung

Die Form der Auskundung und Wegesicherung wird in der FBO 3 behandelt.

Die Auskundung, die an Ort und Stelle im allgemeinen vom zuständigen Bezirksbauführer vorgenommen wird, ist die Grundlage für die Bauausführung, für das Feststellen des benötigten Materials und der erforderlichen Arbeitskräfte sowie für das Ermitteln der voraussichtlich entstehenden Kosten.

Die Auskundung umfaßt folgende Tätigkeiten:

- ① Festlegen der geplanten Fernmeldelinie unter Berücksichtigung ggf. vorgesehener Straßenveränderungen.
- ② Festlegen der Einzelheiten der Bauweise (z. B. Auskunden der günstigsten Lage der Spulenpunkte, Lötstellen usw., Vermerke über Näherungs- und Kreuzungsstellen mit anderen unterirdischen Anlagen).
- ③ Feststellen vorhandener oder geplanter anderer Versorgungsanlagen oder »Besonderer Anlagen«²⁾ und deren Inhaber.
- ④ Feststellen der Beschaffenheit des Geländes, des Bodens und der Wegeoberfläche.
- ⑤ Herbeiführen des Einverständnisses des Wegeunterhaltungspflichtigen und anderer Beteiligter (Stadt-, Wasser- und Gaswerke o. a.) über die geplante Linienführung.
 - Wegeunterhaltungspflichtige können sein: Bund, Länder, Kreise, Städte und Gemeinden, Kommunalverbände und Private.
- ⑥ Führen von Verhandlungen mit Eigentümern privater Grundstücke (Grundstückseigentümererklärungen oder Gestattungsverträge³⁾).

*) Siehe Lehrstoff »Oberirdischer Fernmeldebau«.

2) Siehe Lehrstoff »Allgemeine Berufskunde«, dort Abschnitt 9. 3. 3.

3) Siehe Lehrstoff »Allgemeine Berufskunde«, dort Abschnitt 9. 3. 5.

pro m 50 Pf.
pro m im Grundriss eingezeichnet 70 Pf.

Beim Auskunden sind alle Angaben zu ermitteln und die betreffenden Unterlagen zu ergänzen für

- a) die **Durchführung des Planfeststellungsverfahrens** (Planverfahrens¹⁾); *§ 7 des PflG*
- b) das **Aufstellen des Bauanschlages und des Leistungsverzeichnisses** (Planungsaufmaß);
- c) die **Bauausführung** (Termine, Verkehrssicherung, Lagerplätze, Verträge über das Anmieten von Lagerräumen während der Zeit der Bauausführung usw.);
- d) **Vereinbarungen mit den Inhabern fremder Anlagen** (besondere Schutzmaßnahmen, Verlegung von hindernden Anlagen usw.).

Die **Wegesicherung** soll **rechtlich festlegen**, daß die geplanten **Fernmeldeanlagen** ausgeführt werden können und daß ihre **Linienführung gesichert** ist. Bei **öffentlichen Straßen und Wegen** wird die Wegesicherung durch das **Planfeststellungsverfahren** nach dem **Telegraphenwegegesetz²⁾**, bei **privaten und öffentlichen Gebäuden** durch das Vorliegen einer **Grundstückseigentümergeklärung** oder durch das Abschließen von **Gestattungsverträgen bewirkt³⁾**.

Zur **Wegesicherung** auf **Bundesbahngelände** oder in **Staatsforsten** sind **besondere Vereinbarungen** oder **Richtlinien maßgebend⁴⁾**.

Zum Punkt ④ »Feststellen der Beschaffenheit des Geländes, des Bodens und der Wegeoberfläche« ist zu ergänzen, daß der Boden in **sieben Bodenklassen** (a ... g) eingeteilt wird.

Nach der »Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB), Teil C: Allgemeine Technische Vorschriften für Bauleistungen (ATV)« werden unterschieden:

- a) **Mutterboden** ist die oberste Schicht des belebten Bodens. Diese Schicht ist bis 40 cm dick, besonders reich an Bodenlebewesen und enthält Humus oder Ton.
- b) **Wasserhaltiger Boden** ist wegen seines großen Wassergehalts von weicher bis fließender Beschaffenheit und gibt das Wasser schwer ab, z. B. Schlamm und Schluff.
- c) **Leichter Boden** besteht aus nicht bindigen Sanden und Kiesen (bis 70 mm Korngröße); bei ihm ist keine oder nur geringe Bindung mit lehmigen oder tonigen Böden vorhanden.
- d) **Mittelschwerer Boden** hat in naturfeuchtem Zustand einen erheblichen Zusammenhang, z. B. stark lehmiger Sand, sandiger Lehm, Lehm, Mergel, Löß und Lößlehm.
Diese Bodenarten können noch mit dem Spaten bearbeitet werden.
Außerdem zählen zum mittelschweren Boden die Böden der Bodenklasse c), wenn die Korngröße größer als 70 mm ist, z. B. Gesteinsschotter, Gerölle und Steine, soweit diese Böden nicht unter die Bodenklasse e) fallen.
- e) **Schwerer Boden** hat starken Zusammenhang und ist von zäher Beschaffenheit, z. B. fetter steifer Ton. Dazu zählen auch die Böden der Bodenklasse d), wenn sie sehr ausgetrocknet oder stark mit Geröllen, Geschiebe und Steinen (bis 200 mm Durchmesser) durchsetzt sind. Außerdem gehören zum schweren Boden Bauschutt und festgelagerte Schlacke.
Diese Bodenarten können nicht mehr mit dem Spaten bearbeitet werden.
- f) **Leichter Fels** besteht aus locker gelagerten Gesteinsarten, die sehr klüftig, bröckelig, brüchig, schiefrig oder verwittert sind. Zum leichten Fels gehören auch Sand- oder Kiesschichten, die infolge chemischer Vorgänge verfestigt sind, und Mergelschichten, die stark mit Steinen, deren Durchmesser größer als 200 mm ist, durchsetzt sind.
Diese Bodenart muß noch ohne Bohr- und Sprengarbeit gelöst werden können.
- g) **Schwerer Fels** besteht aus fest gelagerten Gesteinsarten, die nur mit Bohr- und Sprengarbeiten zu lösen sind. Dazu zählen ferner Schlackenhalde der Hüttenwerke und Findlinge oder Gesteinsstücke mit einem Rauminhalt von mehr als 0,1 m³.

5.1.2. Einordnen der Kabel in den Straßenkörper

Wie bereits erwähnt, ist die DBP nach dem TWG⁵⁾ berechtigt, die **öffentlichen Verkehrswege** zu benutzen, um ihre **Fernmeldelinien** unterzubringen. In **Ortschaften** werden **Erdkabel** im allgemeinen in den **Gehweg** gelegt. **Außerhalb geschlossener Ortschaften** werden dazu die **unbefestigten Seitenteile** oder die **Böschungen der Landstraßen** benutzt, aber **keine Gräben**, in denen sich Abwässer oder Jauche sammeln, die den Kabelmantel zersetzen können.

¹⁾ Siehe Lehrstoff AB, dort Abschnitt 9.3.4.

²⁾ Siehe Lehrstoff AB, dort Abschnitte 9.3 und 9.3.4.

³⁾ Siehe Lehrstoff AB, dort Abschnitte 9.3.5 und 9.4.4.

⁴⁾ Siehe Lehrstoff AB, dort Abschnitt 9.3.5.

⁵⁾ Siehe Lehrstoff AB, dort Abschnitt 9.3.

Grundsätzlich ist zu **vermeiden**, daß Kabel in **Fahrbahnen** verlegt werden;

- dabei würde während der Bauarbeiten der Straßenverkehr erheblich behindert werden,
- das in der Fahrbahn liegende Kabel wäre ständigen Bodenerschütterungen infolge des schweren Kraftverkehrs ausgesetzt,
- das Wiederherstellen der Straßendecke wäre sehr kostspielig.

Ferner sollen beim Auslegen von Kabeln **vermieden** werden

- schwere Bodenarten (wie Felsbrocken oder Geröll),
- Böden mit hohem Grundwasserstand,
- chemisch aggressive Böden (wegen der Gefahr chemischer Korrosion),
- Näherungen mit Gleichstrombahnen (wegen der Gefahr elektrolytischer Korrosion),
- Parallelführung mit Starkstromkabeln (wegen der Starkstrombeeinflussung).

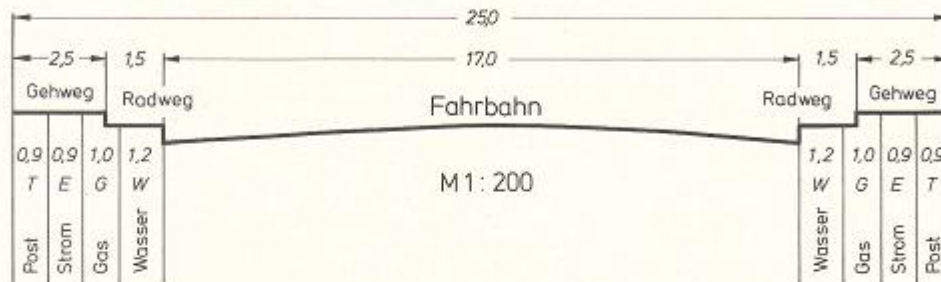


Bild 70 Beispiel für die Einordnung von Versorgungsanlagen im Straßenkörper

Für die **Einordnung von Versorgungsleitungen** (Gas, Wasser, elektrischer Strom, Anlagen der Post) in **Gehwegen** gelten die

- »Richtlinien für die Einordnung und Behandlung der Gas-, Wasser-, Kabel- und sonstigen Leitungen bei der Planung öffentlicher anbaufähiger Straßen (DIN 1998)«.

Danach sind die **Fernmeldekabel** der DBP, wie in Bild 70 gezeigt, **ganz außen** auf der **von der Fahrbahn abgewandten Gehwegseite** zu verlegen.

Für das **Zusammenarbeiten aller Beteiligten** bei Arbeiten in öffentlichen Straßen wurden **Kommunale Koordinierungsrichtlinien** vereinbart. Diese Richtlinien haben den Zweck, die Belange der Behörden und Anlieger zu wahren und für alle Beteiligten die günstigsten wirtschaftlichen Lösungen zu finden.

5. 1. 3. Kreuzungen und Näherungen der Fernmeldekabel mit fremden Anlagen

Fremde Anlagen sind Gas-, Wasser- und Abwasserleitungen, Ölleitungen, Starkstromkabel, Fernmeldekabel anderer Behörden (z. B. Feuermeldeleitungen) usw.¹⁾. Die **Fernmeldeanlagen der DBP** sind **möglichst weit entfernt von diesen fremden Anlagen** zu führen.

Sind fremde Anlagen anwesend, muß festgestellt werden, ob die fremden Anlagen durch **elektrische Schutzeinrichtungen gegen Korrosion** geschützt sind; in diesen Fällen sind die Fernmeldekabel der DBP nämlich ebenfalls zu schützen, ggf. in den bereits bestehenden Schutz mit einzubeziehen.

Behindern fremde Anlagen den Bau der Fernmeldeanlagen und müssen daher die **fremden Anlagen verlegt** werden, sind entsprechende Vereinbarungen mit den zuständigen Stellen zu treffen, z. B. um die Frage zu klären, wer die Kosten der Verlegung trägt.

Treffen Fernmeldekabel der DBP mit anderen Kabeln oder Leitungen zusammen, schreiben die Bauvorschriften im allgemeinen einen **gegenseitigen Mindestabstand von 30 ... 50 cm** vor²⁾. Ist es unvermeidbar, daß sich **Fernmeldekabel der DBP mit anderen Anlagen kreuzen**, sind **besondere Schutzmaßnahmen** zu treffen; u. a. werden die Kabel in Schutzrohren verlegt. In besonderen Fällen muß eine Betonsohle hergestellt werden, damit die Kabel nicht »versacken« können.

¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Allgemeine Berufskunde«, dort Abschnitt 9, 3. 3.

²⁾ Einzelheiten regelt die FBO 3.

5. 1. 4. Begehen der Kabeltrasse mit dem Träger der Straßenbaulast

Bei der **Auskundung** und **vor Aufnahme der Bauarbeiten** ist die **Kabeltrasse** mit dem **Träger der Straßenbaulast** (dem **Wegeunterhaltungspflichtigen**) oder dessen **Vertreter** zu begehen. Diese Begehung nimmt als **Vertreter der DBP** (Auftraggeber) der zuständige **Bezirksbauführer** wahr. Auch die mit der Ausführung der Arbeiten beauftragten Auftragnehmer oder deren Vertreter können an dieser Begehung teilnehmen. Dabei wird der **Zustand** der aufzubrechenden **Straßen- oder Gehwegdecken** und ihres **Unterbaus** ermittelt und in einer **Niederschrift** festgehalten. Die Niederschrift soll Einzelheiten, wie Angaben über beschädigte Gehwegplatten und gebrochene Randsteine, enthalten und Auskunft darüber geben, welche **anteilige Kostenübernahme** jeweils vereinbart worden ist.

Werden von der Bauausführung **private Grundstücke** betroffen, muß für diese eine **Grundstückseigentümererklärung** oder ein **Gestattungsvertrag** vorliegen. Es ist zweckmäßig, **vor Beginn der Bauarbeiten** mit dem **Grundstückseigentümer** über Art und Umfang der auszuführenden Arbeiten zu **sprechen**.

Außerdem kann die Kabeltrasse mit den **Unternehmern** oder deren **Beauftragten** begangen werden, die zu einer **Angebotsabgabe** aufgefordert worden sind.

5. 2. Herstellen des Kabelgrabens

Vor Aufnahme der Bauarbeiten wird der **Auftragnehmer** in die auszuführenden Arbeiten **eingewiesen**, auf die **Kabelschutzanweisung¹⁾** **hingewiesen** und auf **bestehende Auflagen** seitens der DBP (Auftraggeber) oder seitens des Trägers der Straßenbaulast **aufmerksam gemacht**.

Vor Beginn der eigentlichen Arbeiten ist die **Baustrecke** seitens des Auftragnehmers zu **kennzeichnen** und zu **sichern**, wozu **Warn tafeln** und **Verkehrsschilder**, notfalls auch **Warnposten** aufgestellt werden. Dabei ist es zweckmäßig, die **Verkehrspolizei** rechtzeitig zu benachrichtigen. Auch **nachts** muß die Baustelle mit einer geeigneten **Warnbeleuchtung** (elektrische Warnleuchten oder Petroleumlampen) gesichert sein.

Die **Kabeltrasse** wird seitens der DBP **festgelegt** und **abgesteckt** und an einer straff gespannten Schnur **angerissen**. Der **Kabelgraben** soll **geradlinig** verlaufen; dort, wo er einen Winkel bildet, sind seine Ecken später **abzurunden**.

Alle Erdarbeiten werden vom Auftragnehmer ausgeführt. Zunächst ist die **Wegeoberfläche abzutragen** (Abheben von Gehwegplatten, Entfernen von Pflastersteinen, Aufschlagen von Teer-Asphalt-Decken usw.). Der **Aushub** erfolgt je nach **Bodenbeschaffenheit** **von Hand** mit Pickeln und Schaufeln **oder mit Maschinen**, z. B. Bagger oder Grabenfräse. Bei diesen Arbeiten darf der **Zugang zu privaten Grundstücken** (Hauseingänge und Grundstückseinfahrten) **nicht behindert** werden (Anbringen von Notbrücken und Schutzgeländern). Werden beim Aufgraben **Baumwurzeln** freigelegt, sind diese **schonend zu behandeln**; starke Wurzeln dürfen nicht gekappt werden, das Kabel ist später durch sie hindurchzuziehen. Nähert sich der Kabelgraben **Hausfluchtlinien**, sind die **Grundmauern** bei entsprechender Tiefe gegen **Senkungen** sowie gegen **Eindringen von Wasser, Kälte oder Wärme** zu **schützen**. Ist es notwendig, an den Grundmauern selbst zu arbeiten, bedürfen diese Eingriffe einer vorherigen schriftlichen Zustimmung des Grundstückseigentümers. Etwa erforderliche Unterfangarbeiten an Hausfundamenten müssen von der Baupolizei vorher genehmigt worden sein.

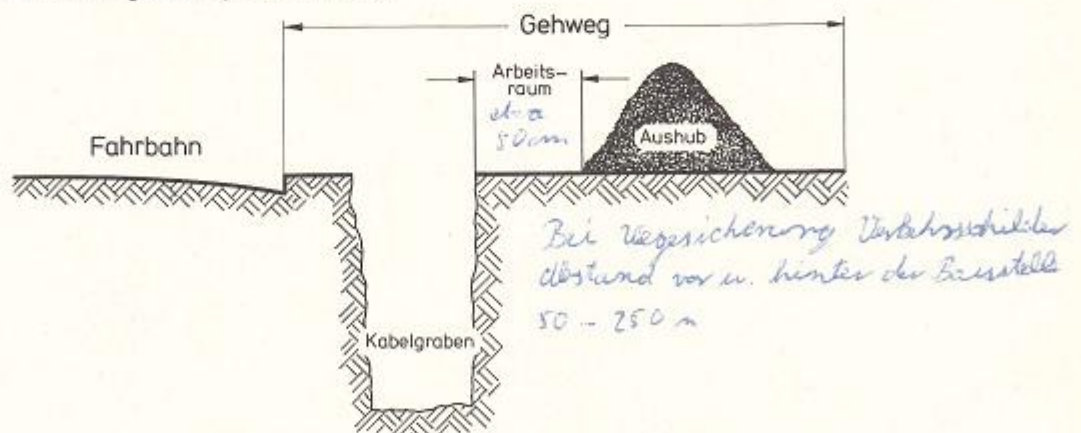


Bild 71 Lagern der ausgehobenen Erdmassen auf Straßen

¹⁾ Siehe Lehrstoff »Allgemeine Berufskunde«, dort Abschnitt 9. 3. 6.

Die ausgehobenen Erdmassen sollen im allgemeinen nach Bild 71 auf einer Seite entlang des Kabelgrabens in so weitem Abstand von der Grabenkante gelagert werden, daß ein ausreichender Arbeitsraum (etwa 50 cm breit) freibleibt. Dabei ist darauf zu achten, daß die einzelnen Bestandteile der Wegedecke und des Unterbaus (Rasen, Mutterboden, Kiesfüllungen usw.) getrennt gelagert werden. Lassen es ungünstige örtliche Verhältnisse nicht zu, daß der Aushub entlang des Grabens gelagert wird, ist der Aushub abzutransportieren und vorübergehend auf geeigneten Plätzen zu lagern.

5.2.1. Breite und Tiefe des Kabelgrabens

Für das Verlegen von Erdkabeln sind die Breite und die Tiefe der Kabelgräben in der FBO 11*) festgelegt.

Die Breite des Kabelgrabens hängt ab

von der Grabentiefe und
von der Zahl der auszulegenden Kabel.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist die Grabenbreite möglichst klein zu halten. Aus der Tabelle 19 geht die erforderliche Grabenbreite für eine beliebige Zahl von auszulegenden Kabeln bei unterschiedlichen Grabentiefen hervor.

Zahl der auszulegenden Kabel	Gabenbreite bei einer Grabentiefe von			Sohlenbreite
	< 0,70	< 0,90	> 0,90	
1 und 2	0,30		0,35	0,15 ... 0,25
3	0,30	0,35	0,40	0,30
4	0,35		0,40	0,35
5	0,40			0,40
für jedes weitere Kabel	+0,05 mehr			+0,05 mehr

Tab. 19 Regelbreiten von Kabelgräben beim Verlegen von Erdkabeln (Maße in Metern)

Regeltiefe des Kabelgrabens für Kabelart		Art des Geländes
Ortskabel	Fernkabel oder Ortskabel im Beilauf	
0,6	0,8	Wohnstraßen Fahrbahnen mit geringer Verkehrsbelastung Gehwege und Straßenböschungen mindestens 1 m abseits von Fahrbahnen mit starker Verkehrsbelastung
0,8	0,8	Fahrbahnen mit starker Verkehrsbelastung einschließlich eines Schutzstreifens von 1 m Breite
1,0	1,0	Privatgelände
0,6	Privatgelände, bei Einführung in Gebäude	

Tab. 20 Regeltiefen bei Kabelgräben für die Verlegung von Erdkabeln (Maße in Metern)

Die Tiefe des Kabelgrabens richtet sich nach
 der Art des Geländes,
 der Kabelart und
 besonderen örtlichen Gegebenheiten.

Aus der Tabelle 20 (Seite 84) gehen die Regeltiefen der Kabelgräben hervor.

Wenn innerhalb der Kabeltrasse Hindernisse (z. B. Fremdanlagen) oder gewisse Bodenbedingungen (z. B. Fels) unverhältnismäßig große Verlegekosten verursachen würden, dürfen die Regeltiefen unterschritten werden. Da in diesen Fällen zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich werden, ist durch Kostengegenüberstellungen die wirtschaftlichste Gesamtlösung anzustreben.

5.2.2. Anforderungen an die Grabensohle*)

Die Grabensohle muß so gestaltet sein, daß die Kabel und die Kabelmäntel beim Auslegen der Kabel und infolge mechanischer Beanspruchungen, z. B. beim Einsatz maschineller Verdichtungsgeräte, nicht beschädigt werden können. Daher soll die Grabensohle glatt und steinfrei sein, damit die Kabel auf ihr gut und gleichmäßig gelagert werden können. Harte Stellen in der Grabensohle, z. B. Felsen und größere Steine, sind zu entfernen und durch steinfreies Füllgut, z. B. Sand, zu ersetzen. Ist die Grabensohle ungleichmäßig und mit Steinen durchsetzt, muß sie ausgeglichen werden, indem eine 5 cm dicke Schicht steinfreier Erde eingebracht und verdichtet (festgestampft) wird.

Grabensohlen, auf die hochwertige TFFk oder KxFk ausgelegt werden, sind stets mit einer 5 cm dicken Schicht steinfreier Erde auszugleichen.

An Kreuzungsstellen oder bei sonstigen Behinderungen darf die Grabensohle nur allmählich abgesenkt oder wieder erhöht werden. *Bei Fernkabel u. Drivokabel mit unsymmetrischen Aufbau*

A → EA → EA → E

5.2.3. Kreuzungen von Straßen

Werden die Straßen bei Kreuzungen aufgebrochen, d. h. wird ein regelrechter Kabelgraben hergestellt, sind seitens des Auftragnehmers zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen für den Verkehr, ggf. unter Mitwirken der Verkehrspolizei, zu treffen. Solche Sicherheitsmaßnahmen sind z. B. halbseitige Sperrung der Straße oder Umleitung des Verkehrs.

Straßenkreuzungen sollen möglichst rechtwinklig hergestellt werden. Außerdem ist dabei zu beachten, daß nach Tabelle 20 eine größere Verlegetiefe erforderlich ist. Die Grabensohle ist dazu allmählich abzusenken. Vorteilhafter ist jedoch das Einbringen von Kabelkanalrohren oder Kabelkanalformsteinen. Dadurch erhalten die Kabel nicht nur einen besonderen mechanischen Schutz, es wird dadurch auch die Möglichkeit geschaffen, die Kabel auszuwechseln, ohne daß die Straße an der Kreuzungsstelle erneut aufgegraben werden muß.

Oft ist es nicht möglich oder aus wirtschaftlichen Gründen nicht vertretbar, daß die Straßenkreuzung aufgegraben wird, z. B. weil die Fahrbahn eine hochwertige Straßendecke hat, weil ein kostspieliger Unterbau besteht oder weil ein

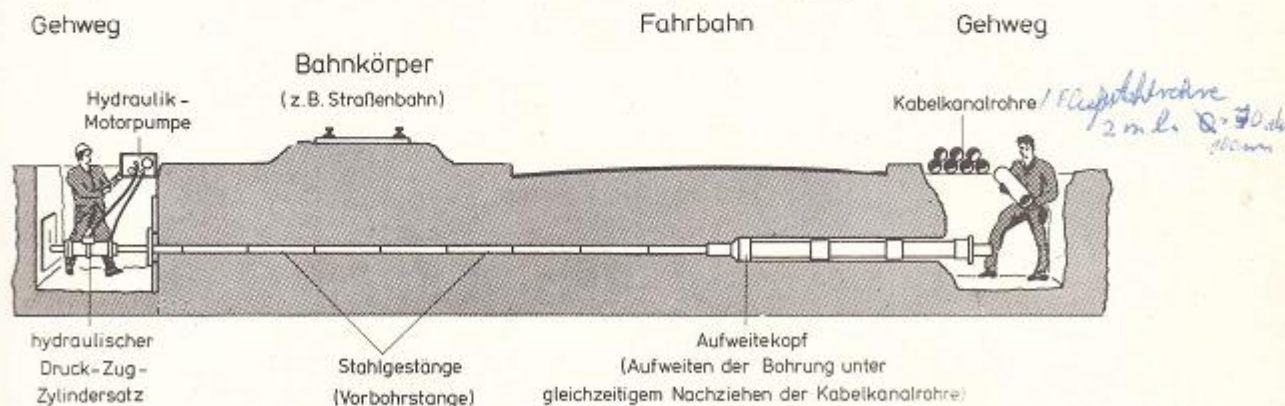


Bild 72 Ausführen einer Horizontalbohrung mit Hilfe des Stoßbohrgeräts

starker Verkehr herrscht. In diesen Fällen können die **Straßenkörper** mit besonderen **Bohrgeräten**, z. B. mit Hilfe des **Stoßbohrgeräts** in der erforderlichen Tiefe **durchstoßen** werden. Diese Geräte gestatten es auch, **Rohre** durch den Straßenkörper zu **treiben**. Sofern für fremde Anlagen keine Gefahren zu befürchten sind, lassen sich bei größeren Bauvorhaben auch **Untertunnelungen** ausführen.

Beim Stoßbohrgerät wird ein **Stahlgestänge** mittels eines **hydraulischen Bohrungspreßgeräts** durch das **Erdreich** gepreßt. Anschließend wird das **Stahlgestänge** mit einem **aufschraubbaren Aufweitkopf**, dessen Durchmesser der gewünschten Bohrweite entspricht, **zurückgezogen**. Infolge des dabei herrschenden großen radialen Drucks wird die **Wandung des Bohrlochs** stark **verdichtet** und daher **glatt** und sehr **hart**. Beim **Zurückziehen** des **Stahlgestänges** lassen sich **gleichzeitig Kabel oder Kabelkanalrohre** an den Aufweitkopf **anhängen** und bereits bei diesem Arbeitsgang durch das **Bohrloch** ziehen. Im Bild 72 wird gezeigt, wie das **Stahlgestänge** mit aufgeschraubtem Aufweitkopf zurückgezogen wird und wie gleichzeitig **Kabelkanalrohre** in das Bohrloch eingeführt werden. Beim Einsatz des Stoßbohrgeräts wird der **Straßenverkehr** nicht behindert.

5.2.4. Kreuzungen und Näherungen mit fremden Anlagen

Bereits im Abschnitt 5.1.3 wurde erwähnt, daß bei Kreuzungen und Näherungen mit fremden Anlagen im **Gefahrenbereich besondere Schutzmaßnahmen** für die **Erdkabel** erforderlich sind.

Dieser **Gefahrenbereich** ist gegeben

- bei Kreuzungen und Näherungen mit **Starkstromanlagen** bei einem **Abstand von weniger als 30 cm**,
- bei Kreuzungen und Näherungen mit **Gasdruckleitungen** oder mit **Leitungen mit brennbaren Flüssigkeiten** bei einem **Abstand von weniger als 50 cm**.

5.2.4.1. Kreuzungen und Näherungen mit Starkstromkabelanlagen

Fernmeldekabel dürfen **nicht mit Starkstromkabeln** zusammen verlegt werden; sie sollen einen **möglichst großen Abstand** zueinander haben.

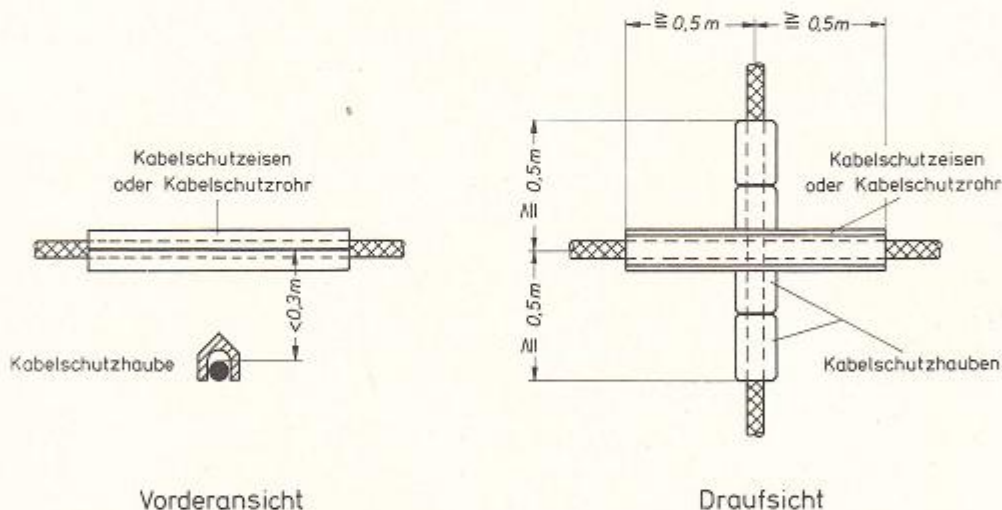


Bild 73 Schutzmaßnahmen bei Kreuzungen von Fernmeldekabeln und Starkstromkabelanlagen

Sind **Kreuzungen oder Näherungen** unvermeidbar, ist **stets** das **obenliegende Kabel** mit **Asbest-Zement-Rohren**, **Kabelschutzhäuben** oder **Beton-Abdeckplatten** gegen **mechanische Beschädigungen** zu **schützen**, auch dann, wenn das **untenliegende Kabel** in einem **Kabelkanal** liegt. Dieser **mechanische Schutz** muß **mindestens 0,5 m** über die **Gefahrenstelle hinausragen**.

Beträgt bei **Kreuzungen oder Näherungen** der **Abstand** weniger als **0,3 m**, ist ein **Schutz gegen Wärmewirkung** notwendig. Dazu müssen gegebenenfalls zusätzlich am **Starkstromkabel** oder am **Fernmeldekabel** an einer der **Kabelseiten**, die sich **gegenüberliegen**, **Asbest-Zement-Halbrohre**, **Kabelschutzhäuben** oder **Beton-Abdeckplatten** angebracht werden. Ansonsten kann der **mechanische Schutz** gleichzeitig als **Wärmeschutz** verwendet werden. Auch der **Wärmeschutz** muß **mindestens 0,5 m** über die **Gefahrenstelle hinausragen**.

Das obenliegende Kabel muß in jedem Fall einen Schutz gegen mechanische Beschädigungen erhalten!

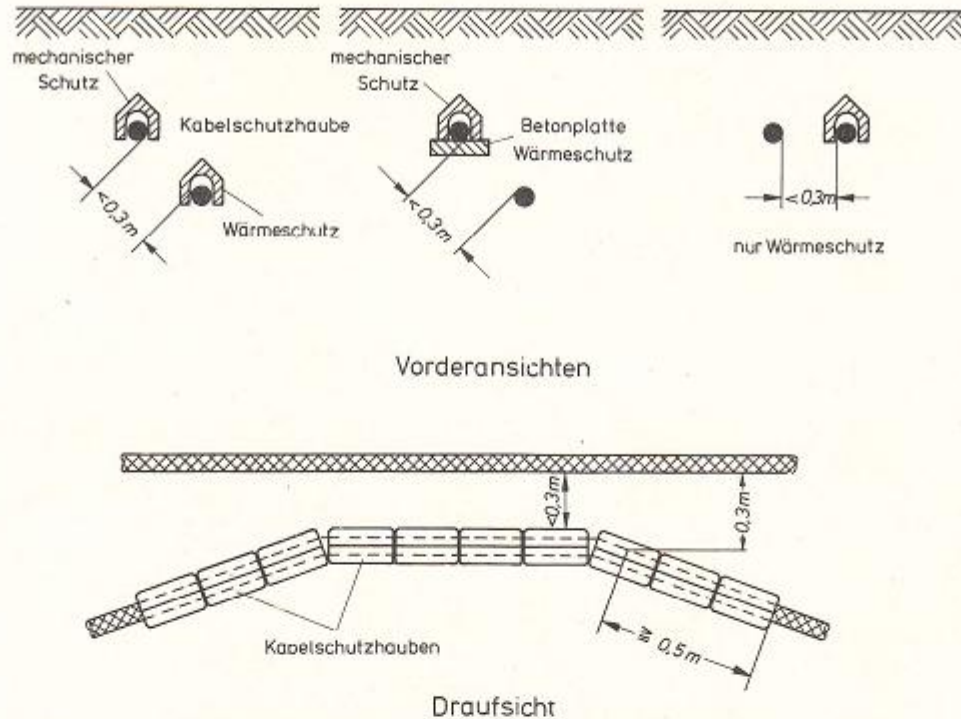


Bild 74 Schutzmaßnahmen bei Näherungen von Fernmeldekabeln und Starkstromkabelanlagen

5.2.4.2. Kabelnähungen mit oberirdischen Anlagen

Die wichtigsten **Schutzmaßnahmen** bei Näherungen von Kabeln mit oberirdischen Anlagen sind dem **Bild 75** zu entnehmen. Diese Forderungen gelten sowohl für Fernmeldekabel in der Nähe von Starkstrommasten als auch für Starkstromkabel in der Nähe von Stützpunkten von Fernmeldefreileitungen.

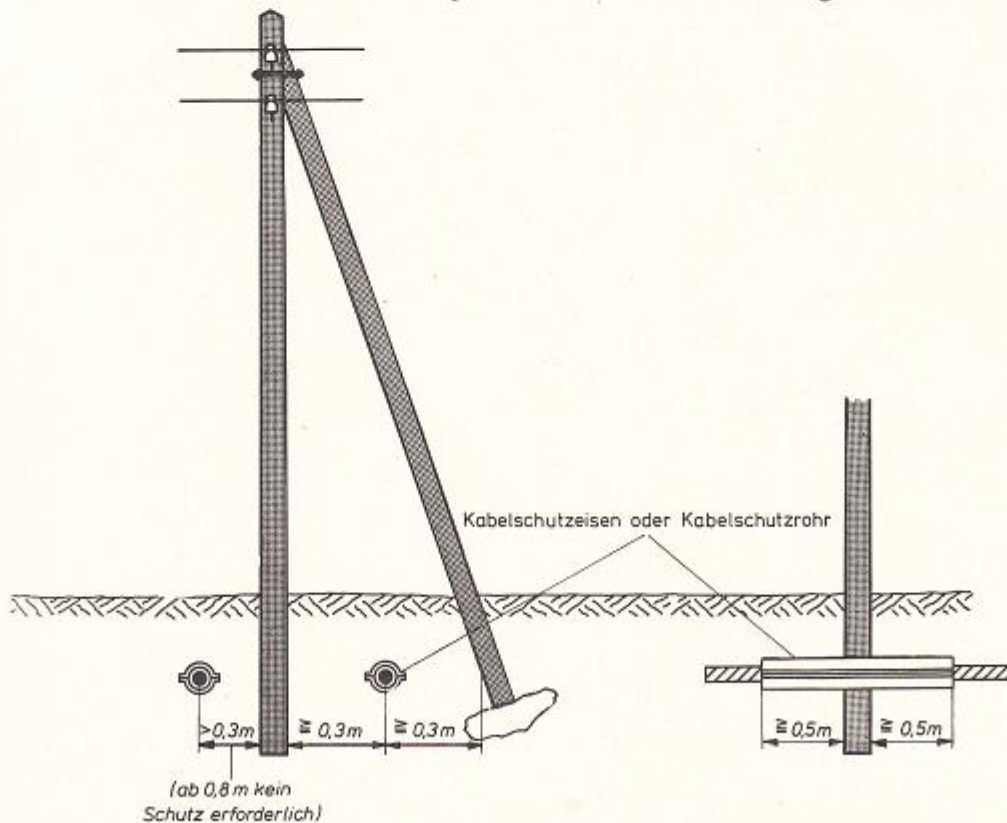


Bild 75 Schutzmaßnahmen bei Näherungen von Erdkabeln und oberirdischen Anlagen

Bei diesen Näherungen ist zu beachten, daß **Starkstromkabel**

nicht zwischen den Schenkeln von A-Masten ausgelegt werden dürfen,

dagegen zwischen den Fernmeldemasten und ihren Ankern oder Streben ausgelegt werden dürfen.

5.2.4.3. Näherungen zwischen Fernmeldekabeln und Anlagen für brennbare Flüssigkeiten

Erdkabel sollen von Tankanlagen mindestens 1 m, von Rohrleitungen für brennbare Flüssigkeiten mindestens 0,5 m entfernt bleiben.

Kreuzen Fernmeldekabel Rohrleitungen für brennbare Flüssigkeiten oder nähern sich diese Anlagen, muß bei einem Abstand zwischen 0,5 m und 1 m die Rohrleitung mit einem Schutzrohr aus widerstandsfähigem feuerfestem Material umgeben werden. Dieses Schutzrohr muß das Fernmeldekabel auf beiden Seiten um 1 m überragen.

Sind Anlagen mit einem kathodischen Korrosionsschutz ausgestattet, müssen — im gegenseitigen Einvernehmen mit dem Eigentümer der Anlage — Schutzmaßnahmen getroffen werden, die eine zusätzliche Gefährdung der Fernmeldeanlagen ausschließen.

5.2.5. Geräte zum Herstellen von Kabelgräben

Die Geräte zum Herstellen von Kabelgräben sind vom Auftragnehmer zu stellen. Da es eine Vielzahl von Geräten für diesen Zweck gibt, sollen im folgenden nur einige Ausführungen erläutert werden.

In Stadtkernen oder dort, wo wegen einer besonderen Wegoberfläche oder wegen anderer unterirdischer Anlagen Maschinen nicht eingesetzt werden können, werden die Kabelgräben auch heute noch von Hand ausgehoben. Dazu werden Pickel, Spaten und Schaufeln benutzt. Gelegentlich werden aber auch Kompressoren mit angeschlossenen Hämmern, Bosch-Hämmer und andere Aufbruchgeräte eingesetzt.

Sind fremde Anlagen vorhanden, deren Lage und Tiefe nicht genau bekannt sind, müssen die Erdarbeiten mit größter Vorsicht ausgeführt werden. Für diese Arbeiten sollen spitze oder scharfe Werkzeuge nicht verwendet werden.

Sofern es möglich ist, werden heute in zunehmendem Maße Maschinen eingesetzt, um Kabelgräben auszuheben:

Der Grabenbagger wird häufig im Tiefbau eingesetzt. Sollen mit ihm Kabelgräben hergestellt werden, ist er mit einem Speziallöffel auszurüsten, der eine verhältnismäßig schmale Rinne ausheben kann.

Der Atlas-Bagger arbeitet vollhydraulisch, d. h. bei ihm werden alle Arbeitsbewegungen mittels Öldrucks gesteuert. Die hydraulische Steuerung gestattet ein zielgenaues Arbeiten. Da der Arm dieses Baggers seitlich ausgeschwenkt werden kann, lassen sich mit ihm auch Kabelgräben in Böschungen ausheben.

Die Grabenziehmaschine, auch Grabenfräse genannt, besitzt einen Grabmechanismus und einen Räummechanismus. Eine Fräskette schneidet den Boden ab und befördert ihn nach oben. Eine Räumkette, die am oberen Ende der Fräskette senkrecht zu dieser angeordnet ist, transportiert den Abraum zur Seite. Dabei kann die Räumkette so eingestellt werden, daß der Abraum wahlweise links oder rechts vom Kabelgraben abgelegt werden kann. Der Kabelgraben wird von dieser Maschine in seinen Abmessungen exakt und sauber ausgehoben.

Das hydraulische Stoßbohrgerät wurde bereits im Abschnitt 5.2.3 (Seite 86) beschrieben. Es wird dann eingesetzt, wenn Straßen, Dämme oder Bahnanlagen gekreuzt werden müssen, es aber nicht möglich ist, die Erde aufzubrechen.

5.3. Auslegen von Erdkabeln

Das Gerät und das Fernmeldebauzeug, welches zum Auslegen von Erdkabeln benötigt wird, wird von Fall zu Fall besprochen.

5.3.1. Befördern und Abladen von Kabeltrommeln

Die für ein Bauvorhaben bestellten Kabellängen werden von den Kabellieferwerken in Regellängen¹⁾ oder in Paßlängen²⁾ geliefert. Für den Transport werden die Kabellängen auf Kabeltrommeln aus Holz aufgewickelt, und die Kabeltrommeln werden mit schmalen Holzbrettern verschalt.

Die Kabel werden auf Bahnwaggons, Lastkraftwagen oder besonderen Kabeltransportanhängern zum Bestimmungsort (Fernmeldezeugamt, Lagerplatz oder Baustelle) transportiert. Kabel mit Bleimantel (PM, PMz, PMb, PMbc, PM2Y usw.) dürfen höchstens innerhalb des OPD-Bezirks mit Lkw befördert werden, weil infolge der bei dieser Transportart auftretenden Erschütterungen die Gefahr der kristallinen Brüchigkeit besteht.

¹⁾ Regellänge = grundsätzliche Bestelllänge, wie sie je Kabeltyp zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vereinbart worden ist.

²⁾ Paßlänge = Bestelllänge, die abweichend von der Regellänge in Auftrag gegeben worden ist.

Sogleich nach dem Eintreffen der Lieferung soll sich der Empfänger vom einwandfreien Zustand der Trommeln, von der fehlerfreien Trommelverschalung und Kabelndbefestigung überzeugen. Er soll die Verschlusskappen prüfen und gegebenenfalls eine Druckluftkontrolle vornehmen, um sich von der Manteldichtigkeit zu überzeugen.

Abgestellte Kabeltrommeln sind mit keilartigen Klötzen festzulegen, das ist besonders wichtig bei unebenem Gelände.

Die Kabeltrommeln, die für Fernmeldekabel zugelassen sind, sind mit DIN 46391 »Kabeltrommeln« genormt. Entsprechend der unterschiedlichen Kabeldurchmesser und der verschiedenen Kabellängen werden verschieden große Trommeln verwendet.

Zum Auslegen werden täglich nur so viele Kabeltrommeln vom Lagerplatz zur Baustelle gebracht, wie am gleichen Tage ausgelegt werden können. Die jeweils benötigten Kabellängen werden auf dem Lagerplatz anhand des Verlegeplans (Kabellängenplans) herausgesucht.



Bild 76
Einheitstypenschild

SÜDKABEL MANNHEIM	
Typ PMbc 800 x 2 x 0,4 St III.	Gr. St.
Kartei-Nr. 721 205 800	Z-Ziff. 1
Werkauftr. 33428	
Lieferlänge 100,4 m	
Gewichte:	
Brutto	kg; Tara-Nenn 480 kg
Trommel-Nr.	20/1757
Trommel-Nr. Post	
Rücksendung leerer Trommeln als Stückgut: Stat. Mannheim-Neckarau als Wagonladung: Stat. Mannheim-Rheinau (Anschlußgl.)	

Um die gesuchte Kabellänge leicht finden zu können, sind auf jeder Kabeltrommel zwei Einheitstypenschilder angebracht, und zwar ist je ein Einheitstypenschild in Augenhöhe so auf die beiden Trommelflansche montiert, daß die beiden Einheitstypenschilder um 180° versetzt sind. Das Bild 76 zeigt ein Einheitstypenschild mit der erforderlichen Beschriftung.

Von den herausgesuchten Kabeltrommeln sind zunächst die Verschalungsbretter abzunehmen.

Die Kabeltrommel wird je nach Größe auf einem Lastkraftwagen oder mit einem Kabeltransportanhänger zur Verlegestelle gefahren. Die oft sehr schwere Trommel (bis zu mehreren Mp) muß sorgfältig und vorsichtig transportiert werden; dabei sind die entsprechenden Unfallverhütungsvorschriften zu beachten. Zum Bewegen (Rollern) der Trommel wird eine Kabeltrommelzange, zum Lenken während des Rollens ein Setzeisen verwendet.

Bei allen Transportarbeiten sind stets Schutzhandschuhe zu tragen.

Die Lastkraftwagen, mit denen die Kabeltrommeln befördert werden, müssen mit besonderen **Vorrichtungen für das Auf- und Abladen** der Kabeltrommeln (Ladewinden, Rampen, Kräne u. ä.) **ausgerüstet** sein. Die speziellen **Kabeltransport- und Verlegeanhänger** haben **fest eingebaute Auf- und Abladewinden**. Die **Kabeltrommeln** dürfen **nur mit Hilfe der Winden** oder ähnlicher Vorrichtungen **langsam und vorsichtig auf- und abgeladen** werden, damit das Kabel nicht beschädigt wird und Unfälle vermieden werden. Das Bild 77 zeigt in schematischer Darstellung, wie eine Kabeltrommel mit Hilfe einer Winde von einem Kabeltransportanhänger abgeladen wird.

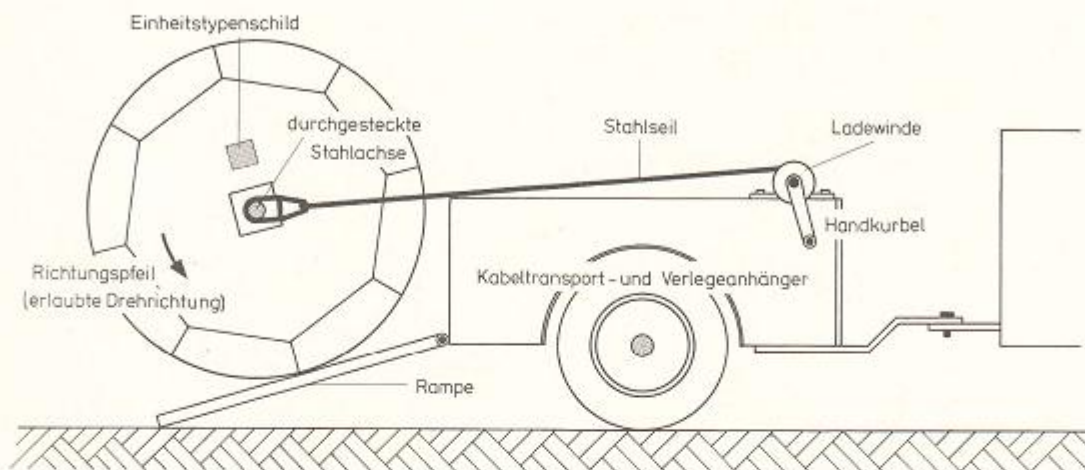


Bild 77 Abladen einer Kabeltrommel mit Hilfe einer Winde

Die Kabeltrommeln sollen möglichst an Ort und Stelle so abgeladen werden, daß sie **nicht mehr über längere Strecken gerollt** werden müssen. Beim Rollen ist die **Drehrichtung** zu **beachten**, die an jedem Trommelflansch mit einem »**Richtungspfeil**« gekennzeichnet ist. Bei **richtiger Drehrichtung** können sich die Windungen des Kabels nicht vom Trommelkern lösen, und **Kabelbeschädigungen** werden **vermieden**. Aus dem gleichen Grund sind die befestigten Kabelenden während des Rollens zu beobachten.

5.3.2. Aufstellen der Kabeltrommel und der Kabelwinde

Die Art und Weise des Kabelauslegens hängt von der Beschaffenheit des Geländes und des Kabelgrabens ab. Bei günstigen örtlichen Gegebenheiten und wenn der Kabelgraben frei von Durchkreuzungen fremder Anlagen ist, wird die **Kabeltrommel** mit den fest eingebauten Trommelwinden des **Kabeltransport- und Verlegeanhängers** auf diesem aufgebockt. Dann kann das Kabel unmittelbar **vom Anhänger aus in den Kabelgraben abgerollt** werden¹⁾.

Wird dagegen der **Kabelgraben von fremden Anlagen**, z. B. von Wasser- oder Gasleitungsrohren, **durchkreuzt**, muß die **Kabeltrommel am Anfang des Kabelgrabens aufgebockt** werden. Die Trommel kann entweder auf dem Kabeltransportanhänger selbst aufgebockt werden, oder sie wird abgeladen und auf Kabelböcken gelagert. Dabei ist die **Kabeltrommel stets so aufzubocken**, daß das **Kabel von oben über die Trommel abläuft**, und zwar entgegengesetzt zum Richtungspfeil am Trommelflansch.

Zum Aufbocken wird **durch die Lagerbuchsen** an den Trommelflanschen eine **Stahlachse** (Vollachse oder Hohlachse mit einem Außendurchmesser zwischen 60 und 95 mm) **gesteckt**. Die **Enden der Stahlachse** werden **auf den Auflagern von zwei Trommelwinden gelagert**. Anschließend wird die **Kabeltrommel** mit Hilfe der Trommelwinden auf beiden Seiten gleichmäßig so **freigehoben**, daß sich die **Trommel beim Ablaufen des Kabels frei drehen** kann.

Spindelhebel-Trommelwinden (das Bild 78 zeigt eine mögliche Ausführung) sind nur selten in Gebrauch.

Fahrbare Kabeltrommelwinden (das Bild 79 zeigt eine mechanische Ausführung) müssen bei schweren Trommeln (Trommelscheibendurchmesser größer als 2 m) eingesetzt werden. Es werden **mechanische** und **ölydraulische** Ausführungen unterschieden.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 5.3.4.1 (Seite 93).

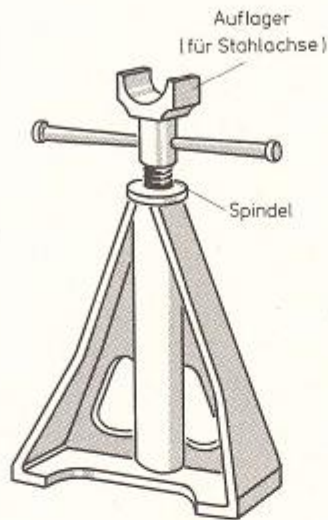


Bild 78
Spindelhebel-Trommelwinde

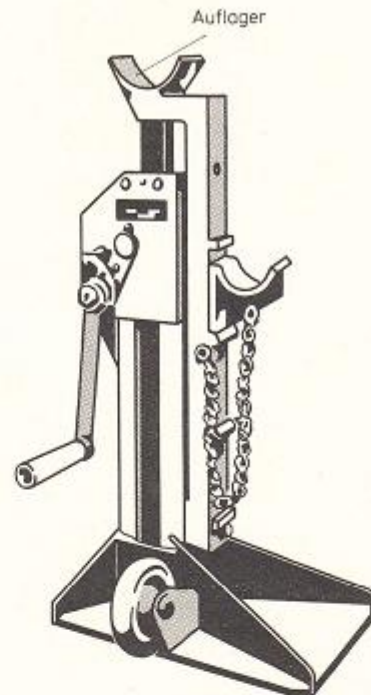


Bild 79
Fahrbare Kabeltrommelwinde
(mechanische Ausführung,
Tragkraft bis 3 Mp)

Am anderen Ende des Kabelgrabens oder des Verlegeabschnitts wird, besonders bei Erdkabeln mit größeren Querschnitten (größeres Kabelgewicht), eine Kabelkraftwinde aufgebaut, mit der das Erdkabel durch den Kabelgraben gezogen werden kann.

Die Kabelkraftwinde für eine Zugkraft von 500 kp ist in einem Einachsanhänger montiert, der sich an einen Pkw oder einen Lkw anhängen läßt. Die Kabelkraftwinde kann während des Ziehvorgangs im Einachsanhänger verbleiben. Sie läßt sich aber auch ohne Anhänger aufbauen. Zu diesem Zweck kann sie mit nur wenigen Handgriffen aus dem Einachsanhänger ausgebaut und dann wie eine Schiebkarre an ihren Aufstellplatz geschoben werden. Nach erfolgtem Aufstellen muß die Kabelkraftwinde, gleich ob sie im Einachsanhänger verblieben oder aus diesem herausgenommen worden ist, mit Hilfe von zwei Stützrohren in Zugrichtung abgestützt werden. Die Kabelkraftwinde läßt sich auf verschiedene Zugseilgeschwindigkeiten (veränderliche Einziehgeschwindigkeit) einstellen; wird die Nennzuglast überschritten, schaltet ein Zugmesser den Antrieb selbsttätig ab.

Neben den Kabelkraftwinden, die auf einen Einachsanhänger montiert sind, werden bei der DBP für noch größere Zugkräfte (bis 3000 kp) selbstfahrende Kraftwinden eingesetzt, die auf »Unimog«-Fahrgestellen aufgebaut sind. Diese Winden haben nicht nur größere Zugkräfte, bei ihnen kann auch eine beliebige höchstzulässige Zugkraft eingestellt werden, bei deren Überschreitung ein Zugmesser den Antrieb selbsttätig abschaltet. Die Einziehgeschwindigkeit kann ebenfalls eingestellt werden. Außerdem besitzen diese Kabelkraftwinden u. a. eingebaute Zug- und Längenmesser mit Schreibvorrichtungen.

5. 3. 3. Vorbereiten des Kabelgrabens

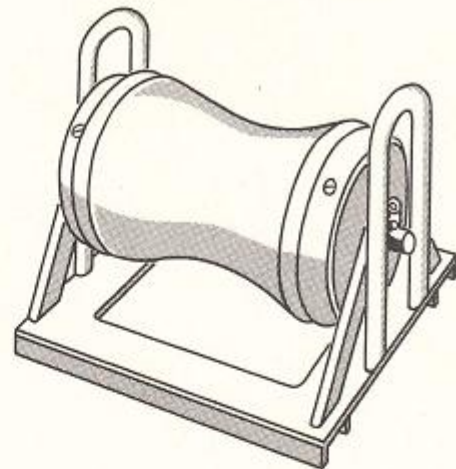
Außer den bereits im Abschnitt 5. 2. 2 (Seite 85) beschriebenen Maßnahmen sind keine weiteren Vorbereitungen zu treffen, wenn

- im jeweiligen Verlegeabschnitt des Kabelgrabens keine Hindernisse (z. B. Durchkreuzungen fremder Anlagen) liegen,
- der Kabelgraben über diese Strecke geradlinig verläuft und
- der Weg entlang des Kabelgrabens mit dem Kabeltransport- und Verlegeanhänger befahren werden kann.

Ist der Kabelgraben jedoch nicht frei von Hindernissen oder ist der Weg entlang des Grabens nicht befahrbar, muß die Kabeltrommel aufgebockt, das Kabel abgerollt und ausgelegt werden, wobei es z. B. unter den Hindernissen hindurchgezogen werden muß. Dabei wird das Kabel entweder von Hand getragen oder von einer Kabelkraftwinde gezogen.

Um die aufzuwendenden **Zugkräfte klein halten** zu können und um zu **vermeiden, daß das Kabel am Boden oder an den Wänden des Kabelgrabens schleift**, werden **Rollen verwendet**. Auf der **Grabensohle** werden in

Bild 80
Erdkabelrolle
(Beispiel einer Ausführungsart)



regelmäßigen Abständen Erdkabelrollen (Bild 80) aufgestellt. An den **Ecken** (Krümmungen) des Kabelgrabens sind **verstellbare Rollenführungen**, sogenannte **Umlenkrollen** (Bild 81), so aufzustellen, daß das **Kabel nicht scharf gebogen** werden kann und infolge des Ziehens nicht abgleitet.

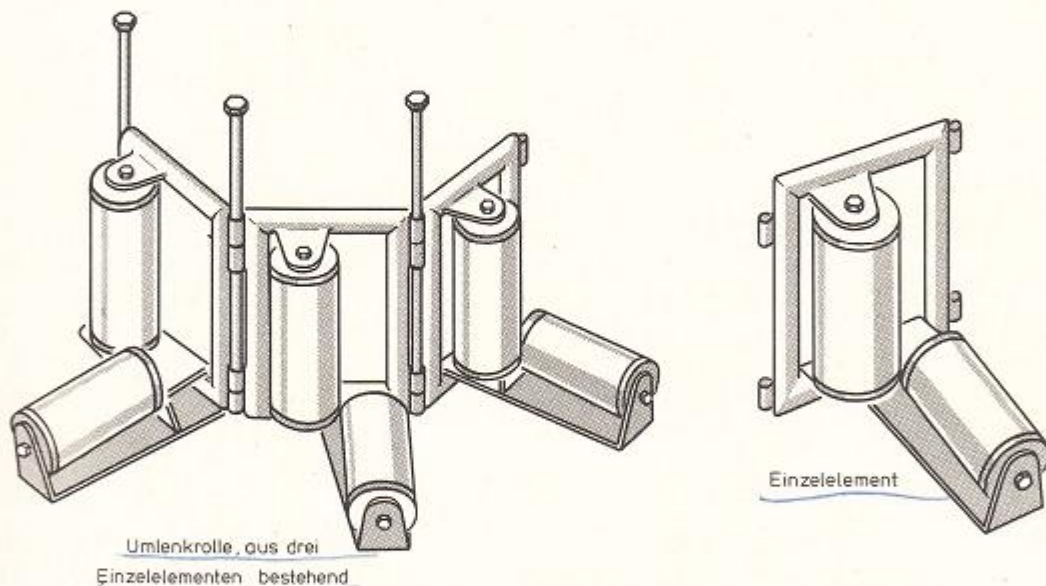


Bild 81 Verstellbare Rollenführung für Bögen und Ecken von Kabelgräben

5. 3. 4. Einlegen oder Einziehen des Kabels in den Kabelgraben*)

Beim Auslegen von Fernmeldekabeln **darf** der nachfolgend aufgeführte **zulässige Biegeradius nicht unterschritten werden**:

Kabel mit Stahlwellmantel	}	das 15fache des Außendurchmessers
Kabel mit gewelltem Aluminiummantel		
Kabel mit PE-Mantel		
Kabel mit Bleimantel		das 20fache des Außendurchmessers
Kabel mit glattem Aluminiummantel		das 30fache des Außendurchmessers

Die vorgenannten Werte sind **nur dann zulässig**, wenn eine **einwandfreie Bogenführung** des Kabels dank **Rollen- und Gleitgeräten** sichergestellt ist und die **höchstzulässige Zugbeanspruchung** nicht überschritten wird. Die Zugbelastbarkeit für die einzelnen Kabelarten ist vom Leiterquerschnitt und vom Kabelmantel abhängig, sie kann aus Tabellen entnommen werden.

Erdkabel der Form **PMbc** dürfen bei Temperaturen **unter 0°C nicht ausgelegt** werden. Bei diesen Temperaturen gefrieren die Wasserbestandteile in der Tränkmass der äußeren Schutzhülle, infolgedessen können die Kabelringe auf der Kabeltrommel aneinanderfrieren. Außerdem kann bei diesen Temperaturen die bituminöse Schicht bröckeln.

Kabel mit **PE-Schutzhülle**, z. B. PM2Y, PWE2Y, A-2Y(K)2Y, dürfen bei Temperaturen **unter -20°C nicht ausgelegt** werden. Kabel mit **PVC-Schutzhülle** dürfen bei Temperaturen **unter -5°C nicht ausgelegt** werden*). Die Kunststoffe PE und PVC haben nämlich die Eigenschaft, mit abnehmender Temperatur zunehmend zu erhärten, sogenannter »Glaszustand«¹⁾.

Wenn das Kabel nicht von der Trommel unmittelbar in den Kabelgraben gezogen oder gelegt werden kann, wird der **auszulegende Kabelvorrat** vorerst **in Schleifen ausgelegt**; dabei darf der zulässige Biegeradius nicht unterschritten werden.

Fernmeldekabel mit **Richtungselementen**, z. B. TFFk, d. h. Kabel, die an den Enden die **Bezeichnungen »A« und »E«** tragen, müssen so ausgelegt werden, daß sich an ein »E«-Ende stets ein »A«-Ende anschließt.

Wie bereits angedeutet, kann das Kabel mittels verschiedener Auslegeverfahren in den Kabelgraben gelegt werden.

5.3.4.1. Auslegen des Erdkabels vom Lkw oder vom Kabeltransport- oder Verlegeanhänger aus

Das Fahrzeug fährt langsam am Kabelgraben entlang. Dabei wird das Kabel von der **aufgebockten Trommel laufend abgewickelt**, daß es **in leichtem Bogen** in den Kabelgraben gleitet, wo es auf die **Grabensohle** gelegt wird. Die Fahrgeschwindigkeit muß so eingerichtet werden, daß das Kabel **zügig von der Trommel abläuft**, es dürfen weder zu große Zugbeanspruchungen noch Stauungen auf das Kabel einwirken. Biegungen, die kleiner als der zulässige Biegeradius sind, müssen unbedingt vermieden werden.

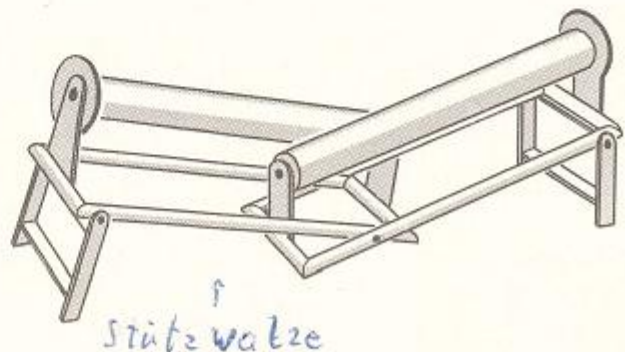
Bei diesen Arbeiten müssen **Schutzhandschuhe** getragen werden!

Kabel mit **TF-Sternvierern** oder mit **Koaxialpaaren** dürfen **nicht nach diesem Verfahren ausgelegt** werden. Sie sind mit einer Kabelwinde einzuziehen oder von Hand auszulegen.

5.3.4.2. Ausziehen des Erdkabels mit Hilfe einer Kabelkraftwinde

Die Kabeltrommel wird am Grabenende aufgebockt. Das Kabel wird von der Trommel **in den Graben** gezogen. Dabei wird es auf **Erdkabelrollen** (Bild 80) sowie mit Hilfe von **verstellbaren Rollenführungen** (Bild 81) geführt. Infolge der großen Wickelbreite der Kabeltrommel würde das Kabel von einer schmalen Erdkabelrolle abgleiten. Daher wird anstelle der ersten Erdkabelrolle hinter der Trommel ein **Kabelleit- und Tragrollenbock**, eine sogenannte **Stützwalze** (Bild 82), aufgestellt. An den Krümmungen des Grabens sorgen Hilfsposten dafür, daß das Kabel ungehindert fortgleiten kann.

Bild 82
Kabelleit- und Tragrollenbock



¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Werkstoffkunde«.

Zunächst muß das von der **Kabelkraftwinde** kommende **Zugseil** mit dem **Erdkabel** verbunden werden. Dazu wird über den Kabelanfang ein Ziehstrumpf (Bild 83) geschoben. Der Ziehstrumpf ist ein strumpfhähnliches zylindrisches Geflecht aus verzinkten Stahldrähten. Entsprechend den unterschiedlichen Kabelaußendurchmessern gibt es verschieden große Ziehstrümpfe. Die am Ziehstrumpf angearbeitete Öse wird an das Zugseil

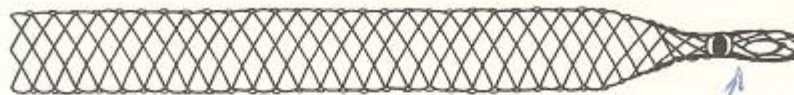


Bild 83 Ziehstrumpf

oder 2 Ösen

mittels eines Schäkels gehängt. Wird nunmehr mit der Kabelkraftwinde gezogen, schnürt sich der Ziehstrumpf ein und verbindet sich so über seine ganze Länge kraftschlüssig mit dem Kabelmantel. Bei **schweren Kabeln** sollen **zwei Ziehstrümpfe** verwendet werden; sie werden hintereinander auf das Kabel geschoben. Der hintere Ziehstrumpf hat zwei verlängerte Zugösen und ist an den Ösen offen. Die Zugösen beider Ziehstrümpfe werden gemeinsam am Zugseil befestigt.

Zwei Arbeiter sorgen dafür, daß das **Kabel entsprechend der Verlegegeschwindigkeit** von der Trommel **abläuft**. Dazu wird die aufgebockte Trommel mit Hilfe von **Trommelzangen** gedreht. Läuft das Kabel zu schnell ab, kann es knicken, daher muß die Trommel gegebenenfalls, z. B. mit einem **Bremsbrett**, abgebremst werden. Ein Helfer geht mit dem Kabelanfang mit, hebt notfalls den Schäkel und den Ziehstrumpf über die Erdkabelrollen und die Umlenkrollen hinweg und sorgt dafür, daß das Kabel ohne Beschädigungen unter den Hindernissen hindurchlaufen kann.

Die Kabellänge wird so weit ausgezogen, daß sie sich mit der anschließenden Kabellänge **ausreichend überlappt**, um eine **Verbindungsstelle** herstellen zu können¹⁾.

Abschließend werden die Erdkabelrollen und die Umlenkrollen aus dem Kabelgraben genommen. Das **Kabel wird zur Grabenmitte ausgerichtet und gestrafft**.

Da in **Bergbaugebieten** die Gefahr besteht, daß das Erdreich sich verwirft und infolgedessen Kabel brechen, werden dort die **Kabel schlangenlinienförmig ausgelegt**, damit die Kabel gegebenenfalls ohne zu brechen etwas nachgeben können.

5. 3. 4. 3. Auslegen des Erdkabels von Hand

Nur dann, wenn es **nicht möglich** ist, das Kabel mit Hilfe einer **Kabelkraftwinde** ²¹⁰ ausziehen, können Fernmeldekabel von Hand ausgelegt werden. Dazu werden **viele Arbeitskräfte** benötigt, deren Zahl sich nach dem Gewicht des Kabels und nach der Anzahl der Hindernisse und Krümmungen im Kabelgraben richtet. Das Kabel wird **langsam** von der aufgebockten Trommel **abgerollt** und **von den Arbeitern im Graben fortgetragen**, wobei es unter den Hindernissen hindurchgezogen werden muß. Auch bei diesem Auslegeverfahren muß unbedingt verhindert werden, daß das Kabel auf der Grabensohle oder an den Grabenwänden schleift.

In besonderen Fällen wird das **Kabel in seiner ganzen Länge entlang des Kabelgrabens** über Stütz- und Gleitrollen gestreckt **ausgezogen** und anschließend **abschnittsweise vorsichtig in den Graben gelegt**.

Kabel mit Koaxialpaaren und/oder mit **Trägerfrequenzvierern** dürfen **nur in Ausnahmefällen von Hand** ausgelegt werden. Dann sollen sie möglichst über geeignete Erdkabelrollen **unmittelbar in den Graben eingebracht** werden²⁾.

5. 3. 5. Einmessen des Kabels bei offenem Kabelgraben²⁾

Sogleich nach dem Auslegen des Kabels ist **bei noch offenem Kabelgraben** die **genaue Kabellage** sowie die Lage der Löt- und Spulenpunkte im Gelände **einzumessen** und für das **Kabelplanzeug** festzuhalten. Die Lage des Kabels wird nach **Festpunkten** oder **Festlinien** bestimmt. Als solche dienen in erster Linie genau zu bezeichnende Ecken oder andere Teile von Bauwerken und Baufluchten.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 3.

²⁾ Siehe auch Abschnitt 10. 3. 2.

Kilometersteine, Baumreihen, Grabenränder, Bordsteine, Straßenkanten und Straßenachsen sind keine beständigen und unveränderlichen Einmeßpunkte oder Einmeßlinien. Sie können lediglich als **ergänzende Oberflächenmerkmale** dienen, weil jederzeit damit gerechnet werden muß, daß sie versetzt oder entfernt werden können.

Die Abstandsmaße des Kabelverlaufs werden **rechtwinklig zu den Festlinien** oder zu den **Geraden zwischen zwei Festpunkten**, den sogenannten **Standlinien**, gemessen. Diese Maße dürfen **nicht rechtwinklig zur Kabel-
linie** gemessen werden.

Fehlen natürliche Festpunkte oder entsprechende Bauwerke, kann die Kabellage usw. mit **Kabelmerksteinen** aus Beton gekennzeichnet werden. Diese Kabelmerksteine werden **neben den Kabelgraben**, z. B. an die Weg-
grenze oder in eine Baumreihe, in das Erdreich **gesetzt**. Sie dürfen nicht in die Straßenoberfläche und nicht über den Kabelgraben selbst gesetzt werden. Die Lage dieser Kabelmerksteine zueinander wird — wie auch die Standlinien zwischen den Festpunkten — **genau gefluchtet und eingemessen**, wozu ein **Winkelspiegel**, ein sogenanntes **»Pentagon«**, verwendet wird.

Eingemessen werden

- die Lage der Kabel,
- die Länge der Kabel von Lötstelle zu Lötstelle,
- alle Kreuzungs- und Näherungsstellen zu fremden Anlagen,
- alle Gefahrstellen sowie
- die Länge und die Zahl der Schutzrohre bei Straßenkreuzungen.

5. 4. Abdecken des Kabels, Einlegen des Kabeltrassenbands, Zufüllen des Kabelgrabens und Wiederherstellen der Wegeoberfläche

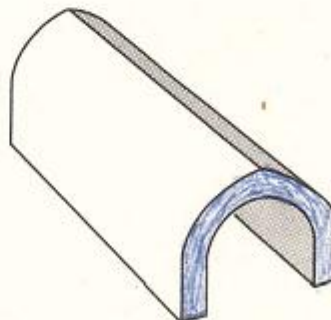
5. 4. 1. Kabelschutzhauben, Kabelabdeckplatten, Vollziegel

Zum Schutz gegen **mechanische Beschädigungen** und gegen **Wärmeeinwirkungen** werden die ausgelegten **Erdkabel** in der Nähe von **Fremdanlagen**, an **Gefahrstellen** und in **bewohnten Gebieten** **abgedeckt**. Diese Abdeckung soll auch einen **Warnschutz** darstellen, der auf verlegte Erdkabel hinweist.

5. 4. 1. 1. Abdeckung mit Kabelschutzhauben

In Ortschaften oder in bebauten Gebieten werden die Erdkabel häufig mit Kabelschutzhauben (Bild 84) abgedeckt. Diese Schutzhauben sind aus **gebranntem Ton oder Lehm** und werden Stück für Stück und **lückenlos unmittelbar über das Kabel** gesetzt. Sie lassen sich schnell und einfach auslegen. Sie bieten infolge ihrer dachartigen Form einen gewissen mechanischen Schutz für die Kabel bei Grabarbeiten und stellen einen guten Warnschutz dar.

Bild 84
Kabelschutzhaube
(nach DIN 279)



5. 4. 1. 2. Abdeckung mit Kabelabdeckplatten

Die Kabelabdeckplatten (Bild 85) bestehen aus **hochverdichtetem Beton**. Sie werden gemäß FTZ Vornorm 736 123 TV 1 in **zwei Größen** geliefert:

Größe I (105 mm breit) für Kabelaußendurchmesser bis 50 mm,

Größe II (160 mm breit) für Kabelaußendurchmesser über 50 mm.

Die Abdeckplatten sind 50 mm dick und 330 mm lang.

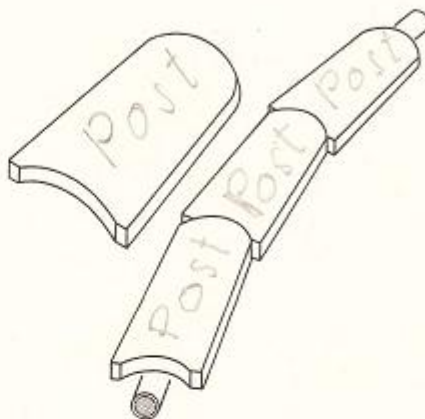


Bild 85
Kabelabdeckplatten

Die Kabelabdeckplatten sollen die Erdkabel gegen Beschädigungen durch Spitzhacken, Preßmeißel oder Bagger schützen. Sie werden vorwiegend als **Abdeckmaterial für Fernkabel** verwendet. Zunächst muß **auf das Kabel eine 10 cm — bei TFFk und KxFk mindestens 15 cm — dicke Schicht aus steinfreien Füllstoffen** (Erde oder Sand) aufgeschüttet, leicht verdichtet und abgeglichen werden. Erst **auf diese Schicht** werden die **Kabelabdeckplatten** gelegt. Die Stirnflächen der Platten fügen sich mit ihren Abrundungen kugelgelenkartig ineinander und verhindern so eine Fugenbildung, wenn das Kabel in einem Bogen verlegt worden ist. **Lötstellen** können mit **quergelegten Kabelabdeckplatten** geschützt werden, die auf die längsliegenden Platten zusätzlich aufgelegt werden.

Gegenüber den **Kabelschutzhauben** haben die Kabelabdeckplatten den **Vorteil**, daß bei dieser Abdeckung **kein Hohlraum neben dem Kabel** verbleibt. Dieser Hohlraum, der bei den Kabelschutzhauben entsteht, kann sich u. U. schädlich auf das Kabel auswirken, weil er wie eine Drainageleitung wirken kann.

5. 4. 1. 3. Abdeckung mit Vollziegelsteinen

Als **Warnschutz** können Erdkabel auch mit Vollziegelsteinen nach DIN 105 abgedeckt werden. Die Vollziegel müssen wie die Kabelabdeckplatten **auf eine 10 cm dicke steinfreie Füllschicht** gelegt werden. Bei der DBP sind die **ungelochten Vormauer-Vollziegel VMz 250 NF** zugelassen. Seit 1967 dürfen auch die wesentlich preiswerteren **Vormauer-Kalksand-Vollsteine VKSV** zum Abdecken von Kabeln verwendet werden, weil sie den gleichen technischen Anforderungen genügen*). Die Vormauer-Kalksand-Vollsteine dürfen aber erst nach einer Lagerzeit von sechs bis acht Wochen eingebaut werden, weil sie nach ihrer Herstellung zunächst den ungebundenen Kalk abbauen, der den Kabelmantel angreifen könnte.

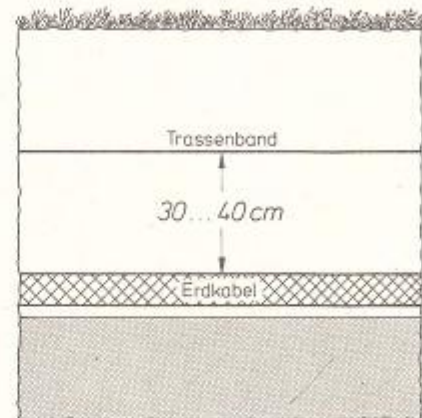
5. 4. 2. Kabeltrassenband

Bei Erdkabelstrecken, die **keine Kabelabdeckung erhalten**, z. B. Ortskabelleitungen in freiem unbebautem Gelände, wird zunächst der Kabelgraben mit einer **10 cm dicken Schicht steinfreien Füllstoffs** (Erde oder Sand) verfüllt und leicht verdichtet. Anschließend wird der Graben mit der **Erde des Bodenaushubs** in etwa **20 cm dicken Schichten** zugeworfen, wobei jede Schicht für sich verdichtet werden muß.

Dabei ist 30 ... 40 cm über dem Kabel ein Kabeltrassenband nach Bild 86 einzulegen. Das Kabeltrassenband ist ein gelbes, 4 cm breites und 0,15 mm dickes Band aus Weich-PVC, welches beidseitig in kurzen Abständen fortlaufend mit dem Aufdruck »Achtung Postkabel« versehen ist. Das Kabeltrassenband kann seine Aufgabe als Warnschutz nur dann erfüllen, wenn es tatsächlich 30 ... 40 cm über dem Kabel eingebracht wird.

Bei allen Fernkabeln, die immer mit Kabelabdeckplatten (Abschnitt 5. 4. 1. 2) zu schützen sind, ist zusätzlich ein Kabeltrassenband einzubringen.

Bild 86
Lage des Kabeltrassenbands
über einem Erdkabel



Bei Ortskabeln im freien Gelände soll künftig auf eine Kabelabdeckung verzichtet werden; bei diesen Kabeln soll lediglich ein Kabeltrassenband als Warnschutz eingebracht werden.

Sind mehr als drei Kabel in einem Kabelgraben ausgelegt, sollen zwei Kabeltrassenbänder an den Seiten des Kabelgrabens, 30 ... 40 cm über den Kabeln, ausgelegt werden.

5. 4. 3. Zufüllen des Kabelgrabens, Verdichten des Bodens und Abtransportieren des übriggebliebenen Aushubs, Wiederherstellen der Wegeoberfläche*)

Fernmeldekabel sind gegen mechanische Einwirkungen äußerst empfindlich. Daher muß bei dem sogenannten »Absanden des Kabels«, das ist das Auffüllen der ersten Lage steinfreier Füllmasse (10 ... 15 cm dicke Schicht steinfreier Erde oder steinfreien Sands), sorgsam darauf geachtet werden, daß keine Ziegelsteine, Gesteinsbrocken oder große Erdschollen unmittelbar auf das Kabel fallen. Auch darf das Verlegepersonal nicht in den Kabelgraben springen oder gar auf das Kabel treten.

Der Kabelgraben wird nach dem Absanden des Kabels in Lagen von je 20 cm Dicke mit dem Erdreich des Aushubs zugefüllt. Die aufgefüllte Erde wird lagenweise verdichtet. Die ersten Lagen über dem Kabel werden zunächst mit Handstampfern (10 ... 20 kp Gewicht) bearbeitet. Maschinelle Verdichtungsgeräte, wie Stampfgeräte, Rüttelverdichter, Rüttelwalzen, dürfen erst bei den nachfolgenden oberen Lagen eingesetzt werden, wenn das Kabel mit Sicherheit nicht mehr beschädigt werden kann. Kabel mit TF-Sternvierern oder mit Koaxialpaaren müssen mindestens 40 cm überdeckt sein, wenn das Füllgut maschinell verdichtet werden soll. Der Boden des verfüllten Kabelgrabens muß nach dem Verdichten mindestens die gleiche Tragfähigkeit und Dichte haben, wie er vor Beginn der Verlegearbeiten (vor dem Aufbrechen des Kabelgrabens) hatte. Abschließend ist der Mutterboden aufzubringen. Der übriggebliebene Aushub muß danach weggefahren werden.

Beim Zufüllen des Kabelgrabens sind die fremden Anlagen, die im Laufe der Verlegearbeiten freigelegt werden mußten, wieder ordnungsgemäß einzuarbeiten, abzusanden und abzudecken.

Danach muß die Wegeoberfläche wiederhergestellt werden. Dabei wird sie wieder in den Zustand versetzt in dem sie sich vor Beginn der Bauarbeiten befunden hat. In jedem Fall muß die Wegeoberfläche nach ihrem Wiederherstellen in einem verkehrssicheren Zustand sein. Dabei ist u. U. nach den Vereinbarungen zu verfahren, die beim Begehen der Kabeltrasse vor Beginn der Bauarbeiten¹⁾ mit dem Träger der Straßenbaulast getroffen worden sind. Der Auftragnehmer hat abschließend dem Vertreter der DBP (Auftraggeber) eine schriftliche Anerkennung vorzulegen, mit der der Träger der Straßenbaulast bestätigt, daß die Wegeoberfläche ordnungsgemäß wiederhergestellt worden ist.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 5. 1. 4 (Seite 83).

5.5. Auslegen von Erdkabeln mit dem Kabelverlegepflug

Das Auslegen von Erdkabeln mit dem Kabelverlegepflug ist ein **neuartiges Verfahren**, mit dem Erdkabel **schnell und wirtschaftlich** verlegt werden können. Der Kabelverlegepflug kann auf **hindernisfreien Strecken** eingesetzt werden, wenn der **Boden pflugfähig** ist.

Bei den bisher angewendeten Verfahren waren mehrere Arbeitsgänge erforderlich¹⁾. Mit dem **Kabelverlegepflug** kann das Erdkabel **in zwei Arbeitsgängen** — Auslegen und Einpflügen — **ausgelegt** werden, wobei diese beiden Arbeitsgänge **oft gleichzeitig** ablaufen können. Dadurch wird wesentlich **weniger Personal** benötigt, und die **Bauzeit** wird **verkürzt**.

Der Kabelverlegepflug ist besonders **vorteilhaft bei langen Kabelstrecken** einzusetzen, z. B. beim Anschließen abgelegener Ortschaften an das Fernmeldenetz, beim Verkabeln langer Freileitungsstrecken in Landbezirken. Dieses Verfahren eignet sich auch zur Kabelverlegung auf Strecken mit hohem Grundwasserstand oder sehr sandigem Boden.

Gegenüber den bisherigen Auslegeverfahren verursacht der Kabelverlegepflug **weniger Flurschäden**.

5.5.1. Voraussetzungen für den Einsatz des Kabelverlegepflugs

Die wichtigste **Voraussetzung** für den Einsatz eines Kabelverlegepflugs ist ein **pflugfähiger Boden**. Für dieses Verlegeverfahren eignen sich **leichte bis mittelschwere Böden**²⁾; bei schweren und standfesten Böden ergeben sich Schwierigkeiten hinsichtlich des Schließens der Kabelfurche. Steinige Böden oder solche, die stark mit Wurzeln durchsetzt sind, sind nicht geeignet.

Der Einsatz eines Kabelverlegepflugs ist erst dann **wirtschaftlich**, wenn die **Strecke entsprechend lang** ist (einige Kilometer). Bei geeigneten Bodenverhältnissen kann eine **gute Auslegeleistung** (z. B. 1 km je Tag) erreicht werden.

5.5.2. Aufbau und Arbeitsweise eines Kabelverlegepflugs

Es gibt Kabelverlegepflüge verschiedener Bauarten. Der im Bild 87 gezeigte Kabelverlegepflug besteht aus einem etwa 10 cm breiten **Pflugkörper**, der sich nach vorn verjüngt und dort eine **Stahlschneide** trägt. **Durch den Hohlraum im Pflugkörper** wird das **Kabel** — **von oben in den Pflugkörper eingeführt** — **über eingebaute Gleitrollen** so geführt, daß es mit einem **Biegeradius von 110 cm** am **unteren Teil des Pflugkörpers** nach hinten

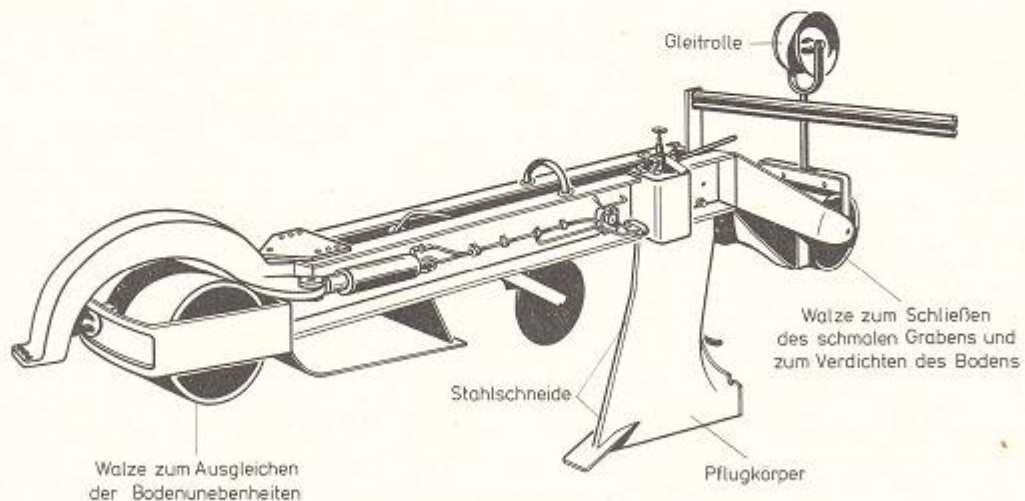


Bild 87 Kabelverlegepflug

herausläuft. Das Kabel gleitet aus dem Pflugkörper in die etwa 10 cm breite **Kabelfurche**, die der vorangezogene Pflugkörper geschaffen hat. Eine **Walze**, die in Verlegerichtung hinter dem Pflugkörper angebracht ist, **drückt die Kabelfurche wieder zusammen und verdichtet den Boden**. Eine zweite **Walze**, die vor dem Pflugkörper

¹⁾ Vgl. Abschnitte 5.2 bis 5.4.

²⁾ Vgl. Abschnitt 5.1.1, zu Punkt 4 (Seite 81).

läuft, **gleicht Bodenunebenheiten aus**. Da der Hohlraum des Pflugkörpers etwa 70 mm breit ist, dürfen nur Erdkabel mit einem Außendurchmesser bis 67 mm mit dem Kabelverlegepflug ausgelegt werden. Die Verlegetiefe liegt zwischen 0,6 m und 1,0 m, sie wird eingestellt, indem der Pflugkörper angehoben oder gesenkt wird.

Der Kabelverlegepflug wird **von einer schweren Kabelkraftwinde oder von einer Zugmaschine gezogen**. Das **auszulegende Kabel wird vorher entlang der Trasse ausgelegt**. Es gibt aber auch Kabelverlegepflüge, bei denen die Kabeltrommel unmittelbar mitgeführt wird; das vorherige Auslegen des Kabels entlang der Trasse ist also bei diesen Kabelverlegepflügen nicht erforderlich.

Gleichzeitig mit dem Vorwärtsbewegen des Kabelverlegepflugs wird das Kabel in den Pflugkörper eingeführt. Eine hydraulische Steuerung gestattet es, den Kabelverlegepflug in geringem Maße an Hindernissen vorbeizulenken. Ist das Hindernis nicht mit dem Kabelverlegepflug zu umgehen, kann das Kabel aus dem Pflugkörper entnommen und später wieder eingelegt werden.

Es können **gleichzeitig zwei oder drei Kabel** (bis 60 mm Außendurchmesser) **ausgelegt** werden, wobei aber die einzelnen Kabel **übereinander gelegt** werden. Es ist **nicht möglich**, daß die Kabel **abgedeckt** werden. Gleichzeitig mit dem Kabel wird ein **Kabeltrassenband¹⁾** als **Warnschutz** ausgelegt, welches **30 cm über dem Kabel** zu liegen kommt.

Mit dem Kabelverlegepflug können **auch in schrägen Böschungen** Kabel ausgelegt werden.

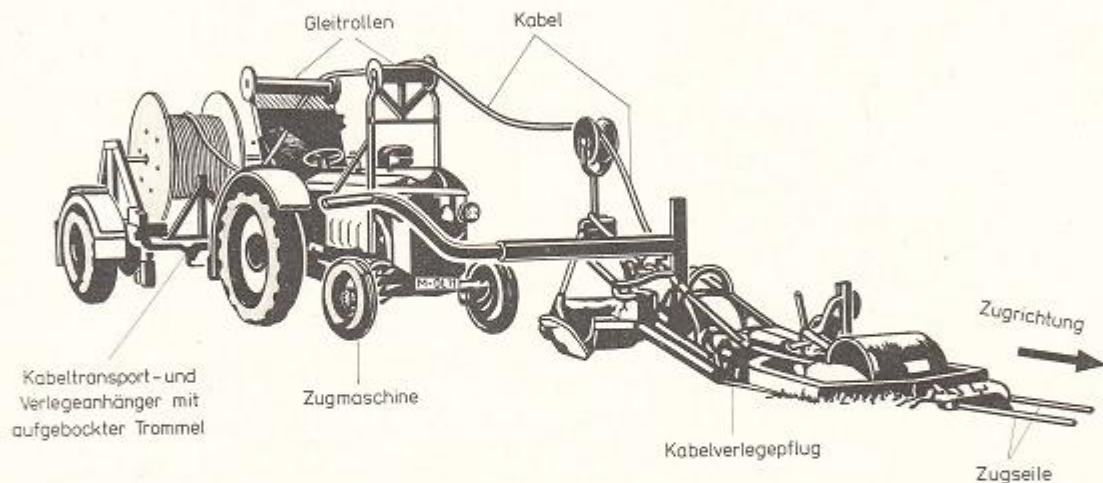


Bild 88 Erdkabelverlegung mit einem Kabelverlegepflug

Im Bild 88 wird ein Beispiel für eine Geräteanordnung zur Erdkabelverlegung mit einem Kabelverlegepflug gezeigt. Diese Anordnung besteht aus einer schweren Kabelkraftwinde (im Bild sind nur die Zugseile sichtbar), dem Kabelverlegepflug, einer Zugmaschine für den Kabeltransport und einem Kabeltransport- und Verlegeanhänger mit aufgeböckelter Kabeltrommel.

5. 6. Auslegen von Erdkabeln (Flußkabeln) bei Kreuzungen von Gewässern

Bei Kreuzungen von Gewässern können Fernmeldekabel durch **Kabellegung auf Brücken** oder durch **Kabellegung in Wasser** ausgelegt werden.

5. 6. 1. Kabellegung auf Brücken

Für eine Kabellegung auf Brücken werden **Brückenkabel** verwendet, wobei besonders zu beachten ist, daß Kabel auf oder an Brücken **starken Erschütterungen** ausgesetzt sind. Da es schwierig ist, Kabel, die nicht in Schutzrohren liegen, im Störfall auszuwechseln, werden im allgemeinen die Brückenkabel **in Schutzrohre** eingezogen. **An den Stoßstellen der Brücken** — das sind die Übergänge von den festen Widerlagern der Brücke zu den beweglichen Brückenteilen — sind **Kabelbögen** einzubauen, um die Längenänderungen, die infolge von Temperaturänderungen auftreten, ausgleichen zu können.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 5. 4. 2 (Seite 96).

Brückenkabel haben **viele Nachteile**. Daher werden bei Kreuzungen von Gewässern die Kabel gern auf oder in den Grund der Gewässer gelegt.

5. 6. 2. Kabellegung in Wasser

Es gibt **viele Möglichkeiten**, Flüsse oder Seen mit Fernmeldekabeln zu durchkreuzen. Welche **Legungsart** gewählt wird, **hängt ab von der Art des Gewässers**, von der **Bodenart** des Grunds und des Ufers und u. U. vom **Schiffsverkehr**. Die Legungsart wird im **Einvernehmen mit den zuständigen Wasser- und Schiffsverkehrsbehörden** bestimmt.

Es werden **grundsätzlich vier Verlegungsarten** für Kabel oder Kabelrohre unterschieden*):

- das Verlegen auf den Fluß- oder Seegrund,
- das Verlegen in Rohre oder Düker, die unter die Sohle des Flusses oder Sees eingebaut sind,
- das Verlegen in eine Rinne, die von einem Bagger ausgehoben worden ist (Baggerverfahren),
- das Einspülen der Kabel oder der Kabelrohre.

Das Verlegen von Kabeln und Kunststoffrohren auf oder in den Grund von Flüssen oder Seen zählt **nicht** zu den **Regelbauweisen**. Aus diesem Grund werden im nachfolgenden die Verlegeverfahren nur **grundsätzlich** erläutert.

5. 6. 2. 1. Verlegen von Kabeln auf den Fluß- oder Seegrund

Soll dieses Verlegeverfahren ausgeführt werden, darf das **Gewässer nicht schiffbar sein oder muß eine große Tiefe** haben. Zum Verlegen wird auf einem **Floß oder Schleppkahn** die **Kabeltrommel aufgebockt**, wobei der Bock gut befestigt sein muß.

Das **Kabel** wird zunächst von der Kabeltrommel **abgezogen** und bei seichtem **Ufergelände** in einen vorbereiteten **Kabelgraben** gelegt. Im **tieferen Wasser** wird das **Kabel** dann in **leichten Schlangenlinien frei auf den Grund** gelegt. Dazu wird das Kabel langsam und vorsichtig abgelassen, während das Floß oder der Schleppkahn zum Zielufer hinüberfährt. Das Kabel wird deshalb in leichten Schlangenlinien ausgelegt, damit es sich besser den Bodenunebenheiten anpassen kann.

Ein Flußkabel läßt sich auch **ohne Floß oder Schleppkahn auslegen**, indem es **mit einem Zugseil vom Startufer**, an dem die Kabeltrommel aufgebockt ist, **zum gegenüberliegenden Zielufer**, an dem eine Kabelkraftwinde aufgestellt ist, **gezogen** wird. Dabei wird das **Kabel zunächst auf Schwimmkörper** (z. B. leere Fässer) über das Gewässer gezogen. Hat das Kabel das Zielufer erreicht, werden die **Schwimmkörper** — am Zielufer beginnend — **nacheinander abgebaut** und das **Kabel dabei auf den Grund** des Gewässers **gelassen**. Der dabei entstehende Mehrbedarf an Kabellänge muß von der Trommel am Startufer abgespult werden.

5. 6. 2. 2. Verlegen von Kabeln in Rohre oder Düker

Diese Verlegeverfahren sind **sehr kostenaufwendig** und werden daher **nur in Ausnahmefällen** bei kleinen Flüssen, Kanälen oder Wassergräben ausgeführt.

Die **Rohre**, in die später die Kabel eingezogen werden, können unterhalb der Sohle des Gewässers wie bei Straßenkreuzungen mit einem **Stoßbohrgerät¹⁾** eingebracht werden.

Düker²⁾ sind in diesem Fall größere Kreuzungskanäle **aus Mauerwerk oder aus Beton**. Sie werden hergestellt bei größeren Kreuzungen oder beim Zusammentreffen von Fernmeldekabeln mit fremden Anlagen.

5. 6. 2. 3. Baggerverfahren

Werden **schiffbare Flüsse** oder andere schiffbare Gewässer von Fernmeldekabeln gekreuzt, schreiben die Wasser- und Schiffsverkehrsbehörden vor, daß die **Kabel** mit einer **bestimmten Verlegetiefe** und einer dadurch gegebenen **Überdeckung in die Flußsohle** gelegt werden. Die Fernmeldekabel werden in diesen Fällen **häufig in eine Rinne** gelegt, die **von einem Bagger ausgehoben** worden ist.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 5. 2. 3. und Bild 72 (Seite 85).

²⁾ Düker sind Rohrleitungen oder Kanäle, die unter einem Deich oder einem Flußbett liegen.

Je nach der Beschaffenheit des Grunds und entsprechend der Wassertiefe und der Wasserströmung lassen sich zum **Herstellen der Rinne unterschiedliche Baggerarten und Geräte** einsetzen. Die Kabelrinnen können je nach den örtlichen Verhältnissen mit einfachen Schaufeln, mit Handbaggern, mit maschinellen Zieh-schaufeln, mit Schrapperanlagen¹⁾, mit Schwimmgreifern oder mit Eimerschaufelbaggern hergestellt werden. Bei felsigem Grund muß die Kabelrinne gesprengt werden.

Nachdem Taucher sich davon überzeugt haben, daß die **Rinne einwandfrei ausgeführt** worden ist, kann das **Fernmeldekabel in die Rinne eingelegt** werden:

Zu diesem Zweck kann es **von einem Verlegeschiff in die Rinne abgelassen** werden. Werden gleichzeitig mehrere Kabel oder mehrere Rohre verlegt, muß sichergestellt werden, daß die Kabel oder die Rohre parallel zueinander zu liegen kommen.

Die Kabel oder die Rohre können aber auch **an Land auf einem sogenannten Schlitten**, das ist eine glatte durchgehende Unterlage aus Stahlblech, **befestigt** werden. Anschließend wird der **Schlitten** mit den befestigten Kabeln oder Rohren von einer Kabelkraft- oder Seilwinde **durch die Rinne zum gegenüberliegenden Ufer gezogen**.

Da die **Kabelrohre geringes spezifisches Gewicht** haben ($\gamma_{PE} = 0,92$), würde der **Auftrieb** die Rohre aus der Rinne reißen. Daher müssen die Rohre vor dem Einziehen in die Rinne mit Säcken, die mit einer Zement-Kies-Mischung gefüllt sind, **beschwert** werden. Diese Beschwerung dient gleichzeitig als **mechanischer Schutz**.

Nachdem die Kabel oder Rohre in die Rinne eingezogen worden sind, ist die **Rinne wieder sorgfältig zu verfüllen und mit Steinen abzudecken**.

Das Baggerverfahren läßt sich nur bei Gewässern mit geringer Strömung anwenden, weil bei starker Strömung die Gefahr besteht, daß die Rinne zugeschwemmt wird, bevor die Kabel oder die Rohre eingelegt worden sind.

5. 6. 2. 4. Einspülverfahren für Kabel und Kabelrohre (Rudolf-Harmstorf-Verfahren)

Das Einspülverfahren nach Harmstorf ist **von der Wassertiefe und von der Stärke der Wasserströmung unabhängig**. Es wird vorwiegend angewendet, um **gleichzeitig mehrere Kabel oder mehrere Kabelrohre einzuspülen**. Gegenüber dem Baggerverfahren hat es den **Vorteil**, daß die **Kabel oder Rohre sofort beim Einspülen mit Erdreich überdeckt** werden. Da auch bei diesem Verfahren die Gefahr besteht, daß die Rohre aufgetrieben werden, müssen die **Rohre beim Spülvorgang mit Wasser gefüllt** werden. Die spätere **Überdeckung** der Rohre muß **so schwer sein, daß die Rohre nicht aufschwimmen können**.

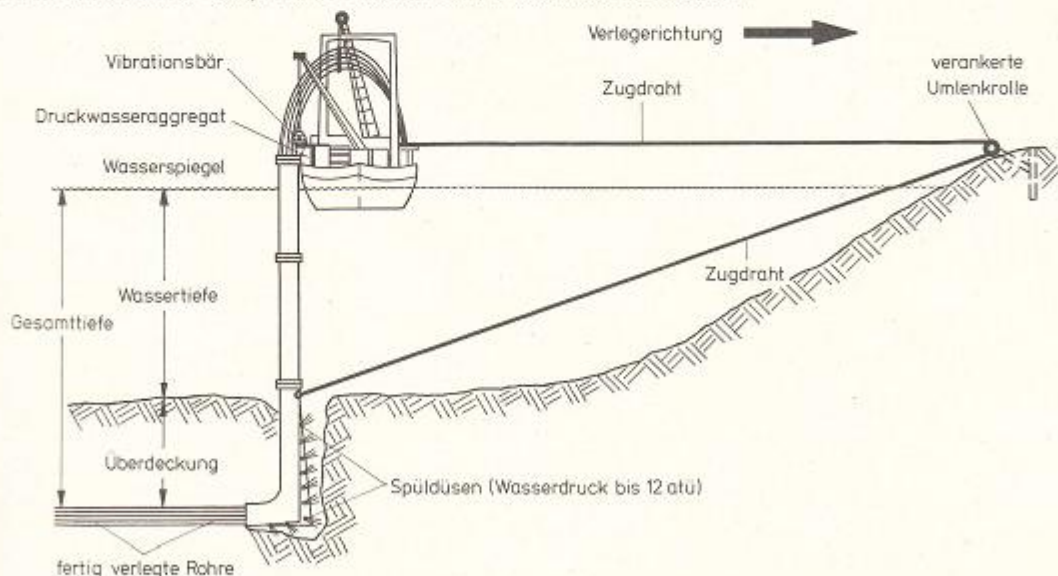


Bild 89 Grundsätzliche Darstellung des Einspülverfahrens nach Harmstorf

¹⁾ Schrapper sind Fördergefäße.

In die eingespülten **Rohre** lassen sich nachträglich je nach Bedarf **Kabel einziehen**. Die Kabel müssen in diesen Fällen **nur insoweit bewehrt** sein, daß die auftretenden **Einziehkräfte aufgenommen** werden; bei kurzen Einzielängen genügen normale Röhrenkabelauführungen.

Das **Spülgerät** befindet sich entweder **auf einem selbstfahrenden Verlegeschiß** (für schiffbare Gewässer) oder **auf verladbaren Pontons** (für nichtschiffbare Gewässer). Das Spülgerät besitzt einen Druckwasserkanal und einen Gleitkanal. Durch den **Druckwasserkanal** wird **Druckwasser** mit einem Druck von etwa 12 atü zu den **Spüldüsen** geführt. Durch den **Gleitkanal** werden die **Kabel oder die Kabelrohre** geführt. Der **Spülrohrfuß** kann bis 30 m unter die Wasseroberfläche gesenkt werden. Am Spülrohrfuß tritt das **Druckwasser aus den Spüldüsen aus**; infolge des starken Wasserdrucks wird ein **Rinnenstück von etwa 50 cm freigespült**. In das jeweils freigespülte Rinnenstück werden **bei ein und demselben Arbeitsgang** — ähnlich wie beim Kabelverlegepflug¹⁾ — die **Kabel oder die Rohre eingelegt**. Unmittelbar hinter dem Spülrohr fällt die **freigespülte Rinne** wieder über den Kabeln oder den Kabelrohren **zusammen**, weil kein Wasserdruck mehr vorhanden ist. Die **Kabel oder die Kabelrohre** werden also **unmittelbar nach dem Einspülen abgedeckt** und liegen danach sicher im Untergrund. Die **Höhe der Überdeckung** der eingespülten Kabel oder Rohre wird **durch die Höheneinstellung des Spülrohrfußes bestimmt**.

Am Spülrohr ist eine **Rüttelmaschine**, ein sogenannter **»Vibrationsbär«**, angebracht; damit können selbst meterdicke felsähnliche Grundsichten ausgespült werden.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 5. 5 (Seite 98).

5.7. Fragen zu Abschnitt 5 (Auslegen von Erdkabeln)

1. Wie sollen Kabellinien geführt werden?
2. Wo sollen Kabellinien möglichst verlaufen, um ihren Bau und ihre Unterhaltung zu erleichtern?
3. Welche Dienststellen legen die günstigste Führung einer Kabellinie fest?
4. Was wird beim Auskünden der Kabelführung festgelegt, festgestellt und herbeigeführt?
5. Wodurch wird rechtlich festgelegt, daß die geplante Fernmeldeanlage ausgeführt werden kann und daß die Linienführung gesichert ist? *TWG 11900 § 7*
6. In wie viele Bodenklassen wird der Boden hinsichtlich seiner Beschaffenheit und seiner Bearbeitbarkeit eingeteilt?
7. In welchen Teil des öffentlichen Verkehrswegs sollen Erdkabel vorzugsweise gelegt werden?
8. Warum dürfen Erdkabel nicht in Gräben gelegt werden, in denen sich Abwässer oder Jauche sammeln können?
9. Warum sollen Fernmeldekabel möglichst nicht in Fahrbahnen gelegt werden?
10. Warum sollen Näherungen und Parallelführungen mit Gleichstrombahnen und mit Starkstromkabeln vermieden werden?
11. Zähle einige fremde Anlagen auf, von denen Kabellinien möglichst weit entfernt zu führen sind!
12. Wie groß ist der gegenseitige Mindestabstand, der eingehalten werden muß, wenn Fernmeldekabel der DBP mit anderen Kabeln oder Leitungen zusammentreffen?
13. Warum muß vor Aufnahme der Bauarbeiten die Kabeltrasse zusammen mit dem Träger der Straßenbaulast begangen werden?
14. Womit wird die Baustelle oder die Baustrecke gekennzeichnet und gesichert?
15. Nenne einige Geräte und Maschinen, mit denen der Kabelgraben ausgehoben werden kann!
16. Wie müssen Baumwurzeln behandelt werden, die beim Ausheben des Kabelgrabens freigelegt werden?
17. Was ist zu beachten, wenn der Kabelgraben Zugänge zu Häusern oder Grundstückseinfahrten kreuzt?
18. Wo sollen die ausgehobenen Erdmassen gelagert werden, und wie breit soll der Arbeitsraum entlang des Kabelgrabens sein?
19. Warum sollen die einzelnen Bestandteile der Wegedecke und des Untergrunds getrennt gelagert werden?
20. Wovon hängt die Breite des Kabelgrabens ab?
21. Wie breit ist ein Kabelgraben auszuheben, in den 7 Kabel in einer Tiefe von 0,8 m ausgelegt werden sollen?
22. Welche Regeltiefen sind für Ortskabel in Gehwegen und in Privatgelände vorgesehen?
23. Wie soll die Grabensohle beschaffen sein, auf die Fernmeldekabel ausgelegt werden?
24. Wie sind Grabensohlen in jedem Fall zu behandeln, auf die hochwertige TFFk oder KxFk gelegt werden sollen?
25. Auf welche Art und Weise können bei Straßenkreuzungen größere Verlegetiefen vermieden werden?
26. In welchen Fällen sollen die Straßenkörper mit besonderen Bohrgeräten, z. B. mit einem Stoßbohrgerät, durchstoßen werden?
27. Erläutere in Stichworten die Arbeitsweise eines Stoßbohrgeräts!
28. Womit ist bei Kreuzungen oder Näherungen von Fernmeldekabeln mit Starkstromkabeln das obliegende Kabel gegen mechanische Beschädigungen zu schützen?
29. In welchen Fällen ist bei Kreuzungen und Näherungen von Fernmeldekabeln mit Starkstromkabeln ein besonderer Schutz gegen Wärmewirkung erforderlich?
30. An welchem Kabel wird der zusätzliche Schutz gegen Wärmewirkung angebracht?
31. Wie weit muß der mechanische Schutz und der Wärmeschutz auf beiden Seiten mindestens über die Gefahrenstelle hinausragen?
32. Welcher Abstand muß mindestens eingehalten werden, wenn sich Fernmeldekabel oder Starkstromkabel Stützpunkten oberirdischer Anlagen nähern?

33. Wie groß muß der Abstand zwischen Kabeln und Stützpunkten oberirdischer Anlagen mindestens sein, damit ein mechanischer Schutz nicht mehr erforderlich ist? *80 cm*
34. Dürfen Starkstromkabel zwischen den Schenkeln von A-Masten ausgelegt werden? *nein*
35. Dürfen Starkstromkabel zwischen Fernmeldemasten und ihren Streben oder Ankern ausgelegt werden? *ja*
36. Wie weit müssen Erdkabel mindestens von Tankanlagen und mindestens von Rohrleitungen für brennbare Flüssigkeiten entfernt sein? *4 m, 1 m*
37. Welche besondere Schutzmaßnahme ist an einer Rohrleitung für brennbare Flüssigkeiten anzubringen, wenn das Fernmeldekabel zwischen 0,5 m und 1 m von der Rohrleitung entfernt ausgelegt wird? *Flammschutz*
Wie weit muß diese Schutzmaßnahme das Fernmeldekabel auf beiden Seiten der Näherungs- oder Kreuzungsstelle überragen? *1 m über*
38. Womit können Kabeltrommeln transportiert werden?
39. Warum dürfen Kabel der Formen PM, PMz, PMb, PMbc und PM2Y nur innerhalb des OPD-Bezirks mit LKW befördert werden? *keine Strombelastung*
40. Was soll der Empfänger einer Kabeltrommel sofort nach deren Eintreffen prüfen?
41. Wie kann u. U. die Manteldichtigkeit überprüft werden? *Druckluftprüfung*
42. Welche wichtige Angaben über ein Kabel sind aus dem Einheitstypenschild zu ersehen?
43. Womit sind die Kabeltrommeln zweckmäßig zur Verlegestelle zu fahren?
44. Worauf ist beim Auf- und Abladen der Kabeltrommeln besonders zu achten?
45. Woraus kann die Drehrichtung ersehen werden, die beim Rollen einer Kabeltrommel zwingend beachtet werden muß? *Richtungspfeil*
46. Was kann passieren, wenn die Kabeltrommel in falscher Drehrichtung gerollt wird?
47. Welche Fernmeldebaugeräte sind beim Rollen der Kabeltrommel zu benutzen, um Unfälle zu verhüten?
48. Worauf kann die Kabeltrommel aufgebockt werden?
49. Von wo und in welcher Richtung soll das Kabel von der Trommel ablaufen, wenn die Kabeltrommel richtig aufgebockt ist?
50. Beschreibe das Aufbocken einer Kabeltrommel auf Trommelwinden!
51. Mit welcher Maschine können Erdkabel, besonders solche mit größeren Querschnitten, durch den Kabelgraben gezogen werden?
52. Nenne Fernmeldebaugeräte, die eingesetzt werden müssen, um zu vermeiden, daß das Kabel auf dem Boden oder an den Wänden des Kabelgrabens schleift!
53. Welcher Biegeradius darf nicht überschritten werden bei Kabeln
mit Stahlwellmantel,
mit PE-Mantel und
mit Bleimantel?
54. Wovon ist die Zugbelastbarkeit von Fernmeldekabeln abhängig?
55. Warum dürfen Erdkabel der Form PMbc nicht bei Temperaturen unter 0°C ausgelegt werden?
56. Bei welchen Temperaturen dürfen Kabel mit PE-Schutzhülle und Kabel mit PVC-Schutzhülle nicht ausgelegt werden?
57. Was ist zu beachten, wenn Fernmeldekabel mit Richtungselementen ausgelegt werden?
58. Beschreibe das Auslegen eines Erdkabels vom Lkw oder vom Kabeltransport- und Verlegeanhänger aus!
59. Dürfen Kabel mit TF-Sternvierern oder mit Koaxialpaaren von einem Kabeltransport- und Verlegeanhänger aus ausgelegt werden?
60. Skizziere die Aufstellung aller Geräte und Maschinen, wenn ein Erdkabel mit Hilfe einer Kabelkraftwinde in den Kabelgraben eingezogen wird!
61. Warum wird beim Ausziehen eines Erdkabels hinter die Trommel ein Kabelleit- und Tragrollenbock aufgestellt?
62. Mit welchem Fernmeldebaugerät wird das von der Kabelkraftwinde kommende Zugseil mit dem Erdkabel verbunden?

63. Womit wird die aufgebockte Trommel gedreht, damit das Kabel entsprechend der Verlegegeschwindigkeit von der Trommel abläuft, und womit kann die Trommel ggf. abgebremst werden?
64. Welche Aufgaben hat der Helfer, der mit dem Kabelanfang mitgeht?
65. In welcher Form wird das Erdkabel in Bergbaugebieten ausgelegt?
66. Nur wann dürfen Erdkabel von Hand ausgelegt werden?
67. Beschreibe den Arbeitsablauf, wenn ein Erdkabel von Hand ausgelegt wird!
68. Zu welchem Zeitpunkt muß die genaue Kabellage eingemessen werden?
69. Welche Längen, Stellen und Punkte müssen eingemessen werden?
70. Womit kann ein Erdkabel abgedeckt werden?
71. An welchen Stellen müssen Erdkabel abgedeckt werden?
72. Welche Abdeckungsart wird vorwiegend zum Abdecken von Fernkabeln angewendet?
73. Woraus besteht der Warnschutz bei Erdkabeln, die keine Kabelabdeckung erhalten, und wie wird dieser Warnschutz eingebracht?
74. Beschreibe das »Absanden eines Kabels« und gib an, worauf beim Absanden besonders geachtet werden muß!
75. Wie und womit wird der Kabelgraben nach dem Absanden des Kabels zugefüllt?
76. Welche Verdichtungsgeräte dürfen wann eingesetzt werden, um das in den Kabelgraben eingebrachte Füllgut ordnungsgemäß zu verdichten?
77. Welche Eigenschaften muß der verfüllte Kabelgraben nach dem Verdichten aufweisen?
78. Wie sind die fremden Anlagen, die im Laufe der Verlegearbeiten freigelegt werden mußten, beim Zufüllen des Kabelgrabens zu behandeln?
79. In welchen Zustand muß die Wegeoberfläche abschließend wieder versetzt werden?
80. Bei welchen örtlichen Gegebenheiten kann ein Kabelverlegepflug eingesetzt werden?
81. Wann ist ein Kabelverlegepflug vorteilhaft einzusetzen?
82. Beschreibe den Aufbau eines Kabelverlegepflugs!
83. Worüber wird das Kabel im Hohlraum des Pflugkörpers geführt, damit es einen Biegeradius von 110 cm erhält?
84. Wie breit ist etwa die Kabelfurche, in die das Kabel hineingleitet?
85. Womit wird die Kabelfurche nach dem Einbringen des Kabels zusammengedrückt und der Boden verdichtet?
86. In welcher Tiefe kann das Kabel mit einem Kabelverlegepflug ausgelegt werden?
87. Welchen Warnschutz erhält das mit einem Kabelverlegepflug ausgelegte Erdkabel, und wie wird dieser Warnschutz eingebracht?
88. Auf welche Weise können Gewässer mit Erdkabeln gekreuzt werden?
89. In welcher Form erfolgt im allgemeinen die Kabellegung auf Brücken?
90. Wie werden Kabel verlegt, wenn sie nicht schiffbare Gewässer durchkreuzen?
91. Schildere in kurzen Sätzen, wie Fernmeldekabel im Baggerverfahren in die Flußsohle gelegt werden!
92. Welche Vorteile bietet das Einspülverfahren nach Harmstorf?
93. Erläutere, wie das Spülgerät arbeitet, welches beim Einspülverfahren nach Harmstorf verwendet wird!

6. Kabelkanalanlagen

Eine Kabelkanalanlage ist ein Röhrensystem aus Kabelkanalformsteinen oder Kabelkanalrohren, welches in den Straßenkörper verlegt worden ist. In die Kabelkanalanlagen werden Röhrenkabelauführungen von Ortskabeln oder von Fernkabeln eingezogen. kkf kkR

Im allgemeinen werden Kabelkanalanlagen nur innerhalb der Bebauungsgrenzen von Ortschaften gebaut. Wegen der **großen Einrichtungs- und Unterhaltungskosten** sollen diese Anlagen nur dort gebaut werden, wo ihr **Einbau wirtschaftlich** und ihr **Bestand** gemäß der Straßenplanung **langfristig gesichert** ist.

Kabelkanalanlagen **vermeiden bei späteren Kabelnetzerweiterungen erneute Aufgrabungen**, weil sie es **gestatten**, entsprechend der Bedarfsermittlung an Leitungen **beliebig oft Fernmeldekabel auszuwechseln**.

Kabelschächte werden an den Endpunkten der einzelnen Kabelkanalstrecken eingebaut, um die Kabel ein- oder auszuziehen, die Lötarbeiten ausführen und die Lötmuttern lagern zu können. In eine Kabelkanalanlage sollen nur so viele Kabelschächte eingebaut werden, wie unbedingt erforderlich sind; dabei ist die Anzahl der Kabelschächte abhängig von der größtmöglichen Einziehlänge der Kabel und vom Verlauf der Kabelkanäle. Die Kabelschächte müssen in ihren Abmessungen den arbeitstechnischen Anforderungen genügen. In Kabelkanalanlagen mit nur wenigen Zügen¹⁾ sollen **Kabelkleinschächte** eingebaut werden. Sind in einer Kabelkanalanlage auch Züge für Verzweigungskabel vorhanden, sind dafür in gewissen Abständen Abzweigkästen einzubauen. Ksch

Kabelkanalanlagen bestehen somit aus Azk

- Kabelkanälen aus Kabelkanalformsteinen oder Kabelkanalrohren,
- Kabelschächten oder Kabelkleinschächten,
- Abzweigkästen, sofern in den Kabelkanalanlagen auch Verzweigungskabel geführt werden.

6.1. Kabelkanäle

Kabelkanäle können hergestellt werden aus

- Kabelkanalformsteinen (aus Beton),
- Kabelschutzrohren (aus Stahl, Asbestzement oder Hart-PVC) oder
- Kabelkanalrohren (aus Hart-PVC).

6.1.1. Kabelkanalformsteine KKF

Kabelkanäle aus Kabelkanalformsteinen sind **z. Z. noch Regelbauweise**. Die Kabelkanalformsteine können gemäß DIN 457 **einzig bis vierzigig** sein (Bild 90 und Tab. 21) und werden **aus Beton** hergestellt. Sie sind 1 m lang, 15 cm hoch und in ungeteilter, teilbarer oder geteilter Ausführung lieferbar. Eine Stirnfläche der KKF ist etwa 10 mm nutförmig vertieft, während die andere Stirnfläche einen etwa 8 mm vorstehenden Falz hat; dadurch wird erreicht, daß sich die KKF lückenlos aneinanderfügen lassen. In beiden Stirnflächen sind Dornlöcher, in die beim Aneinanderfügen der KKF Dorne gesteckt werden, die die Lage der KKF zueinander sichern.

Die Kabelkanalzüge haben eine lichte Weite von 10 cm; sie sind mit einem **Deckmittel aus Steinkohlenteerpech** angestrichen, um die Kabel vor **Korrosion** zu schützen.

Aus den vorstehend beschriebenen Kabelkanalformsteinen werden **Kabelkanalanlagen im Hauptkabel- und im Verzweigungskabelnetz** gebaut.

¹⁾ Züge werden die durchgehenden zylindrischen Öffnungen in einem Kabelkanalformstein oder in einem Kanalbündel genannt.

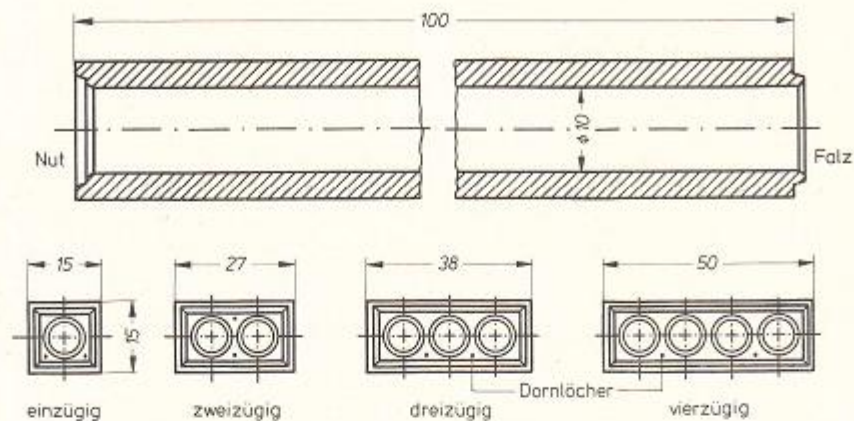
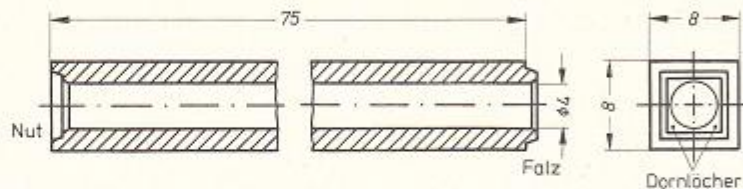


Bild 90 Kabelkanalformsteine (Maße in cm)

Hauseinführungen werden mit **einzügigen KKF kleinerer Abmessungen** (Bild 91 und Tab. 21) hergestellt.

Bild 91
KKF für Hauseinführungen
(Maße in cm)



Bezeichnung des KKF	Außenmaße [cm]	lichte Weite der Züge [cm]	Gewicht ungeteilt ¹⁾ [kp]
KKF einzügig	100 × 15 × 15	10	32
KKF zweizügig	100 × 27 × 15	10	52
KKF dreizügig	100 × 38 × 15	10	74
KKF vierzügig	100 × 50 × 15	10	94
KKF für Hauseinführungen	75 × 8 × 8	4	8,5

Tab. 21 Kabelkanalformsteine (Maße und Gewichte)

6. 1. 2. Kabelschutzrohre

Kabelschutzrohre können **Stahlrohre**, **Asbestzementrohre** oder **Hart-PVC-Rohre** sein. Für den Bau von Kabelkanalanlagen werden sie **nur in besonderen Fällen**, z. B. bei zu geringer Bodenüberdeckung, **verwendet**. Sie werden jedoch dann eingesetzt, wenn sich Erdkabel mit fremden Anlagen, z. B. Starkstromkabelanlagen, kreuzen oder sich diesen nähern²⁾.

6. 1. 3. Kabelkanalrohre KKR

Kabelkanalrohre aus **Hart-PVC** werden in immer größerem Umfang in Kabelkanalanlagen **eingebaut**. Es ist damit zu rechnen, daß in **Zukunft Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalrohren**, die sogenannte **„PVC-Rohrbauweise“**, zur **Regelbauweise** erklärt und somit die bisher üblichen Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalformsteinen ablösen werden.

¹⁾ Die geteilten KKF wiegen je nach Größe 1 ... 2 kp weniger als die ungeteilten KKF. Geteilte KKF für Hauseinführungen gibt es nicht.

²⁾ Vgl. Abschnitt 5. 2. 4 (Seite 86).

Die Ursache für diesen bevorzugten Einbau von Kabelkanalrohren sind in erster Linie bautechnische Schwierigkeiten beim Bau, bei der Erweiterung oder bei der Umlegung von Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalformsteinen. Häufig müssen nämlich Fremdanlagen, die in der Trasse liegen, umgangen werden. Die dazu notwendigen Richtungsänderungen oder Gefälländerungen können mit Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalformsteinen, deren Teilstrecken geradlinig verlaufen müssen, nicht durchgeführt werden. Oft es ist auch unwirtschaftlich, den vorgesehenen Kabelkanal wegen einer Fremdanlage tiefer als üblich zu legen oder wegen einer erforderlichen Richtungsänderung zusätzlich einen Kabelschacht einzubauen. Die Kabelkanalrohre gestatten dagegen Richtungs- oder Gefälländerungen. Die Teilstrecken von Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalrohren müssen nicht geradlinig verlaufen.

Nach Norm FTZ 736 531 TV 1, Blatt 1 bis 6, werden unterschieden

Kabelkanalrohre aus Hart-PVC und

Kabelschutzrohre aus Hart-PVC¹⁾.

Kabelkanalrohre aus Hart-PVC (vgl. Tab. 22) werden für den Bau unterirdischer Kabelkanäle verwendet. Verlaufen einzelne Strecken stark gekrümmt, werden fabrikmäßig vorgeformte KKR-Bögen eingebaut.

Tab. 22
Kabelkanalrohre
aus Hart-PVC

Außendurchmesser [mm]	Wanddicke [mm]	Länge [m]
110	3,2	6 oder 12
50	1,8	6 oder 12

Die KKR mit einem Außendurchmesser von 50 mm werden für Kabelkanalnetze für Verzweigungskabel sowie für Hauseinführungen verwendet. In diese Kabelkanalrohre können Kabel bis 200 DA bei einem Aderdurchmesser von 0,4 mm eingezogen werden.

Kabelschutzrohre aus Hart-PVC werden nur in Ausnahmefällen zum Kabelkanalbau, sonst aber zum Schutz von Erdkabeln gegen mechanische Beschädigungen verwendet²⁾. Die Hart-PVC-Rohre ersetzen größtenteils die bisherigen Kabelschutzrohre aus Asbestzement und aus Stahl. Die Kabelschutzrohre aus Hart-PVC (vgl. Tab. 23) haben gleiche Außendurchmesser wie die Kabelkanalrohre, jedoch eine größere Wanddicke.

Tab. 23
Kabelschutzrohre
aus Hart-PVC

Außendurchmesser [mm]	Wanddicke [mm]	Länge [m]
110	5,3	1 oder 4 oder 6

6.1.4. Fernmeldebauezeug, Bau- und Arbeitsstoffe und Fernmeldebaugerät für Kabelkanäle

Das wesentliche Fernmeldebauezeug FBZ für Kabelkanäle ist bereits beschrieben worden, es soll an dieser Stelle noch einmal zusammengefaßt werden:

- Kabelkanalformsteine KKF, ein- bis vierzünftig,
- Kabelkanalformsteine für Hauseinführungen, einzünftig,
- Kabelkanalrohre KKR aus Hart-PVC (Außendurchmesser 110 mm oder 50 mm),
- Kabelschutzrohre aus Stahl (Außendurchmesser 108 mm, Wanddicke 4 mm),
- Kabelschutzrohre aus Asbestzement,
- Kabelschutzrohre aus Hart-PVC (Außendurchmesser 110 mm, Wanddicke 5,3 mm).

Dieses FBZ wird ergänzt durch:

- Haltdorne für KKF,
- Klebmuffen für KKR,
- Abdichtschalen, Abdichtstopfen und Abdichtbecher zum Verschließen der Kabelkanalzüge.

¹⁾ Rohre aus Hart-PE werden nicht für den Kabelkanalbau verwendet. Dagegen werden sie benutzt, um bei Flußkreuzungen Düker herzustellen (vgl. Abschnitt 5. 6. 2. 2. - Seite 100).

²⁾ Vgl. Abschnitt 5. 2. 4. (Seite 86).

Als **Bau- und Arbeitsstoffe** werden für den Kabelkanalbau benötigt:

- Zement, Sand und Zuschlagstoffe *(Kies + Splitt)*
- Zementmörtel, Sand-Zement-Gemische und Beton,
- PVC-Reinigungsmittel und PVC-Klebstoff,
- Abdichtmasse und Abdichtstricke.

Das wichtigste **Fernmeldebaugerät FBG** für den Bau von Kabelkanälen aus Kabelkanalformsteinen ist der **Richtdorn** (Bild 92). Er besteht aus Holz oder Metall, ist zylinderförmig, hat einen Außendurchmesser von etwa 95 mm und ist 1,2 ... 1,5 m lang. Mit ihm wird ein **geradliniger Verlauf der Kabelkanalzüge** sichergestellt,

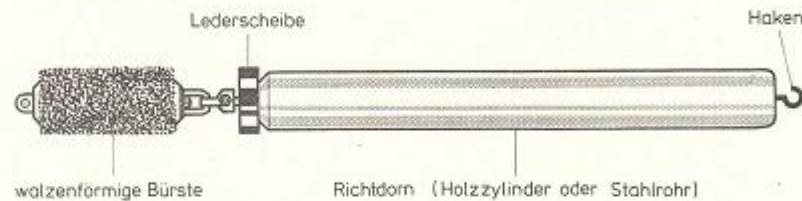


Bild 92 Richtdorn für Kabelkanalformsteine

auch werden damit die Züge von eingedrungenen Fremdkörpern gereinigt. An einem Ende hat der Richtdorn einen Haken, in den ein Hakenstab eingesetzt werden kann. Am anderen Ende hat er eine Scheibe aus Leder und eine walzenförmige Bürste. Die Lederscheibe muß einen etwas größeren Durchmesser haben, als die lichte Weite des Kabelkanalzugs (100 mm) mißt.

6. 1. 5. Bauausführung

Bevor mit der Bauausführung begonnen wird, müssen die gleichen vorbereitenden Maßnahmen getroffen werden, wie sie auch zum Verlegen von Erdkabeln erforderlich sind. Art, Umfang und Verlauf der herzustellenden Kabelkanalanlage, die Lage der Schächte und der Abzweigkästen sind auszukunden und festzulegen. Daher gilt hierfür sinngemäß der Abschnitt 5. 1 (Seite 80).

Die Zahl der erforderlichen Züge eines Kabelkanals wird nach den Bestimmungen der FBO 1 ermittelt. Die **Kabelkanäle** sollen **möglichst in Gehwege¹⁾**, sonst in Fahrbahnen eingebaut werden. Da die Fernmeldekabel durch den Kabelkanal mechanisch geschützt sind, werden **unbewehrte Röhrenkabel eingezogen**. Auch die Lötmutten bedürfen keines besonderen mechanischen Schutzes, weil sie in Kabelschächten oder Abzweigkästen gelagert werden.

6. 1. 6. Kabelkanäle aus Kabelkanalformsteinen

Kabelkanäle aus Kabelkanalformsteinen müssen grundsätzlich **in gerader Richtung verlegt** werden. Bei **Richtungsänderungen** und **Kanalverzweigungen** müssen **Kabelschächte** oder **Abzweigkästen** eingebaut werden. Auch in lange geradlinige Kanalstrecken sind **Kabelschächte** einzubauen, deren **Abstand** sich nach der **Lieferlänge der Kabel** und nach der **höchstzulässigen Zugbelastung** der Kabel richtet.

Die Kabelkanalformsteine werden entsprechend der benötigten **Anzahl der Züge** zu einem **Verband (KKF-Verband)** zusammengesetzt.

Der **Erdaushub für einen Kabelkanal** (vgl. Bild 93) wird wie folgt bestimmt:

- Die **Breite des Grabens** errechnet sich aus
- der **Breite der verwendeten KKF** (vgl. Tab. 21) und
- einem festgelegten **Zuschlag für den Arbeitsraum**.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 5. 1. 2 und Bild 70 (Seite 82).

Lernblätter F

Der Zuschlag für den Arbeitsraum beträgt gemäß Teil g der ZTV Fernmeldeleitungsnetz bei KKF-Verbänden mit
 bis zwei Kanalzügen nebeneinander und
 bis drei Kanalzügen übereinander

insgesamt 30 cm ($= 2 \times 15$ cm);

mehr als zwei Kanalzügen nebeneinander und/oder
 mehr als drei Kanalzügen übereinander

insgesamt 40 cm ($= 2 \times 20$ cm).

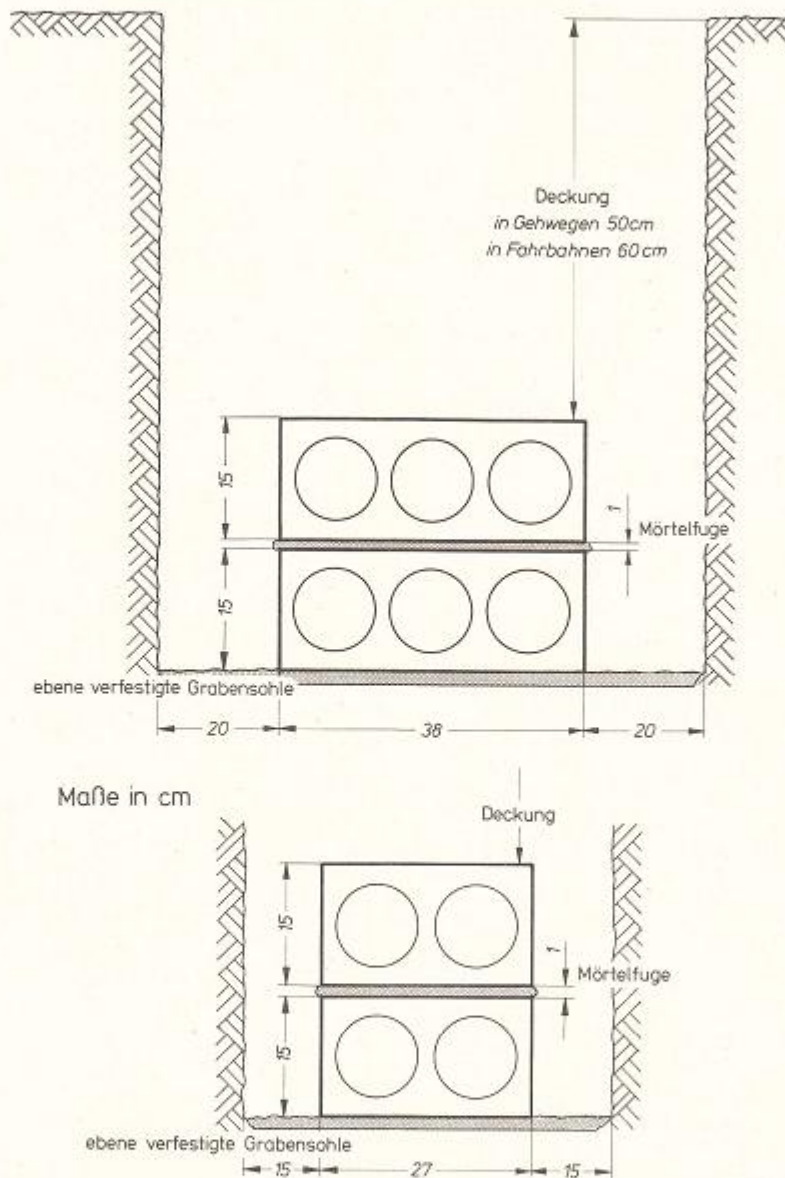


Bild 93 Beispiele zum Bestimmen des Erdaushubs für Kabelkanäle aus Kabelkanalformsteinen

Die Mindestgrabentiefe wird bestimmt durch

die Zahl der übereinander angeordneten Kabelkanalformsteine zuzüglich einer Mörtelfuge von je 1 cm zwischen zwei KKF

und einer Mindestüberdeckung, die

in Gehwegen 50 cm,

in Fahrbahnen 60 cm

beträgt.

Die Grabensohle muß **tragfähig und abgeglichen** sein. Dazu wird die Grabensohle mit Nivelliertafeln **ausgefluchtet und nach allen Seiten eben ausgerichtet**. Bei **ungünstigen Bodenverhältnissen** wird die Tragfähigkeit erreicht, indem eine **Unterlage aus Beton** hergestellt wird.

Mit dem **Einbau der Kabelkanalformsteine** wird an einem **Schacht** begonnen. Der erste KKF wird dabei so gesetzt, daß er **etwa 5 cm in die Schachtmündung hineinragt**. Dann werden alle weiteren KKF an einer Schnur **ausgerichtet ausgelegt**, die entlang der Grabensohle straff gespannt ist. So wird ein **geradliniges Aneinanderreihen der KKF** ermöglicht.

Ein KKF wird so an den vorherigen KKF gelegt, daß beide mit **Nut und Falz** ineinander passen. Die **Stoßfuge** (Nut und Falz) zweier KKF muß **auf einem Zementmörtelbett** liegen; hierzu wird die Grabensohle an der Stoßstelle etwas ausgehoben, damit die **Kabelkanalformsteine auf ihrer ganzen Länge voll auf der Grabensohle**

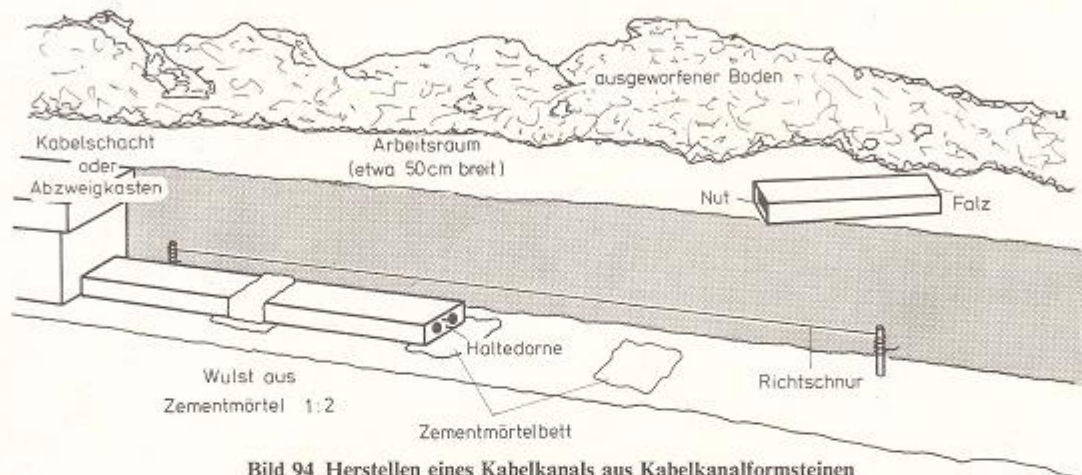


Bild 94 Herstellen eines Kabelkanals aus Kabelkanalformsteinen

aufliegen. Vor dem Zusammenfügen der KKF werden die **beiden Haltedorne in Zementmilch getaucht** und **in die Dornlöcher des bereits verlegten KKF gesteckt**. Der **nachfolgende Kabelkanalformstein** wird dann so **herangeschoben**, daß die Haltedorne auch in seinen **Dornlöchern** geführt werden. Abschließend muß die **Fuge zwischen Nut und Falz allseitig mit Zementmörtel abgedichtet** werden (Zementwulst).

Werden **Kabelkanalformsteine in Lagen übereinander** verlegt, sind die **Stoßfugen so versetzt anzuordnen**, daß ein **Mauerverband** nach Bild 95 entsteht. Zu diesem Zweck wird in der **zweiten, vierten usw. Lage** mit einem **halben KKF** begonnen. **Zwischen den KKF wird eine Mörtelschicht von 1 cm Dicke** aufgebracht.

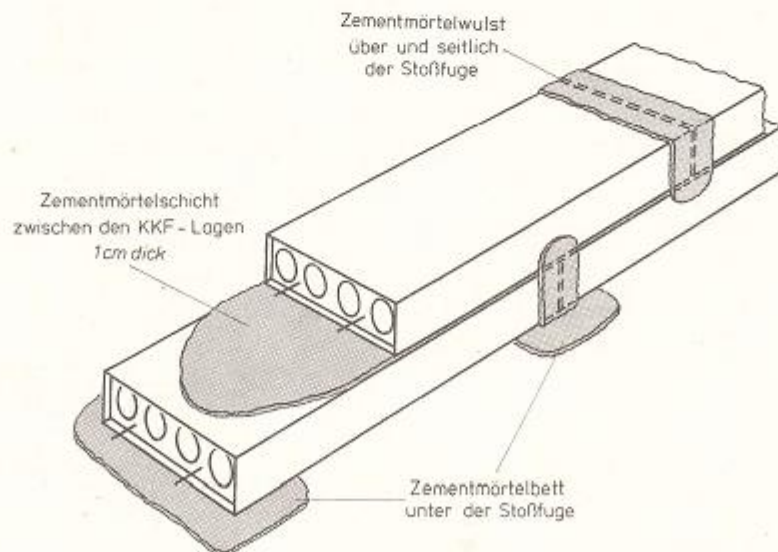


Bild 95 Kabelkanal im Mauerverband

Damit der gesamte Kabelkanal eine **absolut geradlinige Führung** erhält, wird **vom ersten Kabelkanalformstein her in jeden Kanalzug ein Richtdorn** nach Bild 92 **eingeführt**. Die **Kanalzüge** werden gleichzeitig **von der an den Richtdorn angehängten Kanalbürste gereinigt** (z. B. von eingedrunenem Zementmörtel). Sind **nachfolgende KKF** **angesetzt** worden, wird der **Richtdorn** mit einem Hakenstab **jeweils um 1 m vorangezogen**.

Sind die Kabelkanalformsteine richtig ausgelegt worden und sind die **Zementmörtelwülste erhärtet**, kann der **Kanalgraben wieder verfüllt** werden. Zunächst wird der Kabelkanal mit einer **10 cm dicken Schicht steinfreier Erde oder steinfreien Sandes** überdeckt und diese Schicht **vorsichtig verdichtet**. Dann kann der Graben mit dem **ausgehobenen Boden weiter verfüllt** und schichtenweise verdichtet werden. Die erste Schicht ist deshalb besonders vorsichtig zu verdichten, um Risse an den Fugen, ein Verschieben der KKF gegeneinander oder ein Beschädigen der KKF zu vermeiden. Ansonsten gelten für das Verfüllen des Kanalgrabens die Ausführungen in den Abschnitten 5. 4 (Seite 95) und 5. 4. 3 (Seite 97) sinngemäß.

6. 1. 7. Kabelkanäle aus Kabelkanalrohren KKR

Wie im vorstehenden Abschnitt geschildert, müssen Kabelkanäle aus Kabelkanalformsteinen KKF zwischen den Kabelschächten geradlinig verlaufen. Da im Erdreich oft bereits fremde Anlagen liegen, treten beim Bau der Kabelkanalanlagen erhebliche Schwierigkeiten auf, wenn diese fremden Anlagen von den Kabelkanälen aus KKF umgangen werden müssen. Die Kabelkanäle aus KKF müssen dann u. U. tiefer als üblich verlegt werden, was unwirtschaftlich ist¹⁾. Die andere Möglichkeit wäre, die fremden Anlagen umzulegen, damit sie den Verlauf des Kabelkanals aus KKF nicht stören; jedoch sind die Kosten für dieses Umlegen oft außerordentlich groß und daher wirtschaftlich nicht zu vertreten.

Diese **Schwierigkeiten** beim Bau von Kabelkanalanlagen und beim Zusammentreffen (Nähern oder Kreuzen) mit fremden Anlagen **lassen sich in vielen Fällen beheben, wenn biegsame PVC-Rohrstränge verlegt** werden. Der **Bau von Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalrohren KKR** aus Hart-PVC bietet daher in diesen Fällen **große Vorteile**. Daher wird z. Z. ein **Großteil aller Kabelkanalbauvorhaben aus verlegetechnischen Gründen mit KKR aus Hart-PVC erstellt**.

Im folgenden soll auf die **Besonderheiten beim Bau von Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalrohren aus Hart-PVC** eingegangen werden. Über die Baumaße usw. der KKR ist bereits im Abschnitt 6. 1. 3 (Seite 104) geschrieben worden.

6. 1. 7. 1. Eigenschaften der Kabelkanalrohre aus Hart-PVC

Polyvinylchlorid (PVC²⁾) ist ein Thermoplast und zeigt daher **thermoplastisches Verhalten**; es ist formfest, elastisch, stark deformierbar und bei größeren Temperaturen plastisch formbar. Die plastische Formbarkeit und die elastische Deformierbarkeit kann sich bei KKR aus Hart-PVC insofern nachteilig auswirken, als einseitige Belastungen zu einer **bleibenden Deformierung** der Rohre führen können; diese bleibende Deformierung ist auf einen Materialfluß, den sogenannten **«Kaltfluß»**, zurückzuführen.

Die **elastischen Kabelkanalrohre aus Hart-PVC** verhalten sich demnach im Erdreich grundsätzlich anders als die starren Rohre aus Stahl, Beton oder aus Asbestzement. Die PVC-Rohre sind **wesentlich leichter** (siehe Tab. 24) als die Rohre aus den vorgenannten herkömmlichen Werkstoffen. PVC-Rohre sind **korrosionsfest** und im kalten Zustand **beschränkt biegsam**.

Wirken große Kräfte, z. B. Verkehrslasten oder Fremdkörper (wie Steine), einseitig auf den Rohrquerschnitt, kann sich das KKR aus Hart-PVC infolge des Kaltflusses deformieren. Um diese **Gefahr der Verformung der KKR** zur Ellipsenform zu vermeiden, müssen die **Einbauvorschriften** äußerst **genau beachtet** werden. Besonders wichtig ist, daß beim Einbau der Kabelkanalrohre mit einer Wanddicke von 3,2 mm ein **allseitiger Mindestabstand von 3 cm** eingehalten wird. Die **Hohlräume** zwischen den zu einem Kanal zusammengefaßten KKR müssen unbedingt **mit Sand ausgefüllt** und anschließend **lagenweise vorsichtig verdichtet** werden. Die **Gefahr**, daß die **Rohre deformiert** werden, besteht auch dann, wenn bei späteren Baumaßnahmen, z. B. bei seitlichen Aufgrabungen, die **seitlichen Stützkkräfte wegfallen**; daher sind auch für diesen Fall **besondere Vorsichtsmaßnahmen** zu treffen.

Für Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalrohren aus Hart-PVC werden folgende **Mindestüberdeckungen** gefordert:

in Gehwegen 50 cm und

in Fahrbahnen 80 cm.

¹⁾ Vgl. auch Abschnitt 6. 1. 3 (Seite 104).

²⁾ Vgl. Lehrstoff «Werkstoffkunde», dort Abschnitt «Kunststoffe».

Der Wärmeausdehnungskoeffizient von PVC ($\alpha \sim 80 \cdot 10^{-6}/\text{grd}$) ist etwa **siebenmal größer als der von Stahl**. Bei einer Temperaturänderung von z. B. 10°C wird sich die Länge eines 12 m langen Rohrs um fast 1 cm ändern. Da im allgemeinen jedoch angenommen werden kann, daß die Reibungskräfte im Erdboden einer durch Temperaturänderung bedingten Längenänderung entgegenwirken, sind beim Verlegen im Erdboden besondere bautechnische Maßnahmen nicht erforderlich. Werden dagegen **Kabelkanalrohre aus Hart-PVC auf Brücken verlegt**, muß die **Längenausdehnung** durch geeignete Maßnahmen ausgeglichen werden. *Schiebemuffe*

6.1.7.2. Bauteile für Kabelkanäle aus Kabelkanalrohren

Nach DIN 8061/8062 gibt es zwei Bauarten von Kabelkanalrohren (vgl. Bild 96):

KKR mit angeformter Muffe und

KKR mit aufgeklebter Doppelklebmuffe.

Bei den KKR-Ausführungen mit einer Wanddicke von 3,2 mm werden die KKR mit angeformter Muffe bevorzugt eingesetzt. Maße und Gewichte der KKR sind der Tab. 24 zu entnehmen (vgl. auch Tab. 22 und Tab. 23).

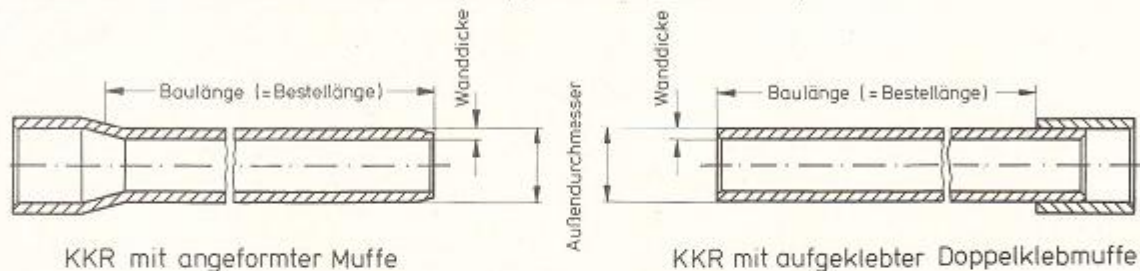


Bild 96 Kabelkanalrohre aus Hart-PVC

Verwendungs-zweck	Art der Muffe	Außendurchmesser [mm]	Wanddicke [mm]	Baulänge = Bestelllänge [m]	Mindestgewicht des gesamten KKR einschl. Muffe [kp/Stück]
Kabelkanalrohre	angeformt	50	1,8	6	2,27
		110	3,2	6	9,02
		110	3,2	12	17,9
	aufgeklebt	110	3,2	6	9,16
		110	3,2	12	18,0
Kabelschutzrohre	angeformt	110	5,3	1	2,64
		110	5,3	4	9,84
		110	5,3	6	14,6
	aufgeklebt	110	5,3	1	2,88
		110	5,3	4	10,0
		110	5,3	6	14,8

Tab. 24 Maße und Gewichte von Hart-PVC-Rohren, die als Kabelkanalrohre oder als Kabelschutzrohre verwendet werden (DIN 8061/8062)

Vorgefertigte KKR-Bögen aus Hart-PVC müssen dann eingebaut werden, wenn die für die Kabelkanalrohre zulässigen Biegeradien (vgl. Tab. 25) unterschritten werden müßten. Diese vorgefertigten KKR-Bögen haben bei Außendurchmessern von 110 mm einen Mittelpunktswinkel von 45° und bei Außendurchmessern von 50 mm einen Mittelpunktswinkel von 90° . Die KKR-Bögen haben einen Biegeradius von

2,5 m (45°) für die KKR-Außendurchmesser von 110 mm und für die Wanddicken von 3,2 mm und 5,3 mm;

1,0 m (90°) für KKR-Außendurchmesser von 50 mm und für die Wanddicke von 1,8 mm.

Dabei ist zu **beachten**, daß für die KKR selbst die in Tab. 25 aufgeführten **Biegeradien nicht unterschritten** werden dürfen, um zu vermeiden, daß die KKR beim Biegen einknicken.

Tab. 25
Biegeradien für Rohre aus Hart-PVC

KKR	Biegeradius
50 × 1,8	≥ 2,3 m
110 × 3,2	≥ 5,0 m
110 × 5,3	≥ 3,0 m + 0,1 m

Abstandshalter aus Hart-PVC (Bild 97 und Tab. 26) gewährleisten den gegenseitigen Abstand der KKR, wenn mehrere KKR in Form eines Bündels eingebaut werden. Gemäß Vornorm FTZ 736 953 TV 1 gibt es z. Z. vier verschiedene Ausführungen.

Tab. 26
Abstandshalter aus Hart-PVC

Bezeichnung der Abstandshalter	Ausführung für
110/8	2 × 4 Rohre ø 110
110/6	2 × 3 Rohre ø 110
110/4	2 × 2 Rohre ø 110
50/3 + 110/2	1 × 2 Rohre ø 110 + 1 × 3 Rohre ø 50

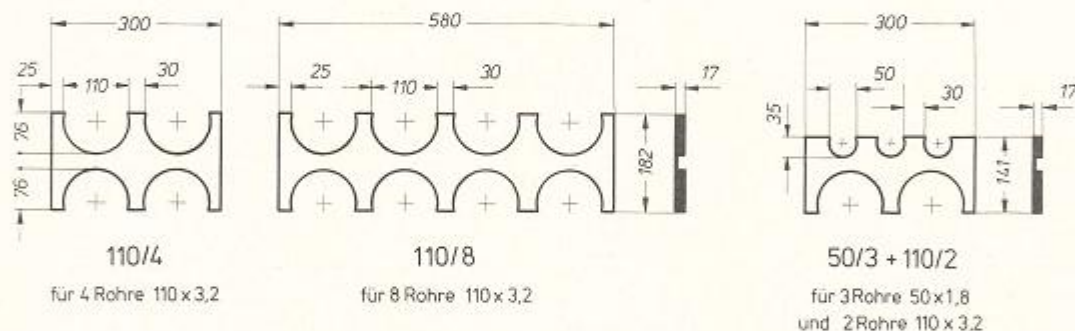


Bild 97 Abstandshalter aus Hart-PVC (Regelausführungen)

6. 1. 7. 3. Herstellen von Kabelkanälen aus Kabelkanalrohren

Die **Grabenbreite** wird bestimmt von

- der **Breite des Rohrstrangs**, die bei Rohrbündeln durch die Breite der erforderlichen Abstandshalter gegeben ist, und
- einem **Zuschlag für den Arbeitsraum von 20 cm**.

Die **Grabentiefe** richtet sich nach der Lage des Kabelkanals (Gehweg oder Fahrbahn), sie errechnet sich somit aus

- der **notwendigen Überdeckung**, die mindestens betragen muß
- in Gehwegen 0,5 m,**
- in Fahrbahnen 0,8 m,**

der **Anzahl der Lagen** von Kabelkanalrohren übereinander

zuzüglich eines **Zwischenraums von je 3 cm** zwischen zwei Lagen und

der erforderlichen **Sandschicht von 10 cm Dicke**, die auf die Grabensohle eingebracht werden muß.

Im nachfolgenden werden anhand des Bilds 98 die **Arbeitsgänge** in ihrer Reihenfolge beschrieben, die für das Herstellen eines Kabelkanals aus Kabelkanalrohren aus Hart-PVC notwendig sind. Dabei sind die **Arbeitsgänge**, die die **Rohrmontage** betreffen, *kursiv* gesetzt.

1. Arbeitsgang

Graben für den Kabelkanal **ausheben**, entsprechend der errechneten Breite und Tiefe.

2. Arbeitsgang

Grabensohle mit einer 10 cm dicken Schicht steinfreien Sandes bedecken. Diese Schicht **einebnen** und leicht **verdichten**.

3. Arbeitsgang

Unterste Lage (erste Lage) Kabelkanalrohre aus Hart-PVC **auslegen** und **Abstandshalter setzen**.

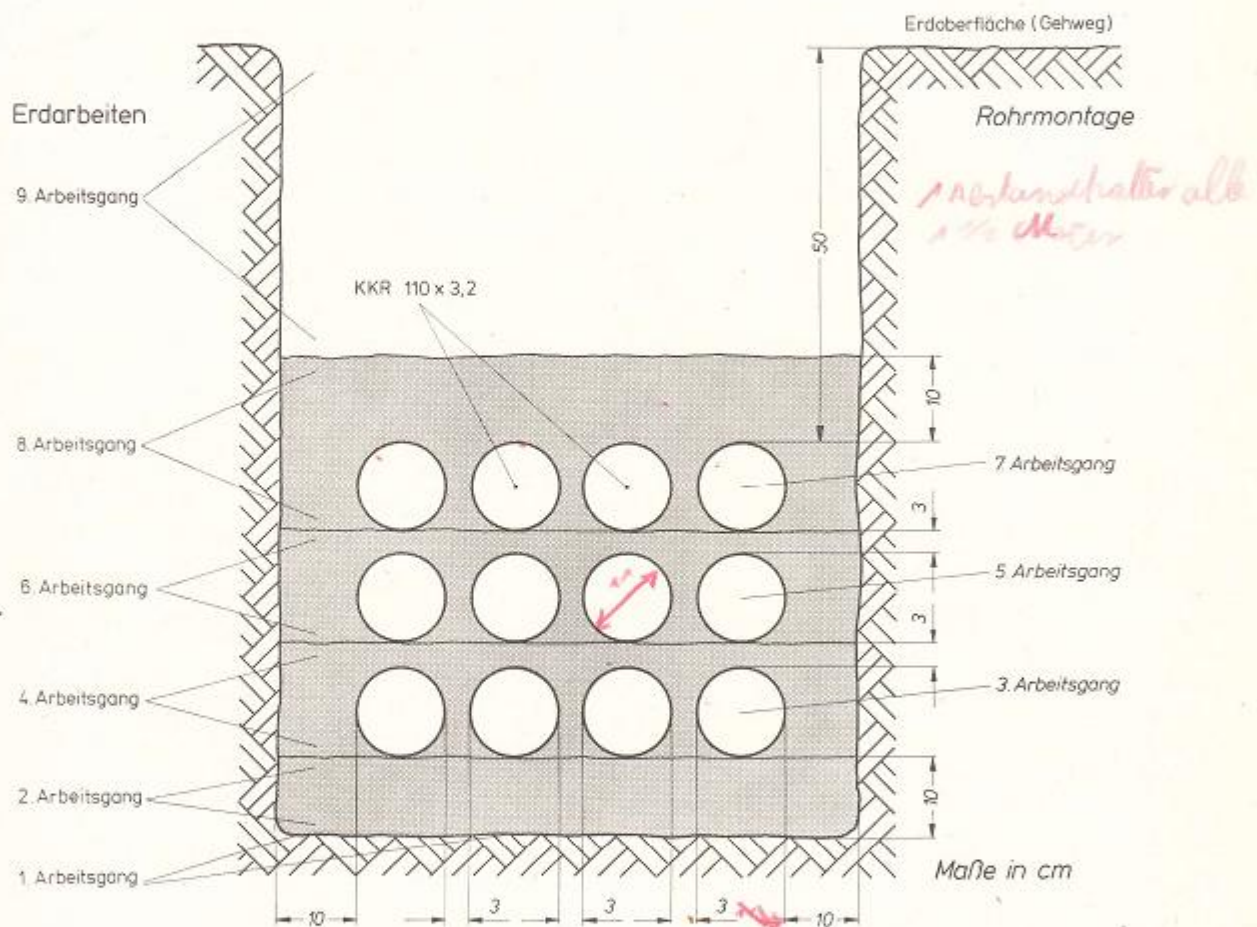


Bild 98 Arbeitsgänge — Erdarbeiten und Rohrmontage — beim Herstellen eines Kabelkanals aus Kabelkanalrohren KKR aus Hart-PVC (Beispiel)

4. Arbeitsgang

Räume zwischen und neben den Kabelkanalrohren der **untersten Lage** mit steinfreiem Sand verfüllen. Verfüllmaterial mit Stampfer **vorsichtig verdichten**.

Beachten: Zwischen der untersten Lage und der zweiten Lage muß eine 3 cm dicke Schicht Sand sein.

5. Arbeitsgang

Zweite Lage Kabelkanalrohre **auslegen** und in die **vorhandenen Abstandshalter eindrücken**. Neue **Abstandshalter setzen**.

6. Arbeitsgang

Räume zwischen und neben den Kabelkanalrohren der zweiten Lage mit steinfreiem Sand verfüllen. Verfüllmaterial mit Stampfer vorsichtig verdichten.

Beachten: Zwischen den einzelnen Lagen muß eine 3 cm dicke Schicht Sand sein.

7. Arbeitsgang

Oberste Lage (dritte Lage) Kabelkanalrohre auslegen und in die vorhandenen Abstandshalter ein-drücken. Über die oberste Lage werden keine neuen Abstandshalter gesetzt.

8. Arbeitsgang

Räume zwischen, neben und über den Kabelkanalrohren der obersten Lage mit steinfreiem Sand verfüllen. Verfüllmaterial mit Vibrationsstampfer verdichten.

Beachten: Über der obersten Lage Kabelkanalrohre muß eine 10 cm dicke Schicht steinfreien Sandes liegen.

9. Arbeitsgang

Verfüllen des restlichen Grabens mit dem Erdaushub; dabei lagenweise verdichten (jede Lage etwa 20 cm dick).

Beim Herstellen eines Kabelkanals aus Kabelkanalrohren aus Hart-PVC werden die KKR je nach den örtlichen Verhältnissen und aufgrund wirtschaftlicher Überlegungen zu **Rohrbündeln unterschiedlicher Breite** (Rohre nebeneinander) und **unterschiedlicher Höhe** (Rohre übereinander) **lagenweise übereinandergeschichtet**. Der Einbau von **Abstandshaltern** aus Hart-PVC erleichtert das richtige Auslegen der KKR wesentlich. Die **Abstandshalter** werden etwa alle 1,5 m auf die Rohre gesteckt. Werden **mehr als vier Rohre nebeneinander** verlegt, sind **mehrere Abstandshalter aneinander** zu stecken, z. B. bei fünf Kabelkanalrohren ein Abstandshalter der Ausführung 110/6 (3 Rohre nebeneinander) und ein Abstandshalter 110/4 (2 Rohre nebeneinander).

Werden **verschiedene Rohrweiten** (110 mm und 50 mm) in einen Kabelkanal eingebaut, werden die **kleinen Rohre** für die Verzweigungskabel ($\varnothing$ 50 mm) **über oder neben die großen Rohre** ($\varnothing$ 110 mm) gelegt.

Beim **Biegen** soll dem KKR aus Hart-PVC stets jene **gleichmäßige Krümmung** belassen werden, die es von selbst annimmt. Als **Hilfsmittel** beim Biegen werden mehrere etwa 1 m lange **angespitzte Holzpföcke** (z. B. Dachlatten) in die Grabensohle geschlagen, an denen die **gebogenen Kabelkanalrohre** festgehalten werden. Werden die KKR **an einzelnen festen Punkten gebogen**, werden sie in den meisten Fällen **geknickt** und somit **beschädigt**. Die **gebogenen Rohre** sollen möglichst unmittelbar nach dem Biegen **mit Abstandshaltern festgelegt** werden.

6.1.7.4. Vor- und Nachteile der Kabelkanäle aus Kabelkanalrohren aus Hart-PVC

Die wichtigsten **Vorteile**, die die Kabelkanäle aus **Kabelkanalrohren** aus Hart-PVC gegenüber den Kabelkanälen aus **Kabelkanalformsteinen** haben, sind:

- **Elastische Linienführung** der Kabelkanalanlage, welche es gestattet, Hindernisse und fremde Anlagen zu umgehen.
- **Günstiger Gleitkoeffizient**, d. h. geringerer Reibungswiderstand, beim Einziehen der Kabel und dadurch bedingt
- **Einsparung von Kabelschächten**, weil bei Kabelkanälen aus KKR aus Hart-PVC der **größte Schacht-abstand etwa 210 m** sein kann gegenüber einem größten Schachtabstand von etwa 150 m bei Kabelkanälen aus Kabelkanalformsteinen.
- **Einsparung von Abzweigkästen**; wenn die preisgünstigen KKR $50 \times 1,8$ anstelle der KKF für Hauseinführungen verwendet werden, werden Abzweigkästen nur noch für jede zweite Hauseinführung benötigt.
- **Wasser- und gasdichte Kabelkanalzüge.**

Zu den **Nachteilen** der Kabelkanäle aus Kabelkanalrohren aus Hart-PVC zählen die **höheren Anlagekosten**. Daher sind diese Kabelkanalanlagen grundsätzlich **nur dann wirtschaftlich**, wenn sich mit ihnen größere **Kabelschachtabstände** erreichen lassen als bei Kabelkanalanlagen aus KKF.

6. 1. 8. Kabelkanäle unter Verwendung von Rohrdurchpressungen

Es gibt **Oberflächen**, die **nicht aufgebrochen** werden dürfen oder aufgebrochen werden können, z. B. Dämme, Gleiskörper, stark befahrene Straßen, Autobahnen, Wasserstraßen. Müssen unterhalb dieser Oberflächen **Kabelkanäle** eingebaut werden, werden sie **mit Hilfe von Stoßbohrgeräten** gemäß dem im Abschnitt 5. 2. 3 (Seite 85) beschriebenen Arbeitsverfahren hergestellt.

6. 1. 9. Begehbare Kabelkanäle

Begehbare Kabelkanäle sind eine **Sonderbauweise**.

Besondere Umstände oder örtliche Gegebenheiten können den Bau von begehbaren Kabelkanälen erforderlich machen, z. B. bei Zuführungen zu größeren VSt, zum Überwinden größerer Höhenunterschiede oder zum Unterkreuzen breiter Bahnanlagen.

6. 2. Kabelschächte, Abzweigkästen und Kabelkleinschächte

Kabelschächte, Abzweigkästen und Kabelkleinschächte ermöglichen das **Einziehen von Röhrenkabeln** in die Kabelkanalanlagen und gestatten das **Lagern von Lötmuffen** (Verbindungs-muffen und Abzweigmuffen).

Kabelschächte und Kabelkleinschächte werden eingebaut

- wenn Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalformsteinen die **Richtung ändern**,
- wenn sich Kabelkanalanlagen (aus KKF oder aus KKR) **verzweigen** an den Verzweigungsstellen,
- wenn die **größtmöglichen Einziellängen** erreicht werden, das sind etwa 150 m Schachtabstand bei Kabelkanälen aus KKF und etwa 210 m Schachtabstand bei Kabelkanälen aus KKR,
- wenn vor **Kabelverzweigern** oder vor **Linienverzweigern** die Kabel aufgeteilt werden¹⁾.

Abzweigkästen werden dann **eingebaut**, wenn in der Kabelkanalanlage **Züge für Verzweigungskabel** geführt werden, und zwar an den **Abzweigstellen** der Verzweigungskabel und zu den **Hauseinführungen**. Da die Züge für Verzweigungskabel häufig über den Kabelkanalzügen für **Hauptkabel** liegen, werden die **Abzweigkästen** oft auf den **Kabelkanal für die Hauptkabel** gesetzt. Die **Abzweigkästen unterbrechen nur die Kabelkanäle für Verzweigungskabel**.

Kabelkleinschächte werden in den Fällen eingebaut, wenn ein Abzweigkasten AzK zu klein, ein Kabelschacht KSch aber zu groß wäre.

6. 2. 1. Arten und grundsätzlicher Aufbau der Kabelschächte

Nach der **Bauweise** werden unterschieden

- Kabelschächte aus Mauerwerk,
- Kabelschächte aus Ortbeton,
- Kabelschächte aus vorgefertigten Stahlbeton-Fertigteilen.

Ein Kabelschacht KSch setzt sich aus folgenden **Bauteilen** zusammen:

- dem **Schachtkörper**, das sind die **Schachtschale** und die **Schachtwände**,
- der **Schachtdecke** und
- der **Schachtabdeckung**, das ist die **Einstiegsöffnung zum Schacht**; die Schachtabdeckung muß bündig mit der Straßenoberfläche oder der Gehwegoberfläche abschließen.

Der **Kabelschachthals** befindet sich zwischen der Schachtdecke und der Schachtabdeckung.

Die **Schachtdecken**, mit denen die **Kabelschächte abgedeckt** werden, können

- aus Ortbeton,
- vorgefertigte Stahlbeton-Fertigplatten oder
- Stahlbeton-Fertigdecken

sein.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 4. 4 (Seite 76).

Die **Kabelschachtabdeckung** besteht aus einem **Stahlrahmen** oder aus einem **Gußeisenrahmen** mit einem oder mehreren **dreieckigen oder viereckigen Deckeln**. Die Deckel bestehen als tragendem Bestandteil aus Gußeisen, Stahlbeton oder Stahl.

Damit die **Kabelschachtabdeckung immer bündig mit der Erdoberfläche** (Fahrbahn oder Gehweg) **abschließt**, wird auf die **Schachdecke** um die Einstiegsöffnung herum ein **Kabelschachthals** aus **Mauerwerk** gemauert, aus **Ortbeton** hergestellt oder aus **Stahlbeton-Fertigrahmen** zusammengesetzt.

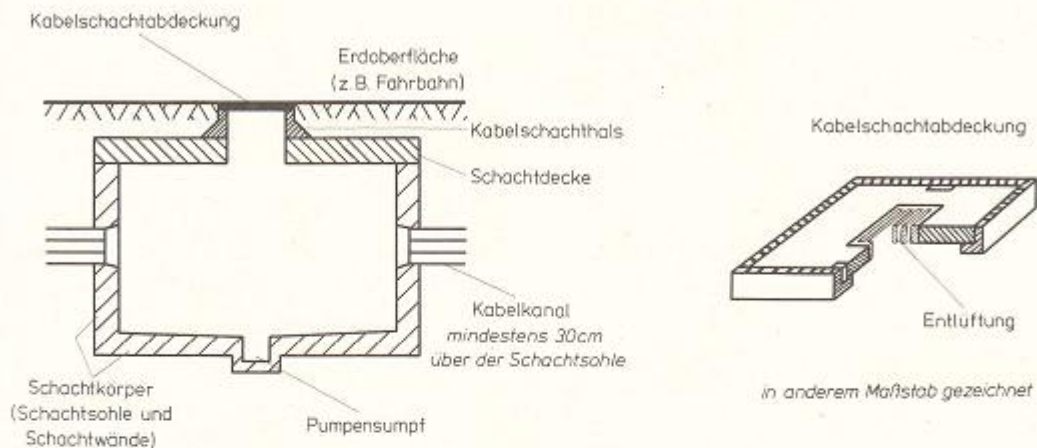


Bild 99 Aufbau eines Kabelschachts (Grundsätzliche Darstellung)

Das Bild 99 zeigt den Aufbau eines Kabelschachts KSch in schematischer Darstellung. Es gibt KSch in **rechteckigen** und in **ovalen Bauausführungen**; die rechteckigen Bauausführungen zählen heute nicht mehr zu den Regelausführungen.

Vom FTZ sind bestimmte Schachtgrößen als **Regelgrößen** festgelegt worden; die Abmessungen dieser KSch sind der Tabelle 27 zu entnehmen. Die **Wanddicke** der Regelschächte beträgt bei

- KSch aus Mauerwerk 24 cm oder 36,5 cm,
- KSch aus Ortbeton 14 ... 26 cm und
- KSch aus Stahlbeton-Fertigbauteilen 12 ... 16 cm.

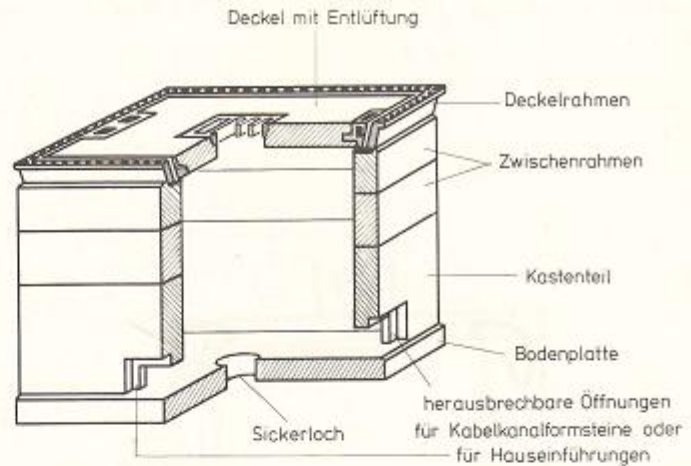
Müssen Kabelschächte als **Sondergrößen** hergestellt werden, sind diese statisch zu **berechnen**, sie bedürfen jeweils einer **besonderen Baugenehmigung**.

Größe	Lichte Weiten Regelschachtgrößen (Länge × Breite × Tiefe in m)	
	rechteckige Kabelschächte (Mauerwerk oder Ortbeton)	ovale Kabelschächte (Stahlbeton-Fertigschächte)
I	1,5 × 1,2 × 1,65/2,0	1,6 × 1,2 × 1,4 ... 2,2
II	1,9 × 1,2 × 1,65/2,0	2,0 × 1,2 × 1,4 ... 2,2
III	2,5 × 1,5 × 1,65/2,0	2,5 × 1,5 × 1,4 ... 2,2
IV	3,0 × 1,5 × 1,65/2,0	3,1 × 1,5 × 1,65 ... 2,2

Tab. 27 Regelgrößen für Kabelschächte

Abzweigkästen AzK (Bild 100) werden im allgemeinen aus **genormten Stahlbeton-Fertigbauteilen*** hergestellt. Es ist unwirtschaftlich, sie aus Mauerwerk oder aus Ortbeton herzustellen. Die AzK haben eine **lichte Abmessung** (Länge × Breite) von **65 × 40 cm** bei einer Tiefe von **64 oder 71,5 cm**; die unterschiedliche Tiefe wird durch den Einbau verschiedener Zwischenrahmen erreicht. Den AzK gibt es für zwei Belastungsklassen (800 kp/m² und Brückenklasse 12); AzK sollen **nur in Gehwege** eingebaut werden.

Bild 100
Abzweigkasten
aus Stahlbeton-Fertigbauteilen



Kabelkleinschächte werden meist aus **Stahlbeton-Fertigbauteilen** hergestellt; es gibt vier Regelgrößen:

100 × 80 × 105; Einstieg 70 × 70	} Bauart Stewing
140 × 80 × 105; Einstieg 140 × 70	
70 × 70 × 105; Einstieg 70 × 70	} Bauart Köhler
140 × 70 × 105; Einstieg 140 × 70	

6. 2. 2. Belastungsklassen

Entsprechend ihrem **Einbauort** (Fahrbahn oder Gehweg) werden die Kabelschächte **unterschiedlich statisch und dynamisch belastet**. Aus Gründen der Sicherheit dürfen Kabelschächte nur nach den gültigen **FTZ- und DIN-Vorschriften** hergestellt werden; ihr Einbau obliegt der Bauaufsicht durch die DBP.

Dabei werden die Kabelschächte, d. h. ihre Schachtwände und Schachtdecken, **nach ihrer Belastbarkeit eingeteilt**.

- Für die Bemessung der **Schachtwände** (Belastung horizontal durch den Erddruck) ist mit folgenden Werten zu rechnen:

800 kp/m² bei Schachtwänden **in Gehwegen**, wenn die Schachtwände **2 m oder mehr von der Fahrbahn entfernt** sind;

3300 kp/m² bei Schachtwänden **in Fahrbahnen und in Gehwegen**, wenn die Schachtwände **weniger als 2 m von der Fahrbahn entfernt** sind.

- Für die Bemessung der **Schachtdecken und Kabelschachtabdeckungen** (Belastung vertikal durch Verkehrslasten) ist mit folgenden Werten zu rechnen:

800 kp/m² für Schachtdecken und Kabelschachtabdeckungen **in Gehwegen**;

Brückenklasse 12 (Brückenklasse 12 bedeutet einen Raddruck von 4 Mp auf einer Fläche von 20 cm × 30 cm) für Schachtdecken und Kabelschachtabdeckungen in Gehwegen, die gelegentlich mit Fahrzeugen befahren werden; 600 m²

Brückenklasse 60 (Brückenklasse 60 bedeutet einen Raddruck von 10 Mp auf einer Fläche von 20 cm × 60 cm) für Schachtdecken und Kabelschachtabdeckungen in Fahrbahnen. 200 m²

6. 2. 3. Fernmeldebauzeug, Baustoffe und Fernmeldebaugerät für Kabelschächte

Die Bauarbeiten an Kabelschächten werden von Auftragnehmern ausgeführt. Ihnen werden seitens der DBP das notwendige Fernmeldebauzeug sowie die besonderen Fertigbauteile und Schachtzubehörteile (z. B. Schachtleitern und Kabelhalter) beigelegt.

Als **Baustoffe** werden für den Bau von Kabelschächten benötigt:

- ~~Zemente in den Güteklassen Z 275, Z 375, Z 475 nach DIN 1064¹⁾~~,
- Zuschlagstoffe für die Betonherstellung (Sand, Kies, Splitt) nach DIN 4226¹⁾,
- **Vormauerziegel VMz 250** (mit einer Druckfestigkeit von 250 kp/cm²),
- **Betonstahl** für die Bewehrung von Beton und Mauerwerk, und zwar Gruppe I (Rundstahl) und Gruppe IVb (Bewehrungsstahl) nach DIN 1045,
- **Isoliermittel** (Steinkohlenteerpech) für das Isolieren der Kabelschachtaußenwände.

Als **Baugeräte** werden neben dem üblichen Handwerkszeug für Maurerarbeiten eingesetzt: Betonmischer, Hebegeräte oder Kranwagen, mit denen die schweren Stahlbeton-Fertigbauteile (z. B. Schachtdecken) eingesetzt werden können.

6. 2. 4. Bauausführung

6. 2. 4. 1. Kabelschächte aus Mauerwerk

Zunächst wird eine so große **Baugrube** ausgehoben, daß an jeder Seite ein **Arbeitsraum von 50 cm** frei bleibt. Dieser Arbeitsraum muß auch dann vorhanden sein, wenn ungebundenes Erdreich mittels einer Grubenverkleidung abgestützt werden muß.

Die **Grabensohle** wird mit einer **Sandschicht von 15 cm Dicke** verfüllt, abgeglichen und verdichtet. Auf diese **Sandschicht** wird im Regelfall die **Kabelschachtsohle gemauert**, die aus **drei Lagen Mauerziegeln** besteht. Als **Sickerloch** wird ein **Tonrohr** in die Kabelschachtsohle eingesetzt. Bei **hohem Grundwasserstand** wird die Kabelschachtsohle mit einer muldenförmigen Vertiefung, dem sogenannten **»Pumpensumpf«**, versehen, von dem angesammeltes Wasser abgepumpt (abgesaugt) werden kann.

Auf die Kabelschachtsohle werden die **Kabelschachtwände gesetzt**, wobei das Mauerwerk aus **Mauerziegeln**, wie in den FTZ-Richtlinien gefordert, hergestellt werden muß. Als **Armierung** werden in die Mauerfugen **Rundstäbe** (Betonstahl Gruppe I) eingebaut.

Auf die Kabelschachtwände wird die **Kabelschachtdecke gesetzt**, wenn der zum Mauern verwendete Zementmörtel ausgehärtet ist. Alle Fugen zwischen den Schachtwänden und der Schachtdecke werden mit Zementmörtel ausgefüllt und innen verstrichen. Auf die Schachtdecke kann dann der **Kabelschachthals** aufgebaut und die **Kabelschachtabdeckung** gesetzt werden.

Die **Baugrube** darf erst dann mit dem **Erdaushub** verfüllt werden, wenn der verwendete Zementmörtel ausreichend ausgehärtet ist.

Ein **Nachteil** der KSch aus Mauerwerk ist u. a., daß die Baustelle erst dann wieder freigegeben werden darf, wenn der Zementmörtel genügend ausgehärtet ist; bei KSch in Fahrbahnen frühestens nach vier Tagen.

Wird bei einem Kabelschacht aus Mauerwerk die Schachtsohle aus Beton hergestellt, muß diese statisch besonders berechnet werden.

6. 2. 4. 2. Kabelschächte aus Ortbeton

Kabelschächte aus Ortbeton werden, wie der Name schon sagt, an Ort und Stelle aus Beton hergestellt.

Auch die dafür benötigte **Baugrube** muß zunächst entsprechend groß ausgehoben (lichter Arbeitsraum allseitig 50 cm) und gegebenenfalls verkleidet werden. Dann wird die **zweiwandige Verschalung für den Baukörper** (Schachtwände) errichtet, und zwar wird sie aus **Holzbohlen** oder aus **Stahlblechen** hergestellt. Zur **Armierung** werden **Rundstäbe** (Betonstahl Gruppe I) oder **Bewehrungsmatten** (Betonstahl Gruppe IVb) eingebaut. Dann wird der **Beton** in die vorbereitete Verschalung **eingebracht und verdichtet**.

Auch die **Kabelschachtsohle** wird **betoniert**. Sie erhält abschließend einen 2 cm dicken **Glattstrich aus Zementmörtel** und wird mit einem **Sickerloch** oder einem **Pumpensumpf** versehen.

¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Werkstoffkunde«.

Ist der Ort beton entsprechend erhärtet, können die **Kabelschachtdecke**, der **Kabelschachthals** und die **Kabelschachtabdeckung** gesetzt werden.

Ein **Nachteil** der Kabelschächte aus Ort beton ist u. a., daß auch diese Baustelle erst nach genügender Aushärtung freigegeben werden darf, bei KSch in Fahrbahnen frühestens nach 14 Tagen.

Die Wanddicke der KSch aus Ort beton (14 ... 26 cm) ist kleiner als die der KSch aus Mauerwerk (24 cm oder 36,5 cm).

6. 2. 4. 3. Kabelschächte aus Stahlbeton-Fertigbauteilen

Bei den Kabelschächten aus Stahlbeton-Fertigbauteilen wird die **ovale Regelausführung** verwendet; die rechteckige Form ist keine Regelausführung mehr. Im Bild 101 ist ein ovaler KSch aus Stahlbeton-Fertigbauteilen dargestellt, und die einzelnen Bauteile sind benannt.

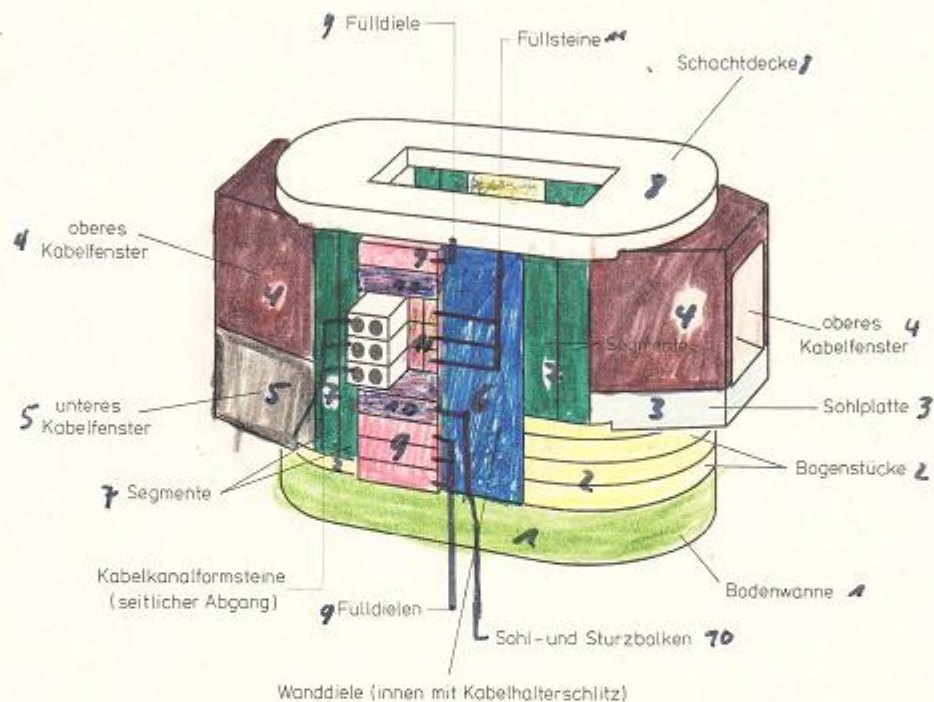


Bild 101 Ovaler Kabelschacht aus Stahlbeton-Fertigbauteilen (Ansicht und Bauteile)

Nachdem die **Baugrube** (lichter Arbeitsraum allseitig 50 cm) ausgehoben und gegebenenfalls verkleidet worden ist, wird die **Grubensohle** ausgeglichen und verdichtet. Zunächst wird die **Bodenwanne** gelegt. Auf die Bodenwanne wird die erforderliche Zahl **Bogenstücke** mit Falz gelegt, darauf werden die **Kabelfenster**, u. U. unter Verwendung einer **Sohlplatte**, gestellt. Die 40 cm oder 60 cm breiten **Wanddielen**, die innen einen Kabelhalterschlitze haben, werden an den Längswänden des Kabelschachts auf die Bodenwanne gestellt. Sind die **Schachtwände** aufgebaut, wird die **Schachtdecke** mit Hilfe eines Hebefahrzeugs auf den Kabelschacht gelegt. Die **Kabelschachtabdeckung** wird mit Zementmörtel und **Ausgleichsplatten** (Kabelschachthalts) so aufgesetzt, daß sie höhenbündig mit der Erdoberfläche abschließt. Anschließend werden alle **Fugen** mit Zementmörtel ausgefüllt und innen verstrichen.

Wird ein **seitlicher Kabelabgang** benötigt, sind **Fülldielen** bis zur erforderlichen Höhe für die Kabelkanalmündung aufeinander zu setzen, wobei unter und über die einzuführenden Kabelkanalformsteine **Sohl- und Sturzbalken** gelegt werden. Der über dem Sturzbalken frei bleibende Raum bis zur Schachtdecke ist mit weiteren Fülldielen aufzufüllen. Der Raum neben den Kabelkanalformsteinen wird mit **Füllsteinen** ausgefüllt.

Die **Baugrube** kann sogleich, nachdem der Kabelschacht aufgebaut ist, wieder mit dem Erdaushub **verfüllt** werden. Ist die **Wegeoberfläche wiederhergestellt** worden, darf der Kabelschacht

bei Gehwegen sofort,

bei Fahrbahnen frühestens nach dem Aushärten des verwendeten Zementmörtels für den Verkehr freigegeben werden.

Die **Vorteile** eines Kabelschachts aus Stahlbeton-Fertigbauteilen sind u. a. seine kurze Aufbauzeit und die schnellstmögliche Wiederfreigabe der Baustelle für den Verkehr.

Abzweigkästen AzK aus Stahlbeton-Fertigbauteilen werden ähnlich aufgebaut.

6.3. Kabelkanaleinführungen in Kabelschächte und in Gebäude

6.3.1. Arten der Kabelkanaleinführungen, grundsätzlicher Aufbau

Die Kabelkanäle münden entweder in Kabelschächten KSch, in Abzweigkästen AzK oder in Gebäuden. Die Bauweise dieser Kabelkanaleinführungen ist grundsätzlich von der Bauweise der Kabelkanäle abhängig. Es werden unterschieden

Kabelkanaleinführungen für Kabelkanalformsteine KKF und

Kabelkanaleinführungen für Kabelkanalrohre KKR.

Alle Einführungen sollen unbedingt **gas- und wasserdicht** sein, was bedeutet, daß der **Zwischenraum** zwischen den ausgestemmt oder ausgesparten **Einführungsöffnungen** und den eingeführten **Kabelkanalformsteinen** oder **Kabelkanalrohren gasdicht ausgefüllt** werden muß.

Die Kabelkanalöffnungen sind so **einzufassen**, daß **keine scharfen Kanten** stehen bleiben, die sonst beim Einziehen der Kabel deren Mäntel beschädigen könnten.

6.3.2. Bauausführung

Die für den Bau der Kabelkanaleinführungen benötigten **Baustoffe und Baugeräte** sind im wesentlichen die gleichen, wie sie für den Kabelkanalbau und für den Kabelschachtbau verwendet werden. Das erforderliche **Fernmeldebauezeug** wird bei der jeweiligen Bauausführung behandelt.

6.3.2.1. Kabelkanaleinführungen für Kabelkanalformsteine

Werden Kabelkanalformsteine in Kabelschächte eingeführt, sollen die **KKF etwa 20 cm vor der Schachtinnenwand enden**. Dann wird mit Zementmörtel ein **sanfter Übergang zur Schachtinnenwand** hergestellt.

Bei örtlich hergestellten Kabelschächten werden verschiedentlich konisch verlaufende **Mündungsstücke aus Stahlbeton-Fertigbauteilen** (Bild 102 — Seite 120) eingebaut. Dabei können **Zwischenstücke** so angebracht werden, daß sich auch **mehrere Lagen KKF** einführen lassen. **Alle Fugen** sind abschließend mit **Zementmörtel auszufüllen**, und die **gesamte Kabelkanaleinführung ist glattzustreichen**.

Bei Kabelschächten aus Stahlbeton-Fertigbauteilen werden die **Kabelkanalformsteine auf die Sohlplatte** des Kabelfensters gelegt. Wie bereits beschrieben, sind **seitliche Zwischenräume mit Füllsteinen**, der freie Raum in der **Höhe mit Fülldielen auszufüllen**. **Alle Fugen**, auch die Fuge zwischen der Sohlplatte und dem untersten KKF, sind mit **Zementmörtel auszufüllen**, und die **gesamte Kabelkanaleinführung ist glattzustreichen**.

Enden die Kabelkanalformsteine in Gebäuden, sollen sie bündig mit der Gebäudewand abschließen. Der **Zwischenraum zwischen dem Mauerwerk und den KKF** ist unbedingt mit **Zementmörtel gasdicht auszufüllen**. Die **Ränder um die KKF und die Fugen zwischen den KKF** müssen an der **Außenwand** und an der **Innenwand glattgestrichen** werden. War eine Isolierschicht vorhanden, ist diese wieder aufzubringen.

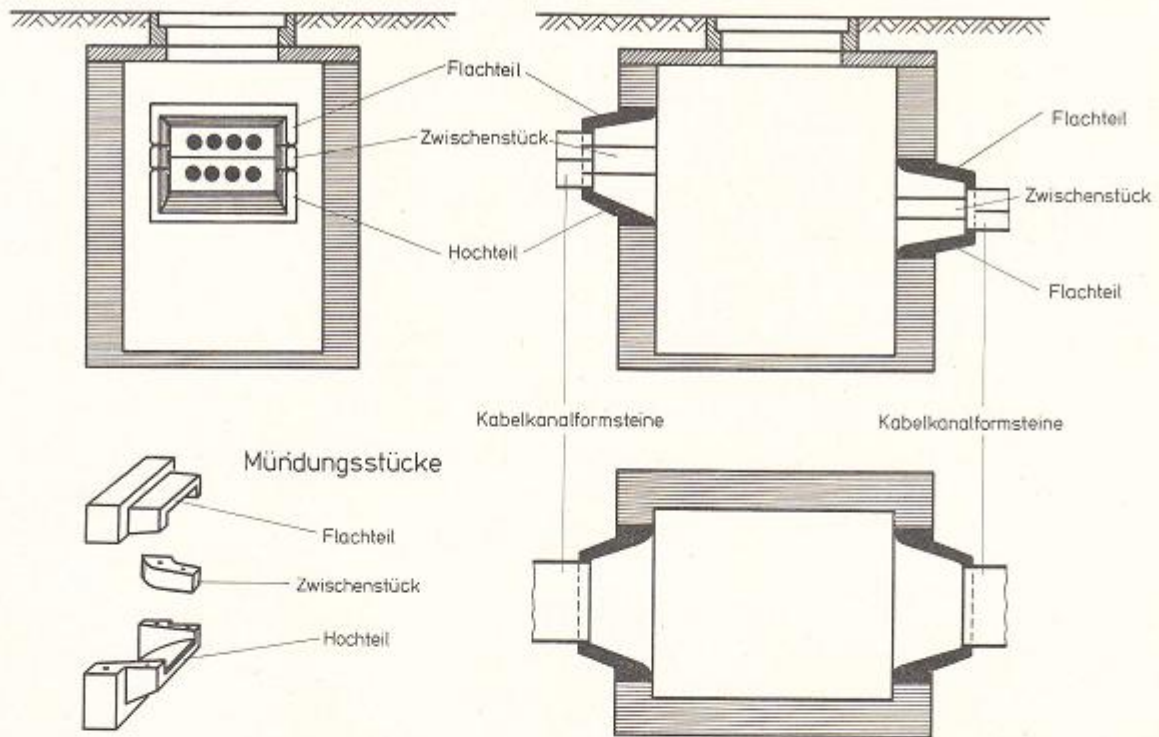


Bild 102 Einbau von Mündungsstücken aus Stahlbeton-Fertigbauteilen bei Kabelkanaleinführung für Kabelkanalformsteine

6. 3. 2. 2. Kabelkanaleinführungen für Kabelkanalrohre

Die **Kabelkanalrohre** aus Hart-PVC lassen sich **nicht ohne weiteres** nach dem unter 6. 3. 2. 1 beschriebenen Verfahren mit Zementmörtel **gas- und wasserdicht abschließen**, weil **zwischen den KKR und der Wand keine feste Verbindung** entsteht. Die **einzubetonierenden Oberflächen** der KKR müssen zunächst **vorbereitet** werden; sie werden

- mit Methylenchlorid gereinigt,
- mit PVC-Klebstoff (THF-Klebstoff) eingestrichen und
- anschließend sofort in feuergetrocknetem Sand gerollt.

Nach dieser **Vorbereitung** können die **Kabelkanalrohre** — nachdem die aufgerollte Sandschicht ausgehärtet ist — **wie Kabelkanalformsteine** nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren **einbetoniert** werden. Wegen der erforderlichen Vorbereitung ist dieses Verfahren aber sehr **arbeitsaufwendig**, es bietet auch keine Gewähr für einwandfreie Dichtigkeit der Kabelkanaleinführung. Daher haben sich im Laufe der Zeit andere Verfahren durchgesetzt, mit denen Kabelkanaleinführungen für KKR hergestellt werden können.

— Einbau von Stahlbetondielen oder Stahlbetonsteinen

In die Stahlbetondielen (Bild 103-Seite 121) und in die Stahlbetonsteine (Bild 104-Seite 121) sind **PVC-Steckklebmuffen** bereits **werksseitig druckwasserdicht eingebracht**. Diese Dielen oder Steine werden in die Öffnungen für die Kabelkanaleinführung **einzementiert**. In die PVC-Steckklebmuffen lassen sich KKR **druckwasserdicht und gasdicht einschieben**.

— Einbau von Stahlplatten mit wasserdicht eingeschweißten Stahlrohrstutzen

In eine Stahlplatte werden **Stahlrohrstutzen wasserdicht eingeschweißt**, auf die die KKR aus Hart-PVC **aufgeschrumpft** werden können. Die Größe der Stahlplatte wird durch die Zahl der einzuschweißenden Stahlrohrstutzen bestimmt. Die Stahlrohrstutzen werden nach Bild 105 (Seite 121) **neben- und übereinander eingeschweißt**. Die Länge der Stahlrohrstutzen soll zweckmäßig so um jeweils etwa 20 cm gestuft sein, daß die obere Zeile die kürzesten Stutzen hat, die Stutzen einer Zeile aber gleich lang sind. Durch diese Anordnung der Stahlrohrstutzen lassen sich die KKR aus Hart-PVC leichter aufschrumphen.

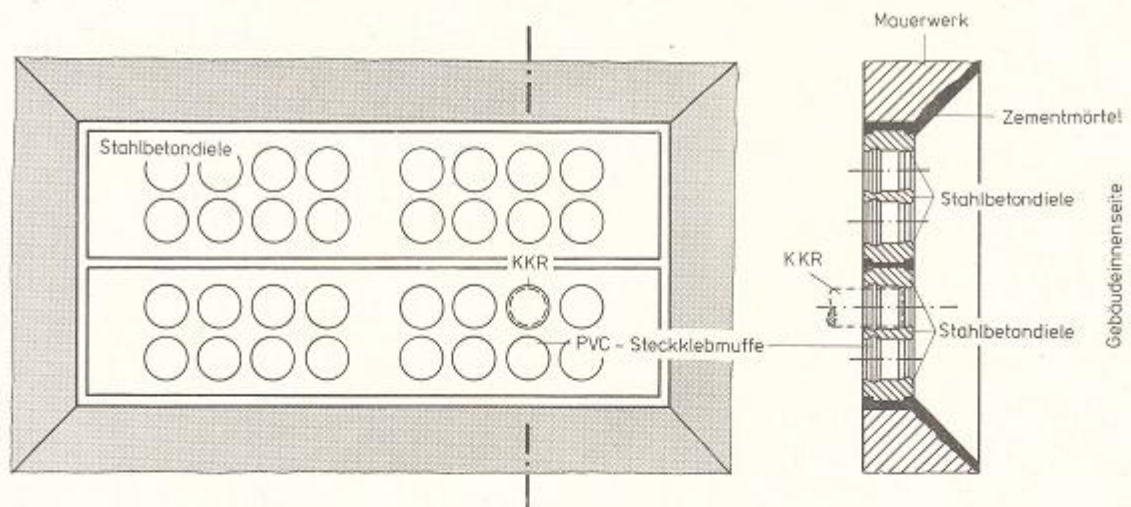


Bild 103 Stahlbetondiele mit werksseitig eingebauten PVC-Steckklebmuffen

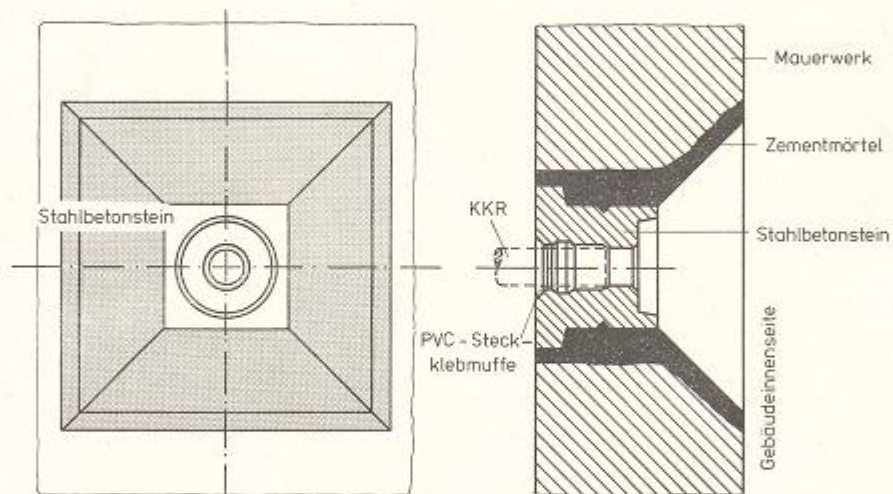


Bild 104 Stahlbetonstein mit werksseitig eingebauter PVC-Steckklebmuffe

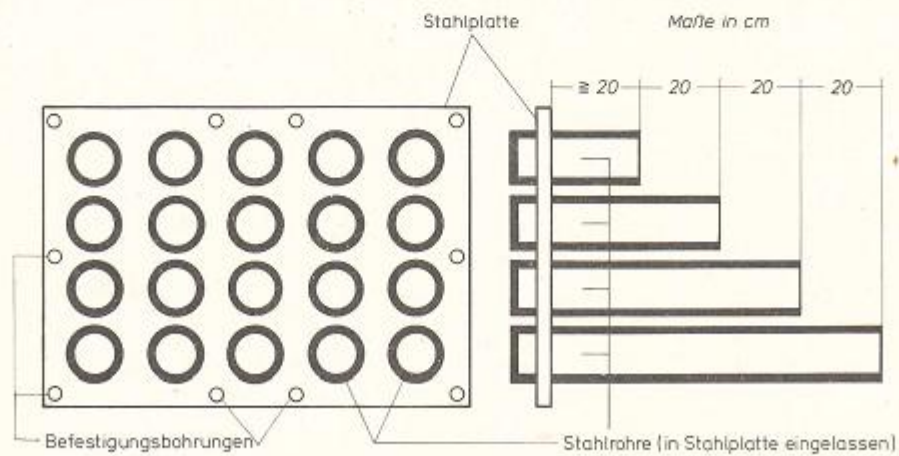


Bild 105 Stahlplatte mit eingeschweißten Stahlrohrstützen

Das **aufzuschumpfende Ende** des Kabelkanalrohrs aus Hart-PVC wird mit einer weichen Propangasflamme auf **120 ... 130°C** erhitzt und dann mit Hilfe eines **Holzorns** aufgeweitet. Das aufgeweitete Ende wird nochmals erwärmt und unter **Zwischenlegen eines Rundschnurgummirings** 10 ... 20 cm auf den **Stahlrohrstützen** aufgeschoben. Wird das aufgeschobene Rohr **weiter erwärmt**, beginnt das PVC-Material zu **schrumpfen**. Ist der **Schrumpfvorgang beendet**, zeichnet sich der **Rundschnurgummiring** klar erkennbar von der **Oberfläche** des aufgeschumpften Endes des KKR ab.

Dieses Verfahren wird häufig für **Kabelkanaleinführungen in VSt** (z. B. Einführung in den Kabelaufteilungsraum) angewendet. Beim Aufschumpfen der KKR-Enden muß sehr **sorgfältig** gearbeitet werden, weil die **Kabelkanalrohre** aus Hart-PVC **nicht überhitzt** werden dürfen.

6. 4. Maßnahmen gegen Gefährdung der Kabelkanalanlagen durch Gasansammlungen

Die **Kabelkanalanlagen**, die aus den Kabelkanälen und den Kabelschächten bestehen, stellen **Hohlräume im Straßenkörper** dar. Im Erdreich vorhandene **Gase können** daher in die Kabelkanalanlagen **eindringen** und Personen (Personal und Straßenpassanten) sowie die Anlagen selbst **gefährden**. Um die **Gefährdungsmöglichkeiten** zu **vermindern**, müssen bei den Kabelkanalanlagen **verschiedene Maßnahmen** getroffen werden.

6. 4. 1. Gase in Kabelkanalanlagen, damit verbundene Gefahren und Möglichkeiten, diese Gefahren zu vermindern

In den Kabelkanalanlagen können sich **Gase unterschiedlichster Art** ansammeln, z. B. Bodengase, Haushaltsgase, Industriegase oder auch Dämpfe von brennbaren Flüssigkeiten (wie Benzin), die in das Erdreich eingedrungen sind. Diese Gase stammen z. T. aus schadhafte Gasrohrleitungen des Stadtgasnetzes oder eines Erdgasnetzes oder aus Leitungen von Industriebetrieben. Diese Gase entweichen den Leitungen bei Gasrohrbrüchen, an undichten Muffenverbindungen oder entstehen bei Arbeiten mit gasabgebenden oder gasentwickelnden Geräten in oder in der Nähe von Kabelschächten. Die dadurch gegebenen **Gefahren für die Menschen und für die Anlagen** sind durch die Möglichkeiten der **Reizung, Vergiftung, Erstickung, Verbrennung** und der **Explosion** gegeben. Die Explosionsgefahr erhöht sich besonders mit der Neigung der Gase, sich mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden (z. B. Knallgasbildung).

Die **Gefährdungsmöglichkeiten** durch Gasansammlungen in Kabelkanalanlagen **nehmen zu**

- bei merklich ansteigenden Straßen (begünstigte Gasausbreitungsrichtung);
- in Gebieten mit Bodenerschütterungen (z. B. infolge starken Fahrverkehrs) oder in Gebieten mit Bodensenkungen (z. B. Bergbaugebieten), weil in diesen Gebieten die Gefahr von Gasrohrbrüchen besonders groß ist;
- in Gebieten mit Gasrohrnetzen aus nicht mehr bruchsicheren Gußrohren (infolge chemischer oder elektrolytischer Korrosion der Gasrohre);
- in Gebieten mit vagabundierenden Strömen, die eine elektrolytische Korrosion hervorrufen können.

6. 4. 1. 1. Maßnahmen zur Verminderung der Gefahren

In die **Kabelkanalanlagen** könnten keine Gase eindringen, wenn die Kabelkanäle und die Kabelschächte **gasdicht** errichtet werden würden und wenn die Endpunkte der Kabelkanalanlagen in Gebäuden **gasdicht abgeschlossen** werden könnten. Mit der bisher üblichen **KKF-Bauweise** konnten diese **Forderungen nicht erfüllt** werden.

Dagegen lassen sich aus **Kabelkanalrohren gasdichte** Kabelkanäle bauen, wenn **Abdichtelemente aus Kunststoff** verwendet werden. Neue gasdichte Kabelkanalanlagen werden aber nur **abschnittsweise** in das vorhandene **nicht gasdicht ausgeführte Kabelkanalnetz** eingefügt. Daher muß auch künftig mit Gasansammlungen in Kabelkanalanlagen gerechnet werden.

Wirksame Maßnahmen, um die **Gefahren** durch unvermeidbare Gasansammlungen in Kabelkanalanlagen zu **vermindern**, sind

- Entfernen eingedrungener Gase durch selbsttätige Entlüftungseinrichtungen,
- planmäßiges Abdichten von Kabelkanalabschnitten, um eine Gasausbreitung zu verhindern,
- gasdichtes Verschließen der Kabelkanäle an ihren Endpunkten in Gebäudewänden, um zu verhindern, daß Gase in die Bauwerke eindringen können.

6.4.2. Entlüften der Kabelkanalanlagen

Die **Kabelschächte** bilden innerhalb der Kabelkanalanlagen die **größten Lufträume**. Da bei Gasexplosionen die **Explosionskraft** von der **Größe des Explosionsraums** beeinflusst wird, sind daher die **Kabelschächte** die **eigentlichen Gefahrenherde**. An den Kabelschächten müssen aus diesem Grunde **besondere Vorsichtsmaßnahmen** getroffen werden.

Die **leicht entzündbaren Gase** sind meist leichter als Luft. Sie **sammeln sich** daher an den **höchstgelegenen Stellen** der Kabelkanalanlage **in den Kabelschächten**. Um zu vermeiden, daß sich diese leicht entzündbaren Gase ansammeln, wird **jeder neu eingebaute Kabelschacht entlüftet**. Daher sind **nur noch Kabelschachtdeckungen mit Entlüftung** einzubauen, die Entlüftungsschlitze haben, durch die die Gase entweichen können. Da aber auch vermieden werden muß, daß Schmutz und Wasser in die Kabelschächte eindringen, erhalten diese Schachtdeckungen einen **Schmutzfänger** (Schlammeimer), der unterhalb der Entlüftungsschlitze eingehängt wird.

Auch die **Deckel der Abzweigkästen**, die neu eingebaut werden, sind **serienmäßig mit Entlüftungsschlitzen** versehen. Hier wird von einer Schmutzschale, die unter dem Deckel eingehängt wird, Schmutz und Wasser aufgefangen.

Es muß stets damit gerechnet werden, daß sich Gase angesammelt haben. Daher ist bei Arbeiten an Kabelkanalanlagen **jeder Kabelschacht** nach dem Öffnen und **vor dem Betreten** mit einem **Gasspürgerät** zu **überprüfen**. Werden dabei Gase festgestellt, die **leichter als Luft** sind, reicht es im allgemeinen aus, wenn der Kabelschacht etwa **zehn Minuten gelüftet** wird.

Schwerere Gase sammeln sich dagegen auf dem **Schachtboden** an und **ziehen schlecht ab**. Diese Gase müssen erforderlichenfalls mit Druckluft ausgespült oder mit einer Absaugvorrichtung abgezogen werden.

6.4.3. Abdichten von Kabelkanalzügen

Kabelkanalzüge, die **in Wänden von Gebäuden enden**, müssen **immer gasdicht verschlossen** werden.

Alle **übrigen Kabelkanalzüge** sind dagegen **nur an bestimmten Stellen** gegeneinander **abdichten**.

Die Kabelkanalzüge **in Gefällstrecken** werden **in kleineren Abständen** gegeneinander **abgedichtet** als die, die eben verlaufen, weil in merklich ansteigenden Straßenzügen die Gefährdung durch eingedrungene Gase größer ist.

Die Kabelkanalzüge dürfen **grundsätzlich nur an einem Ende abgedichtet** werden. Sind Gase in die Kabelkanalanlage eingedrungen, können sie infolgedessen über das offene Ende der Kabelkanalzüge in die Kabelschächte und über die Entlüftungsschlitze der Schachtdeckungen ins Freie entweichen.

Beim Abdichten der Kabelkanalzüge ist zu **beachten**, daß

an einer Abdichtstelle alle belegten und unbelegten Kabelkanalzüge am festgelegten Ende gasdicht verschlossen werden müssen.

Dabei gelten folgende **Regeln für das Festlegen der Abdichtstellen**:

- ① Kabelkanalzüge, die **in Gebäude münden**, werden **immer am hausseitigen Ende des Kabelkanalzugs gasdicht und wasserdruckfest verschlossen**.
- ② Kabelkanalzüge **auf eben verlaufenden Strecken** sind **an einem Ende gasdicht zu verschließen**, und zwar
 - **in Kabelaufteilungsschächten** alle in die Kabelkanalanlage **weiterführenden Kabelkanalzüge**,
 - **in Verzweigungspunkten** für Hauptkabel und für Verzweigungskabel **alle weiterführenden Kabelkanalzüge**,
 - **alle Kabelkanalzüge zwischen zwei Verzweigungspunkten** in Abständen von **höchstens 600 m**.
- ③ Auf **merklich ansteigenden Kabelkanalstrecken** ist **jeder einzelne Kabelkanalzug am tiefer gelegenen Ende abzudichten**; da das höher gelegene Ende offen bleibt, ist eine wirksame Entlüftung möglich.

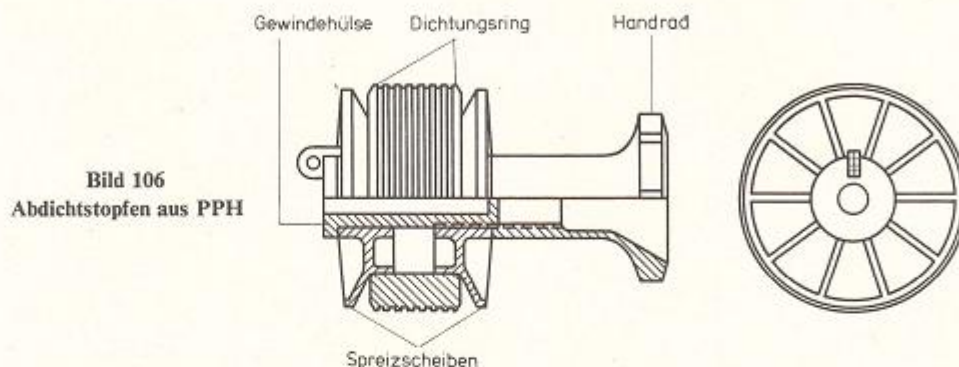
Die **Abdichtstellen**, die nach vorstehenden Regeln festgelegt worden sind, werden **in Abdichtpläne**, das sind **vervollständigte Kabelkanal-Netzpläne¹⁾**, **eingetragen**. Anhand dieser Abdichtpläne soll der Auftragnehmer die Kabelkanalzüge **abdichten**, **sobald der betreffende Kabelkanalabschnitt fertiggestellt** ist. Durch diese Maßnahme soll von vornherein vermieden werden, daß Gase in die Kabelkanalanlagen eindringen.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 10. 1. 2. 1.

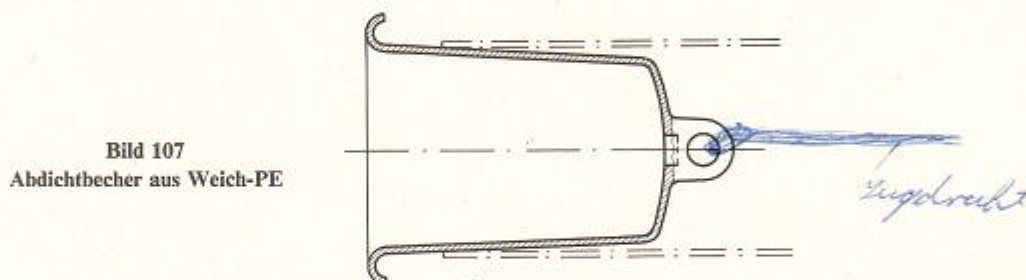
Zum Abdichten unbelegter Kabelkanalzüge werden verwendet

- Abdichtstopfen aus PPH (Polypropylen-hart),
- Abdichtbecher aus Weich-PE (Polyäthylen-weich),
- Abdichtschalen aus PPH,
- Abdichtkappen aus Hart-PVC (Polyvinylchlorid-hart).

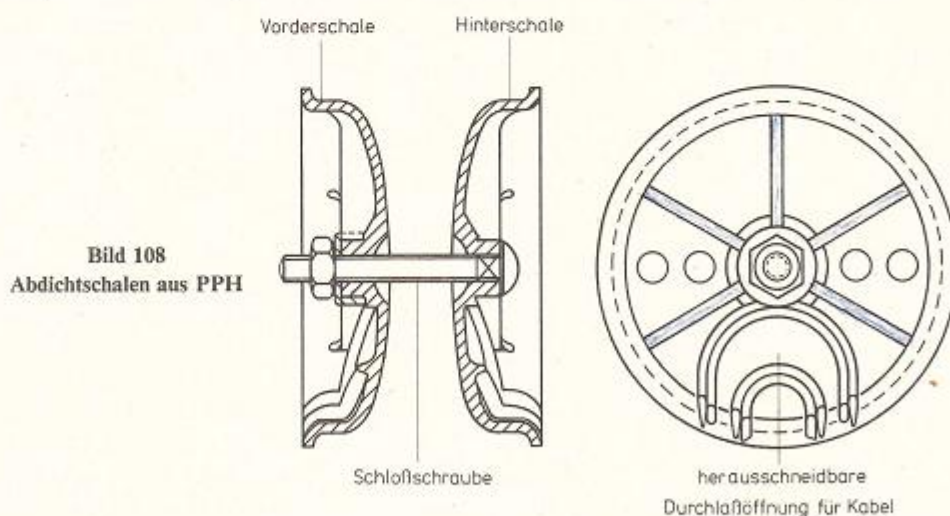
Abdichtstopfen (Bild 106) lassen sich für alle Kabelkanalbauarten verwenden. Sie werden vorwiegend zum Abdichten von Kabelkanalformsteinen mit einer lichten Weite von 100 mm eingesetzt.



Abdichtbecher (Bild 107) gibt es in verschiedenen Größen für alle Kabelkanalrohr-Ausführungen. Sie dürfen für KKF nicht verwendet werden.



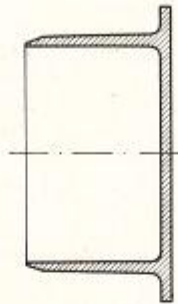
Abdichtschalen (Bild 108) werden in der Größe AdS 1 für KKF für Hauseinführungen mit einer lichten Weite von 40 mm verwendet, weil Abdichtstopfen für diese lichte Weite z. Z. noch nicht verfügbar sind.



Zwischen die Vorderschale und die Hinterschale wird Abdichtmasse eingebracht, und die Ränder werden mit einem Abdichtwickel umgeben. Die Abdichtung wird wirksam, wenn die Schloßschraube mit einem Steckschlüssel angezogen wird.

Mit **Abdichtkappen** (Bild 109) können **Wanddurchführungsmuffen** (PVC-Steckklebmuffen) **gasdicht und wasserdruckdicht verschlossen** werden, wenn diese nicht mit KKR aus Hart-PVC belegt sind. Es gibt sie in zwei Größen, und zwar entsprechend den Außendurchmessern der KKR zu 50 mm $\varnothing$ und zu 110 mm $\varnothing$.

Bild 109
Abdichtkappe aus Hart-PVC



Belegte Kabelkanalzüge sind mit **Abdichtschalen** (vgl. Bild 108) abzudichten, deren **Durchlaßöffnungen** (20, 38, 55 und 70 mm $\varnothing$) dem **Kabeldurchmesser entsprechend** zu wählen sind. Die Abdichtschalen bestehen aus einer Vorderschale und aus einer Hinterschale, deren Durchmesser etwas kleiner ist als der Durchmesser der Kabelkanalzüge. Zwischen die beiden Schalen wird Abdichtmasse eingebracht, und die Ränder werden mit einem Abdichtwickel umgeben. Nach dem Einsetzen in den Kabelkanalzug wird die Schloßschraube angezogen und so die Abdichtmasse gegen die Wandung des Kabelkanalzugs und gegen den Kabelmantel gepreßt.

Sind Kabelkanalzüge mit Kabeln belegt, deren **Außendurchmesser größer als 70 mm** ist, lassen sich Abdichtschalen nicht mehr verwenden. Diese Kabelkanalzüge werden mit **Putzwolle**, einem **plastischen Dichtungsmittel** und einem **Pfropfen aus Abdichtmasse** abgedichtet.

6. 5. Auskünden der Kabelkanaltrasse

Beim Auskünden der Trasse für einen geplanten Kabelkanal ist **grundsätzlich die wirtschaftlichste Lösung** anzustreben. Zu diesem Zweck müssen alle **Kostenfaktoren** berücksichtigt und **gegenübergestellt** werden, die sich ergeben würden, wenn die Kabelkanalanlage aus

Kabelkanalformsteinen KKF oder aus

Kabelkanalrohren KKR

gebaut werden würde. Der Kabelkanalanlage ist der Vorzug zu geben, die **kostenmäßig am günstigsten** und dabei auch **technisch brauchbar** ist.

Werden **Kabelkanalanlagen aus KKF** hergestellt, müssen die **Fremdanlagen**, die in der geradlinigen Trassenführung liegen, **entweder** — meist sehr kostenaufwendig — **umgelegt** werden, **oder** die **Kabelkanalanlage** ist **tief** als üblich zu verlegen. In größerer Tiefe ist aber oft mit **Grundwasser** zu rechnen, **dann** muß die Kabelkanalanlage (der eigentliche Kabelkanal aus KKF und die Kabelschächte) **wasserdicht** gebaut werden. Auch ist **erheblich mehr Boden auszuheben**, was ebenfalls kostspielig ist. Mit Kabelkanalanlagen aus **Kabelkanalrohren** können in vielen Fällen die **Fremdanlagen** leicht **umgangen** werden.

Wird die **Linienführung geändert** (Trassenänderung), müssen in die Kabelkanäle aus KKF **zusätzliche Kabelschächte** (sogenannte Ziehschächte) eingebaut werden. Da **Kabelkanalrohre** auch im Bogen ausgelegt werden können, lassen sich durch diese Bauweise **Kabelschächte einsparen**. Außerdem gestatten **KKR** einen **größeren Kabelschachtabstand**, weil sie beim Einziehen der Kabel einen **kleineren Reibungskoeffizienten** aufweisen.

Werden **Kabelkanalanlagen aus KKF** von **fremden Anlagen unterkreuzt**, besteht die Gefahr, daß die Kabelkanalformsteine **absacken** und dabei die **Fremdanlage beschädigen**. Die KKF-Unterlage (Grabensohle) läßt sich nur schwer entsprechend verdichten und so gegen ein Absacken sichern. **Kabelkanalrohre** aus Hart-PVC können dagegen über kurze Strecken andere Anlagen **freitragend überspannen**.

Müssen **bereits verlegte Fernmeldekabel** in eine Kabelkanalanlage **aufgenommen** werden, ist das z. Z. nur möglich, wenn **teilbare oder geteilte KKF** eingebaut werden.

6. 6. Unterhalten von Kabelkanalanlagen

An Kabelkanalanlagen sind in bestimmten Zeitabständen Pflegearbeiten auszuführen.

Sollen Kabelschächte gereinigt werden, ist nach dem Öffnen (mittels eines Deckelhebegeräts) mit einem Gasspürgerät zu prüfen, ob der Schacht gasfrei ist. In einen Kabelschacht darf nur eingestiegen werden, wenn eine Leiter benutzt wird; es darf nicht auf Kabel, Kabelhalterungen oder auf Lötmuffen getreten werden.

Zu den Unterhaltungsarbeiten gehören:

- ① Bei Kabelschächten das **Entleeren und Reinigen des Schmutzfängers**, der an einer Aushebestange unterhalb der Entlüftungsschlitze der Kabelschachtabdeckung hängt.
Bei Abzweigkästen das **Entleeren und Reinigen der Schmutzschale**, die an zwei Stäben unter dem Deckel eingehängt ist.
- ② **Entwässern der Kabelschächte**, insbesondere nach Unwettern, indem sie mit einer Handpumpe oder Motorpumpe ausgepumpt werden.
- ③ Vor dem Einziehen von Kabeln müssen die **freien Kanalzüge geprüft** werden, ob sie **frei von eingeschlepptem Sand** oder anderen Schmutzstoffen sind. Das Prüfen erfolgt durch Einschieben eines Schiebegestänges. Gegebenenfalls müssen die Kanalzüge mit einer Kanalbürste o. ä. gereinigt werden.
- ④ **Prüfen aller Stahlteile im KSch** (wie Trageschienen, Kabelhalter, Leitern), notfalls **Entrosten und Anstreichen** der Teile mit Anstrichstoffen gemäß FTZ-Norm 557 6 TV 1.
Träger sind dabei auf **Festigkeit zu prüfen**.
- ⑤ **Untersuchen der Kabelschachtwände, -decken und -abdeckungen auf Risse**.
- ⑥ **Überprüfen der Kabelkennzeichnungen auf Vollständigkeit**, gegebenenfalls müssen die Numerierungen oder Farbkennzeichnungen erneuert oder ersetzt werden.
- ⑦ **Säubern der Auflager der Kabelschachtabdeckungen** und Einfetten mit Kabelgleitfett zum Abdichten der Kabelschachtabdeckungen; falls erforderlich, Herstellen eines Dichtungswickels.
- ⑧ **Reinigen der Entlüftungsschlitze** in den Kabelschachtabdeckungen, **Prüfen der Schachtabdeckungen auf Festigkeit**, gegebenenfalls Auswechseln beschädigter Abdeckungen.
- ⑨ **Beseitigen von Stolperkanten**, indem der Boden um die Kanten ausgefüllt oder die Umpflasterung erneuert wird.

Die aufgeführten Unterhaltungsarbeiten sind in ein **Merkbuch** einzutragen. Werden Mängel festgestellt, die sich nicht sofort beseitigen lassen, sind sie ebenfalls zu vermerken, damit der Bezirksbauführer die notwendigen Maßnahmen veranlassen kann.

6. 7. Fragen zu Abschnitt 6 (Kabelkanalanlagen)

1. Erläutere den Begriff »Kabelkanalanlage«! *besteht aus Kabelkanal u. Kabelschächten*
2. Welche Kabelformen werden in Kabelkanalanlagen eingelegt? *Rohrkabel für Ordn. Erdkabel*
3. In welchen Gebieten werden im allgemeinen nur Kabelkanalanlagen gebaut? *In Belastungsgebieten, wenn sie wirtschaftl. rentiert*
4. Wozu werden Kabelschächte in die Kabelkanalanlagen eingebaut?
5. In welchen Fällen sind in eine Kabelkanalanlage Abzweigkästen einzubauen?
6. Wie viele Züge können Kabelkanalformsteine haben? *1, 2, 3, 4 Züge nach DIN 457*
7. Wie lang sind Kabelkanalformsteine? *1 m lang, heute 15 cm*
8. Welche lichte Weite haben die Züge in den Kabelkanalformsteinen? *10 cm*
9. Welche lichte Weite und welche Länge haben KKF für Hauseinführungen? *4 cm, 25 cm*
10. Wodurch wird erreicht, daß sich die Kabelkanalformsteine lückenlos aneinanderfügen lassen und daß die Lage der KKF zueinander gesichert ist?
11. Wieviel kg wiegt ein dreizügiger Kabelkanalformstein etwa? *74 kg*
12. Nur in welchen Fällen sollen Kabelschutzrohre aus Stahl, Asbestzement oder Hart-PVC eingebaut werden?
13. Warum werden in letzter Zeit bevorzugt Kabelkanalrohre aus Hart-PVC für den Bau von Kabelkanalanlagen verwendet?
14. Welche Wanddicken haben Kabelkanalrohre und Kabelschutzrohre aus Hart-PVC?
15. In welchen Längen werden Kabelkanalrohre aus Hart-PVC geliefert? *600, 12 m*
16. In welchen Fällen sollen Kabelkanalrohre mit einem Außendurchmesser von 50 mm eingebaut werden? *bei kleinen Führungen*
17. Zähle das Fernmeldebaugeschäft auf, welches neben den Kabelkanalformsteinen und Kabelkanalrohren noch für den Kabelkanalbau benötigt wird!
18. Wozu wird ein Richtdorn benötigt?
19. Was ist am Richtdorn angebracht?
20. Wie müssen Kabelkanäle aus Kabelkanalformsteinen verlaufen? *geradlinig*
21. Wonach richtet sich der Abstand der Kabelschächte? *Abstandsgrenzen, Gleitkantenabstand, 2. polange, Zugbelastbarkeit*
22. Wie breit ist der Graben auszuheben, wenn in ihn zwei vierzügige Kabelkanalformsteine übereinander eingebaut werden sollen? *90 cm*
23. Wie tief ist der Graben auszuheben, wenn der Kabelkanal in der Fahrbahn liegt und aus drei übereinanderliegenden Kabelkanalformsteinen bestehen soll? *10 cm*
24. Berechne den Querschnitt eines Kabelgrabens, wenn in einen Gehweg drei dreizügige Kabelkanalformsteine übereinander eingebaut werden sollen! *0,750 m²*
25. Welche Anforderungen werden an die Grabensohle gestellt? *Steinfrei, Eben, Grundwasserfrei, Tragfähig, Gerat.*
26. Wie weit soll der erste Kabelkanalformstein etwa in die Schachtmündung hineinragen? *3 cm*
27. Womit muß ein Kabelkanalformstein in den vorherigen bereits gelegten KKF einpassen? *Falsch u. Neil*
28. Wie wird die Stoßfuge zweier Kabelkanalformsteine behandelt?
29. Womit wird erreicht, daß die Kabelkanalformsteine beim Auslegen geradlinig aneinandergereiht werden können?
30. Mit welchem Fernmeldebaugerät wird eine absolut geradlinige Führung des Kabelkanals sichergestellt, und wie wird beim Einsatz dieses Fernmeldebaugeräts verfahren?
31. Wie wird verfahren, wenn Kabelkanalformsteine in mehreren Lagen übereinander verlegt werden?
32. Beschreibe in Stichworten, wie der Kanalgraben wieder verfüllt wird!
33. Wie groß ist der allseitige Mindestabstand, der beim Verlegen von Kabelkanalrohren aus Hart-PVC eingehalten werden muß?
34. Welche Mindestüberdeckungen sind einzuhalten, wenn Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalrohren (Hart-PVC) in Gehwegen und in Fahrbahnen eingebaut werden? *10 cm, 15 cm*
35. Was ist zu beachten, wenn Kabelkanalrohre aus Hart-PVC auf Brücken verlegt werden? *Einbau von Schutzrinnen*

36. Welches sind die beiden Bauarten von Kabelkanalrohren nach DIN 8061/8062? *KKR wobei K Sch. R. ungerichtet oder aufgestellt*
37. Welche KKR-Bauart wird bevorzugt eingesetzt? *ungerichtet*
38. Wie groß sind die kleinsten Biegeradien, die beachtet werden müssen, bei KKR $50 \times 1,8$, KKR $110 \times 3,2$ und KKR $110 \times 5,3$? *43 m, 5 m, 10 m*
39. In welchen Fällen müssen vorgefertigte KKR-Bögen aus Hart-PVC eingebaut werden? *wenn der Biegeradius nicht schritten wird*
40. Wann und warum müssen Abstandshalter aus Hart-PVC eingebaut werden?
41. Welche Aufnahmefähigkeit hat ein Abstandshalter 110/6?
42. Welche Aufnahmefähigkeit hat ein Abstandshalter 50/3 + 110/2?
43. In welchen Abständen voneinander sollen die Abstandshalter auf die KKR gesteckt werden? *alle 1 1/2 m*
44. Wie breit muß ein Graben sein, in den sechs KKR nebeneinander ausgelegt werden sollen? *107 cm*
45. Wie tief muß ein Graben sein, wenn im Gehweg drei Lagen KKR übereinander ausgelegt werden sollen? *91*
46. Wie muß die Grabensohle vorbereitet sein, bevor die unterste Lage Kabelkanalrohre aus Hart-PVC ausgelegt werden kann? *10 cm Sand streufrei, leichtverschottert*
47. Was muß in die Räume zwischen und neben den Kabelkanalrohren sowie zwischen den einzelnen Lagen eingebracht werden? *mit stauffreiem Sand u. leicht verschottert*
48. Was ist zu beachten, wenn der Kabelgraben wieder verfüllt wird?
49. An welche Stelle des Rohrstrangs werden die KKR gelegt, in denen Verzweigungskabel geführt werden sollen?
50. Wie wird verfahren, wenn Kabelkanalrohre aus Hart-PVC in einem Bogen verlegt werden sollen?
51. Wann müssen die gebogenen Kabelkanalrohre mit Abstandshaltern festgelegt werden?
52. Nenne einige Vorteile der Kabelkanäle aus KKR gegenüber den Kabelkanälen aus KKF!
53. Warum kann bei Kabelkanälen aus KKR der Kabelschachtabstand größer sein als bei Kabelkanälen aus KKF?
54. In welchen Fällen müssen Kabelkanäle mittels Rohrdurchpressungen hergestellt werden?
55. In welchen Fällen müssen Kabelschächte oder Kabelkleinschächte in eine Kabelkanalanlage eingebaut werden?
56. Wann und an welchen Stellen des Kabelkanals sind Abzweigkästen einzubauen?
57. Wie lassen sich die Kabelschächte hinsichtlich ihrer Bauweise einteilen?
58. Aus welchen Bauteilen setzt sich ein KSch zusammen?
59. An welcher Stelle des Kabelschachts befindet sich der Kabelschachthals, und warum wird ein Kabelschachthals eingebaut?
60. Woraus besteht eine Kabelschachtabdeckung?
61. Was ist bei einer Kabelschachtabdeckung hinsichtlich der Verkehrssicherheit zu beachten?
62. Welche Form (Bauausführung) der Kabelschächte ist heute Regelbauweise?
63. Woraus werden in den meisten Fällen Kabelkleinschächte hergestellt?
64. Was besagt die Belastungsklasse 800 kp/m^2 , und wo dürfen Kabelschächte dieser Belastungsklasse eingebaut werden?
65. Welcher Belastungsklasse müssen Kabelschächte genügen, die in Gehwege eingebaut werden, die gelegentlich mit Fahrzeugen befahren werden?
66. Beschreibe in der richtigen Folge die Arbeitsgänge beim Herstellen eines Kabelschachts aus Mauerwerk!
67. Wozu dient ein Pumpensumpf?
68. Erst wann darf die Baugrube, in die ein Kabelschacht aus Mauerwerk eingebaut worden ist, wieder verfüllt werden?
69. Wie groß muß eine Baugrube sein, in die ein Kabelschacht aus Ort beton der Größe III — Tiefe 1,65 m — gesetzt werden soll?
Berechne den Erdaushub!
70. Womit werden die Schachtwände bei Kabelschächten aus Ort beton armiert?

71. Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit bei einem Kabelschacht aus Ortbeton die Kabelschachtdecke, der Kabelschachthals und die Kabelschachtdeckung gesetzt werden können?
72. Aus welchen Bauteilen im einzelnen werden Kabelschächte aus Stahlbeton-Fertigteilen zusammengebaut?
73. Beschreibe in kurzen Sätzen, wie ein Kabelschacht aus Stahlbeton-Fertigbauteilen aufgebaut wird!
74. Wie wird ein seitlicher Kabelabgang bei Kabelschächten aus Stahlbeton-Fertigbauteilen hergestellt?
75. Wozu werden »Füllsteine« verwendet?
76. Welche Vorteile bieten Kabelschächte aus Stahlbeton-Fertigbauteilen gegenüber Kabelschächten aus Mauerwerk oder aus Ortbeton?
77. Welchen Forderungen müssen die Kabelkanaleinführungen in Kabelschächte und in Gebäude genügen?
78. Wie ist eine Kabelkanaleinführung auszuführen, wenn Kabelkanalformsteine in Kabelschächten enden?
79. Wozu dienen Mündungsstücke aus Stahlbeton-Fertigbauteilen?
80. Worauf werden die Kabelkanalformsteine gelegt, wenn sie in Kabelschächten aus Stahlbeton-Fertigbauteilen münden?
81. Womit sollen die Kabelkanalformsteine bündig abschließen, wenn sie in Gebäude eingeführt werden?
82. Wie sind bei allen Kabelkanaleinführungen für Kabelkanalformsteine die Fugen zu behandeln?
83. Wie müssen Kabelkanalrohre aus Hart-PVC vorbehandelt werden, bevor sie in Wände einzementiert werden können?
84. Mit welchen Verfahren können Kabelkanalrohre aus Hart-PVC einwandfrei in Kabelschächte oder in Gebäude eingeführt werden?
85. Wozu dienen PVC-Steckklebmuffen?
86. Beschreibe, wie ein Kabelkanalrohr aus Hart-PVC auf einen Stahlrohrstutzen aufgeschumpft wird!
87. Worauf muß beim Aufschumpfen von KKR besonders geachtet werden?
88. Skizziere die Seitenansicht einer Stahlplatte mit fünf übereinander eingeschweißten Stahlrohrstutzen und bemaße diese Skizze!
89. Welche Gefahren entstehen infolge von Gasansammlungen in Kabelkanalanlagen?
90. In welchen Fällen sind die Gefährdungsmöglichkeiten durch Gasansammlungen in Kabelkanalanlagen besonders groß?
91. Welche Maßnahmen werden ergriffen, um die Gefahren infolge von Gasansammlungen in Kabelkanalanlagen zu vermindern?
92. Warum sind die Kabelschächte die eigentlichen Gefahrenherde bei Gasansammlungen?
93. Nur welche Kabelschachtdeckungen dürfen eingebaut werden, um ein Ansammeln leichtentzündbarer Gase zu vermeiden?
94. Wozu dienen Schmutzfänger und Schmutzschalen?
95. Was ist unbedingt zu prüfen, bevor in einen Kabelschacht eingestiegen wird?
96. Auf welche Weise können schwere Gase aus dem Kabelschacht entfernt werden?
97. Warum dürfen Kabelkanalzüge grundsätzlich nur an einem Ende abgedichtet werden?
98. Nenne die Regeln, nach denen die Abdichtstellen festgelegt werden!
99. Welche Kabelkanalzüge sind an einer Abdichtstelle gasdicht zu verschließen?
100. Was ist ein »Abdichtplan«?
101. Zähle das Fernmeldebauzeug auf, welches zum Abdichten von Kabelkanalzügen verwendet werden kann!
102. Womit können belegte Kabelkanalzüge abgedichtet werden?
103. Beschreibe, wie Kabelkanalzüge abgedichtet werden, die mit Kabeln belegt sind, deren Außendurchmesser größer als 70 mm ist!
104. Zähle die Unterhaltungsarbeiten an Kabelschächten auf!
105. Wie können Stolperkanten beseitigt werden?

7. Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln

In Kabelkanäle werden **Röhrenkabel¹⁾** und in besonderen Fällen auch **bewehrte Röhrenkabel¹⁾** eingezogen.

7.1. Fernmeldebaugerät und Fernmeldebauzeug für das Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln

Für das Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln sind **Motorhaspeln** (zum Ausziehen der Kanalzugdrähte und zum Einziehen des Windenzugsseils), **Kabelkraftwinden** mit einer Zugkraft zwischen 500 kp und 3000 kp, **Trommelwinden mit Welle**, einige **Hilfsgeräte** und **Hilfsmittel** sowie **Absperrgeräte** und **Warnschilder** für die Verkehrs-sicherung erforderlich.

Hilfsgeräte zum Einziehen sind:

Schachtabdeckungsgeräte, wie Deckelheber, Hebezeugen, fahrbare Schraubdeckelheber;

Holzrammen zum Lösen der Kabelschachtdeckel;

Schachtdeckel-Auftaucher; *Pomplandauger*

Gasspürgerät; *Träger*

Einschiebestänge, **Einziehstahlband**, **Zugseil** oder **Ziehdraht**; **Reinigungsgerät**, wie Kanalreiniger, Kanalbürste, Röhrenfeile, Prüfdorn;

Kabelschleifbögen, **Kabelkanaltüllen**, **Kabelgleitrollen**;

Kabelziehstrümpfe;

Kabelfettbeutel.

Hilfsmittel sind **Kabelgleitfett** sowie **Lötmaterial** und **Lötfett** (zum Verschließen der Kabelenden).

Für das Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln wird folgendes **Fernmeldebauzeug** benötigt:

Abdichtschalen, **Abdichtbecher**, **Abdichtstopfen** und **Abdichtkappen**;

Abdichtmasse und **Abdichtwickel**;

Kabelverschlußkappen verschiedener Ausführungen (aus Blei, Stahl u. a.; auch mit angeschweißten Ziehösen lieferbar);

Hartholzkeile zum kraftschlüssigen Verbinden der Kabelseele mit dem Stahlwellmantel.

Im folgenden werden einige **Hilfsgeräte** in Bildern gezeigt:

① Hebezeuge für Schachtabdeckungen



Bild 110
Deckelhebeschlüssel
(es gibt verschiedene Ausführungen)

¹⁾ Vgl. Abschnitte 2. 1. 3. 2 (Seite 17) und 2. 2. 1. 1 (Seite 21).

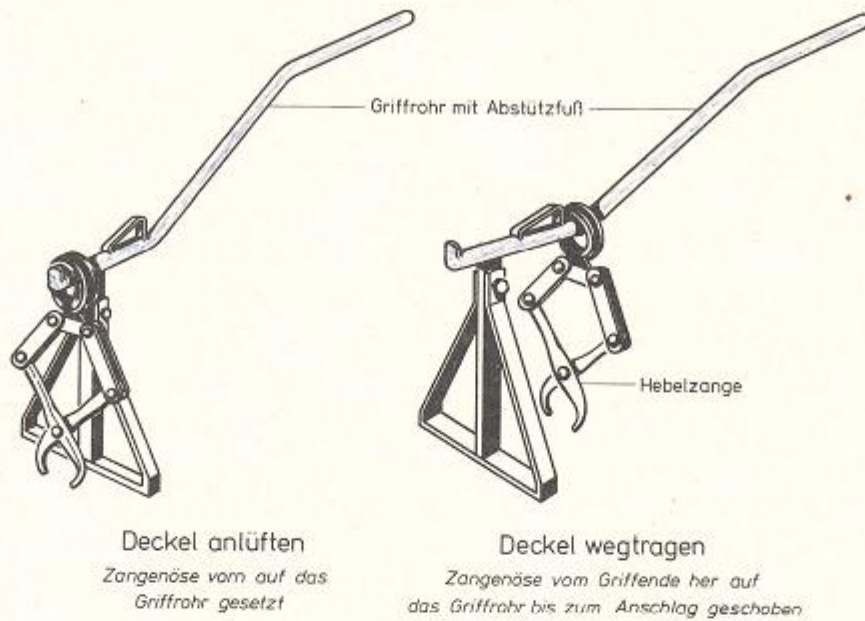
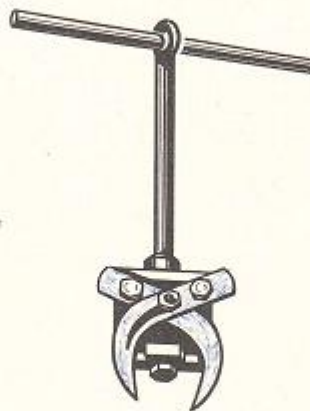


Bild 111 Deckelheber

(Schlände)

Bild 112
Deckelhebezange

② Kabelkanalreinigungsgerät

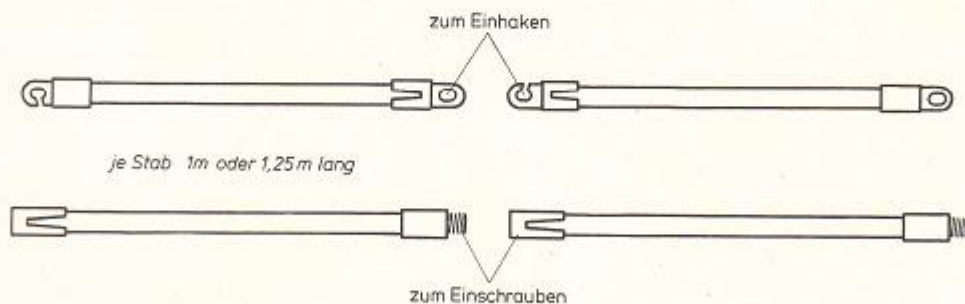


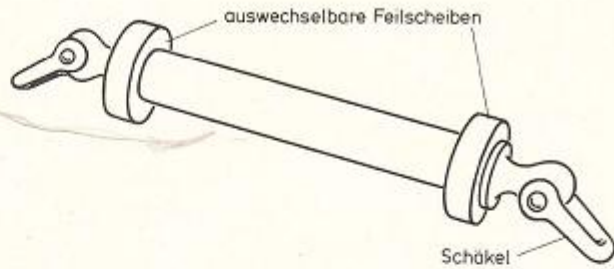
Bild 113 Einschiebestänge

Bild 114
Sand- und Schlammfänger
für Kabelkanalzüge
(Wendel)



Bild 115
Kabelkanalbürste

Bild 116
Röhrenfeile
zum Glätten der Kabelkanalzüge
in KKF



③ Kabelgleitgeräte

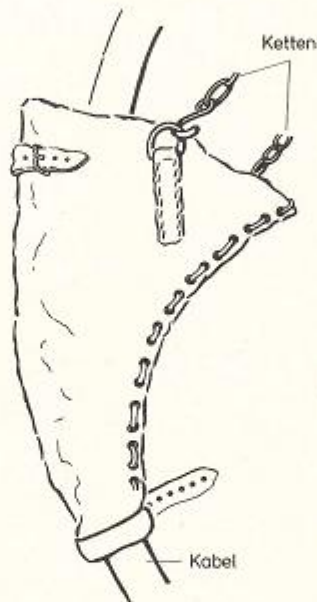


Bild 117
Kabelfettbeutel

neu Fettmold

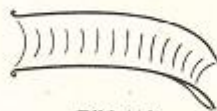


Bild 118
Kabelschleifbogen



Bild 119
Kabelkanaltülle

Bild 120
Kabelgleitrolle
(Packrolle)



7.2. Vorbereitende Arbeiten

Vor dem eigentlichen Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln ist die **Arbeitsstelle** mit Absperrgeräten und Warntafeln zu **sichern**, die **Kabeltrommel** zur Arbeitsstelle zu **transportieren** und **aufzustellen** (aufzubocken).

Der **Kabelschacht** oder der **Abzweigkasten** wird **geöffnet**, wobei alle **Vorsichtsmaßnahmen** zu **beachten** sind:
 Prüfen auf Gasansammlungen mit einem Gasspürgerät;
 keine funkenbildenden Werkzeuge verwenden;
 es dürfen nur zugelassene Hebezeuge verwendet werden;
 festgefrorene Schachtabdeckungen dürfen nur mit einem Schachtdeckel-Auftaucher aufgetaut werden,
 offenes Feuer oder chemische Mittel sind verboten.

Auch die **benachbarten Kabelschächte oder Abzweigkästen** sind zu **öffnen** und während der Arbeiten geöffnet zu lassen.

Zum **Einsteigen** in die Kabelschächte sind **Leitern** zu **benutzen**; es darf auf keinen Fall auf die Kabel, die Kabelhalter oder gar auf die Lötuffen getreten werden. Zunächst sind der **Kabelschacht** und die **Kabelkanalzüge** mit den entsprechenden Kabelkanalreinigungsgeräten zu **reinigen**. Für das Reinigen von **Kabelkanalrohren** aus Hart-PVC dürfen **keine Reinigungsgeräte aus Stahl**, wie Röhrenfeilen oder Stahldrahtbürsten, verwendet werden.

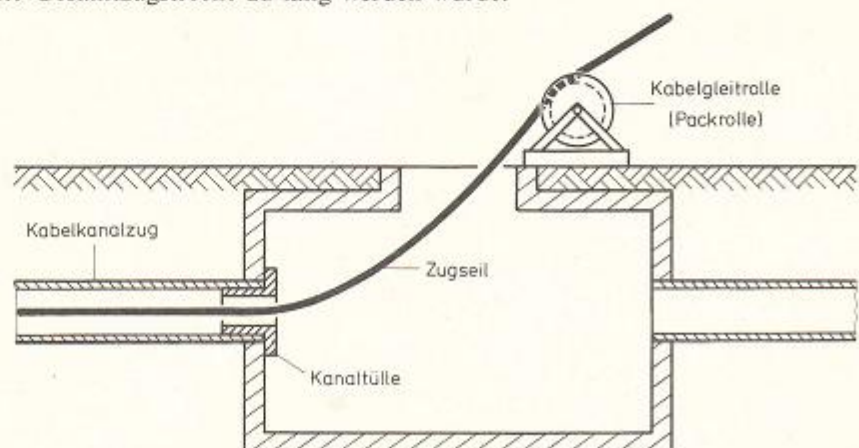
Besteht die Gefahr, daß **Kabel oder Lötuffen**, die sich bereits im Kabelschacht oder im Abzweigkasten befinden, bei den Ein- oder Auszieharbeiten **beschädigt** werden, sind sie **entweder** mit Brettern oder anderen geeigneten Schutzmitteln **abzudecken oder vorsichtig umzulegen**. Beim Umlegen der Kabel ist der höchstzulässige Biegeradius zu beachten.

Ebenfalls wegen der **höchstzulässigen Biegeradien** sind die **Einführungsöffnungen der Kabelkanalzüge** für die einzuziehenden Kabel **besondere Gefahrenstellen** (auch Gefahr der Kabelknickung). Um zu vermeiden, daß die Kabel an diesen Stellen beschädigt werden, werden **Kabelschleifbögen** in die Einführungsöffnungen eingesetzt (vgl. Bild 122).

Die **Kabelkraftwinde** ist so **am Endschacht aufzustellen**, daß das Kabel beim Herausziehen aus dem Kabelkanalzug **nicht unzulässig stark gebogen** und infolgedessen **beschädigt** wird. Daher sind für eine ordnungsgemäße Führung der Kabel **Kabelgleitrollen** (Packrollen) oder **Gleitrollenbögen** (ähnlich der im Bild 81, Seite 92, gezeigten verstellbaren Rollenführung für Bögen) einzubauen. In den Kabelkanalzug wird eine **Kabelkanaltülle** eingesetzt; sie vermeidet einerseits, daß der Kabelmantel von der Austrittsöffnung des Kabelkanalzugs beschädigt wird, schützt andererseits den Kabelkanalzug davor, daß er vom Zugseil eingeschnitten wird.

Um ein Beschädigen des Kabels beim Heraustreten aus dem Kabelkanalzug zu vermeiden, ist es bei **Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalformsteinen** u. U. vorteilhaft, wenn die **Kabelwinde erst an dem Schacht aufgestellt wird, der dem Endschacht folgt**. Dadurch ist sichergestellt, daß das **Kabel ohne Biegung** in den Endschacht einlaufen kann. Diese Maßnahme ist bei **Kabelkanalanlagen aus Kabelkanalrohren** im allgemeinen **nicht durchführbar**, weil sonst die Gesamtzugstrecke zu lang werden würde.

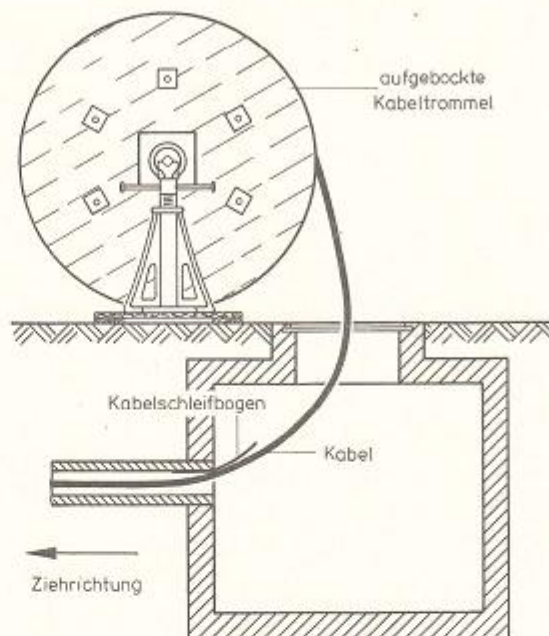
Bild 121
Schutz des Zugseils und des Kabels
im Endschacht



Verlaufen die **Kabelkanalanlagen** nicht eben, sondern **geneigt**, ist die **Kabelkraftwinde** am **tiefer gelegenen Kabelschacht** aufzustellen; dadurch werden **Zugkräfte** eingespart.

Bei **gekrümmter Kabelkanalführung** bei Kabelkanälen aus Kabelkanalrohren ist die **Kabelkraftwinde** am **Ende der Teilstrecke** aufzustellen, deren **geradlinige Führung** länger ist.

Bild 122
Aufstellen der Kabeltrommel und
Einführen des Kabels in den
Kabelkanalzug



Die **Kabeltrommel** ist nach Bild 122 am **Anfangsschacht** so **aufzubocken** oder der **Kabeltransportanhänger** mit aufgebockter Kabeltrommel so **aufzustellen**, daß sie **auf der Seite des Kabelschachts** stehen, die **in Ziehrichtung des Kabels** liegt. Dadurch wird das Kabel ohne Knickung in einem leichten Bogen in den Kabelkanalzug eingeführt. In die **Eintrittsöffnung** des Kabelkanalzugs ist ein **Kabelschleifbogen** einzusetzen.

Werden **Kabel mit Richtungselementen** (Fk, TFFk) eingezogen, sind die **einzelnen Kabellängen** so **einzuziehen**, daß ein mit einem »E« gekennzeichnetes Kabelende **an** einem mit einem »A« gekennzeichneten Kabelende **anschließt**.

7. 3. Einziehen von Röhrenkabeln

Sollen **Fernmeldekabel** eingezogen werden, deren **äußerer Durchmesser 75 mm oder kleiner** ist, wird im allgemeinen ein **Ziehstrumpf** (vgl. Bild 83, Seite 94) verwendet. Der Ziehstrumpf wird so weit **über das Kabelende geschoben**, daß zwischen der Spitze des Ziehstrumpfs und dem Kabelanfang 10 cm frei bleiben. Dann wird der **Ziehstrumpf auf dem Kabelende festgeklopft**, indem er mit einem Holzhammer leicht beklopft wird; dadurch wird eine **feste Verbindung** zwischen dem **Kabelmantel** und dem **Ziehstrumpf** hergestellt. Das **Ziehstrumpfende** wird am Kabel mit einem **Bindedrahtwickel** oder einem **Klebebandwickel** festgelegt. Werden **Fernmeldekabel** in **Kabelkanalrohre** aus Hart-PVC eingezogen, muß der **Ziehstrumpf** über seine ganze Länge mit **Klebeband** umwickelt werden.

Dickere Röhrenkabel — im allgemeinen Kabel, deren Seelendurchmesser größer als 50 mm ist — werden bereits im Herstellerwerk mit einer **Ziehöse aus Stahl** versehen; ein Ziehstrumpf wird also bei diesen Kabeln nicht benötigt*).

Bei **drahtbewehrten Röhrenkabeln** wird eine **Ziehschleife** aus den Enden der Bewehrungsdrähte gefertigt.

Fernmeldekabel, deren **Außendurchmesser 89 mm und größer** ist, dürfen **nicht** in Kabelkanalzügen mit einer **lichten Weite von 100 mm** eingezogen werden.

Alle Röhrenkabel, deren Seelendurchmesser größer als 15 mm ist, sind mit **Druckluft** gefüllt. Diese Kabellängen sind am Kabelende mit einer **Verschlußkappe** ausgestattet, die ein **Druckluftventil** trägt. **Vor dem Einziehen** ist bei diesen Kabellängen die **Manteldichtigkeit** mittels einer **Druckluftprüfung** festzustellen; der **Mindestdruck** beträgt **0,3 atü**.

Die Röhrenkabel dürfen nur eingezogen werden, wenn gewisse **Temperaturbedingungen** herrschen; die Außentemperatur muß in folgenden Grenzen liegen:

Kabel der Form

PM, PMz, PWE2Y, A-2Y(K)2Y	—20°C ... +50°C,
PWY, PLY (nur noch Lagerbestände oder ausgebaute Kabellängen)	— 5°C ... +50°C,
PMb	0°C ... +40°C.

Die vorgenannten Temperaturbedingungen gelten als erfüllt, wenn die Kabellänge mindestens zwölf Stunden unmittelbar vor dem Einziehen, Ausziehen oder Umtrommeln einer Temperatur innerhalb des zulässigen Bereichs ausgesetzt war.

Wird das **Fernmeldekabel** während des Einziehens **gebogen**, z. B. Richtungsänderung in einem Kabelschacht, müssen Kabelgleitrollen, Kabelschleifbögen oder Gleitrollenbögen so eingebaut werden, daß der jeweils zulässige **Biegeradius nicht unterschritten** wird. Dabei müssen **mindestens** folgende Biegeradien eingehalten (nicht unterschritten) werden:

20facher Kabelaußendurchmesser

- für Kabel mit Kx-Paaren (aber mindestens 1 m) und
- für Kabel mit glattem Aluminiummantel,

10facher Kabelaußendurchmesser

- für Kabel mit Bleimantel und
- für Kabel mit PE-Mantel,

7,5facher Kabelaußendurchmesser

- für Kabel mit gewelltem Aluminiummantel und
- für Kabel mit Stahlwellmantel.

Um die **Einziehkräfte möglichst klein** zu halten, kann die **Reibung**, die zwischen Kabel und Kabelkanalzug auftritt, **verringert** werden, indem das Kabel mit **Kabelgleitfett** eingestrichen wird. Das Kabelgleitfett kann entweder von Hand unter Verwendung von Putzwolle aufgetragen werden oder es wird ein **Kabelfettbeutel** (Bild 117) verwendet.

Bleimantelkabel sind **besonders an ihrer Unterseite** reichlich mit Kabelgleitfett einzureiben.

Beim Einziehen von Kabeln in **Kabelkanalrohre aus Hart-PVC** oder beim Einziehen von **Kabeln mit PE-Mantel** wird im allgemeinen **kein Kabelgleitfett** benutzt. In diesen Fällen ist nur dann Kabelgleitfett anzuwenden, wenn bei größeren Einziehlängen mit großen Zugkräften zu rechnen ist. Zur Zeit wird für besonders lange Einziehstrecken aus KKR ein sogenannter **«Fettmolch»** erprobt, der das Kabelgleitfett gleichmäßig auf die ganze Länge eines Kabelkanalzugs verteilen und an den Innenwänden verstreichen soll.

Bevor die **Kabelkraftwinde** eingekoppelt wird, muß zunächst die jeweils **höchstzulässige Zugbelastung an der Auslösevorrichtung** der Kabelkraftwinde **eingestellt** werden. Diese höchstzulässige Zugbelastung ist vom jeweiligen Kabeltyp abhängig und kann Tabellen entnommen werden. Wird während des Einziehens die eingestellte höchstzulässige Zugbelastung überschritten, löst die Getriebekupplung der Kabelkraftwinde selbsttätig aus.

Zunächst wird mit einer **kleinen Einziehgeschwindigkeit** (3 ... 5 m/min) begonnen. Wenn keine Gefahr besteht, daß die höchstzulässige Zugbelastung überschritten wird, kann die Einziehgeschwindigkeit **stufenweise erhöht** werden. Dabei ist der **Diagrammschreiber** ständig zu kontrollieren. Ebenfalls ist zu beobachten, ob das Kabel und das Zugseil richtig über die **Kabelgleitgeräte** laufen.

Die **Kabeltrommel** wird **entsprechend der Einziehgeschwindigkeit** so **abgerollt**, daß das Kabel in **leichtem Bogen** in den Kabelschacht und über den Kabelschleifbogen in den Kabelkanalzug einläuft.

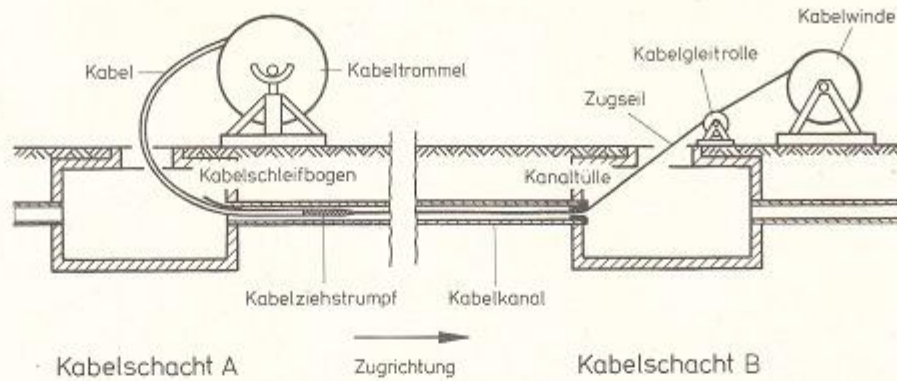


Bild 123 Einziehen einer Kabellänge in einen Kabelkanalzug zwischen zwei Kabelschächten

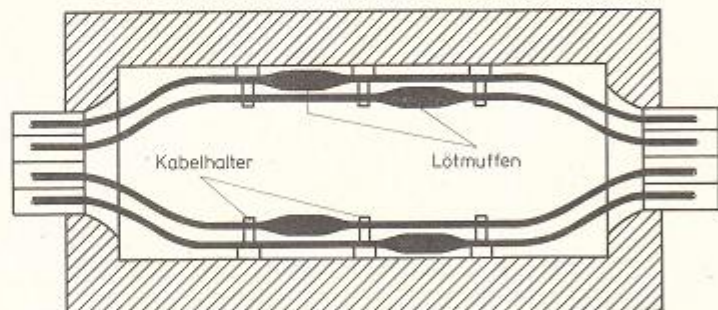
Treten **Schwierigkeiten** auf, ist das **Einziehen sofort zu stoppen**. Dazu erfolgt die Verständigung zwischen den einzelnen Posten an den Kabelschächten entweder durch Handzeichen, mittels akustischer Signale oder mit einem Sprechfunkgerät.

Das Bild 123 zeigt den grundsätzlichen Aufbau aller Geräte beim Einziehen einer Kabellänge.

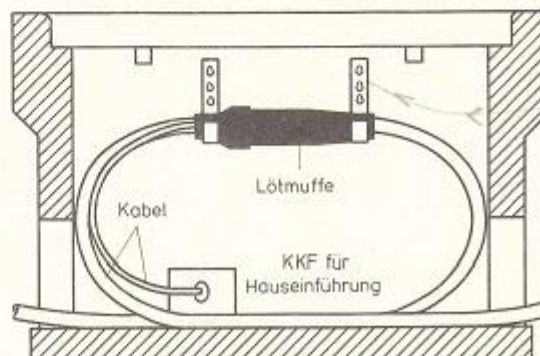
Ist der **Einziehvorgang beendet**, muß bei Kabeln mit Druckluftfüllung **nochmals die Manteldichtigkeit geprüft** werden, indem der Luftdruck gemessen wird.

7. 4. Lagern der Kabel und der Lötuffen in den Kabelschächten oder Abzweigkästen

Ist das Kabel im Endschacht eingelaufen, muß noch so viel **Vorrat nachgezogen** werden, daß die Spleißstellen und Lötuffen bequem hergestellt sowie die Kabel und Lötuffen gut in den Kabelhaltern an den Schachtwänden gelagert werden können.

Bild 124
Lagern der Kabel
und Lötuffen
in Kabelschächten

In den Bildern 124 und 125 wird gezeigt, wie die **Kabel und Lötuffen** in Kabelschächten und Abzweigkästen **richtig gelagert** werden. Dabei soll im Kabelschacht je Muffenfeld nur eine Lötuffe gelagert werden; es dürfen also nicht zwei Lötuffen nebeneinander liegen. Auch beim Lagern der Kabel sind die Biegeradien zu beachten.

Bild 125
Verzweigungskabel mit Spleißstelle
in einem Abzweigkasten

*Kabelhalter =
Bache*

Sogleich nachdem die **Einzieharbeiten beendet** sind, sind die **Kabelkanalzüge** der Kabelkanalformsteine und die Kabelkanalrohre gemäß Abschnitt 6. 4. 3 mit Abdichtschalen (Bild 108, Seite 124) **gasdicht zu verschließen**.

7. 5. Ausziehen von Röhrenkabeln

Sollen Röhrenkabel aus Kabelkanalanlagen ausgezogen werden, sind zunächst die **Lötmuffen** zu **öffnen** und die **Spleißstellen** zu **entfernen**. Bei noch **brauchbaren Kabellängen** müssen dann die **Kabelenden luftdicht und wasserdicht verschlossen** werden. Dazu sind die Enden der Kabel mit **Metallmantel blank zu machen**, zu **verzinnen** und mit **Bleikappen dichtzulöten**. Kabel mit **PE-Mantel** werden mit **Kunststoffkappen** verschlossen, die mit dem Mantel **luftdicht verschweißt** werden.

Bei **Kabeln mit Stahlwellmantel** muß das **zugbelastete Kabelende** vor dem Ausziehen **besonders vorbereitet** werden. Die **Leiterenden** werden z. B. mittels eines Gießharzstopfens **festgelegt**, bevor das Kabelende mit einer Bleikappe oder mit einer Stahlkappe mit Ziehöse verschlossen wird.

Die Kabel werden sinngemäß nach dem im Abschnitt 7. 3 (Einziehen von Röhrenkabeln) beschriebenen Verfahren ausgezogen. **Sogleich** nach dem Ausziehen werden die Kabellängen **aufgetrommelt**. Dabei sind die **Kabelenden auf der Trommel** so anzuordnen, daß sie später für elektrische Prüfungen oder für Druckluftmessungen **zugänglich** sind.

Unbrauchbare Kabel werden in Stücke geschnitten, die sich leicht transportieren lassen, und dem **Altmaterial** zugeführt.

7. 6. Fragen zu Abschnitt 7 (Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln)

1. Welche Kabelformen können in Kabelkanäle eingezogen werden? *Röhrenkabel, Bewehrterohrenkabel*
2. Mit welchem Fernmeldebaugerät werden die Kanalzugdrähte ausgezogen und die Windenzugseile eingezogen? *Kabelkraftwinde*
3. Welche Zugkraft haben die üblichen Kabelkraftwinden? *500-3000 kp*
4. Zähle die Hilfsgeräte auf, die zum Einziehen von Röhrenkabeln benötigt werden!
5. Welche Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten, wenn ein Kabelschacht geöffnet wird?
6. Welches Fernmeldebaugerät wird benutzt, um die Kabelkanalzüge zu reinigen?
7. Welche Reinigungsgeräte dürfen für das Reinigen von Kabelkanalrohren aus Hart-PVC auf keinen Fall benutzt werden? *Röhrenföde Reinigungsgeräte aus Metall*
8. Wie sind die Kabel und Lötuffen zu behandeln, die sich bereits im Kabelschacht befinden?
9. Zu welchem Zweck werden Kabelschleifbögen in die Einführungsöffnungen der Kabelkanalzüge eingesetzt?
10. Welches Fernmeldebaugerät wird benötigt, damit das Kabel nicht unzulässig stark gebogen oder von der Austrittsöffnung des Kabelkanalzugs beschädigt wird?
11. Wie ist die Kabelkraftwinde am Endschaft aufzustellen?
12. Durch welche Maßnahme kann erreicht werden, daß das Kabel ohne Biegung in den Endschaft einlaufen kann?
13. An welchem Kabelschacht ist die Kabelkraftwinde aufzustellen, wenn der Kabelkanalzug nicht eben, sondern geneigt verläuft?
14. Wo ist die Kabelkraftwinde aufzustellen, wenn ein Kabelkanal aus Kabelkanalrohren gekrümmt verläuft?
15. Erläutere, wie die Kabeltrommel aufzubocken ist, und begründe diese Maßnahme!
16. Worauf ist zu achten, wenn Kabel mit Richtungselementen in eine Kabelkanalanlage eingezogen werden?
17. Welche Aufgabe hat ein Ziehstrumpf?
18. Erläutere, wie der Ziehstrumpf auf das Kabelende aufgebracht wird!
19. Welche Kabel sind grundsätzlich mit einer Ziehöse aus Stahl ausgestattet?
20. Welche Fernmeldekabel dürfen nicht in Kabelkanalzüge mit einer lichten Weite von 100 mm eingezogen werden?
21. Wie ist mit Kabeln, die mit Druckluft gefüllt sind, vor und nach dem Einziehen zu verfahren?
22. Welche Temperaturbedingungen müssen erfüllt werden, wenn Kabel der Form PM, PMz, PWE2Y, A-2Y(K)2Y eingezogen werden sollen?
23. Dürfen Kabel der Form PMb bei Temperaturen unter 0°C eingezogen werden?
24. Welcher Biegeradius darf nicht unterschritten werden, wenn Kabel mit Bleimantel oder mit PE-Mantel eingezogen werden?
25. Welcher Biegeradius ist zu beachten bei Kabeln mit gewelltem Aluminiummantel oder mit Stahlwellenmantel?
26. Durch welche Maßnahme kann erreicht werden, daß die Einziehkräfte möglichst klein sind?
27. Was ist während des eigentlichen Einziehvorgangs zu beachten und zu beobachten?
28. Mit welcher Einziehgeschwindigkeit wird begonnen, und wovon ist die endgültige Einziehgeschwindigkeit abhängig?
29. Wie muß das Kabel während des Einziehvorgangs von der Kabeltrommel ablaufen und in den Kabelkanalzug einlaufen?

30. Wozu wird in den Endschächten ein gewisser Kabelvorrat benötigt?
31. Skizziere, wie die Kabel und Lötuffen in den Kabelschächten richtig gelagert werden!
32. Nur wie viele Lötuffen dürfen im Kabelschacht je Muffenfeld gelagert werden?
33. Wie sind die Kabelkanalzüge zu behandeln, wenn die Einzieharbeiten beendet sind?
34. Beschreibe, wie belegte Kabelkanalzüge mit Abdichtschalen aus PPH abgedichtet werden!
35. Wie werden Kabelkanalzüge abgedichtet, die mit Kabeln belegt sind, deren Außendurchmesser größer als 70 mm ist?
36. Welche Arbeiten sind zunächst auszuführen, wenn Röhrenkabel aus Kabelkanalanlagen ausgezogen werden sollen?
37. Wie sind die Kabelenden noch brauchbarer Kabel zu behandeln, bevor diese ausgezogen werden?
38. Wie ist das zugbelastete Kabelende eines Kabels mit Stahlwellmantel zu behandeln, bevor dieses ausgezogen werden kann?
39. Wie sind die Kabelenden auf der Trommel anzuordnen, wenn ein noch brauchbares ausgezogenes Kabel aufgetrommelt wird?
40. Was geschieht mit unbrauchbaren Kabeln, nachdem diese aus der Kabelkanalanlage ausgezogen worden sind?
41. Zähle die Maßnahmen auf, die beachtet werden müssen, um beim Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln Unfälle zu verhüten!

8. Sprechstellenzuführungen

Die **Teilnehmereinrichtungen** werden von den **Endschaltpunkten** des **Anschlußkabelnetzes** (Ask-Netzes) durch **Leitungen** versorgt, die **oberirdisch** oder **unterirdisch** geführt sein können. Endschaltpunkte sind die **EVza** und die **EVzi**, bei höherpaarigen Leitungszuführungen (mehr als 10 DA) die **Verteilerkästen** mit ihren Anschlußleisten. Der Abschluß der Endverzweiger ist in den Abschnitten 4.3.3.1 und 4.3.3.2 (Seiten 73...75) ausführlich behandelt worden.

Bei **oberirdischer Leitungszuführung** endet das Ask-Netz am **Sicherungskästchen**¹⁾ oder bei mehrpaariger Zuführung an den **Verbindungs- und Verteilungsdosen** für Außenbau **VVDa** oder für Innenbau **VVDi**²⁾.

Die von den Endeinrichtungen des Ask-Netzes zu den Teilnehmereinrichtungen führenden Leitungen gehören ebenfalls zu den Teilnehmereinrichtungen.

Im allgemeinen werden die **Endverzweigerbereiche** nach folgenden Gesichtspunkten **ausgebaut**:

- ① Sind **kleinere Gebäude**, z. B. Einfamilienhäuser, zu versorgen, werden **EVza** an die Außenwand der Gebäude montiert. Sind **mehrere kleine Gebäude** von einem **Endschaltpunkt** aus zu versorgen, empfiehlt sich eine **sternförmige Versorgung**. Dazu wird entweder an einem Mast ein **Überführungsendverschluß** **ÜEVs** oder an einer Gebäudewand ein **EVza** **zentral** angebracht. Von diesem zentral gelegenen Endschaltpunkt können die **umliegenden Gebäude** **oberirdisch** mit **Blankdrähten** oder — besser — mit **Installationskabeln** der Form **I-2Y(Z)Y**³⁾ versorgt werden.

Selbstverständlich ist es auch möglich, die umliegenden Gebäude **unterirdisch** zu versorgen. Zu diesem Zweck wird eine **Endverzweiger-Säule** aus Beton aufgestellt, in die ein **EVza** eingebaut werden kann. Diese **EVz-Säule** soll nach Möglichkeit an einer **Grundstücksgrenze** (Hecke, Zaun o. ä.) **aufgestellt** werden. Von hier aus werden die Leitungen (Erdkabel oder Installationskabel der Form **I-2Y(Z)Y**) **unterirdisch** in etwa 0,5 m Tiefe zu den einzelnen Gebäuden geführt. Diese unterirdischen Leitungen werden mit **Kabelschutzhauben** abgedeckt und so mechanisch geschützt.

- ② **Größere Gebäude mit mehr als vier Wohneinheiten werden zweckmäßig mit einem EVzi versorgt, der im Keller des Gebäudes eingebaut wird.**

Bei **höherpaarigen Leitungszuführungen** (mehr als 10 DA) werden **Verteilerkästen mit Anschlußleisten**⁴⁾ eingesetzt.

Von den Verteilerkästen und vom **EVzi** aus werden die einzelnen Sprechstellenzuführungen über eine **Rohrnetzanlage**⁵⁾ verteilt. Der Einbau dieser Rohrnetzanlage ist Sache des Hauseigentümers. Ist eine Rohrnetzanlage nicht vorhanden, werden die Leitungen auf Putz geführt.

Das für den Bau der Sprechstellenzuführungen erforderliche **Fernmeldebauzeug** und **Fernmeldebaugerät** ist ausführlich im Abschnitt 1, die **Einführung** und der **Abschluß der Außenleitungen** im Abschnitt 2 des Lehrstoffs »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen« beschrieben worden.

8.1. Oberirdische Sprechstellenzuführungen

Es gibt **verschiedene Möglichkeiten**, eine oberirdische Sprechstellenzuführung auszuführen. Die unterschiedlichen Bauweisen sind im Abschnitt 5 des Lehrstoffs »Oberirdischer Fernmeldebau« sowie im Abschnitt 2 des Lehrstoffs »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen« dargestellt worden.

8.2. Unterirdische Sprechstelleneinführungen

Bei den unterirdischen Einführungen können die Leitungen entweder als **Erd- oder Röhrenkabel** **unterirdisch** in das Gebäude **eingeführt** oder an einem **EVza**, der an der Gebäudeaußenwand angebracht ist, **abgeschlossen** werden.

¹⁾ Vgl. Lehrstoff »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen«, dort Abschnitt 3.3.

²⁾ Vgl. Lehrstoff »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen«, dort Abschnitt 1.2.

³⁾ Vgl. Lehrstoff »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen«, dort Abschnitt 1.1.

⁴⁾ Vgl. Lehrstoff »Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen«, dort Abschnitt 2.1.

Befindet sich ein EVza an der **Gebäudeaußenwand**, muß das **Kabel zum EVza aufgeführt** werden. Dazu wird das Kabel selbst mit **Halbschellen und Stahlnadeln** oder mit **Preßstoffschellen und Dübeln**¹⁾ befestigt. Diese Kabelaufführung ist mit **Kabelschutzeisen** gegen mechanische Beschädigung zu schützen.

Ist das Kabel im EVza abgeschlossen worden, wird für die **weitere Leitungsführung Installationskabel der Form I-YY**²⁾ verwendet. Jeder **Mauerdurchbruch** in der Gebäudeaußenwand ist — ähnlich dem Bild 55 im Lehrstoff «Oberirdischer Fernmeldebau», Seite OF 49 — mit einer Muffentülle abzuschließen. Die **außenliegende Öffnung** und die **innenliegende Öffnung** sind mit Dichtungskitt **abdichten** (vgl. auch Bild 126). Der **Mauerdurchbruch** soll so ausgeführt werden, daß er **leicht von außen nach innen ansteigt**.

Wird das **Kabel unterirdisch** in das **Gebäudeinnere** eingeführt, um im Keller, Flur oder Treppenhaus an einem **EVzi** angeschlossen zu werden, sind in die **Mauerdurchbrüche Schutzrohre aus Stahl oder aus Hart-PVC** einzubetonieren. Die **Durchbrüche** sind dabei **nicht zu tief** zu setzen, sie sollen **oberhalb des Grundwasserspiegels**

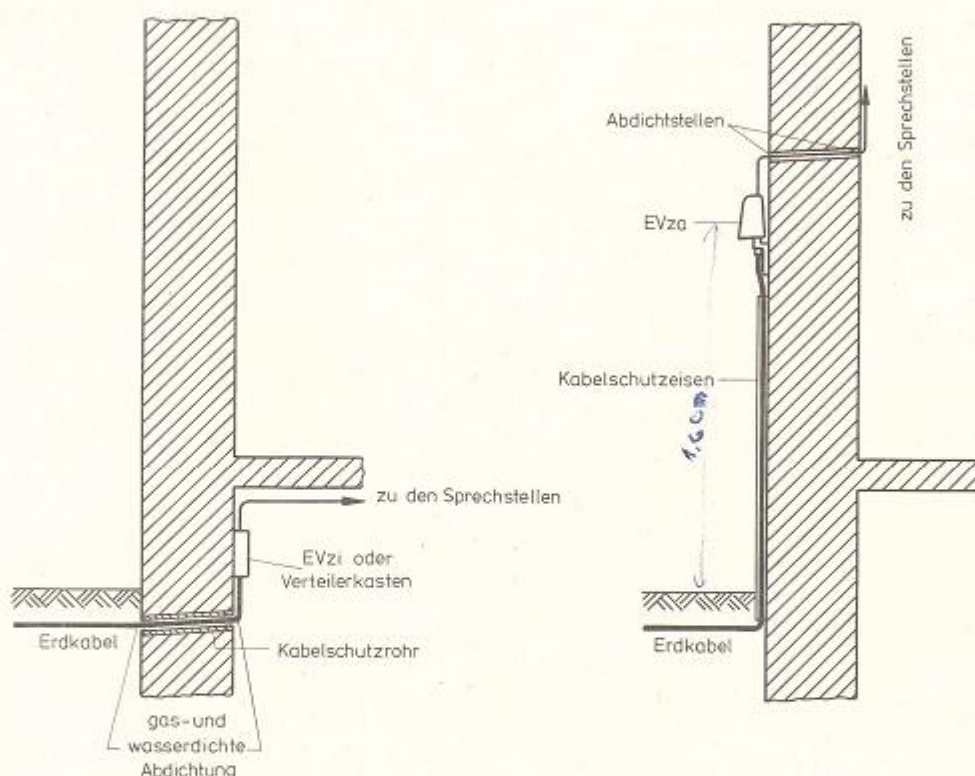


Bild 126 Einführen von unterirdischen Anschlußleitungen in Gebäude

liegen. Das **außenliegende** und das **innenliegende** Ende des Schutzrohrs soll **bündig mit dem Mauerwerk abschließen**. Beide Öffnungen dürfen **keine scharfen Kanten** haben. Die einzuführenden **Erdkabel, Kabelkanalrohre** oder **Kabelkanalzüge** sollen **zum Durchbruch hin etwas ansteigen**.

Die **Kabeldurchführung** ist einwandfrei **gasdicht und wasserdicht** abzudichten (vgl. Abschnitt 6. 4.)*

Hinter dem Endschaltpunkt (EVzi oder Verteilerkasten) werden die **Sprechstellenzuführungen** entweder **auf Putz** (Installationskabel der Form I-YY³⁾) oder **unter Putz** (Installationsdraht = Y-Draht⁴⁾) geführt.

Die **Endverzweiger EVzi oder EVza** sollen **einheitlich in einer Höhe von etwa 1,60 m** angebracht werden.

¹⁾ Vgl. Lehrstoff «Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen», dort Abschnitt 1. 3.

²⁾ Vgl. Lehrstoff «Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen», dort Abschnitt 1. 1.

³⁾ Vgl. Lehrstoff «Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen», dort Abschnitt 2. 2.

⁴⁾ Vgl. Lehrstoff «Schaltung und Betriebsweise von Teilnehmereinrichtungen», dort Abschnitt 2. 1.

8.3. Fragen zu Abschnitt 8 (Sprechstellenzuführungen)

1. Wie können die Leitungen geführt sein, mit denen die Teilnehmereinrichtungen von den Endschalt-
punkten des Anschlußkabelnetzes versorgt werden? *unterirdisch u. oberirdisch*
2. Welche Endschaltunkte werden im allgemeinen eingesetzt? *~~EVzi~~ EVza u. EVdi; EVzi, EVzi*
3. Welche Endschaltunkte werden bei höherpaarigen Leitungszuführungen verwendet?
4. Woran endet die oberirdische Leitungszuführung, wenn ein Einfamilienhaus an das Ask-Netz ange-
schlossen wird?
5. Woran enden die oberirdischen Leitungszuführungen, wenn in einem Haus mehrere Fernsprech-
anschlüsse bestehen?
6. Beschreibe, wie mehrere kleine Gebäude von einem gemeinsamen Endschaltpunkt aus versorgt werden
können!
7. In welchen Fällen kann eine Endverzweiger-Säule aus Beton aufgestellt werden?
8. An welcher Stelle ist eine Endverzweiger-Säule zweckmäßig aufzustellen?
9. Über welche Endschaltunkte werden die Fernsprecheinrichtungen in größeren Gebäuden an das
Ask-Netz angeschlossen?
10. Welche Vorteile bietet eine Rohrnetzanlage?
11. Skizziere den Mauerdurchbruch einer Hauseinführung bei einer Sprechstellenzuführung mit Blankdraht!
12. Womit und wie werden die Blankdrahtleitungen an der Außenwand eines Hauses abgespannt?
13. Wie können Installationskabel der Form I-2Y(Z)Y verlegt werden? *Hauseinführung u. unterirdisch*
14. Welche Vorteile bietet eine oberirdische Sprechstellenzuführung, die vom Abgangsmast aus mit Instal-
lationskabel der Form I-2Y(Z)Y geführt wird?
15. Womit wird das Installationskabel der Form I-2Y(Z)Y am Mast und am Haus abgespannt?
16. Worin werden mehrpaarige Installationskabel aufgeteilt?
17. Wie können unterirdische Sprechstellenzuführungen ausgeführt werden?
18. Welche Kabelform wird für die weitere Leitungsführung benutzt, wenn das Anschlußkabel in einem
EVza abgeschlossen wird?
19. Wie ist der Mauerdurchbruch auszuführen, wenn ein Kabel unterirdisch in das Gebäudeinnere ein-
geführt wird?
20. In welcher Höhe sollen EVzi oder EVza einheitlich angebracht werden?

9. Aufbau eines Ortskabelnetzes

Mit diesem Abschnitt soll der Abschnitt 1 »Grundsätzlicher Aufbau des Fernmeldenetzes« ergänzt werden. Hier sollen die wichtigsten **Leistungsarten eines Ortskabelnetzes** dargestellt werden, welches grundsätzlich aus dem **Ortsanschlußleistungsnetz** und aus dem **Ortsverbindungsleistungsnetz** besteht. Neben diesen Fernmeldeleitungen zählen zum Ortskabelnetz auch die Verzweiger- und Endeinrichtungen, die bereits im Abschnitt 4 beschrieben worden sind.

9.1. Ortsanschlußleistungsnetz

Jeder **Anschlußbereich** innerhalb eines Ortsnetzes oder jedes Ortsnetz hat ein **Anschlußleistungsnetz**, das an der **senkrechten Seite des Hauptverteilers HVt** in der Vermittlungsstelle **beginnt** und **bis zu den Endschaltpunkten** (z. B. EVz) führt. Das Anschlußleistungsnetz wird aus **Anschlußleitungen** gebildet, die — sofern sie unterirdisch geführt werden — in **Anschlußkabeln** Ask liegen. Anschlußkabel gliedern sich in

Hauptkabel, Verzweigungskabel und Querkabel.

9.1.1. Hauptkabel Hk

Hauptkabel führen

- von der senkrechten Seite eines **Hauptverteilers HVt** zu den **Verzweigereinrichtungen** (den Linienverzweigern LVz oder den Kabelverzweigern KVz) und zu den **Abzweigpunkten AzP** (ein AzP verbindet ein Hauptkabel unmittelbar, d. h. ohne Verzweigereinrichtung, mit einem Verzweigungskabel) sowie
- von einem **Linienverzweiger LVz** zu den **nachgeordneten Kabelverzweigern KVz**.

Die **Hauptkabel** werden **nach** ihren **Ausgangspunkten** (HVt oder LVz) **bezeichnet**. Die Bezeichnung der Verzweiger- und Endeinrichtungen ist der Tabelle 28 zu entnehmen.

Verzweiger- und Endeinrichtung	Bezeichnung ¹⁾
HVt	A
LVz	B, C ... Z
KVz (unmittelbar an einen HVt angeschlossen)	A1, A2, A3 ...
KVz (von einem LVz versorgt)	B1, B2, B3 ... oder C1, C2, C3 ...
EVz (unmittelbar von einem HVt versorgt)	A0.1, A0.2, A0.3 ...
EVz (unmittelbar von einem LVz versorgt)	B0.1, B0.2 ... oder D0.1, D0.2 ...
EVz (von einem KVz versorgt)	A1.1, A1.2 ... oder B3.1, B3.2 ...

Tab. 28 Bezeichnung der Verzweiger- und Endeinrichtungen

Damit sich die **Bezeichnung von Kabeln** von der **Bezeichnung der Verzweiger- und Endeinrichtungen unterscheidet**, erhalten

alle Kabelbezeichnungen einen Schrägstrich innerhalb ihrer Numerierung. Diesem Schrägstrich **folgt immer eine fortlaufende arabische Zahl**.

Maßgebend für die Bezeichnung der **Kabel** ist die **Bezeichnung ihres höherwertigen Schaltpunkts**, wobei die Reihenfolge HVt, LVz, KVz, EVz/KÜf gilt. Im Bild 127 werden Beispiele für die Bezeichnung von Verzweiger- und Endeinrichtungen sowie für die Numerierung von Hauptkabeln nach vorstehenden Regeln gezeigt.

¹⁾ Bei mehreren Anschlußbereichen innerhalb eines Ortsnetzes wird vor die Buchstaben die jeweilige Kennziffer der VSt gesetzt, z. B. »5A«, »5B«, »5C2« usw.

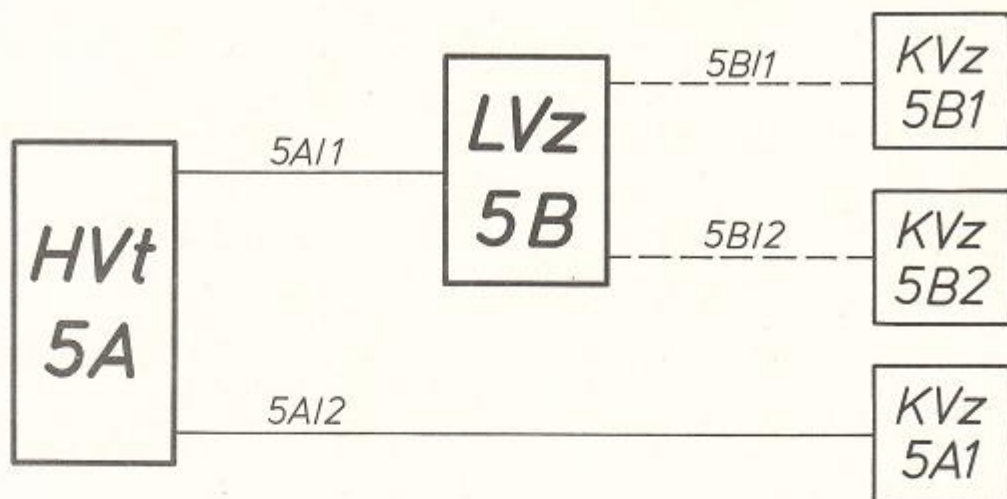


Bild 127 Bezeichnung von Schaltpunkten und Numerierung von Hauptkabeln

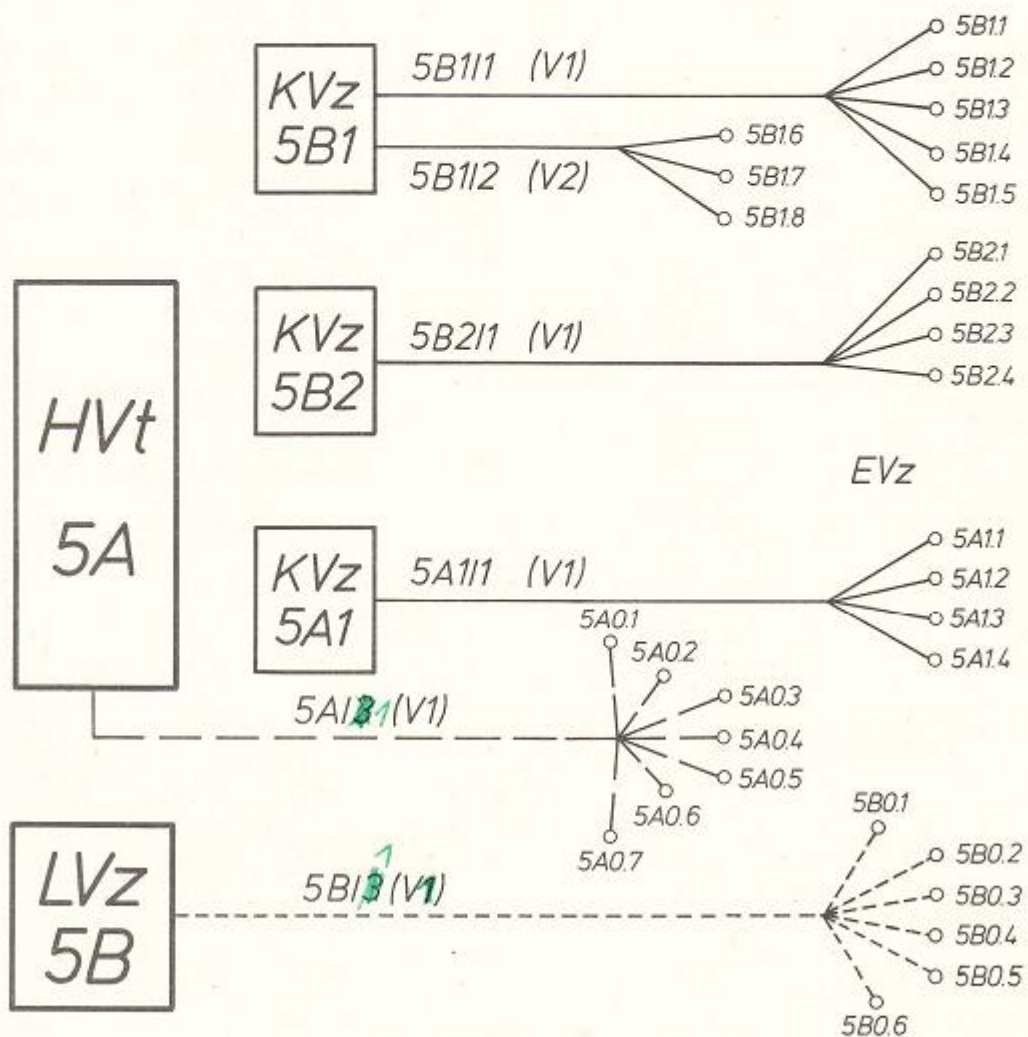


Bild 128 Bezeichnung von Schaltpunkten und Numerierung von Verzweigungskabeln

9.1.2. Verzweigungskabel Vz

Verzweigungskabel führen

- von den **Kabelverzweigern** KVz zu den **Endverzweigern** EVz oder Kabelüberführungen KÜf,
- **im Nahbereich**¹⁾ einer VSt unmittelbar vom **Hauptverteiler** HVt zu den **Endverzweigern** EVz oder Kabelüberführungen KÜf,
- **im Nahbereich**¹⁾ eines LVz unmittelbar vom **Linienverzweiger** LVz zu den **Endverzweigern** EVz oder Kabelüberführungen KÜf sowie
- von einem **Abzweigpunkt** AzP zu den **Endverzweigern** EVz oder Kabelüberführungen KÜf.

Auch diese **Kabelbezeichnungen** tragen innerhalb ihrer Numerierung einen **Schrägstrich**, dem eine arabische Zahl folgt. Auch hier ist der **höherwertige Schalterpunkt** für die **Bezeichnung maßgebend**. Im Bild 128 werden Beispiele für die Bezeichnung von Verzweiger- und Endeinrichtungen sowie für die Numerierung von Verzweigungskabeln nach vorstehenden Regeln gezeigt.

In **Netzplänen**, besonders in Ask-Np, sind kaum Kabelverwechslungen möglich. Die **Verzweigungskabel** dürfen dann in **abgekürzter Schreibweise** mit einem **vorangestellten »V«** fortlaufend nummeriert werden, wobei der sonst bei Kabeln übliche **Schrägstrich entfällt**, z. B. V1, V2, V3. Diese abgekürzte Bezeichnungsform ist im Bild 128 jeweils in Klammern gesetzt angegeben.

9.1.3. Querkabel Qk

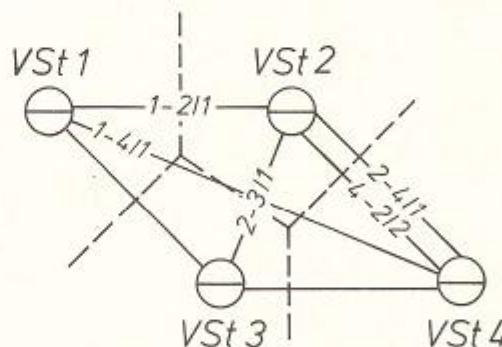
Querkabel verbinden benachbarte Verzweigereinrichtungen (LVz oder KVz) miteinander.

Die Querkabel werden **nach dem höherwertigen Schalterpunkt** oder bei **gleichrangigen Schalterpunkten nach dem in der alphabetischen Reihenfolge oder der Zahlenfolge voranstehenden Schalterpunkt bezeichnet**. Dieser Bezeichnung wird ein **»Q«** (für Querkabel) **nachgesetzt**, ein **Schrägstrich** steht dann wiederum **vor der fortlaufenden arabischen Zahl** (vgl. Bild 130).

9.2. Ortsverbindungsleitungsnetz

Ortsnetze mit mehreren Anschlußbereichen haben stets ein Ortsverbindungsleitungsnetz, kurz **Ortsverbindungsnetz** genannt. Das Ortsverbindungsleitungsnetz **verbindet** die einzelnen **Anschlußbereiche** eines Ortsnetzes miteinander, d. h. die **Hauptverteiler** der einzelnen Vermittlungsstellen²⁾ sind mit **Ortsverbindungsleitungen** OVI, die in **Ortsverbindungskabeln** OVk³⁾ geführt werden, miteinander verbunden (vgl. auch Bild 2).

Bild 129
Numerierung von
Ortsverbindungskabeln



Die **Ortsverbindungskabel** werden **numeriert**, indem die **Kennziffern der** miteinander verbundenen **Vermittlungsstellen durch einen Bindestrich getrennt** aneinandergefügt werden und **nach einem Schrägstrich eine fortlaufende arabische Zahl** als Ordnungsziffer hinzugefügt wird. Die **Reihenfolge der VSt-Kennziffern** soll bei dieser Numerierung der **Auslegerichtung** der Kabel entsprechen, was für die richtige Zählweise der Kabeladern wichtig ist. Das Bild 129 zeigt die Benummerung der Ortsverbindungskabel des bereits im Bild 2 dargestellten Ortsverbindungsnetzes.

¹⁾ Der Nahbereich ist der Umkreis um eine VSt oder um einen LVz mit einem Radius von 100 ... 200 m.

²⁾ Hierbei kann es sich um Gruppen-VSt, Voll-VSt oder Teil-VSt handeln.

³⁾ Näheres über OVk siehe Abschnitt 2.2.2.1 (Seite 23).

Im Ortsverbindungsleitungsnetz werden neben den **Ortsverbindungsleitungen** auch die **Endleitungen für den SWFD** geführt. Außerdem sind in den Ortsverbindungskabeln **noch weitere Leitungen** geschaltet, die **»Sonstige Leitungen«** genannt werden. Zu den sonstigen Leitungen zählen

- **Nebenanschlußleitungen**, die Hauptanschlüsse mit Nebenanschlüssen in verschiedenen Anschlußbereichen verbinden;
- **Querverbindungsleitungen**, die Hauptstellen von Nebenstellenanlagen miteinander verbinden, wenn diese Hauptstellen in unterschiedlichen Anschlußbereichen liegen;
- **Leitungen** zwischen verschiedenen Anschlußbereichen, die für **Privatfernmeldeanlagen** überlassen werden, z. B. Datenleitungen, Sirenenleitungen, Notrufleitungen;
- **Telexanschlußleitungen** oder sonstige **Telegrafenleitungen**;
- **Ortsdienstleitungen** und **Sonderdienstleitungen**.

Nebenanschlußleitungen, Querverbindungsleitungen und Leitungen für Privatfernmeldeanlagen, die über zwei oder mehrere Anschlußbereiche laufen, müssen **nicht grundsätzlich über die Hauptverteiler** der entsprechenden Vermittlungsstellen **geführt** und somit **auch nicht in Ortsverbindungskabeln** geschaltet werden. Oft ist ein **wesentlich kürzerer Leitungsweg möglich**, wenn diese Leitungen unmittelbar in **Querkabeln¹⁾** geschaltet und so **über Verzweigerleinrichtungen benachbarter Anschlußbereiche** geführt werden.

Das Bild 130 zeigt Beispiele für die Numerierung von Ortsverbindungskabeln sowie von Querkabeln¹⁾.

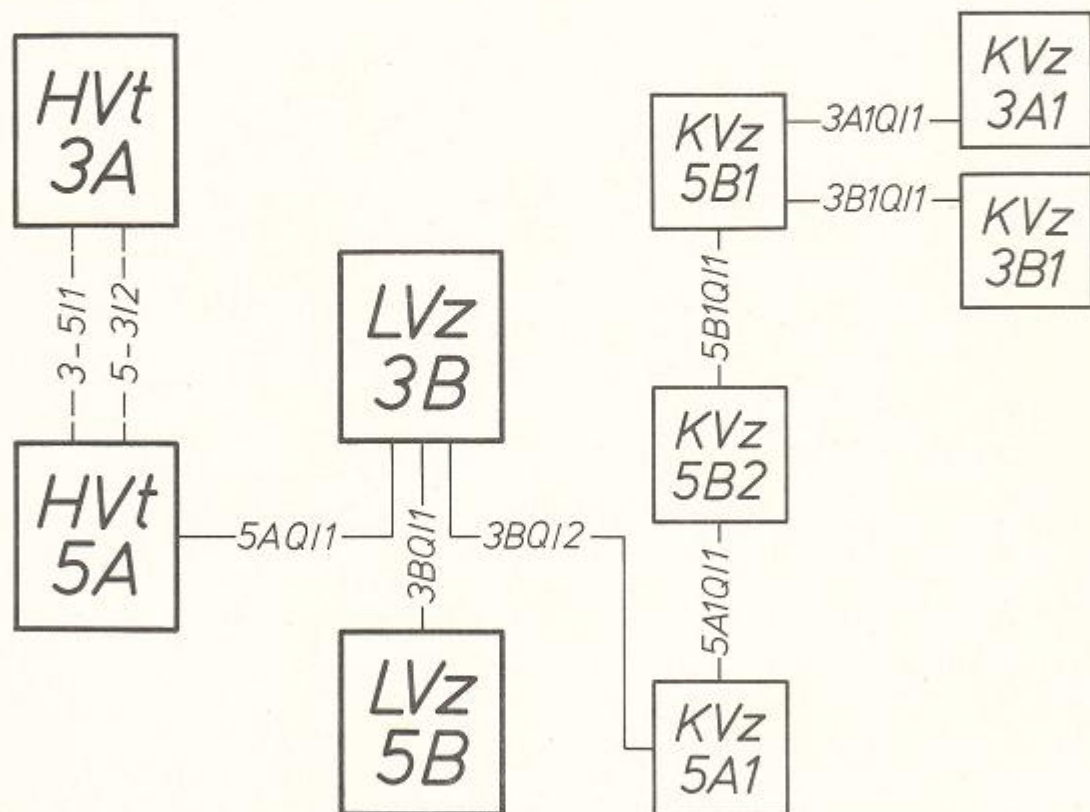


Bild 130 Bezeichnung von Schaltpunkten und Numerierung von Ortsverbindungskabeln (Strichlinie) sowie von Querkabeln (Vollinie)

9.3. Leitungsarten

Mit den **Leitungen**, die innerhalb eines Ortskabelnetzes in **Anschlußkabeln** geführt werden, werden **Verbindungen** für die unterschiedlichsten Teilnehmereinrichtungen hergestellt. Diese Leitungen, die auch **»Stromwege«**

¹⁾ Vgl. Abschnitt 9.1.3.

genannt werden, haben unterschiedliche Funktionen zu übertragen, je nachdem, welche Endeinrichtungen (Sprechstellen als Einzel- oder Gemeinschaftsanschlüsse, Nebenstellenanlagen usw.) an sie angeschlossen sind.

Diese Leitungen werden daher auch unterschiedlich benannt. Aus der Vielfalt der Leitungsarten werden im Bild 131 nur die Benennungen für die Anschlußleitungen für Fernsprechhauptanschlüsse sowie für Fernsprechnebenanschlüsse dargestellt.

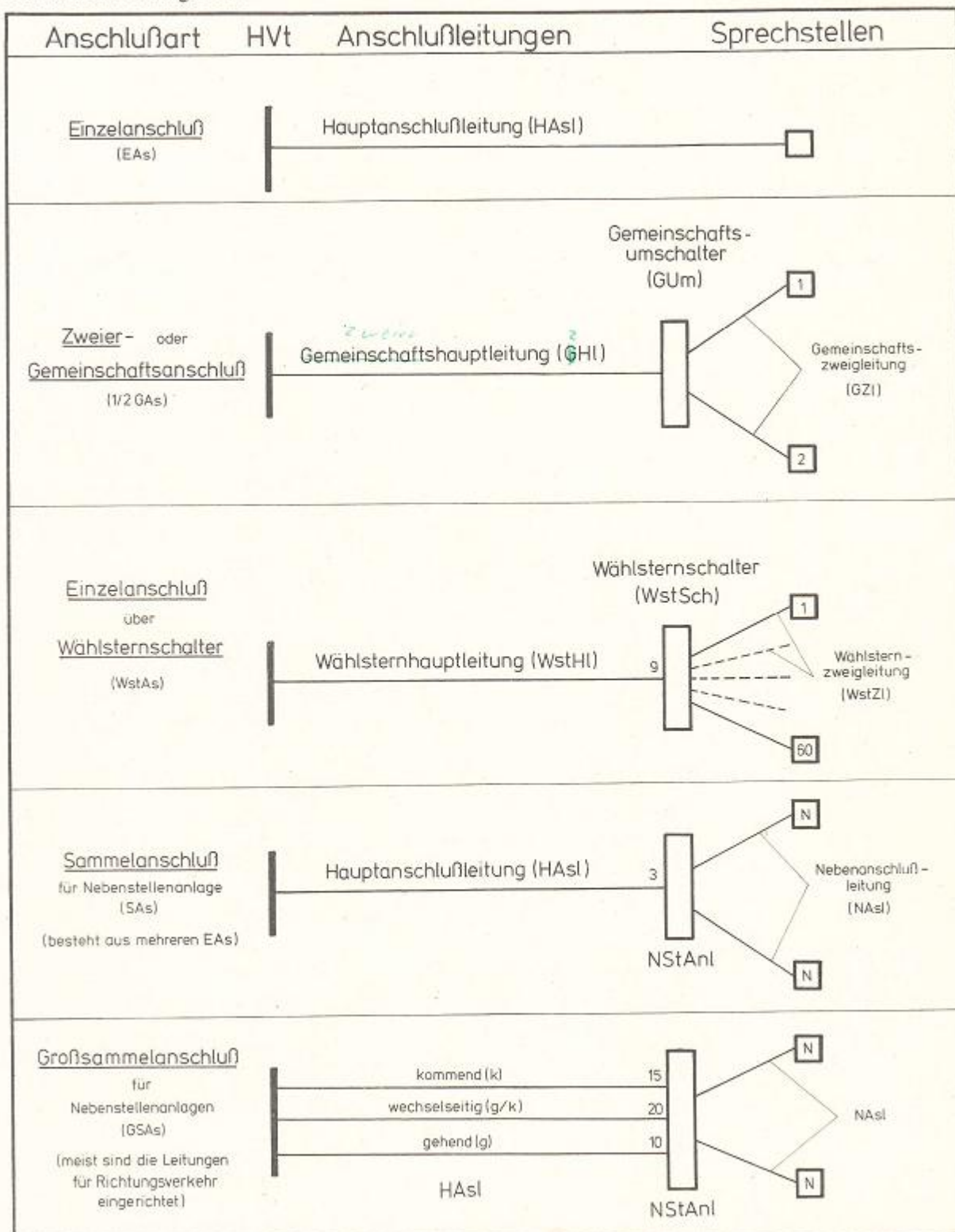


Bild 131 Benennung der Anschlußleitungen für Fernsprechanlüsse

9. 4. Fragen zu Abschnitt 9 (Aufbau eines Ortskabelnetzes)

1. Wie gliedert sich das Ortskabelnetz? *Anschlußkabel u. Hauptkabel des Ortsverbindungskabelnetzes*
2. Erläutere den Begriff »Anschlußbereich«!
3. An welchem Schaltpunkt beginnt das Ortskabelnetz und an welchen Schaltpunkten endet es?
4. Wie werden die Kabel genannt, die
 - a) vom Hauptverteiler zu Kabelverzweigern und zu Abzweigpunkten, *Hauptkabel*
 - b) von einem Linienverzweiger zu Kabelverzweigern und zu Abzweigpunkten, *„*
 - c) von einem Kabelverzweiger zu Endschaltpunkten, *Verzweigungskabel*
 - d) von einem Linienverzweiger zu Endschaltpunkten *„*
 führen?
5. Wie werden Linienverzweiger bezeichnet? *B-2*
6. Wie werden Kabelverzweiger bezeichnet, die
 - a) unmittelbar an einen HVt, *A1, A2, ...*
 - b) an einen LVz *B1, B2, ... oder C1, C2, ... oder D1, D2, ...*
 angeschlossen sind?
7. Wie werden Endverzweiger bezeichnet, die
 - a) unmittelbar von einem HVt, *...*
 - b) unmittelbar von einem LVz,
 - c) von einem KVz
 versorgt werden?
8. Worin unterscheidet sich die Bezeichnung von Kabeln von der Bezeichnung der Verzweiger- und End-einrichtungen?
9. Welcher Schaltpunkt ist für die Bezeichnung von Kabeln maßgebend?
10. Von welchen Verzweigungspunkten können Verzweigungskabel ausgehen?
11. Nach welchen Regeln werden Verzweigungskabel bezeichnet?
12. Welche abgekürzte Schreibweise darf für Verzweigungskabel in Netzplänen gewählt werden?
13. Welche Verzweigereinrichtungen können von Querkabeln miteinander verbunden werden? *LVz zu LVz / KVz zu KVz*
14. Zähle einige Leitungen auf, die neben den Ortsverbindungsleitungen noch im Ortsverbindungsleitungs-netz geführt werden können!
15. Was besagen folgende Bezeichnungen von Verzweigereinrichtungen:
 $7A - 54A7 - 27C12 - 2A0.5 - 14A1.9 - 69C3.4?$
16. Was besagen folgende Kabelbezeichnungen:
 $7A/3 - 45C/4 - 12A3/4 - 18B/4 - 24B3/2 - 14-17/1$
 $24-18/2 - 55AQ/1 - 8A2Q/1 - V2?$
17. Was ist eine »Gemeinschaftshauptleitung«?
18. Was ist eine »Gemeinschaftszweigleitung«?
19. Wie wird eine Leitung genannt, die einen Wählsternschalter mit einem HVt verbindet? *Wählsternhauptleitung*
20. Wie werden die Leitungen genannt, mit denen Hauptanschlüsse an einen Wählsternschalter ange-schlossen sind? *Wählsternzweigleitungen*
21. Wie werden die Leitungen genannt, mit denen Nebenanschlüsse an eine NStAnl angeschlossen sind?
22. Nenne alle Leitungen eines Großsammelanschlusses, und erläutere, welche Einrichtungen von diesen Leitungen verbunden werden!

10. Planunterlagen und Beschaltungsnachweise für unterirdische Fernmeldeanlagen in Ortsnetzen

Planunterlagen sind zeichnerische Darstellungen über Art, Umfang und Verlauf von Kabelanlagen und Kabelkanalanlagen.

Die Planunterlagen geben einen guten Überblick über vorhandene oder geplante (noch herzustellende) unterirdische Fernmeldeanlagen. Diese Pläne sind daher für viele Aufgaben in der Linientechnik unerlässlich; sie werden z. B. benötigt für die Planung, die Auskundung, die Wegesicherung, die Bauvorbereitung und die Bauausführung sowie für statistische Auswertungen.

Diese Planunterlagen können maßstäblich oder nicht maßstabsgerecht sein. Maßstäbliche Planunterlagen werden auch »Planzeug« genannt.

Beschaltungsnachweise sind Behelfe für das Beschalten, das Entstören und für das Planen; auch für eine statistische Erfassung und Auswertung der Ortsnetze sind sie erforderlich. Die Beschaltungsnachweise werden in Beschaltungsunterlagen (Karteien) geführt.

Nach den Bestimmungen der FBO 19 »Ortsnetzpläne und -karteien« sind bei der DBP Planunterlagen und Beschaltungsnachweise aufzustellen und zu führen. Bestehen in einzelnen Ortsnetzen einfache und übersichtliche Verhältnisse, können einzelne Pläne vereinfacht oder weggelassen werden. Andere Planunterlagen als die vorgeschriebenen dürfen jedoch nicht verwendet werden.

Das Personal der Linientechnik muß sich vielfach mit den Planunterlagen und den Beschaltungsnachweisen befassen, z. B. dann, wenn es als Baubeobachter, als Schaltwärter oder als Bautruppführer eingesetzt ist. Es muß diese Unterlagen und Nachweise lesen und auswerten sowie selbständig berichtigen und erweitern können. Dazu müssen die für das Anlegen von Planunterlagen festgelegten Bildzeichen sowie die Anweisungen für das Bezeichnen und Benummern der Anlagen beherrscht werden.

Im folgenden sollen die Planunterlagen und Beschaltungsnachweise erläutert werden. Der darauf folgende Abschnitt 10.3 »Grundbegriffe zum Anfertigen von Planunterlagen« (Seite 158) vermittelt das Rüstzeug für das Lesen und Anfertigen von Planunterlagen.

10.1. Aufbau der Pläne für unterirdische Fernmeldeanlagen

Bei den Planunterlagen, die für unterirdische Fernmeldeanlagen in Ortsnetzen vorgeschrieben sind, werden Pläne in maßstäblicher Darstellung und Pläne in schematischer Darstellung unterschieden.

Maßstäbliche Pläne, auch »Planzeug« genannt, stellen die unterirdischen Fernmeldeanlagen geographisch richtig dar. Dazu werden Karten benutzt, die nach vermessungstechnischen Grundsätzen aufgenommen worden sind, z. B. Topographische Karte, Deutsche Grundkarte, Karten der Vermessungsämter.

Der Maßstab M1:1000 bedeutet z. B., daß 1 cm auf der Karte 10 m in der Natur entsprechen; beim Maßstab M1:25000 entsprechen 4 cm auf der Karte 1 km in der Natur.

Schematische Pläne haben vornehmlich netztechnischen Inhalt, sie beschränken sich auf eine angenäherte geographische Darstellung. Diese Pläne werden auf Blättern der DIN-Reihe A (z. B. DIN A 4, DIN A 3) angelegt.

10.1.1. Maßstäbliche Pläne

Maßstäbliche Pläne sind immer zweidimensional angelegt, d. h. Längen und Breiten auf der Karte entsprechen je nach gewähltem Maßstab den natürlichen Abmessungen nach Länge und Breite.

Es sind folgende Pläne zu führen:

Ortsnetz-Bereichsplan,	ON Brp	1:125000	Topographische Pläne	} Deutsche Grundkarte
Verzweiger-Bereichsplan,	Vz Brp	1:50000	1:25000	
Lageplan,	Lap	1:10000	1:500	

10. 1. 1. 1. Aufbau und Numerierung der maßstäblichen Pläne

Auf der Oberfläche eines kugelförmigen Gebildes, wie es unsere Erde darstellt (Länge des Äquatorkreises etwa 40000 km, Kugelradius etwa 6000 km), läßt sich unter Verwendung der seit alters her benutzten geographischen Längen- und Breitengrade ($^{\circ}$), -minuten ($'$) und -sekunden ($''$) die Lage jedes Orts auf der Erdoberfläche genau bestimmen. Da aber Wirtschaft und Technik — im Gegensatz zu diesen gekrümmten Koordinaten — nur rechtwinklige lineare Koordinatensysteme verwenden können, mit denen leichter und gemeinverständlicher zu arbeiten ist, wurde von dem Vermessungsfachmann Krüger unter Benutzung des »Gaußschen Koordinatensystems für kugelförmige Körper« ein praktisch gut verwendbares Verfahren entwickelt, das unter der Bezeichnung »Gauß-Krüger-System« bei der DBP für ihre Kartenunterlagen zur Einführung kam¹⁾.

Dieses topographische²⁾ Gitternetz wurde für die Aufstellung der maßstäblich auszuführenden Pläne zugrunde gelegt.

Das Gauß-Krüger-Koordinatensystem ermöglicht die Aufteilung der Erdoberfläche in Gitterfelder, das sind kleine Gebiete, die durch rechtwinklige lineare Koordinaten begrenzt werden. Für dieses System sind folgende Bezugslinien gewählt worden:

als Abszisse (x-Achse) der Äquator und

als Ordinate (y-Achse) jener Meridian, der durch die Sternwarte im Ort Greenwich (England) geht (0-Meridian).

Die Abszissenwerte, Rechtswerte genannt, sind zunächst bestimmt durch die zu beiden Seiten der Bezugsmeridiane 0° , 3° , 6° , 9° , 12° usw. östlicher Länge festgelegten Zonenstreifen, denen man als Zonenzahlen die Ziffern 0, 1, 2, 3, 4 usw. zugeteilt hat (Gradzahl des Bezugsmeridians geteilt durch 3 = Zonenzahl). Jeder dieser Zonenstreifen führt, seinem Bezugsmeridian zugeordnet, auf dieser Mittellinie die km-Markierung 500 als willkürlich festgelegten Ausgangswert für die kilometrischen Entfernungen aller in dieser Zone westlich oder östlich vom Bezugsmeridian gelegenen Orte. Dieser Zahlenwert hat lediglich den Zweck, daß alle Entfernungsangaben im Zonenbereich nur positive Werte zeigen, weil selbst am Äquator eine solche Zone nur eine Breite von $2 \times 166,95 \text{ km} = 333,90 \text{ km}$ besitzt, die sich am $50.$ Breitengrad nördlich (mittlerer Breitengrad der BRD) auf $2 \times 107,53 = 215 \text{ km}$ verringert. Diese Zonenstreifen sind in 100 km breite Teilstreifen, ausgehend vom Bezugsmeridian mit dem Markierwert 500 km nach Westen und Osten aufgeteilt, wobei nur ein vollständiger und ein nur noch teilweise benutzter 100-km-Teilstreifen zu beiden Seiten des Bezugsmeridians entsteht. Diese 100-km-Streifen führen als Kennzahl ihre Hunderterziffer. Wegen der beschränkten Zonenbreite kommen nur die 100-km-Streifennummern 3, 4, 5 und 6 in Gebrauch. Denn es würde ein am Westrand einer Zone liegender Ort noch in den 100-km-Teilstreifen mit der Kennzahl 3 und ein am Ostrand liegender Ort in den 100-km-Teilstreifen mit der Kennzahl 6 fallen. Das auf den Bezugsmeridian gestützte Gitterfeld mit den Begrenzungslinien in kilometrischer Unterteilung ermöglicht damit, aus der Zonenzahl, der Kennzahl des 100-km-Teilstreifens und den Einzelkilometern in diesem Streifen eine beliebig genau in kilometrischem Maßstab angebbare Lage eines Orts im Abstand vom Bezugsmeridian nach Westen oder nach Osten.

Beispiel: Rechtswert (Abszissenwert nach dem Gauß-Krüger-System) einer Ortslage in 90 km Abstand östlich vom 9° -Meridian.

Bestimmen der Zonenzahl: $9:3 = 3$

Bestimmen des 100-km-Streifens: Markierwert 500, also 5

Abstand vom Markierwert-Meridian: 90 km

Daher Rechtswert: 3590, oder in der praktischen Schreibform: ³⁵90

Sinngemäß sind die Rechtswerte anderer Ortslagen nach Feststellung der Zone und des betroffenen 100-km-Teilstreifens leicht anzugeben.

Die Ordinatenwerte, Hochwerte im Gauß-Krüger-System genannt, lassen sich übersichtlicher als die Rechtswerte dadurch erfassen, daß der Meridian-Viertelbogen mit einer Länge von etwa 10000 km in 100-km-Abschnitte aufgeteilt ist, die vom Äquator zum Nordpol gezählt werden und etwa 100 solcher Abschnitte ergeben. Ist daher der kilometrische Abstand eines Orts vom Äquator bekannt, dann ist die Ziffernfolge des Hochwerts gleich der Zahl des kilometrischen Abstands des Orts vom Äquator, wobei die den 100-km-Abschnitt bezeichnende Zahl auch hier, wie beim Rechtswert, in halber Größe und hochgestellt zu schreiben ist.

Beispiel: Hochwert (Ordinatenwert nach dem Gauß-Krüger-System) für einen Ort (z. B. Bad Oldesloe, Bild 135, Seite 148), der 5965 km nördlich des Äquators liegt.

Hochwert: ⁵⁹65

Die Gauß-Krüger-Koordinaten besitzen also in beiden Achsenrichtungen lineare kilometrische Maßstäbe, die für das praktische Arbeiten mit ihnen unerläßlich sind³⁾.

¹⁾ Das im südlichen Bereich der BRD (Bayern) bis heute übergangsweise noch weiter verwendete Koordinatensystem nach Soldner nimmt als Ausgangspunkt (Nullpunkt) die Achse der Helmstange des nördlichen Frauenturms in München. Die Landesoberfläche von Bayern wurde davon ausgehend in vier Quadranten (Nordwest [NW], Nordost [NO], Südwest [SW] und Südost [SO]) zerlegt und nach Norden, Süden, Westen und Osten in gleiche Teile zu je 800 Ruten (= 2 334,873 m) geteilt. Da die Planunterlagen des Bayerischen Vermessungsamts nach diesem Soldner-Koordinatensystem ausgerichtet sind, sind auch die danach für Bayern gebildeten postalischen Pläne vorläufig noch im Gebrauch und können erst allmählich in das Gauß-Krüger-System überführt werden.

Johann Georg von Soldner, Astronom, Geodät und seit 1813 Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, geb. 16. 7. 1776, gest. 13. 5. 1833 in München, legte als Trigonometrie der Bayerischen Vermessungskommission in München 1810/11 eine Denkschrift »Berechnungsmethode eines trigonometrischen Haupt-Netzes« vor und begründete damit das »Soldner-Koordinatensystem« zur Berechnung der Koordinaten auf einer Kugelfläche. Auf seinem Denkmal in München steht geschrieben:

»caelum dimensuravi tellusque Bavariae« (= Die Gestirne habe ich vermessen und das Land Bayern).

²⁾ Topographie = Ortskunde, Orts-Lagebestimmung.

³⁾ Im Gebiet der BRD schwanken

die hochgestellten Kleinzahlen der Rechtswerte (zwischen 6° u. 14° östl. Länge) zwischen 25 und 47,
die hochgestellten Kleinzahlen der Hochwerte (zwischen 47° u. 55° nördl. Breite) zwischen 52 und 61.

Im Bild 132 wird graphisch dargestellt, wie sich die einzelnen maßstäblichen Pläne, die u. a. auch für Planunterlagen für unterirdische Fernmeldeanlagen verwendet werden, aufbauen und wie sie numeriert werden.

Das Kartenblatt, auf dem alle maßstäblichen Pläne für unterirdische Fernmeldeanlagen aufbauen, ist die **Topographische Karte 1:25000**, das sogenannte **Meßtischblatt**.

Diese Topographische Karte 1:25000 (Meßtischblatt) ist die Grundlage für einen **Ortsnetz-Bereichsplan** (vgl. Bild 133, Seite 146).

Der Ortsnetz-Bereichsplan erhält die **Nummer des verwendeten Meßtischblatts**, im Beispiel: **ONBrp 2128**.

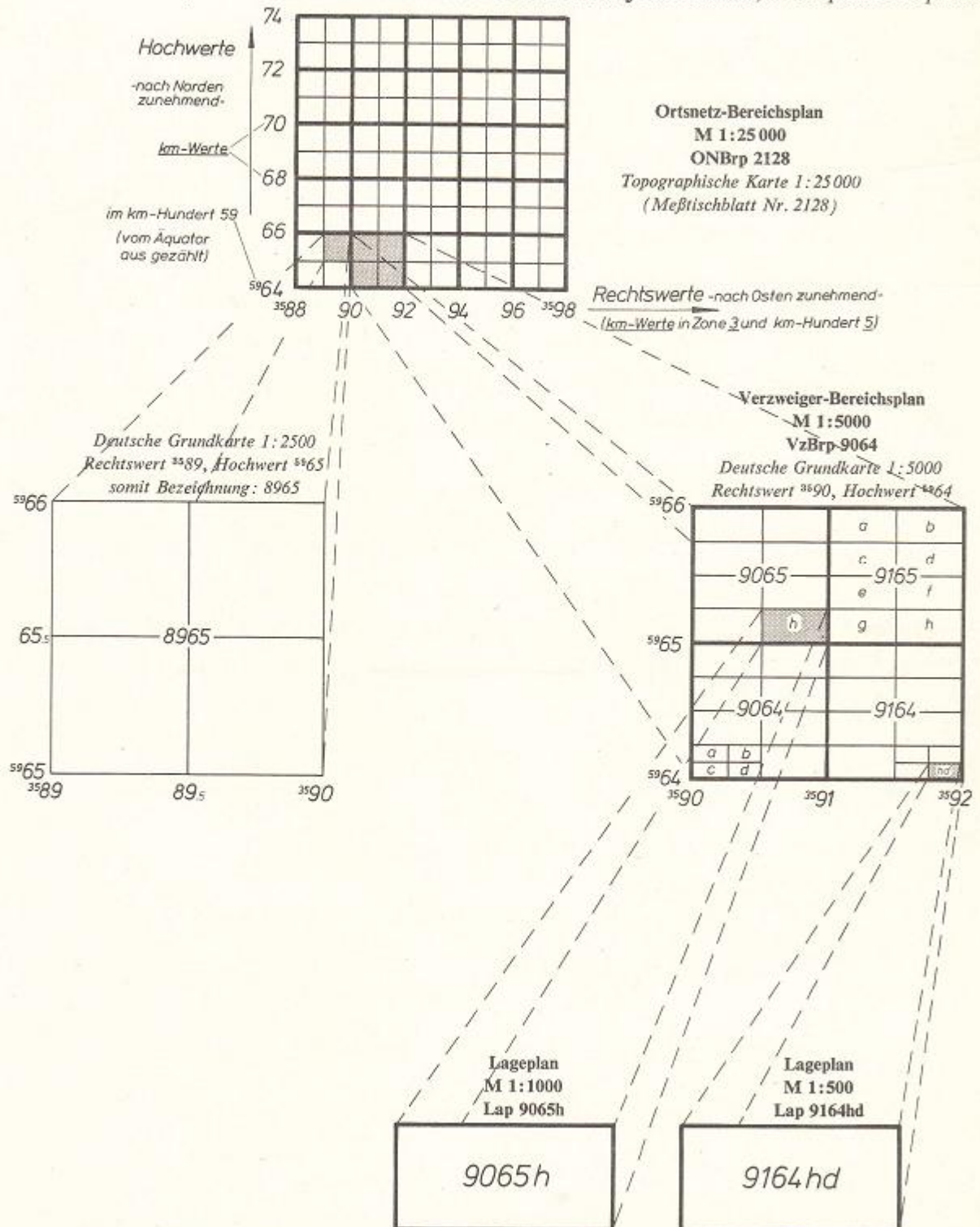


Bild 132 Aufbau und Numerierung der maßstäblichen Pläne nach dem Gauß-Krüger-Koordinatensystem: Ortsnetz-Bereichsplan, Verzweiger-Bereichsplan und Lageplan

Die **großen**, im Bild 132 (oben) dick umrandeten **Gitterfelder** auf der Topographischen Karte ergeben jeweils eine **Deutsche Grundkarte im Maßstab 1:5000**;

die **kleineren Gitterfelder** — je vier kleine Gitterfelder entfallen auf ein großes Gitterfeld (Bild 132, rechte Bildseite) — ergeben jeweils eine

Deutsche Grundkarte im Maßstab 1:2500 (Bild 132, linke Bildseite).

Diese beiden Grundkarten bilden die **Grundlagen für die Verzweiger-Bereichspläne** (vgl. Bild 134 und 135, Seiten 147 und 148).

Die geographische Lage dieser Gitterfelder (Verzweiger-Bereichspläne) wird **durch die Koordinatenwerte des Gauß-Krüger-Systems, die sogenannten Rechtswerte und Hochwerte der linken unteren Planecke** (Rechtswert des linken Bildrands und Hochwert des unteren Bildrands), bezeichnet.

Aus den beiden Koordinatenwerten erhalten die **Verzweiger-Bereichspläne** als Kennung eine vierstellige Zahl, die sich **aus den letzten beiden Ziffern des Rechtswerts und des Hochwerts** zusammensetzt, wobei **zuerst** die des **Rechtswerts**, dann die des **Hochwerts** geschrieben wird.

Der im Bild 132 (rechte Bildseite) entwickelte **Verzweiger-Bereichsplan** (vgl. auch Bild 134, Seite 147) hat folgende Koordinatenwerte (Bezugspunkt: Linke untere Planecke!):

Rechtswert ³⁵90

Hochwert ⁵⁸64

Folglich wird dieser Plan durch Zusammensetzen der Zahlen 90 und 64 mit **VzBrp 9064** bezeichnet.

Aus den **einzelnen Gitterfeldern** der Deutschen Grundkarten werden die Karten der Vermessungsämter (z. B. Flurkarten) mit den Maßstäben **1:1000** oder **1:500** gewonnen. Diese Karten sind jeweils **Grundlage für einen Lageplan**. Da eine Deutsche Grundkarte einem **Verzweiger-Bereichsplan** entspricht, ergeben die **einzelnen Gitterfelder** eines **VzBrp** je einen **Lageplan**.

Um diese **Lagepläne benennen und besser einordnen** zu können, auch um einen **Verzweiger-Bereichsplan** übersichtlicher zu machen, werden die **Gitterfelder eines VzBrp**, denen jeweils ein **Lageplan** entspricht, nach dem in den Bildern 132 und 135 (Seite 148) aufgezeigten Schema **außer** mit der aus den **beiden Endzahlen der Rechts- und Hochwerte** zusammengesetzten **Kennzahl** (z. B. 9065) noch mit **kleinen Unterscheidungsbuchstaben (a...h)** bezeichnet.

Daher erhält die im **VzBrp 9064** (Bild 135, Seite 148) **dick umrandete, mit h bezeichnete Teilfläche** als **Lageplan** (Lap) im **Maßstab 1:1000** die Bezeichnung **Lap 9065 h** (vgl. Bild 132, unten Mitte).

Ist bei engen Verhältnissen ein **Lageplan** im **Maßstab 1:500** erforderlich, wird das betreffende **Gitterfeld** des **Verzweigerbereichsplans** weitergehend in vier gleichgroße **Gitterfelder unterteilt**. Diese **Gitterfelder** werden **dann mit zusätzlichen Buchstaben (a, b, c, d)** benannt, die **der Bezeichnung** des ursprünglichen **Gitterfelds angehängt** werden, z. B. **9164hd** (vgl. Bild 132, untere rechte Ecke).

10. 1. 1. 2. Ortsnetz-Bereichsplan ONBrp

Der Ortsnetz-Bereichsplan ist von jedem Fernmeldeamt FA für seinen gesamten **Fernmeldeamtsbereich** (FA-Bereich) aufzustellen. **Grundlage** für einen ONBrp ist die

Topographische Karte 1:25000 (Meßtischblatt).

Im ONBrp sind im wesentlichen einzutragen

- der Verlauf der FA-Bereichsgrenze,
- die Lage der Vermittlungsstellen,
- der Verlauf der Ortsnetzbereichsgrenzen,
- der Verlauf der Anschlußbereichsgrenzen bei Ortsnetzen mit mehreren Vermittlungsstellen,
- die Beeinflussungsbereiche von Wechselstrombahnen,
- die Beeinflussungsbereiche von Hochspannungsnetzen mit unmittelbar geordnetem Sternpunkt.

Im **Bild 133** ist ein Ortsnetz-Bereichsplan **nicht maßstabsgerecht** verkleinert (etwa 1:3) abgebildet.

Der Ortsnetz-Bereichsplan erhält die **Nummer** des verwendeten **Meßtischblatts**; im Beispiel: **ONBrp 2128**.

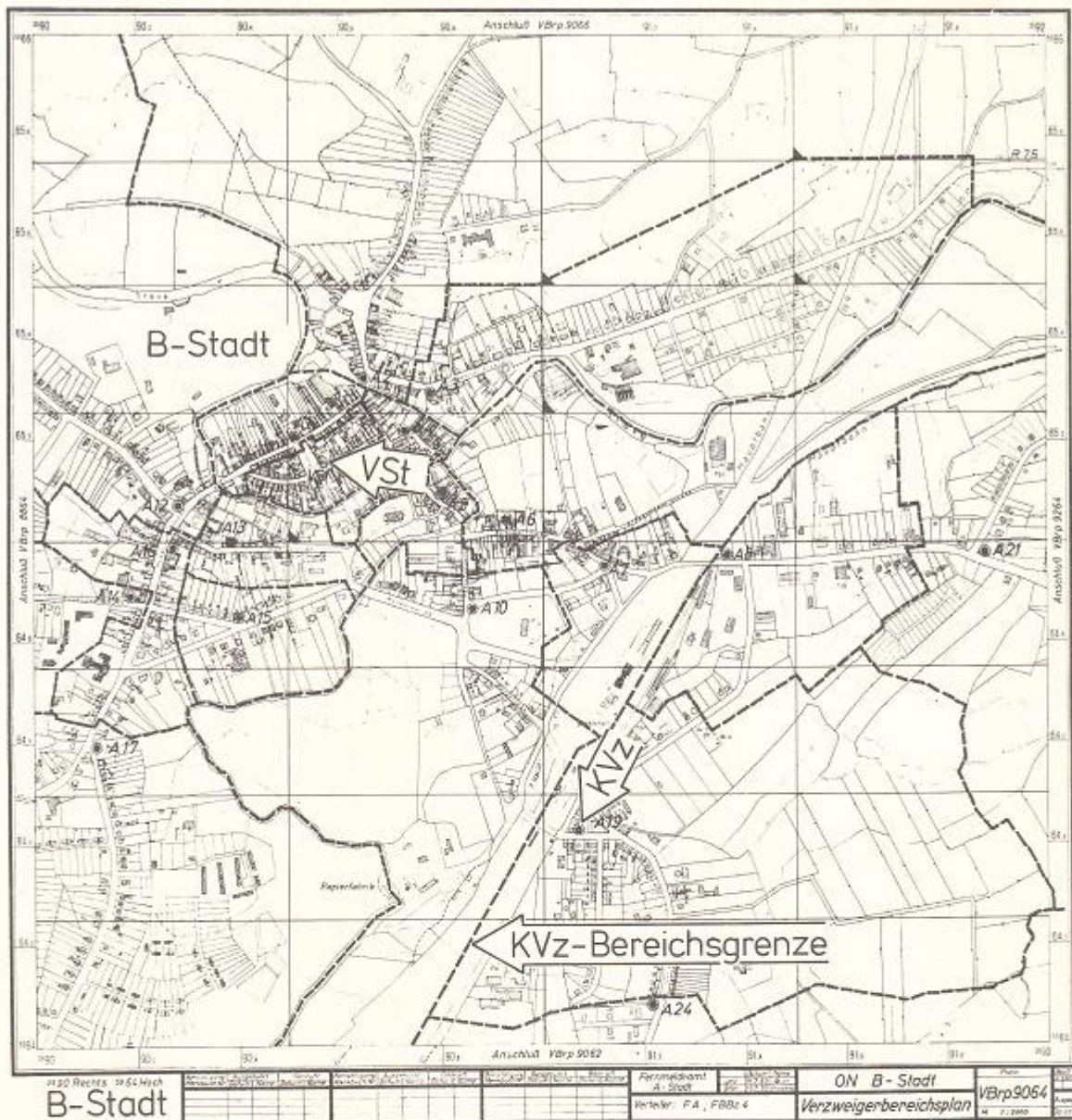


Bild 134 Verzweiger-Bereichsplan (VzBrp 9064) (Nicht maßstabsgerecht verkleinert)

Im Bild 134 ist ein Verzweiger-Bereichsplan **nicht maßstabsgerecht** verkleinert (etwa 1:3) abgebildet. Dieser VzBrp entspricht dem dick umrandeten Gitterfeld im ONBrp 2128 (Bild 133). Da sein Rechtswert ³⁵90 und sein Hochwert ⁵⁹64 ist, trägt er die Bezeichnung VzBrp 9064.

Das Bild 135 (Seite 148) zeigt denselben VzBrp 9064, jedoch sind hier die einzelnen Gitterfelder bezeichnet.

10. 1. 1. 4. Lageplan Lap

Lagepläne sind für die Gitterfelder des Ortsnetz-Bereichsplans oder des Verzweiger-Bereichsplans anzulegen, in denen sich Kabelkanalanlagen oder unterirdische Ortskabelanlagen befinden. Die Lagepläne werden im

Maßstab M 1:1000,

gegebenenfalls im

Maßstab M 1:500

aufgestellt. Dazu werden amtliche Karten der Vermessungsämter, Katasterpläne oder Flurkarten verwendet; falls erforderlich, müssen entsprechende Karten hergestellt werden, indem vorhandene Pläne vergrößert werden.

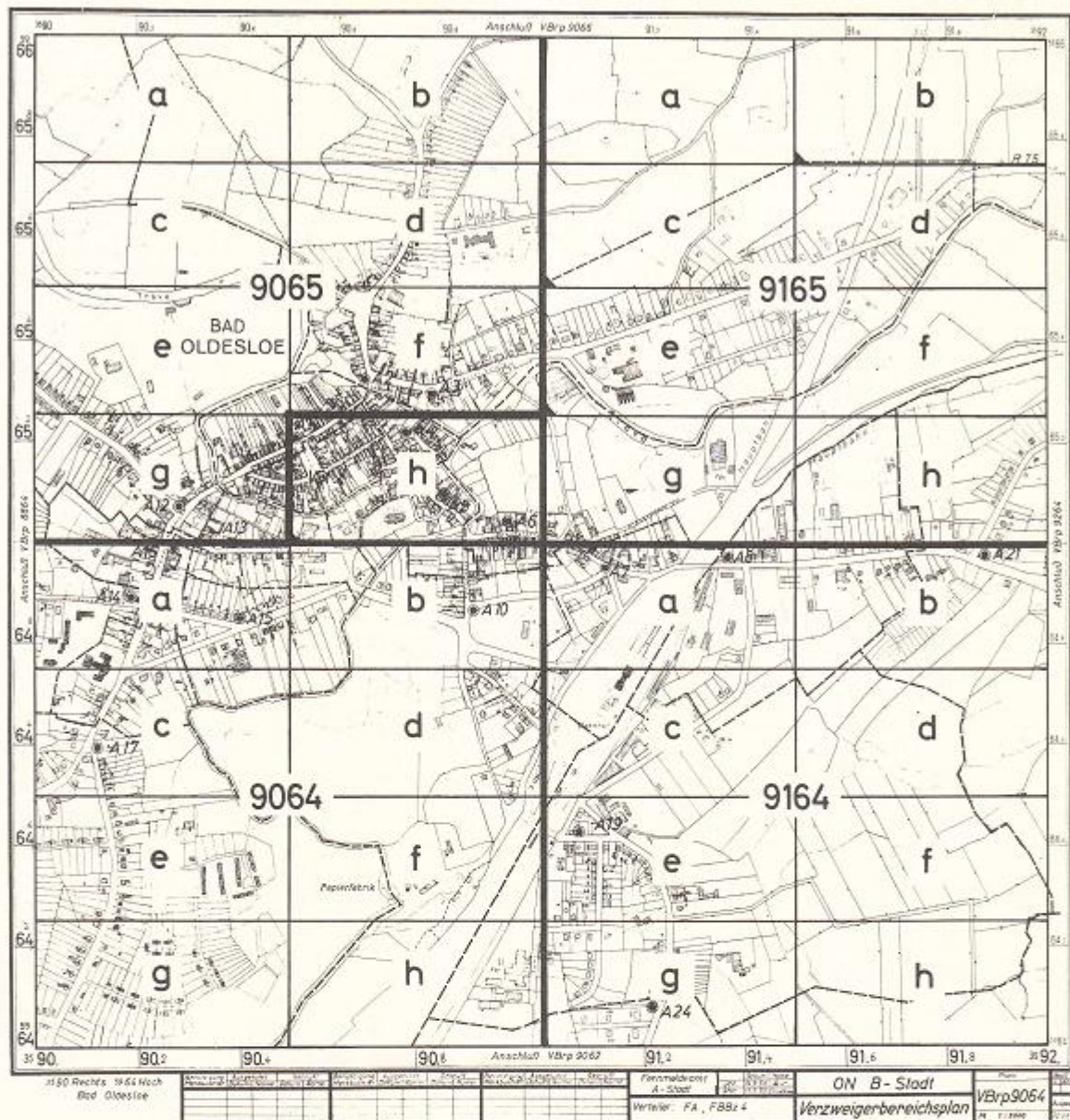


Bild 135 Verzweiger-Bereichsplan (VzBrp 9064) mit Bezeichnung der einzelnen Gitterfelder
(Nicht maßstabsgerecht verkleinert)

Im Lap sind im wesentlichen einzutragen

- der Verlauf von Kabelkanälen mit Angabe ihrer Querschnitte, Zugzahlen usw.,
- der Verlauf von Erdkabeln,
- die Standorte von Kabelschächten und von Abzweigkästen,
- die Einzelheiten über die Bearbeitung, über Lötstellen, Stopfstellen und über Muffenarten
- und Angaben der Schaltpunkte in KVz, EVz, KÜf.

Hinweise am Rand jedes Lageplans geben das jeweilige Anschlußblatt an, damit der Verlauf einer Kabeltrasse oder eines Kabelkanals auf einfache Weise ohne Sucharbeit verfolgt werden kann.

In den Bildern 136 (Seite 150) und 137 (Seite 151) ist ein Lageplan nicht maßstabsgerecht abgebildet. Dieser Lageplan entspricht dem dick umrandeten Gitterfeld (h) im VzBrp 9064 (Bild 135). Da dieser Lageplan geographisch vom Rechtswert 3590 und vom Hochwert 5965 sowie zusätzlich vom Buchstaben h bestimmt wird, trägt er die Bezeichnung Lap 9065h (vgl. auch Bild 132, Seite 144).

Die unterirdischen Fernmeldeanlagen werden beim **Einmessen** auf **Festpunkte** und auf **Festlinien** bezogen. Das sind in erster Linie genau zu bezeichnende Ecken oder andere Teile von Bauwerken und Baufluchten¹⁾.

Die **Form des Schriftfelds** der abgebildeten Lagepläne entspricht nicht mehr dem **einheitlichen Zeichnungsschriftfeld**, welches mit FBO 19 § 1 (2) gefordert wird. Da aber noch viele Lap in Gebrauch sind, die das alte Schriftfeld tragen, und weil der Lap der Beilage 5 zu § 6 der FBO 19 entnommen worden ist, wird hier lediglich auf das neue Schriftfeld verwiesen, welches zu gegebener Zeit aus der Berichtigung der Beilage 5 zur FBO 19 zu ersehen ist.

Die Bilder 136 (Seite 150) und 137 (Seite 151) zeigen denselben **Lap 9065h**, der die **Lage der VSt** und einige unmittelbar an die VSt angeschlossene Kabelverzweiger zeigt.

Im **Bild 136** ist die **Fläche des Versorgungsbereichs des KVz A4** (ein weiterer Teil dieses Versorgungsbereichs ist im Lap 9065f enthalten) von einem Raster **abgedeckt**.

Dagegen ist im **Bild 137** nur die Fläche des Versorgungsbereichs des KVz A4 **nicht abgedeckt**. Die nicht abgedeckte Fläche zeigt alle **Endeinrichtungen**, die an den KVz A4 angeschlossen sind, sowie deren **Numerierung**²⁾.

Anhand des Versorgungsbereichs des KVz A4 soll später (vgl. Abschnitt 10. 1. 2. 1) ein **Netzplan** (in schematischer Darstellung) erläutert werden. Der entsprechende **Anschlußkabel-Netzplan** des KVz A4 ist im Bild 140 (Seite 155) dargestellt.

10. 1. 2. Schematische Darstellung

Einleitend wird im Bild 138 (Seite 152) eine **Übersicht** gegeben, wie ein **Anschlußkabelnetz** **zeichnerisch dargestellt** werden kann:

- der **tatsächliche Aufbau** (graphische Darstellung) wird in **Bildzeichen** umgesetzt und
- **maßstabsgerecht im Lageplan** (vgl. Abschnitt 10. 1. 1. 4) gezeichnet sowie
- **nicht maßstabsgerecht in schematischen Plänen**, dem **Hauptkabel-Netzplan** und dem **Verzweigungskabel-Netzplan** dargestellt.

Die **schematischen Pläne** werden auf **Klarpapier** (früher Transparentpapier genannt) mit **eingedrucktem Schriftfeld** gezeichnet. Dazu werden die Papierformate DIN A 4, DIN A 3, DIN A 2 und DIN A 1 benutzt.

Es sind folgende schematische Pläne zu führen:

- Netzplan,
- Bestückungsplan, *Hvz, LVz, KVz*
- Kabellängenplan,
- Kabelschachtkartei. *Alle Angaben unter Lage, Art und Bauweise sowie des Herstellers*

10. 1. 2. 1. Netzplan Nzp

Aus einem Netzplan sollen **Art und Aufbau der Kabelkanalanlagen und der Ortskabelanlagen** übersichtlich hervorgehen. Netzpläne werden vorwiegend auf dem **Papierformat DIN A 1**, gelegentlich auch auf DIN A 2, gezeichnet.

In einen Netzplan sind **alle Fernmeldeanlagen einzutragen**. Die Anlagen werden schematisch, d. h. nicht maßstäblich dargestellt, wobei aber der Verlauf oder der Standort der Fernmeldeanlagen in etwa dem Straßenverlauf angepaßt sein sollen. Alle Einrichtungen der unterirdischen Fernmeldeanlagen sind dabei zu bezeichnen und zu numerieren³⁾.

Umfangreiche Pläne werden so **aufgeteilt**, daß die **von großen Schaltpunkten** (HVt, LVz, KVz) ausgehenden Kabel in **getrennten Netzplänen** dargestellt werden, z. B. Nzp für Hauptkabel, Nzp für Verzweigungskabel, Kabelkanal-Netzpläne, Nzp für Ortsverbindungskabel. Im allgemeinen werden **für jeden KVz-Bereich eigene Verzweigungskabel-Netzpläne** (1 ... 4 Blätter je KVz-Bereich) angelegt.

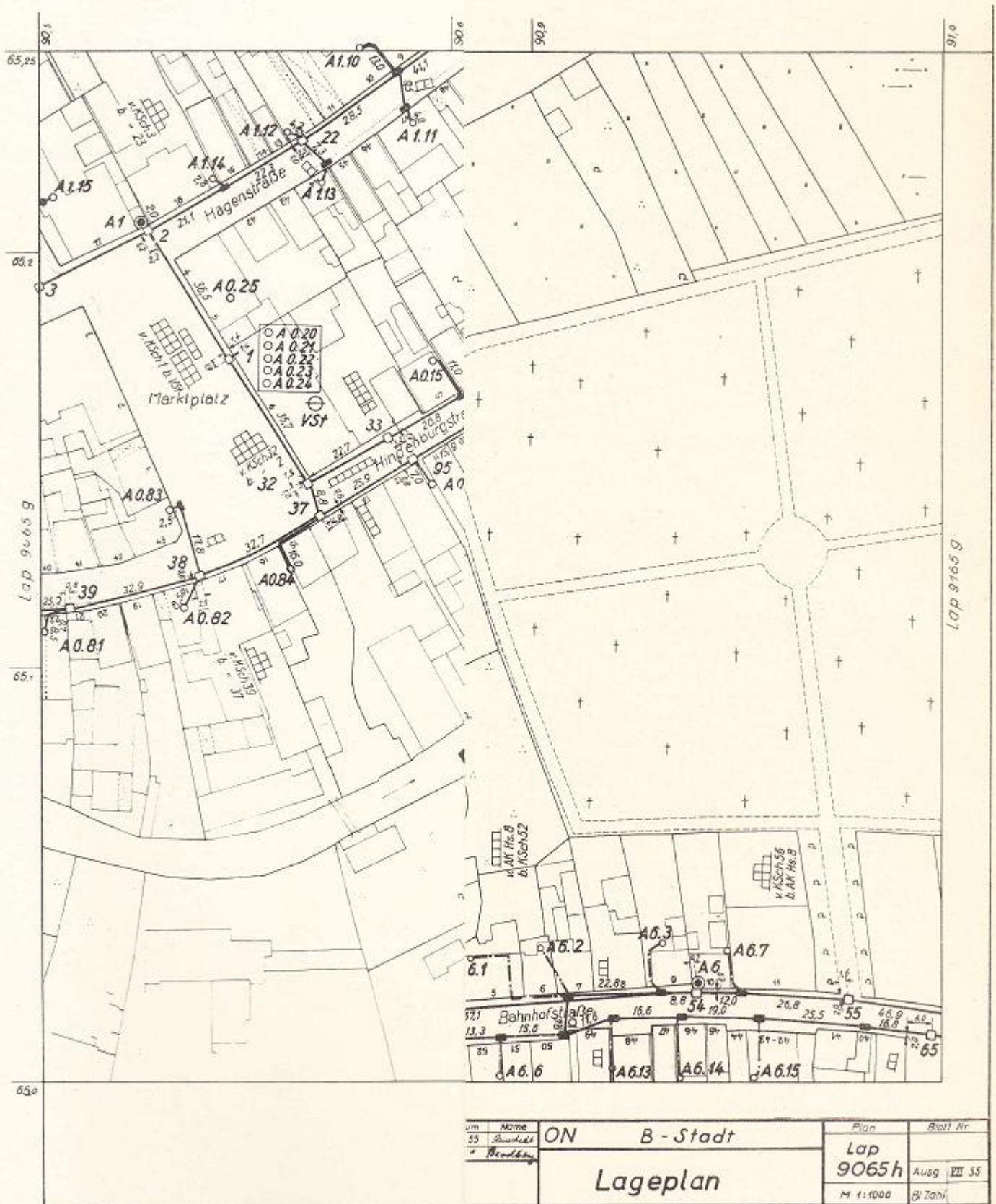
Die **Netzpläne** werden **bezeichnet nach dem dargestellten Ausgangsschaltpunkt unter zusätzlicher Angabe des Ortsnetzes**. Die Bezeichnung **»Nzp B-Stadt 3A4«** besagt z. B., daß es sich um eine Kabelanlage handelt, die vom KVz 4 des Ortsnetzes B-Stadt abgeht, wobei dieser KVz unmittelbar vom HVt der VSt 3 versorgt wird (KVz 3A4)⁴⁾.

¹⁾ Siehe Abschnitt 5. 3. 5 (Seite 94).

²⁾ Vgl. Abschnitt 9, dort Tab. 28 (Seite 137), und Abschnitt 9. 1. 2, dort Bild 128 (Seite 138).

³⁾ Siehe Abschnitt 9 (Seite 137).

⁴⁾ Siehe Abschnitt 9, dort Tab. 28 (Seite 137).





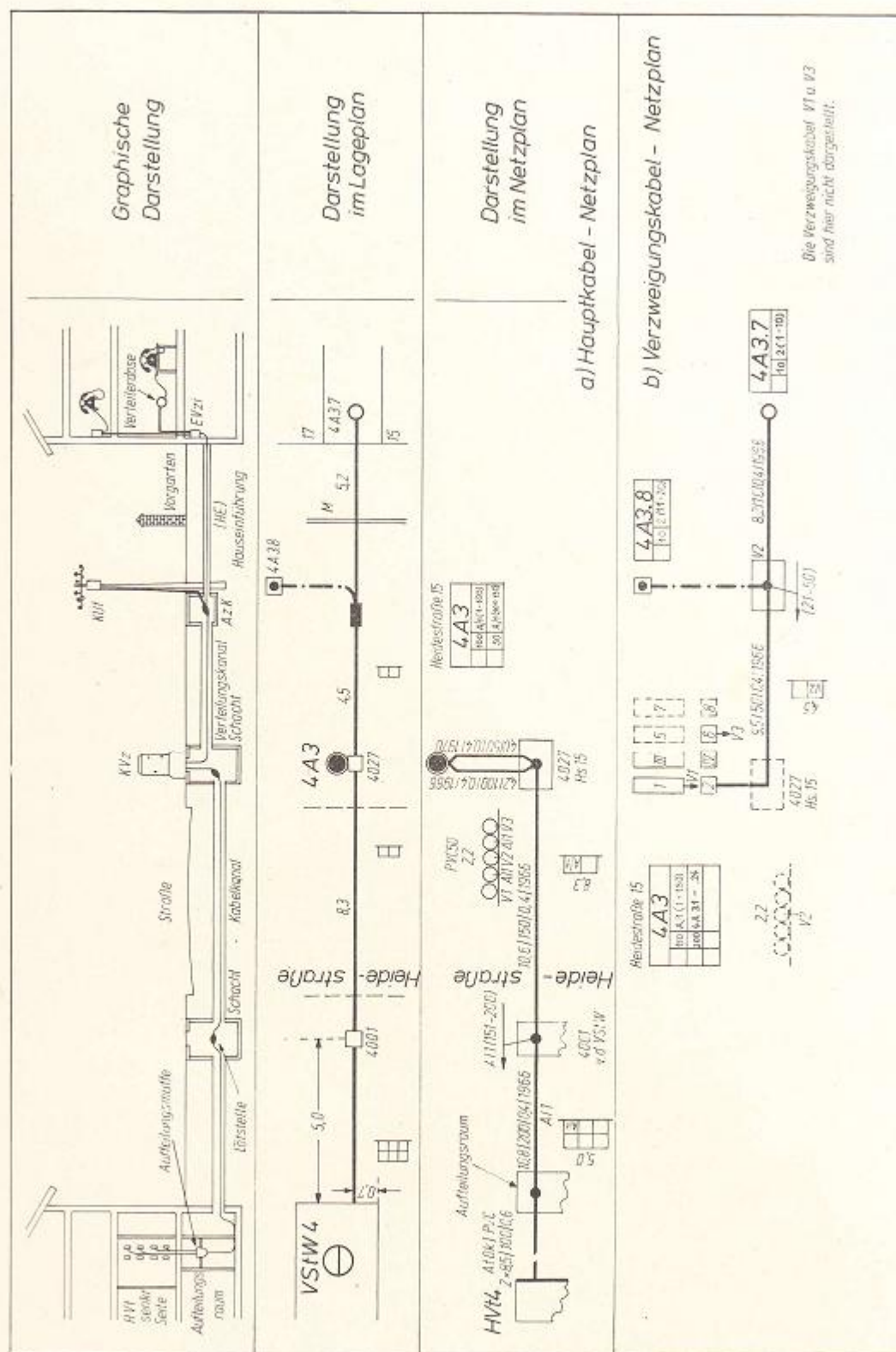


Bild 138 Aufbau eines Anschlußkabelnetzes

In den Bildern 139 (Seite 154) und 140 (Seite 155) werden — sehr verkleinert — zwei Netzpläne gezeigt.

Das **Bild 139** zeigt ein Blatt eines **Hauptkabel-Netzplans** (Nzp B-Stadt A), der aus **insgesamt sechs Blättern** besteht. In diesen Netzplan¹⁾ sind **alle Anschlußkabel** (Hauptkabel und Verzweigungskabel) eingezeichnet, die **vom HVt** der Vermittlungsstelle **ausgehen**. Die Hauptkabel führen zu den Kabelverzweigern. Im dargestellten Blatt 1 sind die KVz A2 und A4 enthalten, die übrigen KVz sind auf den weiteren Blättern dieses Netzplans zu finden. Außerdem sind in diesem Nzp auch die Verzweigungskabel eingezeichnet, die zu den Endeinrichtungen im Nahbereich um die VSt führen, also zu den Endeinrichtungen, die unmittelbar an den HVt angeschlossen sind (EVz A 0. 11 ... A 0. 84).

Der im Bild 139 gezeigte Nzp deckt sich mit dem Lap 9065h (Bild 136, Seite 150) und mit den daran angrenzenden Lap. Die geographische Lage der im Nzp nur schematisch dargestellten VSt (am Marktplatz) und der geographische Verlauf der Kabelanlagen und der Kabelkanalanlagen in den Straßenzügen ist leicht dem zugehörigen Lap zu entnehmen. Daraus ist also zu ersehen, daß sich die Lagepläne und die Netzpläne sinnvoll ergänzen.

Das **Bild 140** zeigt den **Verzweigungskabel-Netzplan** (Nzp B-Stadt A4)²⁾. In diesem Beispiel ist der gesamte KVz-Bereich auf einem Blatt untergebracht. In diesem Nzp sind **alle Verzweigungskabel** eingezeichnet, die **vom KVz A 4 ausgehen**.

Die Verzweigungskabel führen zu den Endeinrichtungen (z. B. EVz A 4. 1, Heiligengeiststr. 15). Die Hauptkabel, mit denen der KVz A 4 an den HVt angeschlossen ist, sind in diesem Netzplan nicht enthalten, sie sind im Hauptkabel-Netzplan A (vgl. Bild 139) zu finden.

Der im Bild 140 gezeigte Nzp deckt sich mit dem Lap 9065f und Lap 9065h (vgl. Bild 137, Seite 151). Die geographische Lage aller Fernmeldeanlagen kann also den Lageplänen entnommen werden.

10. 1. 2. 2. Bestückungsplan Bsp

In den meisten Fällen können die **Angaben über die Bestückung des HVt, der LVz oder der KVz** im jeweiligen Netzplan untergebracht werden, ohne daß dadurch die Übersichtlichkeit des Nzp leidet. **Besondere Bestückungspläne** müssen **nur dann angelegt** werden, **wenn** diese Angaben die Übersichtlichkeit des Nzp **beeinträchtigen** würden, weil sie z. B. zu umfangreich sind.

Es gibt

- HVt-Bestückungspläne,
- LVz-Bestückungspläne,
- KVz-Bestückungspläne.

10. 1. 2. 3. Kabellängenplan KLäp

Erstreckt sich der Verlauf eines **längeren Kabels**, z. B. eines Ortsverbindungskabels, **über mehrere Netzpläne**, wird eine **verkürzte Darstellungsform** gewählt: der Kabellängenplan.

In einen Kabellängenplan werden eingetragen

- der angenäherte Verlauf des Kabels,
- die Lötmuffen,
- gegebenenfalls die Spulenmuffen und
- u. U. die elektrischen Eigenschaften des Kabels.

*Kabellängenpläne werden **bezeichnet mit dem Ortsnetz und dem Kabelverlauf**, z. B. wird der Kabellängenplan eines OVk bezeichnet mit OVk-Läp 3-35/1 (das ist das Kabel 1, welches von der VSt 3 zur Teil-VSt 35 führt).*

10. 1. 2. 4. Kabelschachtkartei

In der Kabelschachtkartei werden **alle eingebauten Kabelschächte** eines Ortsnetzes **registriert**. Hierzu wird für jeden **Kabelschacht eine Kabelschachtkarte** geführt, die alle erforderlichen **Angaben über Lage, Art, Bauweise und Hersteller** enthält. Dabei werden unterschiedliche Formblätter benutzt, je nachdem, ob es sich um einen rechteckigen oder um einen ovalen Kabelschacht handelt.

*Die einzelnen Kabelschachtkarten werden **numeriert mit dem Ortsnetz und der Nummer des Kabelschachts**, z. B. KSch B-Heim 174.*

¹⁾ Hauptkabel-Netzpläne werden meist im Format DIN A 1 angelegt.

²⁾ Verzweigungskabel-Netzpläne werden im allgemeinen im Format DIN A 3 oder im Format DIN A 2 angelegt.

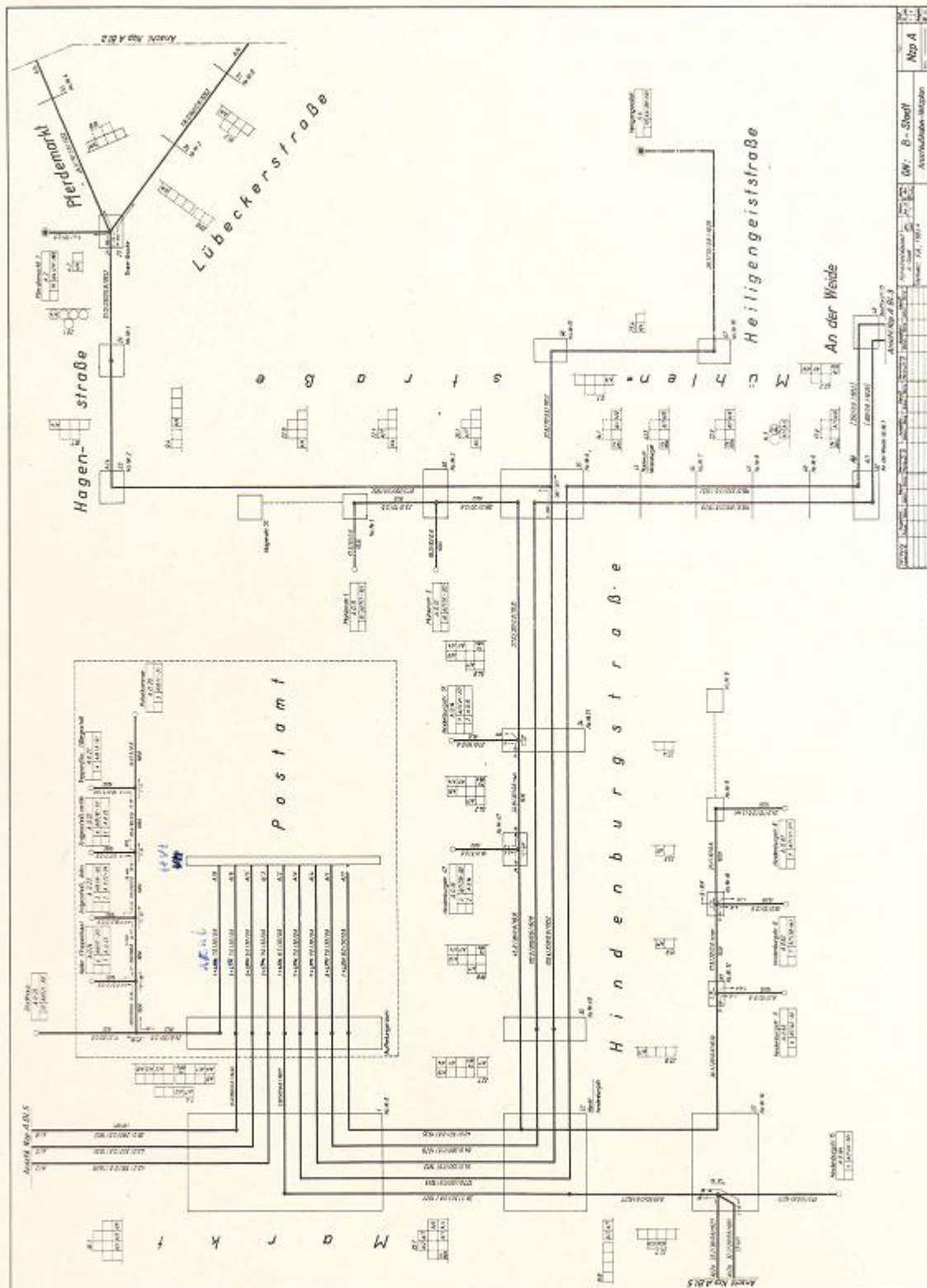


Bild 139 Hauptkabel-Netzplan (Nzp B-Stadt A) (Nicht maßstabsgerecht verkleinert)

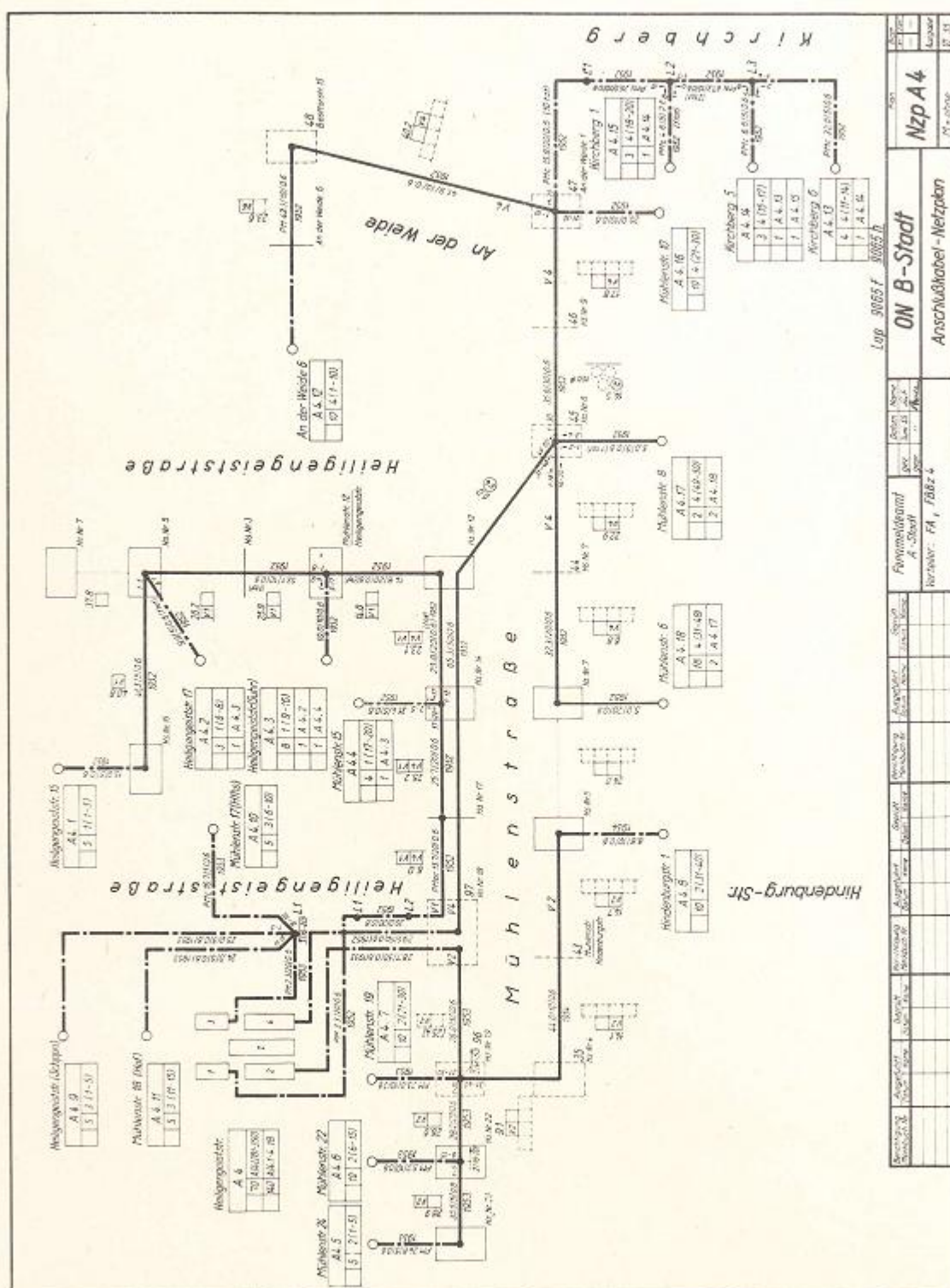


Bild 140 Verzweigungskabel-Netzplan (Nzp B-Stadt A4) (Nicht maßstabgerecht verkleinert)

10. 2. Beschaltungsnachweise

Um eine durchgehende leitende Aderverbindung von der Teilnehmereinrichtung zur Vermittlungsstelle herstellen zu können, müssen **an** den einzelnen **Schaltpunkten** (Verzweigereinrichtungen, wie LVz oder KVz) die **kom-menden Leitungen** (z. B. die eines Hauptkabels) **mit den gehenden Leitungen** (z. B. die eines Verzweigungskabels) **verbunden** werden. Dazu werden die jeweiligen **Anschlußstifte** der entsprechenden **Endverschlüsse beschaltet**, d. h. mittels Schaltdrahts verbunden. Über diese Beschaltung werden **Karteien** geführt, die Beschaltungsnachweise genannt werden.

Die Beschaltungsnachweise

- geben einen **Nachweis über die Belegung** von Schaltpunkten, Adern und Leitungen,
- geben einen **Überblick über die Leitungsführung** der geschalteten Leitungen,
- sind eine **Arbeitsunterlage für den Schaltwärter**, wenn dieser Schaltungen vornimmt,
- **erleichtern die Fehlersuche**, weil sie eine **Fehlereingrenzung** ermöglichen,
- sind **Unterlagen für die Planung von neu zu schaltenden Leitungen**,
- sind **Planunterlagen für Änderungen und Erweiterungen**,
- sind **Hilfsmittel für statistische Erhebungen**.

Die Beschaltungsnachweise sind also **Behelfe für das Beschalten und Entstören** von Fernmeldelinien. Mit ihnen wird der **Bestand der Anlagen** nachgewiesen und aufgezeigt, wie diese Anlagen **belegt** sind. Aus diesen Gründen sind die Beschaltungsnachweise auch **Grundlage für die Planung von Ortsnetzen**.

*Alle Beschaltungsnachweise werden **nach den Abschlußeinrichtungen EVs, EVz oder ÜEVs ausgewiesen und mit den Nummern der Anschlußstifte¹⁾ bezeichnet. Die beschalteten Anschlußstifte werden nach den angeschalteten Fernmeldeleitungen benannt.***

Die Beschaltungsnachweise werden im allgemeinen an den **Schaltplätzen der Fernmeldebaubezirke** für die zugeteilten Ortsnetze oder Anschlußbereiche **geführt**. Die Schaltplätze schreiben die **Schaltaufträge** für die Schaltwärter aus und **erteilen** der Anmeldestelle für Fernmeldeeinrichtungen **Auskünfte** darüber, ob **Fernmeldeanschlüsse hergestellt** (geschaltet oder verlegt) **werden können**.

Die FBO 19 schreibt **verschiedene Beschaltungsnachweise** (auf unterschiedlichen Formblättern) vor; danach sind zu führen:

- Straßenkarten,
- Abstreichbögen,
- Einzelschaltaufträge und Sammelschaltaufträge sowie Längenzettel für Fernmeldeleitungen,
- Nummernkarten,
- Beschaltungs- und Bestückungskarten, die sogenannte **Beschaltungskartei** (Doppel dieser Karten sind auch unmittelbar bei den Verzweigereinrichtungen),
- Belegungskarten für HVt, LVz, KVz und für Wählsterneinrichtungen, die sogenannte **Belegungskartei**.

Für **Endeinrichtungen** werden **keine besonderen Nachweise** geführt; hier genügen die **Stücklisten**.

Werden **keine Beschaltungsnachweise geführt**, müssen die **Endverschlüsse** usw. mit **Bezeichnungsschildern** versehen sein, aus denen die Schaltpunktbezeichnung, die Nummer des EVs, die Zählweise der Anschlußstifte, die Kabelbezeichnung und die Ader-numerierung hervorgehen.

10. 2. 1. Straßenkarten

In den Straßenkarten ist angegeben, **wie die einzelnen Häuser einer Straße versorgt** sind, welche **Endein-richtung** für ein bestimmtes Haus **vorgesehen** ist und auf welchem **Lageplan²⁾** das Haus zu finden ist.

Für Ortsnetze

- mit einer Vermittlungsstelle** werden die Straßenkarten **ortsnetzbereichsweise**,
- mit mehreren Vermittlungsstellen** werden die Straßenkarten **anschlußbereichsweise** geführt.

¹⁾ Unter Anschlußstift wird die Einheit »Lötfistpaar« oder »Klemmenpaar« verstanden. Einzelstifte werden zusätzlich mit »a« oder »b« bezeichnet.

²⁾ Vgl. Abschnitt 10. 1. 1. 4 (Seite 147).

10. 2. 2. Abstreichbogen

Mit einem Abstreichbogen werden die von den Schaltplätzen erteilten **Schaltaufträge überwacht**. Jeder **Schaltauftrag** (auf Neuschalten, Umschalten oder Aufheben von Leitungen) erhält eine **laufende Nummer** aus dem Abstreichbogen, die sogenannte **«Schaltauftragsnummer»**. Ist ein Schaltauftrag **erledigt**, wird im Abstreichbogen die zugeordnete **Schaltauftragsnummer gestrichen**.

10. 2. 3. Einzelschaltauftrag, Sammelschaltauftrag und Längenzettel für Fernmeldeleitungen

Ein **Einzelschaltauftrag** wird verwendet, wenn die **Beschaltung von Ortskabeln** geändert werden soll. Es gibt **Ask-Schaltaufträge** und **OVk-Schaltaufträge**. In ihnen sind die **Leistungsnummer**, die **Leitungsführung** über alle Schaltpunkte und der **Leitungsinhaber** angegeben.

Sammelschaltaufträge für Ask oder für OVk werden ausgestellt, wenn **mehrere Leitungen gleichzeitig zu schalten** sind, z. B. bei Inbetriebnahme einer neuen VSt oder bei Massenstörungen.

Ein **Längenzettel für Fernmeldeleitungen** gibt Auskunft über die **Planungsbezugsdämpfung** für eine zu schaltende Leitung. Dieser Längenzettel wird **vom Schaltplatz ausgestellt**, wenn er **von der Anmeldestelle für Fernmeldeeinrichtungen angefordert** wird, um zu prüfen, ob z. B. eine außenliegende Nebenstelle ohne weiteres eingerichtet werden kann oder ob zusätzliche Maßnahmen, z. B. Einsatz einer Zusatzspeisung oder eines NLT-Verstärkers, getroffen werden müssen.

10. 2. 4. Nummernkarte

Die Nummernkarte ist für den Fernmeldebaudienst die **einzigste Unterlage**, in der die **gesamte Führung einer Leitung zusammenhängend dargestellt** ist.

Für **jede geschaltete Leitung** (Ask-Schaltauftrag oder OVk-Schaltauftrag) wird am **Schaltplatz** eine Nummernkarte **angelegt**. Die Nummernkarte weist meist die **Leistungsnummer** und den **Leitungsinhaber** aus und gibt die **Leitungsführung** und die **Beschaltung** der in der Leitungsführung liegenden **Verzweigereinrichtungen** (HVt, LVz, KVz, EVz) an.

Überschreiten **Nebenanschlußleitungen** Anschlußbereichsgrenzen, werden **Nummernkarten für OVk-Schaltaufträge** angelegt, aus denen u. a. die **HVt-Beschaltung** zu ershen ist.

Auf der **Rückseite der Nummernkarte** sind Vermerke anzubringen, die die Leitung und deren Führung betreffen, wie verwendete Hörkapselgruppe und Luftlinienentfernung.

10. 2. 5. Beschaltungskartei

Die Beschaltungskartei besteht aus den Beschaltungskarten und aus den Bestückungskarten. In der Beschaltungskartei sind die **Bestückungskarten** unmittelbar **vor der jeweiligen Beschaltungskarte** eingeordnet.

In einer **Beschaltungskarte** werden die in den Schaltpunkten **beschalteten Kabelabschlüsse** nachgewiesen. Dabei wird für **jedes Kabelstück** zwischen zwei Schaltpunkten **nur eine Beschaltungskarte angelegt**, aus der hervorgeht, wie die beiden Kabelabschlüsse (Anfang und Ende des Kabelstücks) beschaltet sind. Führt z. B. ein Kabel von einem KVz zu einem HVt, zu einem EVz oder zu einer KÜf, wird **nur** für den Abschluß am KVz eine **Beschaltungskarte** angelegt. Die **Abschlüsse am HVt, EVz oder an der KÜf** gehen aus der Beschaltungskarte am KVz hervor; sie sind dort unter der Bezeichnung **«Zweiter Kabelabschluß»** eingetragen. In die Beschaltungskarte werden das **Ortsnetz**, die **Vermittlungsstelle**, die **Nummer** und der **Standort des Schaltpunkts** und die **Leistungsnummer** eingetragen, u. U. werden auch die **Länge der Leitung** und die **Leiterdicke** angegeben.

Die **Bestückungskarte** zeigt in übersichtlicher **bildlicher Darstellung** die **Art und Anordnung der Endverschlüsse** eines Schaltpunkts. Hieraus ist auch zu ershen, welche **Kabeladern** auf welche **EVs-Stifte** übergehen. In die Bestückungskarten werden das **Ortsnetz**, die **Vermittlungsstelle**, die **Nummer** und der **Standort des Schaltpunkts** (LVz oder KVz) und bei eingezeichneten EVs auch die **Nummern** und die **Belegung der zweiten Kabelabschlüsse** der angeschalteten Kabel eingetragen.

10. 2. 6. Belegungskartei

Die Belegungskartei wird bei der **Planungsstelle für Ortsnetze** aufbewahrt, während die Straßenkarten, die Nummernkarten und die Beschaltungskartei bei den Schaltplätzen der Fernmeldebaubezirke geführt werden.

Belegungskarten sind immer für **Hauptverteiler, Linienverzweiger, Kabelverzweiger und Wählsternschalter** anzulegen. In ihnen wird die Zahl der **beschalteten Anschlußstifte** von Kabelabschlüssen **nachgewiesen**.

Die **Belegungskarte für einen HVt** erfaßt **nur alle unmittelbar an diesen HVt herangeführten Endeinrichtungen**.

Die **Belegungskarte für einen LVz** erfaßt **nur alle unmittelbar an diesen LVz herangeführten Endeinrichtungen**.

Die **Belegungskarte für einen KVz** (oder auch die Belegungskarte für einen WStSch) nimmt **alle an diesen KVz (WStSch) angeschlossenen Anschlüsse** auf.

In der Belegungskartei werden die **Belegungskarten nach Schaltpunktnummern geordnet** aufbewahrt. Die Belegung der Anschlußstifte gibt wichtige Hinweise für die Planung von Ortsnetzen.

10. 3. Grundbegriffe zum Anfertigen von Planunterlagen

Für das Zeichnen von **Plänen für unterirdische Fernmeldeanlagen** gelten **Vorschriften**, die in der **FBO 19** niedergelegt sind. Wie bereits beschrieben, werden für unterirdische Ortsnetze verschiedene Pläne benötigt¹⁾. Diese Pläne sollen ein zuverlässiges Bild von der Art, dem Umfang und dem Verlauf der Fernmeldeanlagen geben. Sie dienen als Unterlagen für die Planung von Ortsnetzen, für das Beschalten von Einrichtungen und für die Fehlerbeseitigung.

Beim Aufstellen oder Berichtigten der Planunterlagen sind Normen und Vorschriften zu beachten, die z. T. bereits im **Lehrstoff »Fachzeichnen«** behandelt worden sind. Unter anderem gelten folgende Normen:

- DIN 15 »Linien in Zeichnungen (Linienarten und Linienbreiten)«
- DIN 16 »Schräge Normschrift« (zur Beschriftung der Zeichnungen und Pläne)
- DIN 406 »Regeln für die Maßeintragung in Zeichnungen«
- DIN 6774 »Ausführungsrichtlinien für technische Zeichnungen«

In den Planunterlagen werden die fernmeldetechnischen Einrichtungen durch **besondere »Bildzeichen«** dargestellt. Die **Beschriftung** der Pläne soll **übersichtlich, kurz und eindeutig** gefaßt sein. Dabei ist zu beachten, daß **nicht beschriftet** werden soll, was durch **Bildzeichen eindeutig** erklärt ist. Werden Pläne **neu gezeichnet**, sind die **Schriftgrößen und Linienbreiten** aus der **Normreihe 1** der **DIN 15** und der **DIN 16** zu wählen, d. h. die Schriftgrößen und Linienbreiten sind der $\sqrt{2}$ -Reihe angepaßt²⁾.

10. 3. 1. Bildzeichen und Abkürzungen für Planunterlagen

10. 3. 1. 1. Bildzeichen für Kabelpläne

Die fernmeldetechnischen **Bauteile** (Kabel, Lötstellen, Verzweigereinrichtungen, Kabelkanäle usw.) werden so in Form von Bildzeichen dargestellt, daß sie die **Funktion der einzelnen Bauteile kennzeichnen**, aber **nicht das Bauteil selbst beschreiben**. Diese **Bildzeichen unterscheiden sich grundsätzlich von den sogenannten Schaltsymbolen**.

Die Bildzeichen werden **eingeteilt in**

- Bildzeichen für Bereichsgrenzen,
- Bildzeichen für Kabelanlagen,
- Bildzeichen für Kabelkanalanlagen,
- Bildzeichen für Betriebsstellen und Schaltpunkte,
- Bildzeichen für andere unterirdische Anlagen und sonstige Darstellungen des Anlagenschutzes.

¹⁾ Vgl. Abschnitte 10. 1. 1 (Seite 142) und 10. 1. 2 (Seite 149).

²⁾ Vgl. Lehrstoff »Fachzeichnen«, dort Abschnitte 2 und 3. 1.

① Bildzeichen für Bereichsgrenzen

Bereichsgrenzen sind in **Ortsnetz-Bereichspläne** (vgl. Abschnitt 10.1.1.2, Seite 145) und in **Verzweiger-Bereichspläne** (vgl. Abschnitt 10.1.1.3, Seite 146) einzutragen. Sie werden in **unterschiedlichen Linienarten und Linienbreiten** gezeichnet.

Linienart/Linienbreite [mm]

	1,4	FA-Grenze
	1,4	FBBz-Grenze
	1,0	ONB-Grenze
	1,0	AsB-Grenze
	1,0	AsB-Grenze, die sich mit der Gemeindegrenze deckt (entsprechend für die übrigen Bereichsgrenzen).
	0,7	LVz-Bereichsgrenze
	0,5	KVz-Bereichsgrenze
		Grenze des Beeinflussungsbereichs von Hochspannungsanlagen mit Stern- erdung und von Wechselstrombahnen

② Bildzeichen für Kabelanlagen

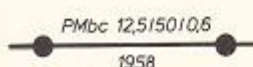
Im allgemeinen wird für diese Bildzeichen eine Linienbreite von 0,5 mm gewählt.

	Erdkabel, unmittelbar in der Erde ausgelegtes Kabel, z. B. der Form PMbc oder PWE2Y.
	Röhrenkabel, das in einen Kabelkanal aus KKF oder KKR eingezogen ist, z. B. der Form PM oder PM2Y.
	Erdkabel-lötstelle (Spleißstelle, Verbindungsmuffe)

Die **Lötstellen in Erdkabeln** werden vom **höherwertigen** (höherpaarigen) **Schalt-punkt** (z. B. KVz) **ausgehend zum niederwertigen** (niederpaarigen) **Schalt-punkt** (z. B. EVz) **fortlaufend nummeriert** (1, 2, 3 ...). Werden **nachträglich Lötstellen** hergestellt (z. B. bei einer Störungsbeseitigung), erhalten diese Lötstellen die **Nummer der nachfolgenden Lötstelle**, an die ein **kleiner Buchstabe angefügt** wird, z. B. 6a.

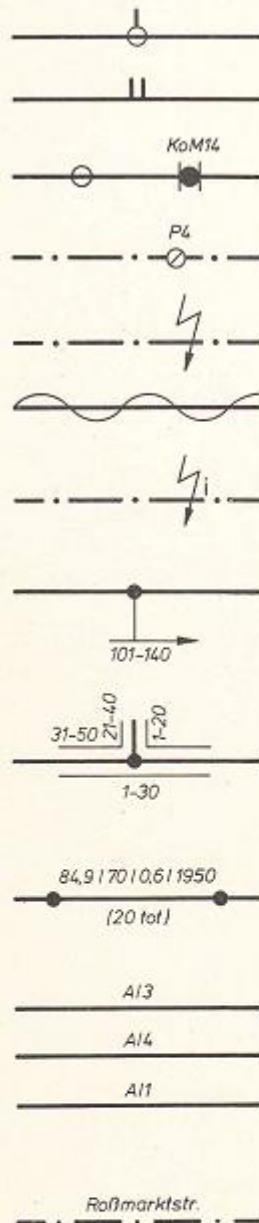
Die **Lötstellen von Röhrenkabeln** (im Ortsnetz) werden **nicht nummeriert**, weil sie durch den Kabelschacht und seinen Standort ausreichend gekennzeichnet sind.

Lötstellen bespulter Kabel, z. B. Ortsverbindungskabel, werden **je Spulenfeld durchnummeriert** (01, 02, 03 ...), wobei die **Nummer des betreffenden Spulenfelds vorangestellt** wird, z. B. erhält die 4. Lötstelle des 5. Spulenfelds die Bezeichnung 504.



Erdkabel der Form PMbc, das in einen Kabelkanal eingezogen ist (Auslegungsart: Einziehen in Kabelkanal).

Für das Kabelstück zwischen den beiden Lötstellen werden **durch Schrägstriche getrennt angegeben: Kabellänge (m), Zahl der DA, Leiterdicke (mm)**; unter die Linie wird das **Jahr der ersten Auslegung** des Kabelstücks geschrieben.



Röhrenkabel mit **Stopfstelle**

Röhrenkabel mit **Druckluftstutzen**

Röhrenkabel mit **Blindmuffe** und mit **Kondensatormuffe** (im Beispiel KoM 14)

Erdkabel mit **Spulenpunkt P4** (P für Pupinspule)

Erdkabel mit **Starkstromfernspeisung**

Luftkabel

Durch induzierte Spannungen **starkstromgefährdetes Erdkabel**

Die **DA 101 ... 140** liegen auf **Vorrat**.

Der Pfeil kennzeichnet die Richtung zum Schaltpunkt, an dem die Vorratsadern auf Kabelabschlußeinrichtungen enden.

Verzweigungsstelle, wobei die in der Lötstelle durchverbundenen Kabeladern bezeichnet sind.

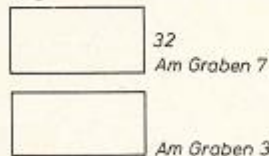
Röhrenkabel mit Angabe der Kabellänge (m), der DA-Zahl, der Leiterdicke (mm), dem Jahr der ersten Auslegung.

«(20 tot)» bedeutet, daß von dem 70paarigen Kabel **20 DA** auf beiden Seiten des Kabelstücks **nicht auf Kabelabschlußeinrichtungen enden**.

Numerierung der dargestellten Kabel; wenn eine Verwechslung ausgeschlossen ist, werden die Kabel in **abgekürzter Bezeichnung** beschriftet, z. B. statt 41A/3 nur mit A/3. Ebenso wird bei Verzweigungskabeln verfahren, z. B. statt A3/1 nur mit V1 (Verzweigungskabel Nr. 1)¹⁾.

In Netzplänen wird der **Straßenname** so eingetragen, daß er die **Fahrbahn** der Straße **darstellt**. Infolgedessen ist sofort erkennbar, auf welcher Straßenseite das Kabel liegt.

③ Bildzeichen für Kabelkanalanlagen

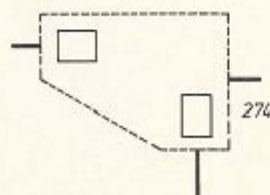


Kabelschacht mit Angabe der **Kabelschacht-Nummer** und des **Standorts**

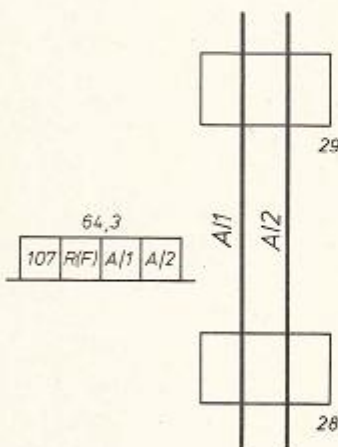
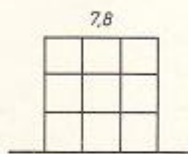
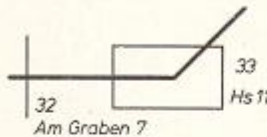
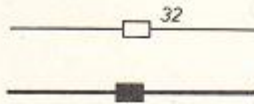
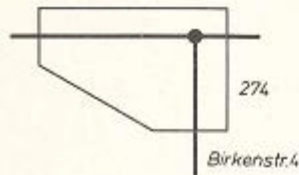
Abzweigkasten mit Standortangabe

Weicht die Form eines **Kabelschachts** von der **Regelbauweise** (rechteckige oder ovale Form) **ab**, ist die **Schachtform angenähert darzustellen**.

Kabelschacht (abweichend von der Regelbauweise) **in Lageplänen**,



¹⁾ Siehe Abschnitte 9.1.1 und 9.1.2 (Seiten 137 ... 139).



Kabelschacht (abweichend von der Regelbauweise) in Netzplänen
(in Netzplänen sollen die kleinsten Abmessungen eines Kabelschachts etwa 15×10 mm sein).

Kabelkanal mit Kabelschacht Nr. 32 (Darstellung im Lageplan)

Kabelkanal mit Abzweigkasten (Darstellung im Lageplan)

Spardarstellung für Kabelschächte und Abzweigkästen: Auf langen gerade verlaufenden Kanalstrecken können Kabelschächte und Abzweigkästen durch einfache Striche angedeutet werden (z. B. KSch Nr. 32, Am Graben 7). Diese Spardarstellung ist jedoch nicht anzuwenden, wenn sich der Kanalverlauf ändert (z. B. im KSch Nr. 33, Haus 11).

Querschnittsbild eines Kabelkanals aus Kabelkanalformsteinen KKF. Die Zahl über dem Querschnittsbild gibt die Länge des Kanals an, die von Mitte zu Mitte der Kabelschachtdeckungen oder der Abzweigkastenabdeckungen gemessen wird.

Querschnittsbild eines Kabelkanals aus Kabelkanalrohren KKR. Bei Stahlvollrohren wird nur die lichte Weite (in mm) angegeben, z. B. 100. Andere Rohre, z. B. aus Hart-PVC, erhalten einen entsprechenden Zusatz, z. B. PVC.

Kabelkanal zwischen den Kabelschächten Nr. 28 und Nr. 29 aus vier Zügen (KKF 4zügig) mit einer Länge von Mitte Kabelschachtdeckung zu Mitte Kabelschachtdeckung von 64,3 m.

Der **Kanalquerschnitt** ist immer **senkrecht zur Kanallinie** einzuzeichnen. Im Kanalquerschnitt sind alle eingezogenen Kabel einzutragen. Das hier gezeigte Querschnittsbild wird vom Kabelschacht Nr. 28 in Richtung auf den Kabelschacht Nr. 29 betrachtet.

«107» ist ein Fernkabel.

Kabelkanalzüge, die mit «R(F)» bezeichnet sind, sind Kanalzüge, die für eine Störungsbeseitigung von Fernkabeln freigehalten werden müssen: Reservezug für Fernkabel.

④ Bildzeichen für Betriebsstellen und Schaltpunkte (Verzweigungs- und Endeinrichtungen)



Wahlvermittlung VStW



Früherer Standort einer VSt, der **Mittelpunkt des 5-km-Kreises** geblieben ist



Linienverzweiger LVz



Kabelverzweiger KVz



Wählsternschalter WStSch



Endverzweiger EVz



EVzi



Anschlusskasten in Verteilungskästen



Kabelüberführung KÜf mit ÜEVs an Dachgestänge



Kabelüberführung KÜf mit ÜEVs an Bodengestänge



Fernsprechhäuschen (Bezeichnung: FeH) oder **Fernsprechzelle** (Bezeichnung: FeZ)



Sicherungsleiste, Trennleiste oder Endverschluß mit Angabe des angelegten Kabels.

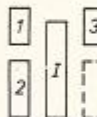
In diesem Beispiel geht das Hauptkabel 2 (A/2) von der Trennleiste am HVt zum KVz A1.



Unbelegte Sicherungsleiste, Trennleiste oder unbelegter Endverschluß: Vorratsplätze



Kennzeichnung des Sicherungsschutzes: Trennleiste, Sicherungsleiste oder Endverschluß mit Angabe des Überspannungsschutzes, z. B. G = Gasgefüllter Überspannungsschutz.



Darstellung der Endverschlüsse des KVz 32.

Die Darstellung entspricht der tatsächlichen Anordnung der EVs im KVz.

Dabei erhalten die EVs, die die **Hauptkabel** (zum HVt oder zum LVz führend) abschließen, **römische Ziffern**.

Die EVs, die die **Verzweigungskabel** (zu den Endeinrichtungen führend) abschließen, erhalten **arabische Ziffern**.

Nicht belegte Plätze für EVs werden **gestrichelt** gezeichnet¹⁾.



Darstellung der Endverschlüsse des KVz 59.

Auch diese Darstellung entspricht der tatsächlichen Anordnung der EVs im KVz.

Die Plätze im KVz 59 werden von links nach rechts, jeweils von oben nach unten, fortlaufend numeriert, wodurch in der oberen Zeile die ungeraden, in der unteren Zeile die geraden Ziffern stehen.

Die EVs, die die **Hauptkabel** (zum HVt oder zum LVz führend) abschließen, erhalten **römische Ziffern**.

Die EVs, die die **Verzweigungskabel** (zu den Endeinrichtungen führend) abschließen, erhalten **arabische Ziffern**.

Nicht belegte Plätze für EVs werden **gestrichelt** gezeichnet¹⁾.

Schaltpunktangaben werden in einen **Kastenvordruck** eingetragen; dieser enthält

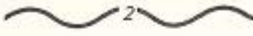
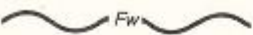
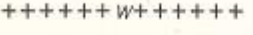
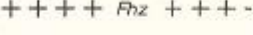
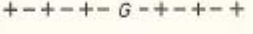
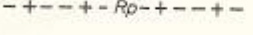
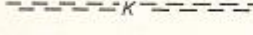
- (1) den Standort des Schaltpunkts,
- (2) die Bezeichnung des Schaltpunkts (im Beispiel: KVz A2),
- (3) eine Zeile, in die das **Hauptkabel** (oder das vom höherwertigen Schaltpunkt kommende Kabel) eingetragen wird (im Beispiel: Hauptkabel A/2 mit 100 DA [401 ... 500]),
- (4) eine Zeile, in die das **Verzweigungskabel** (oder das zum niederwertigen Schaltpunkt führende Kabel) eingetragen wird (im Beispiel: Verzweigungskabel mit 150 DA zu den Endeinrichtungen A2. 1 ... A2. 21).

(1) Heidestraße

(2)	A2
(3)	100 A/2 401-500
(4)	150 A2.1-21

¹⁾ Vgl. Abschnitt 4. 4. 1. 2 (Seite 77).

⑤ Bildzeichen für andere unterirdische Anlagen

	Ein Starkstromkabel (Stk)
	Zwei Starkstromkabel (Stk)
	Fremdes Fernmeldekabel, im Beispiel: Fernmeldekabel der Feuerwehr (Fw)
	Wasserleitung (W)
	Fernheizleitung (Fhz)
	Gasleitung (G)
	Rohrpostfahrrohr (Rp)
	Entwässerungsleitung (Kanalisation = K)

Um in **Querschnittsdarstellungen** besser die **Art der Anlagen** kennzeichnen zu können, kann an die Bildzeichen eine **entsprechende Abkürzung** gesetzt werden, wie

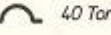
○ G	G = Gasrohr
○ W	W = Wasserrohr
● Stk	Stk = Starkstromkabel

⑥ Sonstige Darstellungen des Anlagenschutzes

Besteht der Anlagenschutz aus Vollrohren, Halbrohren oder Kabelabdeckhauben, gibt die **Zahl neben den Bildzeichen** die **lichte Weite** in mm an.

Sind die Vollrohre oder die Halbrohre aus einem **anderen Material als Stahl**, ist den Zahlen für die lichte Weite eine **entsprechende Abkürzung** beizuordnen, z. B.

- »Et« für Rohre aus Asbestzement,
- »Ton« für Tonrohre,
- »PVC« für Kunststoffrohre aus Polyvinylchlorid.

	Kabelmerkstein der DBP
	Vollrohr von 100 mm lichter Weite aus Stahl
	Halbrohr (einfach) von 40 mm lichter Weite aus Ton
	Halbrohre (doppelt) von 80 mm lichter Weite aus Stahl
	Kabelabdeckhaube von 70 mm lichter Weite
	Mauerziegel oder Kabelabdeckplatte
	Mauerziegel oder Kabelabdeckplatten doppelt
	Trassenband über Erdkabel

Außerdem werden noch folgende **Hinweiszeichen** für den Anlagenschutz eingetragen:



Hinweis, daß bei Arbeiten an Fernmeldeanlagen **besondere Schutzvorschriften** gegen Starkstromgefährdung beachtet werden müssen; **Gefährdung infolge von Betriebsspannungen** (Fernspeisung).



Hinweis, daß bei Arbeiten an Fernmeldeanlagen **besondere Schutzvorschriften** gegen Starkstromgefährdung beachtet werden müssen; **Gefährdung infolge induzierter Spannungen**.



Kabelanlage mit **kathodischem Korrosionsschutz**



Anschluß der Streustrom-Schutzleitung an den Kabelmantel eines Erdkabels. Negativer Anschlußpunkt an Minussammelschiene oder an Straßenbahnschiene.



Erdungsanlage von Starkstromanlagen, Masten usw. im Abstand »a« vom Fernmeldekabel

10. 3. 1. 2. Häufig verwendete Abkürzungen für Oberflächenmerkmale in Planunterlagen

Ackk	= Ackerkante	Pflk	= Pflasterkante
Bdst	= Bordstein	Prst	= Prellstein
Betk	= Betonkante	Prstr	= Prellsteinreihe
Bkk	= Bankettkante	Rst	= Randstein
Bkm	= Bahnkilometerstein	Rwg	= Radweg
Bmr	= Baumreihe	Sch	= Gas- oder Wasserschieber
Böschf	= Böschungsfuß	Sche	= Scheune
Böschk	= Böschungskante	Schp	= Schuppen
Bw	= Bahnwärterhaus	St	= Stall
Fbk	= Fahrbahnkante	Tkst	= Tankstelle
FM	= Fernmeldemast	TP	= Trigonometrischer Punkt
Ga	= Garage	VP	= Vermessungspunkt
Grk	= Grabenkante	Wdrd	= Waldrand
Grm	= Grabenmitte	Wgk	= Wegkante
Grst	= Grenzmarke jeder Art (Grenzstein)	Wgk unbest	= unbestimmte Wegkante
Gy	= Gully (Senkschacht)	Wgk unreg	= unregelmäßige Wegkante
Hs	= Haus	Wgrd	= Wegrand
Hy	= Hydrant	Wgw	= Wegweiser
Jgst	= Jagenstein (Abteilungsstein)	Wkst	= Werkstatt
Mlst	= Meilenstein	WS	= Wasserschacht
NivP	= Nivellements-punkt	Wt	= Warntafel
Ot	= Ortstafel	Wzl	= Wurzel
Pfahlr	= Pfahlreihe	Zgl	= Ziegelei

10. 3. 1. 3. Bildzeichen aus Katasterplankarten

	Hopfenpflanzung		Laubwald		Friedhof für Christen
	Korbweiden		Nadelwald		Friedhof für Nichtchristen
	Acker o. a. mit Obstbäumen		Mischwald		Abbauland, Kiesgrube
	Gartenland		Baumgruppe, Gebüsch		Abbauland, Sandgrube
	Weingarten		Parkanlage		Abbauland, Ton-Lehm-Mergel-grube
	Grünland, Grünland-Acker		Rohr, Schilf		Abbauland, Steinbruch
	nasse Wiese		Heide		Abbauland, Torfstich
	Streuwiese		Moor		Unland

Bergwerksanlagen
über und unter Tage

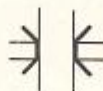
in Betrieb



außer Betrieb

vorübergehend
stillgelegt

Durchlässe

Rohrdurchlaß
erst ab 0,5 m lichter WeiteGemauerter
Durchlaß

Düker



Funkmast



Mast für Starkstromfreileitungen, Holzmast



Mast für Starkstromfreileitungen, Stahlgittermast



Trigonometrischer Punkt (*Winkelnetzpunkt*)



Polygonpunkt (*Vielecknetzpunkt*)



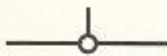
Nivellementpunkt als Stein (*Eingebautes Gleichmessen*)



Nivellementpunkt als Mauerbolzen



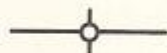
Grenzmarke im Verlauf einer Hoheitsgrenze



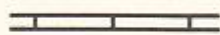
Grenzmarke im Verlauf einer Grundstücksgrenze



Meßpunkt ist die Mitte der Grenzsteinunterkante



Grenzmarke ist versenkt angebracht



Mauer



Zaun als einseitige Grenzeinrichtung



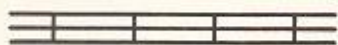
Hecke als einseitige Grenzeinrichtung



Erdwall



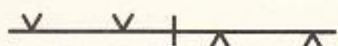
Zaun als gemeinschaftliche Grenzeinrichtung



Mauer als gemeinschaftliche Grenzeinrichtung



Zwei für sich bestehende Mauern



Wechselnde Zugehörigkeit eines Zauns



Weg,
der zum linken Flurstück gehört



Wassergraben,
der zum rechten Flurstück gehört

10.3.2. Einmessen von Kabellinien und ihre Eintragung in den Lageplan

Werden Fernmeldeanlagen in Lagepläne eingetragen, wird vorausgesetzt, daß die Fernmeldeanlagen bei noch offenen Baugruben eingemessen werden. Diese grundsätzliche Voraussetzung ist auch dann zu beachten, wenn beim Beseitigen von Kabelstörungen zusätzliche Lötstellen hergestellt werden müssen.

Die Lage der Fernmeldeanlagen wird **nach Festpunkten oder nach Festlinien bestimmt** (siehe Bild 141).

Festpunkte und Festlinien sind vorzugsweise¹⁾

- genau bezeichnete Ecken oder Teile von festen Bauwerken sowie
- **Baufluchten.** *Kabelmessfluchten*

Keine beständigen und unveränderlichen Einmeßpunkte oder Einmeßlinien sind

- Kilometersteine,
- Baumreihen,
- Grabenränder,
- Bordsteine,
- Straßenkanten und Straßenachsen,
- Leitungsmasten u. ä.

Da jederzeit damit gerechnet werden muß, daß sie versetzt oder gar entfernt werden, können sie **nur als ergänzende Oberflächenmerkmale** auf dem Lageplan vermerkt werden.



Bild 141 Ausschnitt aus einem Lageplan

Die Maße werden

rechtwinklig zu den Festpunkten oder zu den Geraden zwischen zwei Festpunkten, den sogenannten Standlinien, genommen.

Sie dürfen **nicht rechtwinklig zu den Kabellinien** gemessen werden.

Kabelmerksteine sollen nur in Ausnahmefällen, **wenn andere Festpunkte fehlen**, gesetzt werden. Sie werden **an die Weggrenze oder in die Baumreihe** gesetzt.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 5.3.5 (Seite 94).

Beim Einmessen von Kabellinien und beim Eintragen in die Planunterlagen gelten für das Beschriften folgende grundlegende Regeln¹⁾:

- die Pläne sind mit der **schrägen Normschrift nach DIN 16** zu beschriften;
- die **Schrift** ist so zu stellen, daß sie **von unten oder von rechts** gelesen werden kann;
- die Beschriftung ist **übersichtlich, kurz und eindeutig** zu fassen;
- **nicht beschriftet** wird, was durch die **Zeichnung selbst** oder durch **Bildzeichen** eindeutig erklärt ist;
- **alle Längen** sind in **Metern** anzugeben und auf **eine Stelle hinter dem Komma** abzurunden. Die Maßeinheit **»m«** wird **nicht** hinter die Maßzahlen geschrieben. (Von dieser Bemaßung weicht lediglich die Bemaßung eines Neigungsdreiecks bei Standlinienrichtungsänderung [vgl. Bild 146, Seite 170] ab).

Liegt ein **Erdkabel** neben einem **Kanal** oder einem anderen **Erdkabel**, muß der **Gleichlauf** im Lageplan **dargestellt** und durch **Entfernungsangaben** **festgelegt** werden. Durch diese Darstellungsform wird vermieden, daß die Kabel verwechselt werden.

Liegen dagegen **mehrere Fernmeldekabel der DBP (Postkabel)** **unmittelbar nebeneinander**, werden sie **nur** durch eine **Strich-Punkt-Linie** dargestellt. Dabei ist die **gegenseitige Lage** der einzelnen Kabel durch **Nebenzeichnungen** zu erläutern. In der Hauptzeichnung werden die **Maßangaben** (Entfernung der Kabelanlage von den Festpunkten oder Festlinien) **immer auf die Mittellinie des Kabelverbands** bezogen. Die den Messungen zugrundegelegte Einmeßachse (Mittellinie des Kabelverbands) ist in der **Nebenzeichnung** durch eine **senkrechte Strichlinie** anzugeben. Kommen später weitere Kabel hinzu, ist deren Abstand zur ursprünglichen Einmeßachse in der Nebenzeichnung zu vermerken; falls erforderlich, ist eine unterschiedliche Tiefenlage anzugeben.

R u h r t a l

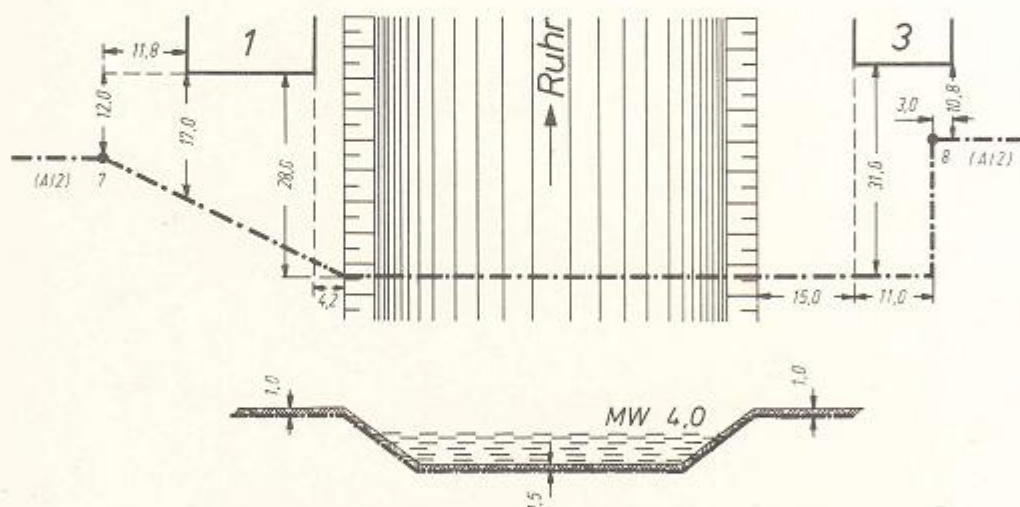


Bild 142 Verlauf eines Fernmeldekabels durch ein Gewässer

Der **Verlauf von Fluß- und Seekabeln** sowie ihr Schutz gegen Gefährdung durch Schifffahrt und Fischerei²⁾ sind in den Plänen möglichst genau einzutragen (Bild 142). Dabei sind neben den **Lötstellen** auch die an den Ufern und in den Gewässern angebrachten **Erkennungs- und Warnzeichen** zu vermerken. Zusätzlich ist ein **Querschnitt des Gewässers an der Kabellinie** zu zeichnen.

10. 3. 2. 1. Beispiele für das Einmessen einer Kabellinie entlang von Festpunkten und Festlinien

Die folgenden Bilder zeigen, wie eine Kabellinie richtig eingemessen wird.

Im Bild 144 wird das **Einmessen in Richtung schräg verlaufender Festlinien** gezeigt. Dieses Meßverfahren, das **nur in Ausnahmefällen** angewendet werden soll, wird **besonders gekennzeichnet**, indem die schräg verlaufenden Festlinien mit **zwei hintereinanderliegenden Pfeilen** bezeichnet werden.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 10. 3 (Seite 158).

²⁾ Vgl. Abschnitt 5. 6. 2. (Seite 100).

Bild 143
Einmessen einer Erdkabellinie auf
Festpunkte (Bauwerkskanten)

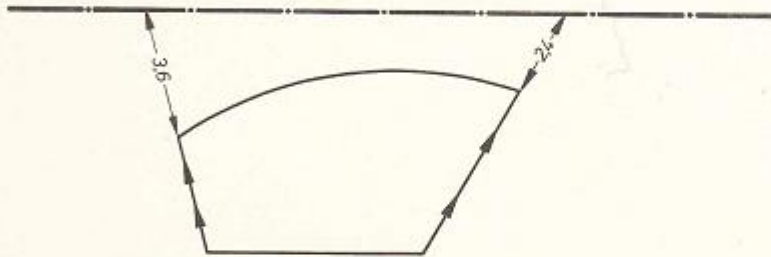
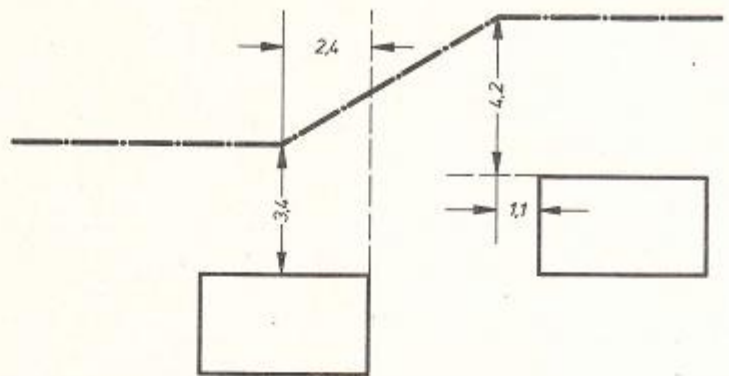


Bild 144
Einmessen eines Erdkabels auf
schräg verlaufende Festlinien

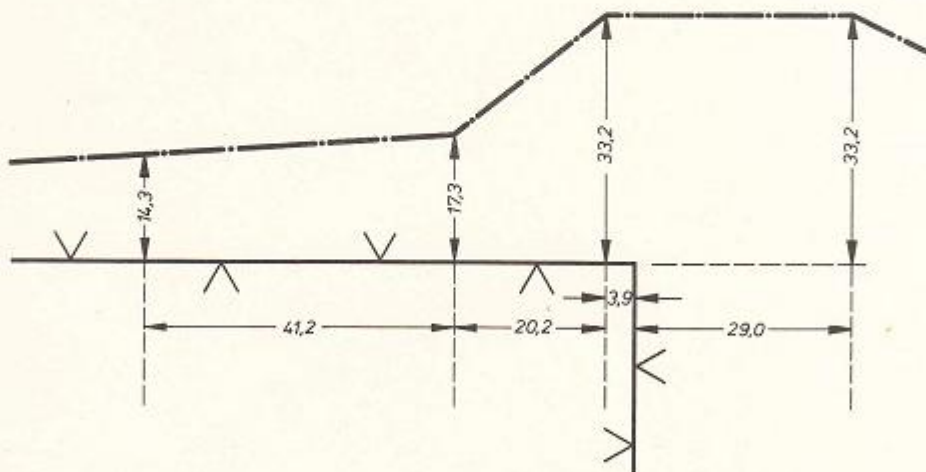


Bild 145 Einmessen eines Erdkabels entlang einer Zaunflucht

Über im Buchstabenfeld

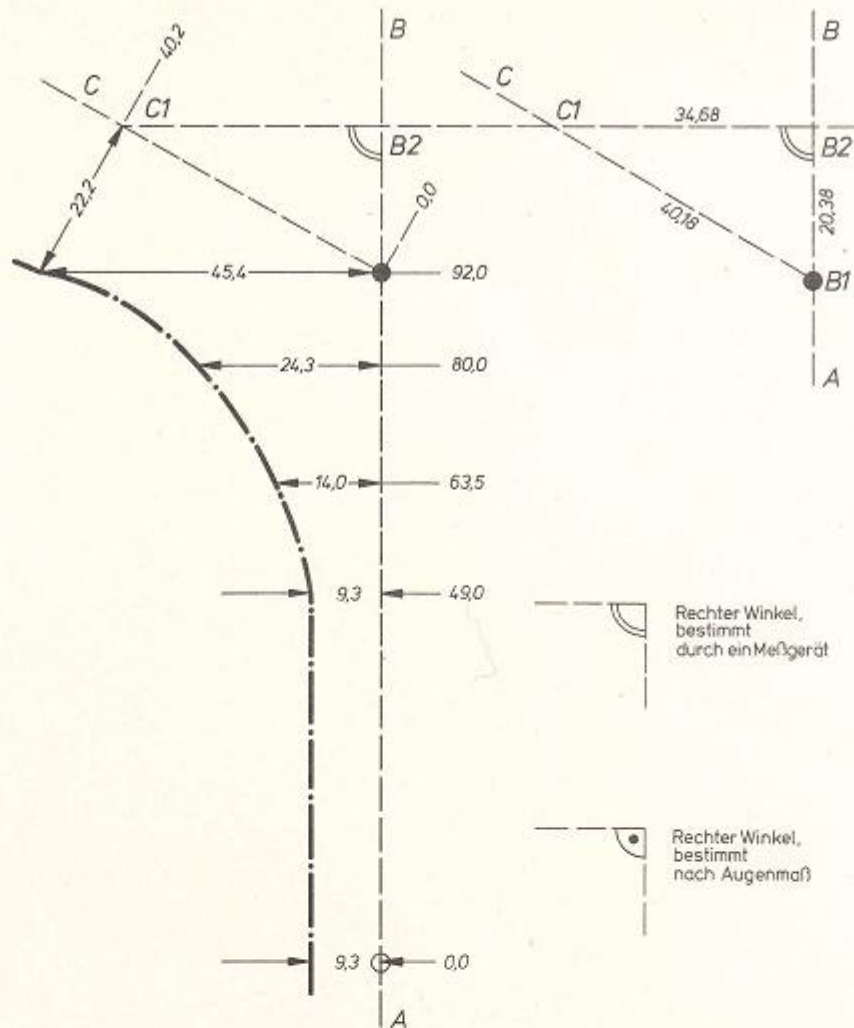


Bild 146 Einmessen eines Erdkabels auf eine Standlinie mit Darstellung einer Standlinienrichtungsänderung

Wechselt bei einer Standlinieneinmessung die **Kabellinie ihre Richtung** (wie im Bild 146 dargestellt), müssen **mehrere Standlinien mit unterschiedlichen Neigungen aneinandergereiht** werden. Der ermittelte **Neigungswinkel** zweier Standlinien zueinander wird im Lageplan neben den Standlinien **durch ein rechtwinkliges Neigungsdreieck dargestellt**. Abweichend von der sonst üblichen Maßangabe (Meterangabe, auf eine Stelle hinter dem Komma gerundet) sind wegen der erforderlichen Genauigkeit für die **Seiten des Neigungsdreiecks Maße** (in Metern) mit **zwei Stellen hinter dem Komma** anzugeben.

10. 3. 3. Anleitung zum Anlegen von Netzplänen

In Netzplänen¹⁾ werden die Fernmeldeanlagen **nicht maßstäblich dargestellt**. Die Linien sollen aber so eingezeichnet werden, daß sie sich dem tatsächlichen Straßenverlauf etwa anpassen.

Kabelschächte, Abzweigkästen, Kabelkanäle, Fernmeldekabel, Betriebsstellen, Schaltpunkte usw. werden durch Bildzeichen symbolisch dargestellt²⁾.

10. 3. 3. 1. Beispiele für zeichnerische Darstellungen in Netzplänen

Die folgenden Bilder zeigen, wie Kabelkanalanlagen, Betriebs-, Vorrats- und tote Adern sowie Aderverteilungen in Netzplänen dargestellt werden.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 10. 1. 2. 1 (Seite 149).

²⁾ Vgl. Abschnitt 10. 3. 1. 1 (Seite 158).

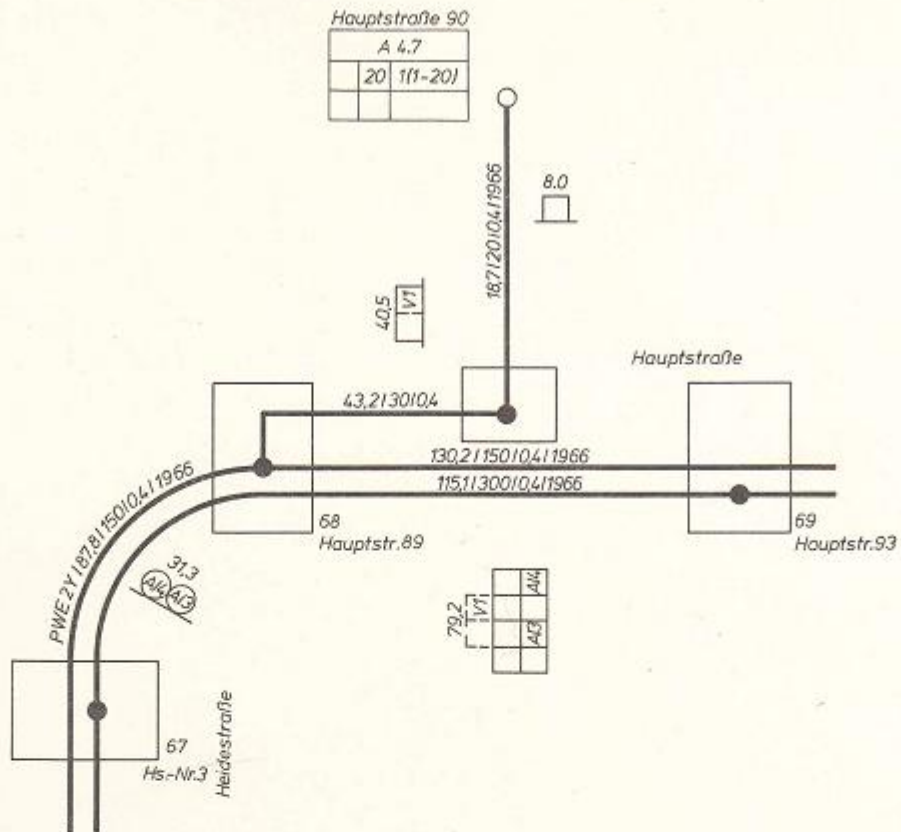


Bild 147 Ausschnitt aus einem Netzplan mit Darstellung einer Kabelkanalanlage

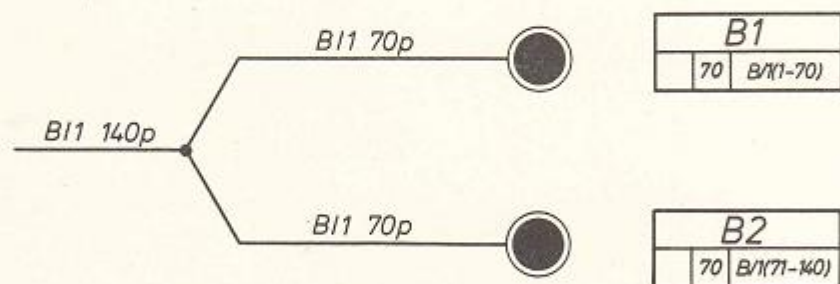


Bild 148 Aderverteilung ohne zusätzliche Pfeilangaben

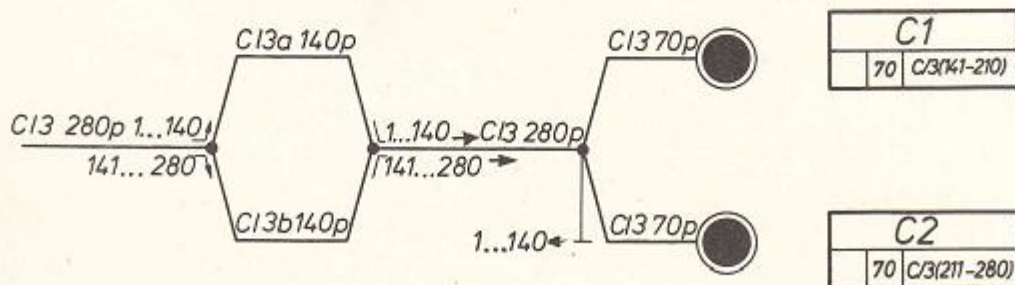


Bild 149 Aderverteilung mit zusätzlichen Pfeilangaben

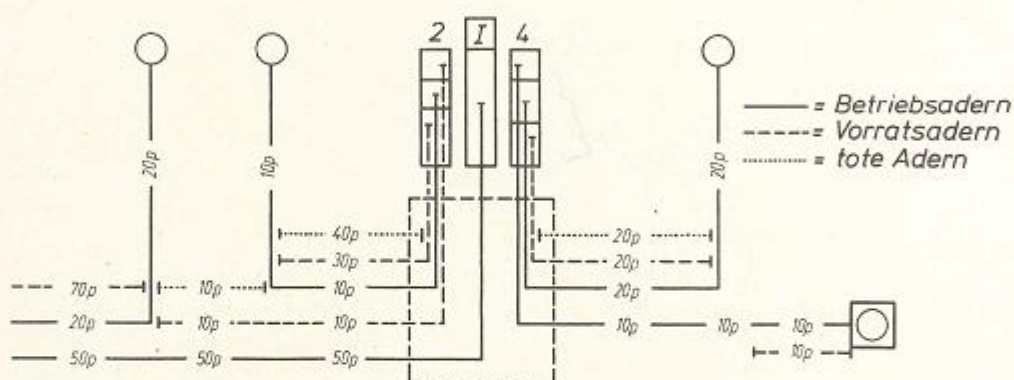
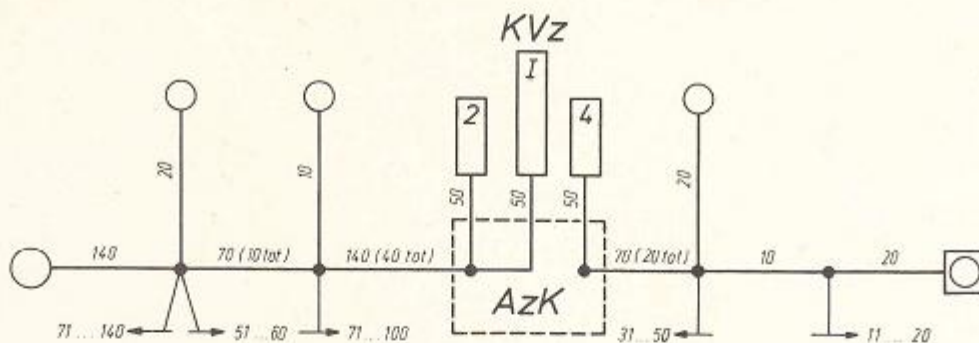


Bild 150 Darstellung von Betriebs-, Vorrats- und toten Adern

10. 3. 3. 2. Numerieren von Schaltpunkten und Kabeln

Die Regeln für das Numerieren von Schaltpunkten und Kabeln sind bereits in den Abschnitten 9. 1. 1 (dort besonders Tabelle 28), 9. 1. 2 und 9. 2 ausführlich erläutert worden. Aus den folgenden Bildern geht hervor, wie die Numerierung von Schaltpunkten und Kabeln in Pläne eingetragen wird. Die Bildzeichen für die Schaltpunkte sind im Abschnitt 10. 3. 1. 1 (4) — Seite 161 — erläutert worden.

Bild 151
Numerieren von EVz und KÜf, die an einen KVz angeschlossen sind

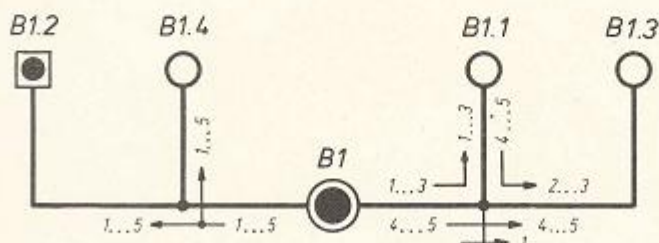


Bild 153
Numerieren von EVz und KÜf, die nachgeschaltet sind

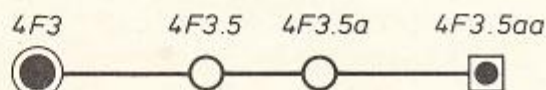


Bild 152
Numerieren von EVz und KÜf, die hinter-
einander oder nebeneinander geschaltet
sind

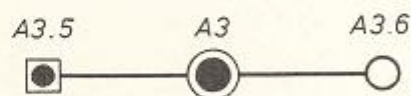


Bild 154
Numerieren von
Ortsverbindungskabeln

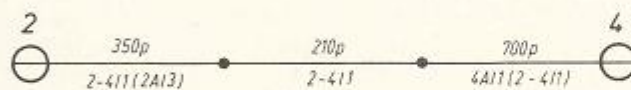
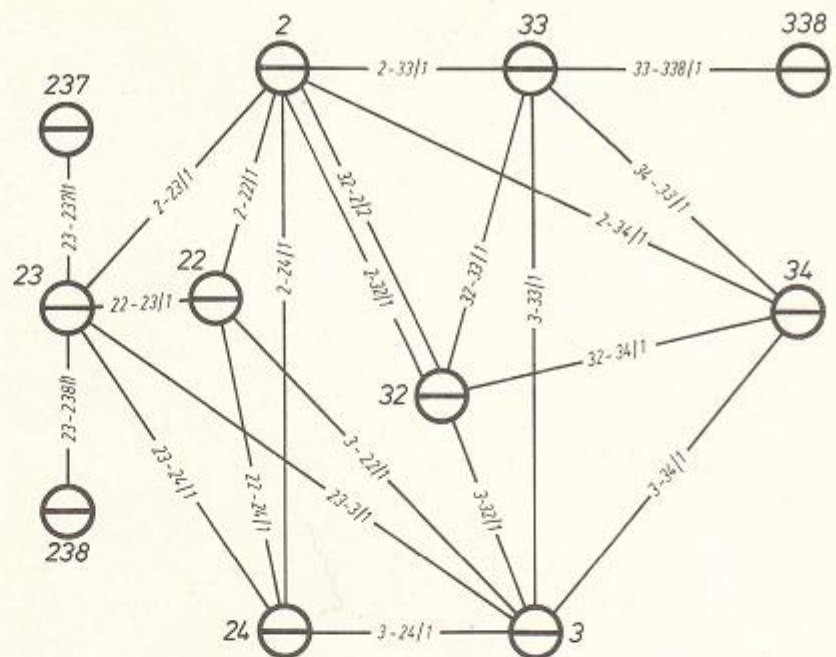


Bild 155
Numerieren von Kabeln mit OVk- und
Ask-Adern

Bild 156
Numerieren von Kabeln, die bei Ver-
zweigungspunkten zusammenlaufen

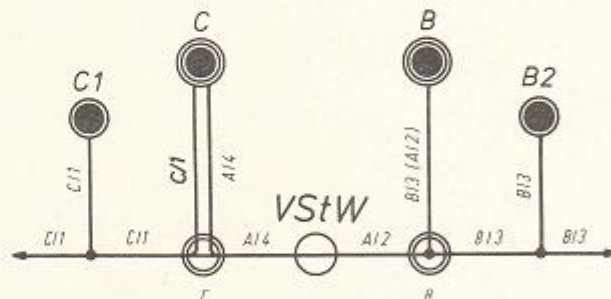


Bild 157
Numerieren bei Kabelverzweigungen ohne
zusätzliche Unterscheidungsbuchstaben

Bild 158
Numerieren bei Kabelverzweigungen mit
zusätzlichen Unterscheidungsbuchstaben

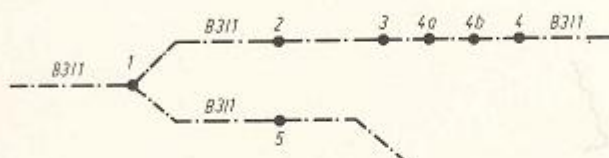
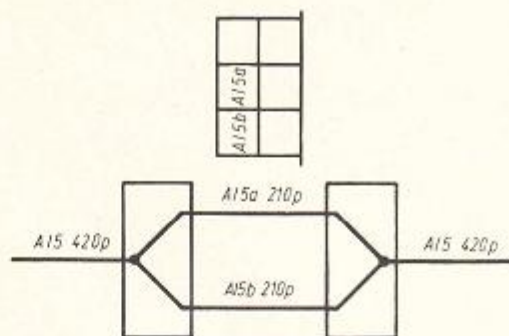


Bild 159
Numerieren von Erdkabelststellen

10. 4. Fragen zu Abschnitt 10 (Planunterlagen und Beschaltungsnachweise für unterirdische Fernmeldeanlagen in Ortsnetzen)

1. Erläutere den Begriff »Planunterlagen«! *Zeichnerische Darstellung von Kabelanlagen u. Kabelkanalanlagen.*
2. Erläutere den Begriff »Beschaltungsnachweise«! *werden in Beschreibungshandb. geführt u. geben aufschluß: 1. Verhalten*
3. Wozu werden Planunterlagen und Beschaltungsnachweise benötigt? *2. Entwerfen, 3. Planen, 4. Statistische Zusammenfassung*
4. Worin unterscheiden sich »maßstäbliche Pläne« von »schematischen Plänen«?
5. Welche Bezugskordinaten liegen dem Gauß-Krüger-Koordinatensystem zugrunde?
6. Auf welchen Punkt bezieht sich das Koordinatensystem nach Soldner?
7. Die Lage eines Orts wird im Gauß-Krüger-Koordinatensystem mit dem Rechtswert 2657 und dem Hochwert 5488 bezeichnet. Wo liegt dieser Ort?
8. Welche Karte wird für einen Ortsnetz-Bereichsplan verwendet, und welchen Maßstab hat diese Karte?
9. Mit welcher Nummer wird ein Ortsnetz-Bereichsplan bezeichnet? *Nach der Nummer des entsprechenden Hauptplans*
10. Was ist in einen Ortsnetz-Bereichsplan einzutragen? *FA-Grenzen; Ortsnetz-Bereichsgrenzen; Beeinflussungsbereiche*
11. Für welche Ortsnetze sind Verzweiger-Bereichspläne aufzustellen? *jedes Ortsnetz über 3 kV*
12. Was ist in einen Verzweiger-Bereichsplan einzutragen? *VSt; Standorte der LV, kV, HT, Verteilungshalter,*
13. Welche Karte wird für einen Verzweiger-Bereichsplan verwendet, und welche Maßstäbe können Verzweiger-Bereichspläne haben? *Deutsche Grundkarte 1:5000; 1:2500*
14. Ein Verzweiger-Bereichsplan hat die Nummer 8652. Was besagt diese Nummer?
15. Skizziere das Gitterfeld des Verzweiger-Bereichsplans 9458 und trage in die Skizze die Lagepläne ein, die folgende Nummer haben: 9458d, 9459b, 9558ea und 9559fd!
16. Welchen Maßstab hat ein Lageplan mit der Nummer 9064f? *1:1000*
17. Welchen Maßstab hat ein Lageplan mit der Nummer 9064bb? *1:500*
18. Was ist in einen Lageplan einzutragen?
19. Was geben die Hinweise am Rand eines Lageplans an? *Gibt hin wo: über das jeweilige Anschlußkriterium, das der Verlauf der Kabeltrasse ohne Schwierigkeit erfolgen kann*
20. Welche schematischen Pläne sind für Kabel- und Kabelkanalanlagen zu führen?
21. Aus welchen Plänen gehen Art und Aufbau der Kabelkanalanlagen und der Ortskabelanlagen übersichtlich hervor? *Nachweise für H-Kabel, für F-Kabel, für B-Kabel*
22. Wie wird ein Verzweigungskabel-Netzplan bezeichnet für den KVz 2, der im Ortsnetz D-Dorf unmittelbar an den HVt angeschlossen ist? *VNzP D42*
23. Wie wird ein Verzweigungskabel-Netzplan bezeichnet für den KVz 5, der im Ortsnetz C-Stadt über den LVz C an die VSt 4 angeschlossen ist? *VNzP C4C5*
24. Welche von großen Schaltpunkten ausgehenden Kabel können in getrennten Netzplänen dargestellt werden, und was für Netzpläne werden demnach unterschieden?
25. Was ist der Inhalt von Bestückungsplänen Bsp?
26. Nur in welchen Fällen sollen Bestückungspläne angelegt werden?
27. In welchen Fällen sind Kabellängenpläne KLäp aufzustellen?
28. Was ist in einen Kabellängenplan einzutragen?
29. Wie wird der Kabellängenplan des Ortsverbindungskabels bezeichnet, welches im Ortsnetz A-Stadt als Kabel 2 die VSt 1 mit der VSt 4 verbindet? *OVh-Läp A-4/2*
30. Welche Angaben können einer Kabelschachtkarte entnommen werden? *Lage, Art, Hersteller, Bauweise*
31. Wie werden die einzelnen Kabelschachtkarten numeriert?

32. Was kann den Beschaltungsnachweisen entnommen werden?
33. Wofür sind Beschaltungsnachweise unerläßliche Unterlagen?
34. Bei welchen Stellen werden die Beschaltungsnachweise im allgemeinen geführt?
35. Was ist in den Straßenkarten angegeben?
36. Wozu dient ein Abstreichbogen?
37. Was wird mit einem Einzelschaltauftrag veranlaßt?
38. In welchen Fällen müssen Sammelschaltaufträge erteilt werden?
39. Worüber gibt ein Längenzettel für Fernmeldeleitungen Auskunft?
40. Was kann einer Nummernkarte entnommen werden?
41. Wo werden die Nummernkarten geführt?
42. Aus welchen Karten besteht die Beschaltungskartei, und was geht aus den unterschiedlichen Karten hervor?
43. Für welche Verzweigereinrichtungen werden Belegungskarten geführt?
44. Was wird in der Belegungskartei nachgewiesen?
45. Bei welchen Stellen werden die Belegungskarteien geführt?
46. Welche FBO gilt für das Anfertigen von Plänen für unterirdische Fernmeldeanlagen?
47. Was ist hinsichtlich der Beschriftung der Pläne zu beachten?
48. In welche Gruppen können die Bildzeichen für Kabelpläne eingeteilt werden?
49. Auf welche Festpunkte und Festlinien wird die Lage der Fernmeldeanlagen vorzugsweise eingemessen?
50. Was ist eine Standlinie?
51. Welche Einmeßpunkte und Einmeßlinien sind nicht beständig und können daher nur als ergänzende Oberflächenmerkmale vermerkt werden?
52. Nur wann dürfen Kabelmerksteine gesetzt werden?
53. Wie müssen die Maße der Kabellinien zu den Festpunkten, Festlinien oder Standlinien genommen werden?
54. Das Einmessen in Richtung schräg verlaufender Festlinien soll nur in Ausnahmefällen angewendet werden. Wie wird dieses Einmessen zeichnerisch besonders gekennzeichnet?
55. Wie werden mehrere Fernmeldekabel der DBP zeichnerisch dargestellt, wenn sie unmittelbar nebeneinanderliegen?
56. Worauf beziehen sich die Maßangaben, wenn mehrere Fernmeldekabel der DBP unmittelbar nebeneinanderliegen?
57. Worauf beziehen sich die Maßangaben bei einem Kabelkanal?
58. Wie wird der Kabelkanalquerschnitt dargestellt, und was ist aus ihm ersichtlich?
59. Was bedeutet der Eintrag »R(F)« in einem Kanalzug?
60. Wodurch wird der ermittelte Neigungswinkel dargestellt, wenn zwei oder mehr Standlinien mit unterschiedlicher Neigung aneinandergereiht werden müssen?

11. Unfallverhütung

In allen Lehrwerkstätten und Ausbildungsstellen bei der Deutschen Bundespost weisen Plakate, Bilder und Tafeln auf besondere Unfallgefahren hin. Die Ausbilder vermitteln ihre praktische Erfahrung und machen auf die Gefahrenquellen aufmerksam.

Unfälle passieren nicht —

Unfälle werden verursacht!

Unfälle können verhütet werden!

Eigene Vorsicht ist der beste Unfallschutz!

Unfälle, gleichgültig, ob sie bei einer beruflichen Tätigkeit oder in der Freizeit entstehen, sind für den Betroffenen meist folgenschwer. Unfälle schaden aber auch der Gesamtheit.

Um Unfälle zu vermeiden, wird das Personal auf **besondere Unfallgefahren im Beruf** hingewiesen. Da es in den einzelnen Arbeitsbereichen **typische, tätigkeitsbezogene Unfälle** gibt, sind vom Fernmeldetechnischen Zentralamt in Zusammenarbeit mit dem Posttechnischen Zentralamt

| Unfallverhütungsvorschriften UVV

herausgegeben worden, die für bestimmte Arbeitsbereiche gelten.

Für die Arbeiten **im unterirdischen Fernmeldebau** gelten neben den

besonderen Schutzanweisungen in den entsprechenden Fernmeldebauordnungen, Richtlinien und Technischen Vorschriften

die

| Unfallverhütungsvorschriften für den fernmeldetechnischen Dienst UVVft.

Jeder, der in einem der Tätigkeitsbereiche des fernmeldetechnischen Dienstes beschäftigt ist, soll zu einer erfolgreichen Unfallverhütung beitragen und sich und andere vor Unfällen bewahren. Jeder soll daher den für seinen Tätigkeitsbereich zutreffenden Inhalt der UVVft kennen sowie sich **entsprechend verhalten und entsprechend handeln.**

Die Unfallverhütung allgemeiner Art ist im Abschnitt 10 des Lehrstoffs »Allgemeine Berufskunde« behandelt worden. In diesem Abschnitt sind weitergehend auch die zu treffenden Schutzmaßnahmen zur **Verhütung von Feuer und Bränden**, zur **Verhütung von Elektrounfällen** und zur **Sicherung des Verkehrs** beschrieben worden. Abschließend wird dort das zweckmäßige Verhalten bei Unfällen geschildert.

Bei den **Arbeiten an unterirdischen Fernmeldeanlagen** sind **besondere Arbeitsschutzmaßnahmen** anzuwenden und **besondere Schutzvorrichtungen** zu benutzen. Im folgenden werden diese Schutzmaßnahmen und Schutzvorrichtungen beschrieben; die Ausführungen decken sich mit den entsprechenden Abschnitten der UVVft.

11. 1. Unfallverhütung bei Erdarbeiten

11. 1. 1. Verkehrssicherung

Werden unter Leitung und Verantwortung von Dienststellen der DBP Gräben und Gruben auf öffentlichem oder privatem Gelände vom eigenen Personal ausgehoben oder geöffnet, müssen die **Arbeitsstellen** durch das Personal selbst **gegen Verkehr gesichert** werden.

Für das **Absperrn und Kennzeichnen der Arbeitsstellen** gelten die Vorschriften der Straßenverkehrsordnung StVO. In der StVO sind Art, Ausführung und Gebrauch von **Warnzeichen, Absperrgeräten und Kennzeichnungsgeräten** festgelegt. Dabei sind die Warnzeichen **vor und hinter der Baustelle** aufzustellen. Ihr Abstand von der Baustelle richtet sich nach der Art des Verkehrs und der üblichen Geschwindigkeit der Verkehrsmittel. Der Abstand beträgt **auf Fahrbahnen zwischen 50 und 250 Metern**, auf **Gehwegen** genügen **wenige Meter**. Bei **Dunkelheit** müssen nichtrückstrahlende Warnzeichen durch weißes Licht **beleuchtet** werden.

Die Baustellen werden im allgemeinen mit **rot-weiß gestreiften Sperrschranken, Absperrböcken oder Leitkegeln** gesichert. **Auf Fahrbahnen** soll ein **Sicherheitsstreifen** mit abgesperrt werden, der je nach Tiefe des Grabens oder der Grube **ein bis zwei Meter breit** sein soll. Bei kleinen Baustellen genügt es bei Tage auch, wenn ein Lötzelt aufgestellt oder vor die Baustelle ein Fahrzeug mit einer Warnflagge abgestellt wird.

Für die Verkehrssicherung bei **Arbeiten auf Bahngelände** gelten **besondere Vorschriften**. Vor Arbeitsaufnahme ist die zuständige Bahnmeisterei zu verständigen.

11. 1. 2. Arbeitsschutz

- Der **Zugang zur Arbeitsstelle** soll verkehrssicher und unfallsicher sein.
- **Gelagerte Baustoffe, abgestelltes Baugerät oder Erdaushub** dürfen weder die Arbeit noch den Verkehr behindern.
- Wird offenes oder glimmendes **Feuer** benötigt, ist es so aufzustellen, daß Brandgefahr und Senggefahr vermieden werden. Die **Feuerquelle** muß **ständig beaufsichtigt** sein.

Ausgehobenes Erdreich soll wegen der Nachrutschgefahr **mindestens 30 cm von der Grabenkante entfernt gelagert** werden. Die Erde ist mit größter Vorsicht auszuheben, damit **Fremdanlagen** nicht beschädigt und dadurch hervorgerufene Unfälle vermieden werden. **Starkstromkabel** dürfen **nicht angefaßt** werden.

■ Beschädigte Fremdanlagen sind unverzüglich dem Vorgesetzten zu melden!

Gruben oder Gräben,

die **tiefer als 1,25 m** sind, müssen je nach Bodenart **abgeböscht oder verbaut** (abgesteift) werden; zum Verbauen dienen Saumböhlen;

die **tiefer als 1,50 m** sind, dürfen nur mit Hilfe einer **Leiter** bestiegen werden;

die **tiefer als 1,75 m** sind, dürfen **nicht mehr vom Personal der DBP ausgehoben** werden.

■ Wird in der Nähe der Arbeitsstelle **Gasgeruch** wahrgenommen, sind die **Arbeiten sofort einzustellen**; der Vorgesetzte ist unverzüglich zu unterrichten!

11. 2. Unfallverhütung bei Arbeiten an Kabelkanalanlagen und beim Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln

11. 2. 1. Verkehrssicherung

Auch bei den Arbeiten an Kabelkanalanlagen sind die **Arbeitsstellen** so zu **sichern**, wie im Abschnitt 11. 1. 1 beschrieben worden ist.

Das **Fernmeldebaugeschütz** und das **Fernmeldebaugerät** (Schachtdeckel, Abzweigkastendeckel, Schmutzfänger, Schmutzschalen, Handwerkszeug usw.) sollen **innerhalb der Absperrung abgestellt** werden.

Wird durch die Absperrung der Fußgängerverkehr wesentlich behindert, müssen für die Fußgänger Durchlässe geschaffen werden.

11. 2. 2. Arbeitsschutz

- Die **Zangenlöcher** der Schachtdeckel dürfen nur mit **Reinigungslöffeln aus nicht funkenbildendem Material** gesäubert werden.
- Zum **Heben der Schachtdeckel** dürfen nur die für die unterschiedlichen Schachtdeckelklassen zugelassenen **Deckelhebergeräte** verwendet werden.
- **Festsitzende oder festgefrorene Schachtdeckel** dürfen nur mit **Geräten aus nicht funkenbildendem Material** gelockert oder mit einem **Heißluftgebläse** (Schachtdeckel-Auftaucher) aufgetaut werden.
- Die **Schachtdeckel** müssen so **wieder eingesetzt** werden, daß sie **bündig im Rahmen liegen**; sie dürfen weder wackeln, noch Stolperkanten bilden.

Alle **Kabelschächte und Abzweigkästen** sind mit einem **Gasspürgerät auf Gasansammlungen zu überprüfen**. Bei Schachtdeckeln mit Entlüftungsschlitzen wird der Gasprüftest vor dem Abheben des Deckels, sonst unmittelbar nach dem Abheben ausgeführt.

Bevor nicht einwandfrei festgestellt worden ist, daß der Kabelschacht oder der Abzweigkasten gasfrei ist, sind **offenes Licht oder Feuer verboten!**

Das **Gasspürgerät** besteht im wesentlichen aus einer **Balgpumpe** und einer drei Meter langen **Schlauchsonde**, in die **Prüfröhrchen** eingesetzt werden. In Gebieten mit Erdgasversorgung werden **»Erdgasteströhrchen«**, in stadtgasversorgten Gebieten **»Vorprüfröhrchen«** benutzt. Die **zu untersuchende Luft** wird mit ein bis fünf Hübchen durch das **Prüfröhrchen gesaugt**, welches sich **verfärbt**, sofern sich **Gas angesammelt hat**.

Zeigt das **Gasspürgerät** eine **Gasansammlung** an, muß der Kabelschacht oder der Abzweigkasten **mindestens zehn Minuten gelüftet** werden, bevor **erneut mit dem Gasspürgerät geprüft** wird.

Wird im Kabelschacht mit offenem Feuer gearbeitet, ist der Gasprüftest etwa jede halbe Stunde zu **wiederholen**.

Ist der **Kabelschacht gasfrei**, darf er erst etwa **zehn Minuten nach dem Öffnen betreten** werden. Dazu ist entweder eine **Leiter** oder eine **festeingebaute Steigvorrichtung** zu benutzen.

Wird über dem Kabelschacht ein Zelt errichtet, muß die **Zeltöffnung gegen den Wind gerichtet** sein, damit frische Luft in den Kabelschacht eindringen kann. Die **Firststange des Zeltes** ist so mit dem **Kabelschacht zu verbinden**, daß selbst bei starkem Wind das **Zelt nicht umfallen** kann. Zu diesem Zweck wird eine Kette an der Firststange befestigt, die am Kabelschacht, z. B. an einem Kabelhalter, verankert wird.

Löt- und Trockenöfen oder Heizstrahler dürfen nur dann in einem Kabelschacht eingesetzt werden, wenn sie einen **Dunstabzugsschlauch** haben. Dieser Schlauch soll durch eine Öffnung in der Zeltplane geführt werden und einen **einwandfreien Dunstabzug** gewährleisten.

Muß im Kabelschacht u. U. **autogen geschweißt** werden, sind **besondere Schutzmaßnahmen** zu ergreifen.

Die besonderen Schutzmaßnahmen gemäß den **»Richtlinien für die PVC-Rohrmontage«** sind zu beachten, wenn **Kabelkanalrohre** aus Hart-PVC **gereinigt oder geklebt** werden, z. B. beim Einsanden der Rohre, beim Vorbereiten zum Einbetonieren, beim Kleben von PVC-Muffen.

Beim **Ein- und Ausziehen von Röhrenkabeln**

- darf die **Kabelkraftwinde** nur von jemandem **bedient** werden, der dafür **besonders ausgebildet** ist;
- sind die **Kabeltrommeln** möglichst auf dem **Kabeltransportanhänger** zu belassen;
- ist die Trommel — falls sie nicht auf dem Kabeltransportanhänger bleiben kann — so **aufzubocken**, daß die **aufgebockte Trommel einen sicheren Stand** hat;
- sind bei allen **Zieharbeiten** **Schutzhandschuhe** zu tragen, die einen mechanischen Schutz und einen Schutz vor Bleierkrankungen bieten;
- dürfen **Gleitbleche, Rollen oder Spannvorrichtungen** nur bei **ruhemdem Kabel eingesetzt oder nachgeregelt** werden;
- darf sich während des Ziehvorgangs **niemand innerhalb eines Winkelpunkts aufhalten**, den das Kabel oder das Zugseil bildet.

11.3. Unfallverhütung bei Kabellötarbeiten und Kabelspleißarbeiten

- Zum Löten und Spleißen von Fernmeldekabeln sind möglichst **Werkzeuge mit isolierenden Handgriffen** zu verwenden.
- **Propangasflaschen und Propangeräte**, die zum Löten, Heizen oder Beleuchten verwendet werden, stellen **besondere Gefahrenquellen** dar. Daher sind beim Umgang mit diesen Geräten die **besonderen Schutzanweisungen** des **»Merkblatts für die Verwendung von Propan im Fernmeldewesen«** zu beachten.

Propangeräte müssen **stets außerhalb von Lötgruben oder Kabelschächten in Betrieb** genommen werden und dürfen nie ohne **Aufsicht brennen**.

- **Leicht entzündliche Stoffe**, die zum Herstellen von Lötstellen benötigt werden, sind **entfernt von der Arbeitsstelle** zu lagern und vor **Sonneneinwirkung** oder sonstiger **Erwärmung** zu **schützen**.
- **Kabelmäntel** dürfen **nicht** mit **Benzin** gereinigt werden.

Bei Arbeiten an Fernmeldekabeln mit **Bleimantel** ist besonders zu beachten, daß

- beim **Abbürsten des Bleimantels** die Bürste so geführt werden muß, daß **kein Bleistaub in den Mund geraten** kann;
- das **eigene Taschenmesser** nicht zum **Bleischneiden** benutzt werden darf;
- **vor dem Essen** und **bei jeder Arbeitsunterbrechung** die **Hände mit Bleischützseife** und **Bürste gründlich zu säubern** sind.

Zum **Reinigen von PE-Mänteln** werden Putzlappen benutzt, die mit **Methylenchlorid** angefeuchtet sind. **Methylenchlorid** darf **nicht über den Kabelmantel gegossen** und **nicht zum Reinigen der Hände** verwendet werden.

Das **Gießharz**, mit dem Stopfstellen hergestellt werden, darf **nicht mit der Haut in Berührung** kommen, weil es **Hautreizungen** hervorruft.

Treten **Gewitter** auf, ist das **Lötzelt** zu **verlassen**. Die **Lötarbeiten** sind **einzustellen**, wenn ein **Gewitter** in **Sicht-** oder in **Hörweite** ist. Sollte sich trotzdem während eines **Gewitters** jemand im **Lötzelt** aufhalten, so soll er sich in die **Mitte des Zeltes** stellen und keine **blanken Kabel**, nicht das **Zeltgestänge** oder das **feuchte Zeltdach** berühren.

11. 4. Unfallverhütung bei Arbeiten an gefährdend starkstrombeeinflussten Fernmeldekabeln

Die gefährdend starkstrombeeinflussten Fernmeldekabel sind in den **Planunterlagen** mit einem **Blitzpfeil** gekennzeichnet, dem der **Buchstabe »i«** hinzugesetzt ist¹⁾. An den **Verzweigungs- und Endeinrichtungen** dieser Kabel sind an gut sichtbarer Stelle **gestrichelte rote Blitzpfeile** angebracht. Auch die **Fernsprechentstörungsstellen** führen in ihren **Störungskarten** entsprechende **Hinweise** auf die **Gefährdung**.

Die besonderen Schutzmaßnahmen, die beim **Zurichten der Kabelenden** zum Herstellen von **Spleißstellen** und **Muffenverbindungen** an gefährdend starkstrombeeinflussten Kabeln zu treffen sind, sind im **Abschnitt 3.2.5** (Seite 36) beschrieben worden.

Bei allen Arbeiten an diesen Kabeln

- sind **Werkzeuge mit isolierenden Handgriffen** zu verwenden,
- sind **schutzisolierte elektrische Arbeitsgeräte** einzusetzen,
- muß sich der **Arbeiter gegen Erde** oder gegen die **gefährdenden Leiter isolieren**,
- muß der Arbeiter **vermeiden, daß gleichzeitig mehrere Leitungen berührt** werden (Gefährdung infolge **Fremdspannungsunterschieds**).

Das **Isolieren gegen Erde** kann erfolgen durch

- Unterlegen von **Gummimatten**,
- Abdecken und **Isolieren der geerdeten Teile**,
- Tragen eines **Schutzanzugs**,
- Trockenhalten des Arbeitsbereichs** (der **Lötgrube** oder des **Kabelschachts**).

Zum **Isolieren gegen die gefährdenden Leiter** sind geeignet

- das **Tragen von Gummistiefeln** und
- das **Überziehen von Gummihandschuhen**.

¹⁾ Vgl. Abschnitt 10. 3. 1. 1 ® (Seite 164).

11. 5. Unfallverhütung bei Arbeiten an Fernmeldekabeln mit Fernspeisung

Fernmeldekabel mit Fernspeisung und die zugehörigen Muffen, Endverschlüsse usw. sind wie folgt **gekennzeichnet**:

- **Bewehrte Röhrenkabel** haben zwischen ihrer Bewehrung aus verzinkten Stahlflachdrähten **einen mit rotem Kunststoff umspritzten Stahldraht**.
- Bei **Erdkabeln** mit Jute-Außenhülle ist der mit **rotem Kunststoff umspritzte Stahldraht** in einer **Gegenwendel über der äußeren Schutzhülle** aufgebracht.
- **Fernmeldekabel** mit einem äußeren **schwarzen Kunststoffmantel** haben aufgeprägte oder aufgedruckte **hellrote Blitzpfeile** oder einen **mindestens 10 mm breiten roten Streifen**.
- **Schutzmuffen und Kondensatormuffen** sind auf ihrer Oberseite mit einem **roten Blitzpfeil** gekennzeichnet.
- An den **zugänglichen Stellen**, z. B. in Kabelschächten, erhalten die Kabel ein **Warnschild**, das auf **gelbem Grund einen roten Hochspannungspfeil** trägt.
- Die **Endverschlüsse** der Kabel und die **Fernspeisungseinrichtungen** tragen einen **roten Hochspannungspfeil**.

Bevor mit den **Bauarbeiten in der Nähe von Kabeln mit Fernspeisung** begonnen wird, müssen die **notwendigen Sicherheitsvorkehrungen** von der **zuständigen Fernkabelunterhaltungsstelle** getroffen werden.

An diesen Kabeln dürfen **Löt- und Spleißarbeiten** nur von solchen **Personen** ausgeführt werden, die dafür **besonders ausgebildet** sind. Es werden dazu folgende **Sicherheitsvorkehrungen** getroffen:

- Die **Fernspeisung** ist für den betreffenden Abschnitt **abzuschalten**.
- Die **Innenleiter** sind an **beiden Schaltstellen** zu **erden**.
- Der **spannungsfreie Zustand an der Arbeitsstelle** muß mit einem Kabelsuchgerät **überprüft** werden.
- Vor die **Kabelendeinrichtung** ist ein **Warnschild** zu **hängen**, welches unter Hinweis auf die Arbeiten ein **Einschaltverbot** gibt.
- Der die Arbeitsstelle **leitende Vorgesetzte** erhält für die Dauer der Arbeiten die **Schlüssel für die verschlossenen Kabelendeinrichtungen**.

11. 6. Unfallverhütung bei Arbeiten an Schaltpunkten

Schaltpunkte sind Hauptverteiler, Endverschlüsse in Linienverzweignern und Kabelverzweignern sowie End-einrichtungen (z. B. EVz oder KÜf).

Bei Schalt- und Entstörungsarbeiten **können an den Anschlußstiften** (Lötfahnen) dieser Einrichtungen zeit-
weilig **Spannungsspitzen auftreten**. Diese Spannungsspitzen können infolge einer **Schockwirkung** eine Gefähr-
dung hervorrufen. Ursachen für die Spannungsspitzen sind entweder überhöhte Speisespannungen oder Speisespannungen
mit überlagerter Rufspannung, diese Spannungsspitzen können auch von Fremdspannungen hervorgerufen werden.

Der Schaltwärter oder der Entstörer sollen **nur Werkzeuge mit isolierenden Handgriffen und elektrische Arbeitsgeräte mit Schutzisolierung** verwenden, die in einem ordnungsgemäßen Zustand sein müssen. Bevor mit den Arbeiten begonnen wird, sind **Werkzeuge und Geräte auf äußerlich sichtbare Mängel zu überprüfen**. Der Schaltwärter oder der Entstörer soll sich entweder **gegen Erde oder gegen die Anschlußstifte isolieren**. Außerdem soll er **vermeiden, gleichzeitig mehrere Adern zu berühren**, weil u. U. Fremdspannungsunterschiede eine Schockwirkung hervorrufen können. **Arbeiten an Überspannungsableitern** dürfen **nur mit den dafür vorgesehenen besonderen Werkzeugen** ausgeführt werden.

Bei einer möglichen **Gefährdung durch Starkstrombeeinflussung** sind die **Gehäuse** der gefährdeten Linienverzweiger, Kabelverzweiger oder End-einrichtungen mit einem **gestrichelten roten Blitzpfeil** gekennzeichnet.

11. 7. Fragen zu Abschnitt 11 (Unfallverhütung)

1. Warum soll jeder bestrebt sein, Unfälle zu verhüten?
2. Was ist der beste Unfallschutz?
3. Welche Vorschriften hinsichtlich der Unfallverhütung gelten für die im Fernmeldebaudienst tätigen Personen?
4. Wie und womit müssen die Arbeitsstellen auf öffentlichem oder privatem Gelände gegen den Verkehr gesichert werden?
5. Was ist bei Dunkelheit hinsichtlich der Verkehrssicherung zu beachten?
6. Warum muß ausgehobenes Erdreich mindestens 30 cm von der Grabenkante entfernt gelagert werden?
7. Nur wie dürfen Gruben oder Gräben bestiegen werden, die tiefer als 1,50 m sind?
8. Was ist zu veranlassen, wenn in der Nähe der Arbeitsstelle Gasgeruch wahrgenommen wird?
9. Aus welchem Material müssen die Reinigungslöffel sein, mit denen die Zangenlöcher der Schachtdeckel gesäubert werden?
10. Nur womit dürfen festsitzende Schachtdeckel gelockert werden?
11. Wie müssen die wieder eingesetzten Schachtdeckel im Rahmen liegen?
12. Mit welchem Gerät müssen Kabelschächte oder Abzweigkästen auf Gasansammlungen überprüft werden, bevor sie bestiegen werden dürfen? Wie arbeitet dieses Gerät?
13. Warum muß das Zelt so über dem Kabelschacht aufgestellt werden, daß die Zeltöffnung gegen den Wind gerichtet ist?
14. Zähle einige Unfallverhütungsmaßnahmen auf, die beim Einziehen von Röhrenkabeln beachtet werden müssen!
15. Was ist beim Arbeiten mit Propangas zu beachten?
16. Welche Vorschriften sind bei Arbeiten an Bleimantelkabeln besonders zu beachten?
17. Nur womit dürfen PE-Kabel gereinigt werden?
18. Warum ist darauf zu achten, daß das Gießharz, mit dem Stopfstellen hergestellt werden, nicht mit der Haut in Berührung kommt?
19. Wie muß sich ein Kabellöter verhalten, wenn Gewitter in Sicht- oder in Hörweite sind?
20. Wie sind gefährdend starkstrombeeinflusste Fernmeldekabel in den Planunterlagen und an den Verzweiger- und Endeinrichtungen gekennzeichnet?
21. Nur welche Werkzeuge und Arbeitsgeräte dürfen für Arbeiten an gefährdend starkstrombeeinflussten Fernmeldekabeln benutzt werden?
22. Womit kann sich ein Arbeiter gegen Erde und gegen gefährdende Leiter isolieren?
23. Wie sind die Fernmeldekabel mit Fernspeisung auf ihrer äußeren Schutzhülle gekennzeichnet?
24. Wie sind die Fernmeldekabel mit Fernspeisung an den zugänglichen Stellen, z. B. in Kabelschächten, zusätzlich gekennzeichnet?
25. Zähle alle Sicherheitsvorkehrungen auf, die getroffen werden müssen, wenn an Fernmeldekabeln mit Fernspeisung Löt- und Spleißarbeiten ausgeführt werden sollen!
26. Was können die Spannungsspitzen bewirken, die bei Schalt- und Entstörungsarbeiten an den Anschlußstiften von End- oder Abschlusseinrichtungen auftreten können?
27. Nur welche Werkzeuge und Arbeitsgeräte darf der Schaltwärter oder der Entstörer für Arbeiten an Schaltpunkten verwenden?
28. Wie sind die Gehäuse der Linienverzweiger, Kabelverzweiger oder Endeinrichtungen gekennzeichnet, wenn eine Gefährdung durch Starkstrombeeinflussung möglich ist?

KVz43	FEHLT	FEHLT	ON Nbg / Fürth	VSt 36
Ordnung	Vermittlungsschleife	Standort des Schaltpunktes	Anteilsschlüssel Belegung	
			KVz	un — genormt
Standort	Fürther Str. 402		Rufnr	EVs/Stift

LVZ	FEHLT	FEHLT	Ordnungs	Vermittlungsschritte	Standort des Schulpunktes	0 - 75 % / 0	76 - 90 % / 0	91 - 99 % / 0	100 % / 0
LVZ-Bestückungskarte						LVZ	un — genormt		
ON	VSt		Standort			Rufnr	EVs/Stift		

[illegible]

ON Nbg / Fürth

Standort des Schaltungspunktes

VSt 26

Fürther Str. 702

K Vz A3

EVs I												EVs III											
Reihe			Leiste			Reihe			Leiste			Reihe			Leiste			Reihe			Leiste		
Zweiter Kabelabschluß			Stift	Stift	Leitungs-Nr.	Bemerkung	Zweiter Kabelabschluß			Stift	Stift	Leitungs-Nr.	Bemerkung	Zweiter Kabelabschluß			Stift	Stift	Leitungs-Nr.	Bemerkung	Zweiter Kabelabschluß		
Schalt. Reihe	EVs Leiste	Stift					Schalt. Reihe	EVs Leiste	Stift					Schalt. Reihe	EVs Leiste	Stift					Schalt. Reihe	EVs Leiste	Stift
Standort Kabellänge Leiterdicke							Standort Kabellänge Leiterdicke							Standort Kabellänge Leiterdicke							Standort Kabellänge Leiterdicke		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
												01	01	01	11	263033	2/29	01	03	01	57		
														02	02					02	58		
														03	03					03	59		
														04	04					04	60		
														05	05					05	61		
														06	06					06	62		
														07	07					07	63		
														08	08					08	64		
														09	09					09	65		
														10	10					10	66		
														11	11					11	67		
														12	12					12	68		
														13	13					13	69		
														14	14					14	70		
														15	15					15	71		
														16	16					16	72		
														17	17					17	73		
														18	18					18	74		
														19	19					19	75		
														20	20					20	76		
														21	21					21	77		
														22	22					22	78		
														23	23					23	79		
														24	24					24	80		
												01	01	25	25					01	03	25	75
												01	02	01	26					01	04	01	76
														02	27						02	77	
														03	28						03	78	
														04	29						04	79	
														05	30						05	80	
														06	31						06	81	
														07	32						07	82	
														08	33						08	83	
														09	34						09	84	
														10	35						10	85	
														11	36						11	86	
														12	37						12	87	
														13	38						13	88	
														14	39						14	89	
														15	40						15	90	

Beschaltungskarte für KVz 59

VZ

[illegible]

622 048 70 000 5.56

Ø C 1540, DIN A 6 (KL 25)
(FBO 19.1 5 33 AaL 1)

 386 272 000 4.70
 DIN A 6, Kl. 125

// FL 550
ERO 19 8 16 Anl. 1

ON St	Nbg./Fürth 26	Ask-Schaltauftrag	Leitungsnummer Farbkennzeichnung	263033 263033
für <u>Mayer Hans</u>				
Leitung von _____		nach <u>Fürther Str. 110</u>		
Längenzettel Nr. _____		vom _____ (*)		

HVI			EVs		LVz	EVs		KVz	EVs		Endeinrichtung	
Reihe	Leiste	Stift	Stift			Stift	Stift		Stift		Art und Standort	Nr. Stift
26						IV	26	2				
01	09	01				I	A3	21				

*EV 2a
Fürther Str. 110*

*26A33
I*

Schaltstelle _____	Ask-Schaltauftrag Nr. _____
--------------------	-----------------------------

zu (Sprechstellen- baauftrag Nr. OPD/FTZ-Schaltauftrag)	Art	erteilt		ausgeführt		Verteiler
		Datum	Name	Datum	Name	
	Neuschaltung					