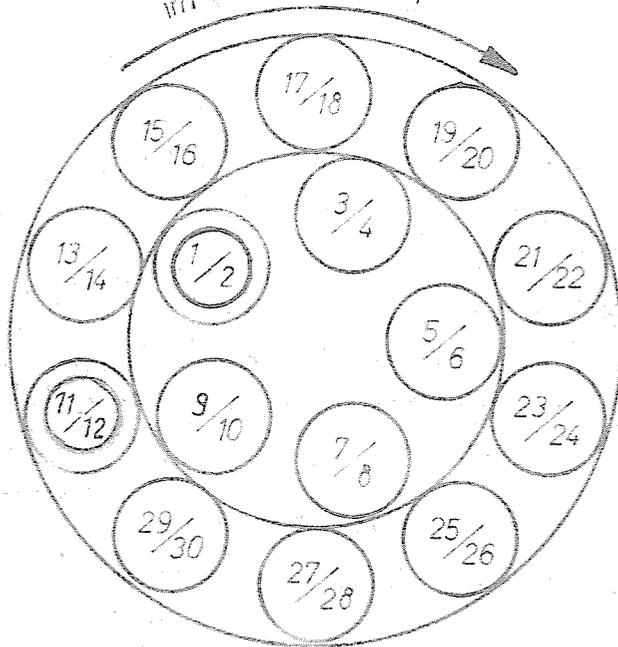


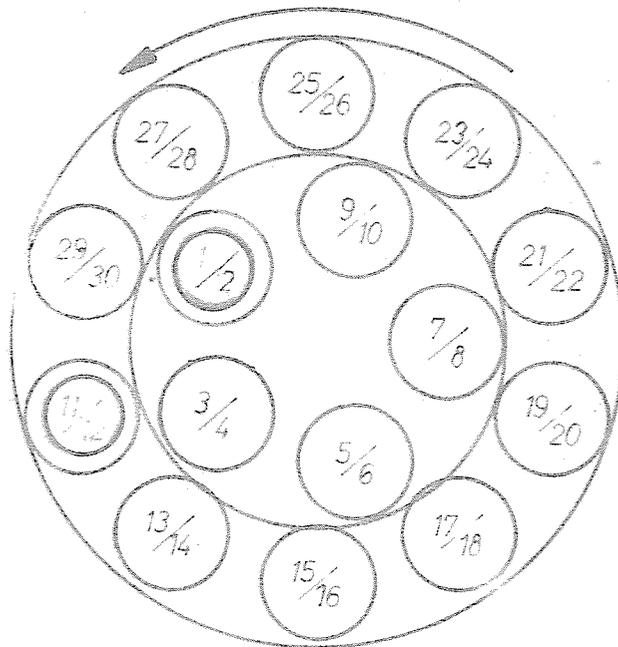
Amt im Rücken

im Uhrzeigersinn



In jeder Lage des Kabets befindet sich ein Zählvierer, der durch Farbe besonders gekennzeichnet ist, von ihm aus wird Amt im Rücken rechts herum gezählt.

Zum Amt gesehen



Regel - Zählweise

Rohr montage

Erdoberfläche (Fahrbahn)

9. Arbeitsgang
Oberste Rohrlage auslegen, und in die vorhandenen Abstandshalter eindrücken
7. Arbeitsgang
3. Rohrlage auslegen und in die vorhandenen Abstandshalter eindrücken, neue Abstandshalter setzen.
5. Arbeitsgang
2. Rohrlage auslegen und in die vorhandenen Abstandshalter eindrücken, neue Abstandshalter setzen.
3. Arbeitsgang
Unterste Rohrlage auslegen und Abstandshalter setzen.

Maße in cm

Erdarbeiten

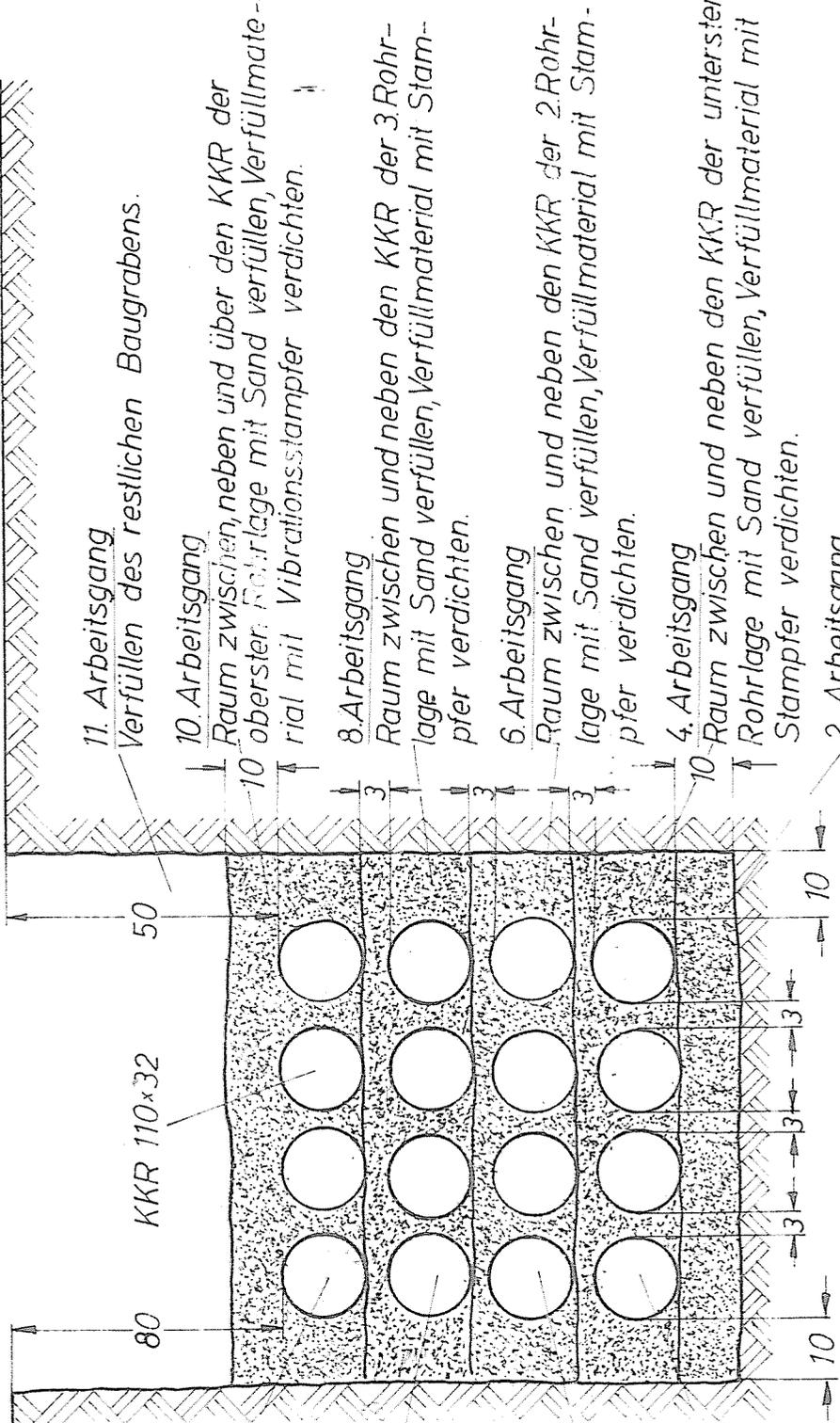
Erdoberfläche (Gehweg)

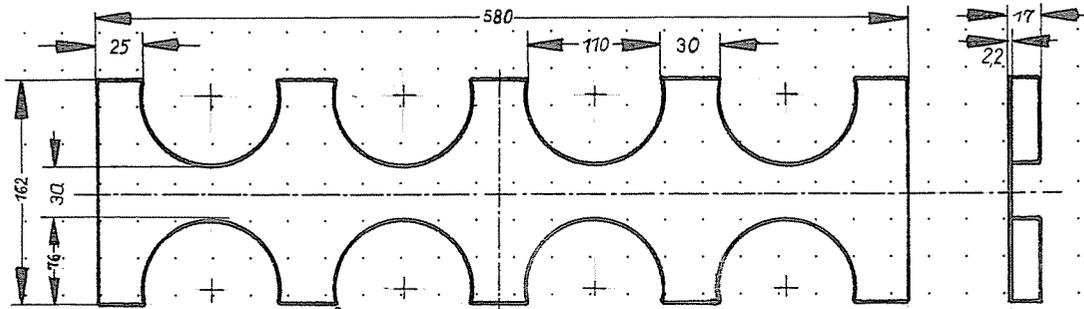
11. Arbeitsgang
Verfüllen des restlichen Baugrabens.
10. Arbeitsgang
Raum zwischen, neben und über den KKR der obersten Rohrlage mit Sand verfüllen, Verfüllmaterial mit Vibrationsstampfer verdichten.
8. Arbeitsgang
Raum zwischen und neben den KKR der 3. Rohrlage mit Sand verfüllen, Verfüllmaterial mit Stampfer verdichten.
6. Arbeitsgang
Raum zwischen und neben den KKR der 2. Rohrlage mit Sand verfüllen, Verfüllmaterial mit Stampfer verdichten.
4. Arbeitsgang
Raum zwischen und neben den KKR der untersten Rohrlage mit Sand verfüllen, Verfüllmaterial mit Stampfer verdichten.
2. Arbeitsgang
Grabensole aus Sand herstellen, einebnen und Verfüllmaterial leicht verdichten.

1. Arbeitsgang

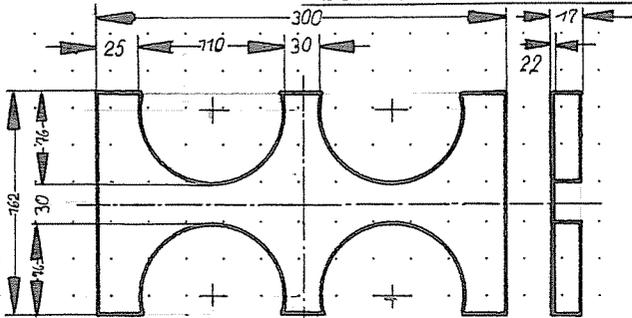
Kabelkanalgraben ausheben (10cm tiefer u 20cm breiter als es die Breite des Rohrbündels erfordert)

Herstellen eines Kabelkanals aus Hart PVC-Rohren

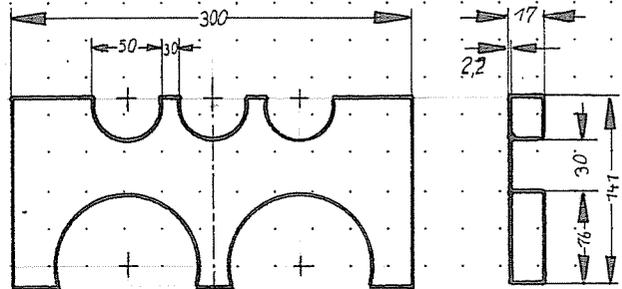




Abstandhalter für 8 Rohre 110x32

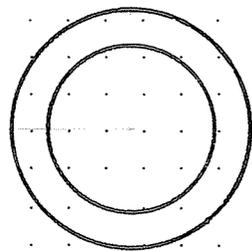
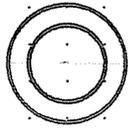
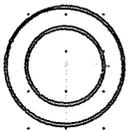


Abstandhalter für 4 Rohre 110x32



Abstandhalter für 3 Rohre 50x1,8
und 2 Rohre 110x32

Regelausführung der Abstandshalter aus Hart-PVC



K a b e l v e r l e g u n g u n d K a b e l k a n a l b a u = = = = =

Planfeststellungsverfahren

Der § 7 des Telegraphenwegegesetzes (TWG) verpflichtet die DBP, vor der Herstellung einer neuen FM-Linie oder der wesentlichen Änderung einer vorhandenen, einen Plan aufzustellen.

Wesentliche Änderungen sind: Auswechslung von einfachen Masten in Doppelmasten, die Freileitungslinie wird verkabelt, die Linie wechselt die Straßenseite, die unterirdische Linie wird verbreitert oder vertieft. Der Plan, in einfacher Skizze 1:50 000, muß die beabsichtigte Führung der Linie erkennen lassen (welche Straßenseite, Feld- oder Planungskanten, Straßenkreuzungen, Breite oder Tiefe des Kabelgrabens, Mastenabstand, - höhe und die Art der Ausrüstung usw.)

Der Plan muß den Wegeunterhaltungspflichtigen (Gemeinde- oder Landrat) und den Inhabern der besonderen Anlagen zugeschickt und bei den in Frage kommenden Postämtern 4 Wochen lang ausgelegt werden. Außerdem muß das Bauvorhaben in den örtlichen Zeitungen bekannt gemacht werden.

Gegen den Plan kann jedermann Einspruch erheben, der ein berechtigtes Interesse nachweist (nicht gegen die Linie selbst, nur gegen die Art ihrer Führung).

Aufgrabungsanzeige

Jede Aufgrabung in Gehwegen oder Fahrbahnen ist dem Stadt- oder Gemeinderat durch Aufgrabungsanzeige zu melden. Dienststellen, die besonderes Interesse an den Aufgrabungsmeldungen haben, sind: Verkehrspolizei, Elektrizitätswerke, Gas- und Wasserwerke, Straßenbau- und Vermessungsämter.

Auslegen der Kabel

Der weitaus größte Teil des deutschen Fernmeldenetzes besteht aus Gründen der Betriebssicherheit aus unterirdischen FM-Linien, die als Kabel von Ort zu Ort verlaufen (Bezirks- und Fernkabel) und Ortskabel. In den Randgebieten der Städte sowie in mittleren und kleineren Ortsnetzen werden in großem Umfang Erdkabel ausgelegt. In größeren Orten und dort, wo mit einer ständigen Vermehrung der Kabel zu rechnen ist, werden Kabelkanäle zur Aufnahme von Röhrenkabeln gebaut.

Die Kabel sollen möglichst entfernt von bereits vorhandenen Anlagen eingebettet werden (andere Straßenseite).

Starkstromkreuzungen sind nach Möglichkeit zu vermeiden, damit gegenseitige Störung oder Beeinträchtigung, sowohl unter gewöhnlichen Betriebsverhältnissen als auch bei Arbeiten an der einen oder anderen Anlage, ausgeschlossen ist. Kabel unter den Schienen von Straßen- oder Eisenbahnen einzubetten ist, abgesehen von Kreuzungen, unstatthaft.

Die vier Arbeitsgänge beim Auslegen der Erdkabel

1. Ausheben des Kabelgrabens
2. Eigentliches Auslegen des Kabels
3. Anbringen der Schutzvorkehrungen
4. Einfüllen des Grabens mit Wiederherstellen der Oberfläche

1. Herstellen des Kabelgrabens

Zur Sicherung des Verkehrs sind offene Baugruben und Kabelschächte durch vorgeschriebene Warnzeichen (Tafeln, Flaggen und Absperrvorrichtungen) kenntlich zu machen.

Bei Arbeiten an Straßen mit Kraftwagenverkehr außerhalb geschlossener Ortschaften sind Warnzeichen 150 - 250 m vor und hinter der Arbeitsstelle aufzustellen, soweit nicht die örtlichen Verhältnisse eine andere Aufstellung bedingen. Innerhalb geschlossener Ortschaften beträgt der Mindestabstand 50 m.

Der Verkehr auf den Straßen darf möglichst wenig behindert, jedoch niemals gefährdet werden!

Bei Arbeitsschluß sind Gruben und aufgedeckte Flächen sicher zu überdecken oder mit Absperrgeräten zu umgeben und den polizeilichen Vorschriften entsprechend zu beleuchten.

Vor dem Ausheben des Grabens ist dessen geradliniger Verlauf durch Anzeichnen sicherzustellen.

Die ausgehobenen Erdmassen sind so zu lagern, daß unmittelbar neben einer Grabenseite ein Streifen von etwa 50 cm Breite frei bleibt. Die Straßenbaustoffe sind vom Erdaushub getrennt zu lagern, möglichst auf der anderen Grabenseite. Rasenstapel sind besonders zu pflegen und nötigenfalls feucht zu halten. Lose und vorspringende Steine sind aus der Grabensohle zu entfernen. Bei steinigem oder felsigem Untergrund ist auf die Sohle eine 5 cm starke Schicht steinfreier Erde aufzubringen, abzugleichen und festzustampfen. Wo der Graben einen Winkel bildet, sind die Ecken abzurunden.

Kreuzen fremde Anlagen die Kabellinie, so ist der Graben möglichst so tief auszuheben, daß das Kabel mindestens 30 cm unterhalb dieser Anlage verläuft. Dadurch ist es vor Beschädigungen, wie sie bei Arbeiten an den fremden Anlagen leicht vorkommen, am besten geschützt. Bei derartigen Vertiefungen darf die Grabenschle nur allmählich gesenkt werden. Muß das Kabel ausnahmsweise über die Anlagen hinweggeführt werden, so ist es an der Kreuzungsstelle mit Schutzrohren zu versehen.

Stoßbohrgerät

Soll beim Kreuzen von Straßen das Aufbrechen aus Verkehrsrücksichten oder Kostenersparnis vermieden werden, so ist der Straßenkörper zu durchstechen. Das geschieht mit dem Stoßbohrgerät, das besonders bei größerer Straßenbreite und härterem Boden vorteilhaft verwendet wird. Bei der Herstellung des Kabelkanals mit dem Stoßbohrgerät werden meist Flußstahlrohre von 1 m Länge und 70 oder 100 mm lichter Weite eingebaut. Auch 1 m lange Kunststoffrohre aus Hart-PVC mit einem Außendurchmesser von 110 mm und einer Wandstärke von 5,3 mm können verwendet werden.

Die Tiefe für Kabelgräben richtet sich nach der Art des Geländes, der Kabelart und den besonderen örtlichen Bedingungen.

Die Regeltiefe des Kabelgrabens beträgt:

1. In Gehwegen und Grabenböschungen
außerhalb eines Schutzstreifens von 1 m Breite neben Fahrbahnen mit starker Verkehrsbelastung, ferner in Wohnstraßen und Fahrbahnen mit geringer Verkehrsbelastung
2. in Fahrbahnen mit starker Verkehrsbelastung einschließlich eines Schutzstreifens von 1 m Breite
3. in Privatgrundstücken

bei Ortskabeln	bei Bezirks- u. Fernkabeln u. OK i. Beilauf
60 cm	80 cm
80 cm	80 cm
100 cm	100 cm

Zur Einführung in Gebäude sind die Ortskabel auch auf Privatgelände in der Regel 60 cm tief auszulegen. Die Regeltiefe des Kabelgrabens kann örtlich unterschritten werden, wenn Hindernisse, Fremdanlagen oder Bodenbedingungen unverhältnismäßig hohe Verlegungskosten verursachen würden. Die Erdkabel sind dann durch Kabelschutzrohre, Sandeinbettung, Betonabdeckung o.ä. zu schützen. Es ist die wirtschaftlichste Gesamtlösung zu wählen.

Bei brüchigem Boden (z.B. Sand) sowie bei Gräben größerer Tiefe (ab 1m) sind die Wände abzusteifen, um ihrem Einsturz vorzubeugen. Die Grabentiefe beim Kanalbau richtet sich nach der Mindestdeckung, die in Gehwegen 0,50 m und in Fahrbahnen 0,60 m betragen muß. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß bei größeren Kabelkanälen innerhalb der Bebauungsgebiete ein zusätzlicher Kanalzug aus 1zügigen KKF für Verzweigungskabel vorgesehen wird.

Die Breite für Kabelgräben hängt von der Zahl der auszulegenden Kabel und der Grabentiefe ab.

Zahl der auszulegenden Kabel	Sohlenbreite m	Regeltiefe m	Verrechnungsbreite m
1 - 2	0,15 - 0,25	0,6	0,30
3	0,30	0,6	0,30
4	0,35	0,6	0,35
5	0,40	0,6	0,40
6	0,45 ⁺	0,6	0,45 ⁺
1 - 2	0,15 - 0,25	0,8	0,30
3	0,30	0,8	0,35
4	0,35	0,8	0,35
5	0,40	0,8	0,40
6	0,45 ⁺	0,8	0,45 ⁺
1 - 2	0,15 - 0,25	1,0	0,35
3	0,30	1,0	0,40
4	0,35	1,0	0,40
5	0,40	1,0	0,40
6	0,45 ⁺	1,0	0,45 ⁺

+ Für jedes weitere Kabl 0,05 m mehr.

Die Grabenbreite beim Kanalbau richtet sich nach der Breite der einzubauenden KKF, bis zu einer Tiefe von 1,35 m wird zur Formsteinbreite links und rechts je 15 cm als Arbeitsraum zugegeben. Bei größeren Tiefen kann ein breiterer Graben notwendig werden.

2. Auslegen des Kabels

Transport und Lagerung von Kabeltrommeln

Trommeln mit Kabel sollen nur in der durch einen Pfeil angegebenen Drehrichtung und selbst auf ebenem Gelände nur etwa 50 m weit gerollt werden. Auf abschüssigem Gelände ist das Rollen von Kabeltrommeln verboten. Sie dürfen nur auf ebenem Boden abgestellt werden und sind sogleich durch Unterlagen (Klötze, Bohlen, Steine und dergl.) zu sichern.

Wegen der Gefahr von Mantelbrüchen sind Stoßbeanspruchungen besonders beim Ein- und Ausladen zu vermeiden. Verboten ist, die Kabeltrommeln vom Lastwagen herabzuwerfen. Die Trommeln sollen mit gut gefederten Transportfahrzeugen möglichst erschütterungsfrei befördert werden.

Der Kerndurchmesser der Trommeln soll mindestens das 20-fache des Kabelaußendurchmessers betragen.

Es muß sichergestellt sein, daß die Kabel fest auf der Kabeltrommel aufgewickelt bleiben, damit sich die Kabelwindungen nicht verlagern können.

Bei der Lagerung sollen die Kabel keinen Dauererwärmungen von mehr als $+ 50^{\circ} \text{C}$ ausgesetzt sein. Temperaturen unter 0°C üben auf lagernde Kabel keinen schädlichen Einfluß aus.

Auslegen des Kabels

Kabel mit Bleimänteln dürfen nur innerhalb des Temperaturbereiches von $0^{\circ} - 40^{\circ} \text{C}$ bewegt oder verlegt werden. Stahlwell- und Aluminiummantelkabel mit Polyäthylen-Außenhülle können dagegen bei allen in der Bundesrepublik vorkommenden Temperaturen verlegt, eingezogen und montiert werden.

Zur Abwicklung des Kabels ist die Trommel so aufzustellen, daß sie möglichst leicht gedreht werden kann (in Zugrichtung). Durch die Trommel wird eine starke eiserne Welle gesteckt und diese waagrecht mit ihren Enden auf zwei Kabeltrommelwinden gelegt. Die Kabel müssen gleichmäßig langsam und mit geringem Durchhang von der Kabeltrommel abgewickelt werden. Das Ablaufen des Kabels muß durch gleichzeitiges Drehen der Trommel unterstützt werden, wobei das rechtzeitige Ablösen des Kabels von der Trommel zu beobachten ist. Zusammengeklebte Kabel müssen besonders vorsichtig abgehoben werden, damit keine Knickstellen entstehen. Eine Bremsmöglichkeit der Trommel ist sicherzustellen, um Stauchungen des Kabels zu verhindern.

Erforderliche Biegungen sind auf das Notwendigste zu beschränken und Knickungen unbedingt zu vermeiden. Die Kabelenden sind besonders schonend zu behandeln.

Drahtbewehrte Kabel können über Gleitrollen, die in solchen Abständen aufgestellt werden müssen, daß das Kabel nicht auf dem Boden schleift, ausgezogen werden.

Stahlbandbewehrte Kabel dürfen nur mit größter Vorsicht ausgezogen, unbewehrte Kabel dürfen nur ausgetragen werden. Auf keinen Fall dürfen Kabel über die ganze Auslegungsstrecke geschleift werden.

Die Kabel sind beim Austragen immer mit beiden Händen zu halten und nicht über die Schulter zu ziehen. Beim Austragen der Kabel ist für möglichst viele Unterstützungspunkte durch Einsatz einer genügend großen Zahl von Hilfskräften zu sorgen. Das Kabel wird erst dann abgelegt, wenn es in seiner endgültigen Lage angekommen ist. Dabei wird fortschreitend von einem Ende her der Bogen, der sich bei jedem Unterstützungspunkt gebildet hat, glattgezogen. Wenn möglich, soll das Verlegen vom Kabelwagen aus erfolgen. Tragen Kabel an den Enden die Bezeichnung A (Anfang) und E (Ende), so sind die einzelnen Kabellängen stets in richtiger Folge auszulegen. An ein E-Ende muß immer ein A-Ende angesetzt werden.

3. Schutzmaßnahmen

Die Erdkabel müssen gegen mechanische, chemische und elektrische Beschädigungen geschützt werden.

In der Regel genügt als mechanischer Schutz eine Bedeckung der Erdkabel mit Kabelschutzhauben, Abdeckplatten oder Ziegelsteinen, die gleichzeitig als Warnungszeichen bei späteren Aufgrabungen dienen. Bei Anwendung von Abdeckplatten und Ziegelsteinen müssen zunächst auf das glatt und sicher auf der Grabensohle aufliegende Kabel leichte Füllstoffe, Erde oder Sand in steinfreiem Zustande, in einer Höhe von 10 cm gebracht, leicht festgedrückt und gut abgeglichen werden. Kalksteine dürfen für die Abdeckung nicht verwendet werden, da bei Feuchtigkeitszutritt der sich ausscheidende kohlen saure Kalk den Bleimantel angreift. Wenn der Schutz durch Platten oder Ziegelsteine nicht ausreicht (zu geringe Deckung), so sind ineinanderschließbare, nahtlose Kabelschutzrohre aus Flußstahl (Vollrohre) zu verwenden. Solche Schutzmittel kommen aber nur für kurze Strecken in Betracht.

Die nachträgliche Anbringung eines Schutzes um ein ausgelegtes Kabel gestatten die zweiteiligen Rohre (Kabelschutzeisen), deren Hälften durch Klemmbügel, Keile und Schutzbleche für Stoßstellen an Kabelschutzeisen miteinander verbunden werden. An Stelle von Ziegelsteinen oder Eisenrohren wird an manchen Stellen von fertigen Werkstücken aus Ton oder Zement Gebrauch gemacht. Bei Kreuzungen mit Eisenbahngleisen sind die Kabel, um sie gegen Beschädigungen bei Ausführungen von Arbeiten an dem Bahnkörper zu sichern und sie außerdem stets zugänglich zu erhalten, in der ganzen Breite der Geleise in Rohre aus Flußstahl oder Kanäle aus Kabelkanalformsteinen einzuziehen. Die gleiche Maßnahme wird auch bei Straßenkreuzungen angewendet.

Grassenbänder

Die immer stärkere Verwendung von Baumaschinen bei Aufgrabungen hat, wegen der großen Dicke der Erdschichten, die von diesen in einem Arbeitsgang entfernt werden, zu immer häufigeren Beschädigungen unserer FM-Kabel geführt. Das soll durch das Einlegen eines Grassenbandes als zusätzliche Warnung 30 cm über unseren Anlagen vermieden werden.

Bei Kreuzungen oder Parallelführungen von Starkstrom- und Fernmeldekabeln in einem geringeren Abstand als 30 cm, ist an der später verlegten Anlage neben dem Schutz gegen mechanische Beschädigung zusätzlich ein Schutz gegen Wärmeeinwirkung anzubringen. Besteht dieser aus Beton, so muß er eine Mindestwandstärke von 6 cm haben. Bei Ton genügt eine solche von 2-3 cm und bei Asbestzement von 8 mm. Der Schutz gegen mechanische Beschädigungen wie der gegen Wärmeeinwirkungen ist über die Kreuzungs- oder Näherungsstelle hinaus nach beiden Seiten um 0,5 m fortzusetzen.

Bei der Unterkreuzung von Gleichstrombahnen, bei denen die Schienen als Rückleitung verwendet werden, ist mit Korrosionswirkungen des Stromes in der Nähe von Erdungspunkten an dem Bleimantel des Fernmeldekabels zu rechnen. Die Fernmeldekabel müssen daher an diesen Stellen mit einem nichtleitenden Stoff umgeben werden. Das geschieht durch Einziehen in glasierte Tonröhren oder in Asbestzementrohre. Die Wirkung der elektrischen Korrosion (Zerstörung des Kabelmantels an der Stromaustrittsstelle) kann auch dadurch herabgesetzt werden, daß man die gefährdeten Kabelstrecken mittels Isoliermuffen in entsprechend kurze Stücke unterteilt.

4. Einfüllen des Grabens und Wiederherstellung der Oberfläche

Das Einfüllen des Grabens hat baldmöglichst nach Beendigung der Verlagearbeiten zu erfolgen.

Sind Kabelkanalformsteine verlegt worden, so ist darauf zu achten, daß die Zementwulste an den Stoßstellen vorher genügend abgebunden haben. Die oberste Formsteinlage ist dann mit einer etwa 10 cm dicken steinfreien Erdschicht zu bedecken und nur leicht festzustampfen. Hierauf ist das Füllen des Grabens in Schichten von je 20 cm bis zur Pflasterhöhe fortzusetzen. Freigelegte fremde Anlagen müssen wieder ordnungsgemäß gelagert und abgedeckt werden, wobei auf eine einwandfreie Unterstopfung aller Teile mit Erdreich besondere Sorgfalt zu verwenden ist.

Die Straßendecke ist sobald als möglich wieder in den ursprünglichen verkehrssicheren Zustand zu bringen.

Auslegen von Flußkabeln

Eine Flußkabelauslegung ist dann vorzusehen, wenn die Führung des Kabels über eine Brücke und auf anderen Wegen nicht möglich ist, nicht gewünscht wird oder zu hohe Kosten verursachen würde. Von größter Wichtigkeit ist die Wahl der Durchgangsstelle. Die Kabelenden müssen auf beiden Ufern an hochwasserfesten Punkten münden, so daß die hier zur Verbindung der Kabelleitungen mit den oberirdischen Leitungen aufzustellenden Abschlußeinrichtungen außerhalb des Überschwemmungsgebietes stehen.

Das auszulegende Flußkabel wird entweder mit der Trommel am Ufer aufgestellt und von dort über den Fluß gezogen oder es wird samt der Trommel auf ein Fahrzeug geladen und während der Überfahrt in dem Fluß versenkt. Das Kabel ist in der Regel auf der Sohle auszulegen, wo es allmählich versandet oder verschlammt. Flußkabelmuffen (keine Spleißstellenschutzmuffen) sind im allgemeinen nur bei gefährdeter Kabelage oder bei starker Grundströmung vorgesehen.

Sicherung an den Ufern

Die beste und einfachste Befestigung erhält das Kabel, wenn es am Ufer in Verlängerung seiner Richtungslinie auf mindestens 10 - 15 m Länge, zu den abschließenden ober- oder unterirdischen Linien, in festem Sandboden eingegraben wird.

Bezeichnung der Kabelage

Zur Vermeidung von Beschädigungen der Kabel durch die Schifffahrt ist den Schiffahrttreibenden die Kabelage deutlich erkennbar zu machen. Dies geschieht entweder durch Aufstellen fester Landzeichen am Ufer oder durch Verankern von schwimmenden Zeichen im Wasser.

Auslegen von Kabeln in Tunnels

In Tunnels werden die Kabel entweder an der Tunnelsohle eingebettet oder außerhalb an den Wänden entlang geführt. Die Auswahl zwischen diesen beiden Auslegungsarten hängt von den örtlichen Verhältnissen und den Wünschen der zuständigen Eisenbahn- oder Wegebehörden ab. Durch kurze und trockene Tunnels können die Erdkabel auch auf einfache Stützen längs der Mauerwand gelagert werden. Allgemein ist zu beachten, daß das Kabel für Instandsetzungen genügend zugänglich bleibt.

Kabelschutz Die Kabel für Schwachstromkabel aus gebranntem Ton oder Lehm sind mit Hülsen von hufeisenförmigem Querschnitt, welche die Erdkabel gegen Druck, Schlag und andere mechanische Beanspruchungen schützen sollen. Sie sind wie Abdeckplatten und Ziegelsteine nur ein

B a u z e u g f ü r K a b e l k a n ä l e

Kabelschutzzeisen werden aus Flußstahl hergestellt und in Fabrik-längen von 3 und 6 m geliefert. Sie bestehen aus halbrunden Form-eisen mit nach außen verstärkten Längsflanschen. Die Kabelschutz-zeisen müssen innen und außen mit einem heiß aufgetragenen phenol- und säurefreien Teer- oder Bitumenanstrich versehen sein und eine glatte innere und äußere Oberfläche haben. Die Kabelschutzzeisen können durch Klemmbügel, Keile und Schutzbleche für Stoßstellen an Kabelschutzzeisen zum Rohr vereinigt und durch Versetzen des Stoßes zu einer fortlaufenden starren Rohrleitung verbunden wer-den. Sie eignen sich wegen ihrer Teilbarkeit besonders zum nachträglichen Anbringen um ein bereits ausgelegtes Kabel und zum Herstellen des mechanischen Schutzes an Kreuzungsstellen mit fremden Anlagen.

Abmessungen der gebräuchlichen Kabelschutzzeisen

Nennweite 40 mm Länge 3 und 6 m

Nennweite 65 mm Länge 3 und 6 m

Nennweite 100 mm Länge 3 und 6 m

Kabelschutzzeisen für Kabelüberführungen aus Stahlblech

An den Überführungsstellen erhält das Kabel einen Schutz gegen mechanische Beschädigungen, wie sie vor allem durch Steigeisen verursacht werden können. Dazu werden die Kabelschutzzeisen für Kabelüberführungen aus Stahlblech verwendet. Diese werden mit Nennweiten von 30 und 40 mm und einer Länge von 2 m beschafft.

Nahtlose Kabelschutzrohre (Vollrohre) aus Flußstahl werden ver-wendet, wenn Kabelkanäle aus Raummangel oder wegen zu geringer Deckung nicht aus Kabelkanalformsteinen hergestellt werden können. Auch bei der Führung von Verzweigungskanälen quer zu Einfahrten oder wenn aus örtlichen Gründen die Deckung bei Erdkabeln nicht mehr ausreichend ist, können Vollrohre erforderlich sein.

Die Rohre erhalten innen und außen einen guten Asphaltanstrich. Sie sind an einer Seite aufgemufft und haben an ihrem glatten Ende eine Rille zur Aufnahme eines Dichtungsringes.

Abmessungen der gebräuchlichsten Kabelschutzrohre

Nennweite 50 mm Länge 1,2 und 4 m

Nennweite 70 mm Länge 1,2 und 4 m

Nennweite 80 mm Länge 1,2 und 4 m

Nennweite 100 mm Länge 1,2 und 4 m

Im Bedarfsfalle können auch Längen bis 8 m, sowie Rohre mit 125 mm Nennweite beschafft werden.

Kabelkanal- und Kabelschutzrohre aus Hart-PVC

Kabelkanäle aus Hart-PVC-Rohren lassen sich mit wirtschaftlichem Nutzen vor allem dort einsetzen, wo sich durch gekrümmte Führung der Hart-PVC-Rohre Hindernisse umgehen und dadurch Kabelschächte einsparen lassen. Der Krümmungsradius der Rohre 110 x 5,3 mm soll 10 m, der der Rohre 110 x 3,2 mm 5 m nicht unterschreiten.

Abmessungen der Hart-PVC-Rohre

Außendurchmesser	110 mm	Länge	1,6 u. 12 m	Wandstärke	5,3 mm
"	110 mm	"	6 u. 12 m	"	3,2 mm
"	50 mm	"	6 u. 12 m	"	1,8 mm

Die Rohre mit der Wandstärke 5,3 mm werden als Kabelschutzrohre, die mit der Wandstärke 3,2 u. 1,8 mm zum Kabelkanalbau verwendet.

Kabelschutzrohre aus Asbestzement werden verwendet bei Näherungen an Starkstromanlagen, bei Unterkreuzung von Schienen elektrischer Straßen- und Eisenbahnen, bei Überkreuzungen solcher Bahnen auf Brücken oder wenn sonst Gefährdungen der Kabel durch Irrströme zu befürchten sind. Die Asbestzementrohre haben eine Nennweite von 100 mm, eine Länge von 4 m und eine Wandstärke von 8 mm.

Kabelkanalformsteine (KKF) werden in rechteckiger Form von 1 m Länge und mit Öffnungen von 100 mm lichter Weite angefertigt. Die Formsteine werden in verschiedenen Ausführungen geliefert und sind als ein-, zwei-, drei- u. vierzügige Formsteine mit flacher Decke zu bezeichnen. Die Öffnungen der KKF werden in ihrer ganzen Länge mit einem haltbaren Überzug von Teerlack oder einem anderen geeigneten Anstrichmittel versehen, um die Rohre möglichst wasserdicht zu machen und die Bleimäntel der Kabel vor der Berührung mit dem Zement zu bewahren. Die an den Einmündungen in den Kabelschacht oder bei sonstigen Gelegenheiten etwa erforderlichen kürzeren Formsteine sind im allgemeinen durch Zerteilen der 1 m langen Stücke zu gewinnen. Wo indes eine größere Zahl kleinerer KKF gebraucht wird, sind halbe Formsteine von 0,5 m Länge von den Lieferanten zu beziehen. Neu angefertigte Formsteine, die nicht wenigstens 6 Wochen alt sind, dürfen nicht ausgelegt werden.

Teilbare Kabelkanalformsteine, aus Unter- und Oberteil bestehend, werden verwendet, wenn beschädigte, mit Kabeln belegte Kanäle instand zu setzen sind, oder wenn der ganze Kanal aus besonderen Gründen seitlich verlegt werden soll.

Kabelkanalformsteine für Hauseinführungen

Zur Einführung der Kabel, die zu den Endeinrichtungen in Gebäuden führen, werden Kabelkanalformsteine für Hauseinführungen mit einer lichten Weite von 40 mm und einer Länge von 75 cm verwendet. Sie haben in der Bodenwand zwei 5 mm dicke Rundstahleinlagen, die aus einer Stirnseite herausragen und 100 mm vor der anderen Seite enden. Hier befinden sich zwei 70 mm tiefe Rundlöcher, die zur Aufnahme der herausragenden Enden des nächsten Formsteines dienen.

Die Öffnungen der KKF für Hauseinführungen sind in den Schächten oder Abzweigkästen und in den Gebäuden besonders sorgfältig gegen das Eindringen von Gas, Wasser und Ungeziefer abzudichten.

K a n ä l e a u s K a b e l k a n a l f o r m s t e i n e n

Müssen ON erweiterungsfähig bleiben, die vorhandenen Lötstellen leicht zugänglich sein und die Kabel besonders geschützt liegen, dann werden Kabelkanäle hergestellt. Kabelkanäle werden im allgemeinen aus Kabelkanalformsteinen mit 1-4 Zügen gebaut. Jeder Rohrzug ist, mit Ausnahme der Verzweigungskabel, für ein einziges Kabel bestimmt. Die Kabelkanäle sind möglichst in den Gehwegen unterzubringen und für Haupt- und Verzweigungskabel aufeinander zu legen.

Die Deckungshöhe auf allen KKF beträgt in Orten ohne Gasversorgung im Gehweg 35 cm, mit Gasversorgung 50 cm, bei Verlegung in die Fahrbahn 60 cm.

Die Kabelkanäle müssen unter der Straßenoberfläche so gelagert werden, daß sie durch den Straßenverkehr nicht beschädigt werden können. Sie sind möglichst entfernt von unterirdischen Starkstromanlagen zu verlegen. Kanäle für Hauptkabel müssen zwischen zwei Kabelschächten unbedingt geradlinig verlaufen, nur solchen für Verzweigungskabel darf zum Umgehen kleiner Hindernisse ein flacher oder leichter seitlicher Bogen gegeben werden.

Beim Zusammentreffen mit fremden Anlagen ist entweder durch Verlegung der fremden oder der eigenen Anlage sicherzustellen, daß eine gegenseitige Beeinträchtigung vermieden wird. Abstände von weniger als 30 cm sind möglichst zu vermeiden.

Die Zahl der in den Kabelkanälen vorzusehenden Öffnungen ergibt sich aus der Anzahl der unterzubringenden Kabel und einem Vorrat, der je nach Größe der Kabelkanalanlage und der Lage des Ausbaubereiches verschieden ist.

Kabelkanalanlagen bis zu 5 Kanalzügen sind für einen Ausbauabschnitt von höchstens 30 Jahren bemessen.

Größere Kabelkanalanlagen mit mehr als 5 bis 21 Kanalzügen sind für etwa 15 Jahre zu planen; wenn die Möglichkeit besteht, daß nach dieser Zeit auf einem geeigneten anderen Weg ein weiterer Kabelkanal gebaut werden kann; andernfalls ist der Kanal für 30 Jahre zu bemessen.

Kabelkanalanlagen in unmittelbarer Nähe großer VStn sind auf jeden Fall für 30 Jahre zu planen; denn die dort notwendigen umfangreichen Kabelkanäle, für die nur wenige Wege möglich sind, werden später nur unter großen Schwierigkeiten und mit erheblichem Kosten aufwand erweitert werden können.

A u f b a u d e r K a b e l k a n ä l e a u s K a b e l k a n a l f o r m s t e i n e n

Die Formsteine sind genau ausgerichtet unmittelbar auf die sorgfältig geebnete und festgestampfte Grabensohle so auszulegen, daß die Dornöffnungen an der Unterseite der Formsteine liegen. Zur Sicherung des Verbandes beim Aufbau werden in diese kleinen Öffnungen der Formsteine zwei stählerne in Zementmilch getauchte Dorne von 90 mm Länge und 8 mm Dicke eingeführt. Auf genaues ineinanderpassen von Nut und Feder der Formsteine ist besonders zu achten.

In der untersten Lage sind die vorher angefeuchteten Stoßenden der Formsteine in eine genügend breite, mindestens 2 cm dicke Schicht von Zementmörtel 1:2 (1 Teil Zement, 2 Teile feiner gesiebter Sand) zu betten. Danach ist die Stoßstelle ringsum sorgfältig mit möglichst dickflüssigem Zementmörtel der gleichen Zusammensetzung zu dichten. Zur Aufnahme der unteren Zementmörtelschicht ist die Grabensohle an diesen Stellen so vertieft herzustellen, daß die Enden der Formsteine im Zementmörtel liegen und der übrige Teil in der ganzen Länge auf der Grabensohle fest aufliegt. Kabelkanäle in mehreren Lagen sind im Mauerverband aufzubauen. Zwischen jede Lage ist eine 1 cm dicke Zementmörtelschicht 1:2 aufzubringen. Die sorgfältig abgedichteten Stoßfugen der obersten Formsteinlage erhalten seitlich und oben einen 2 cm dicken und 10 cm breiten Wulst aus Zementmörtel der gleichen Zusammensetzung.

Beim Auslegen der Formsteine ist der geradlinige Verlauf der Kanalzüge durch einzuschiebende Richtdorne zu sichern. Gleichzeitig ist hiermit das Reinigen der Züge von eingedrungenen Fremdkörpern (Sand, Zement, Steinchen usw.) verbunden. Die Richtdorne werden beim Beginn der Verlegearbeiten in jede Rohröffnung eingeschoben und nach dem Ansetzen eines neuen Formsteines mit einem Hakenstab um 1 m vorgezogen. Auf diese Weise durchwandern die Richtdorne den ganzen Kanalzug, der durch einen an den Richtdorn angehängten Lederreiber mit nachfolgender Kanalbürste gleichzeitig gründlich gereinigt wird.

Die Kabelkanäle dürfen nicht bei Frost hergestellt werden.

Die Deckung auf den Kabelkanalformsteinen (KKF) in Gehwegen soll 50 cm, in Fahrbahnen 60 cm betragen. In Orten ohne Gasversorgung wird beim Einbau der Abzweigkästen (Ask) der Zwischenrahmen weggelassen; dadurch ergibt sich in Gehwegen eine Deckung von 35 cm über den KKF. Die Grabentiefe errechnet sich jeweils aus der Deckungshöhe zuzüglich der Höhe der auszulegenden Formsteine.

Kabelkanäle aus Hart-PVC-Rohren

Nach den neuesten Erfahrungen im Kanalbau mit erdverlegten Kabelkanalrohren (KKR) aus Kunststoff genügen die Hart-PCV-Rohre 110 x 3,2 und 50 x 1,8 mm allen normalen Beanspruchungen.

Unter dem Begriff "erdverlegte KKR" versteht man die vorgenannten Rohre in einer Sandbettung.

In starken Krümmungen sind die PVC-Rohrstränge in Verfüllmaterial zu betten, das mit Zement im Verhältnis 1:20 verfestigt wird.

Die Rohrstränge sind grundsätzlich durch Abstandshalter aus Hart-PVC, die alle 1,5 m anzubringen sind, in ihrer Lage zueinander festzuhalten.

Die Abstandshalter dienen zum

- a) Sicherstellen des aus statischen Gründen notwendigen 3 cm-Abstandes der KKR untereinander,
- b) Erleichtern des Aufbaues von Rohrverbänden,
- c) Vermeiden des übermäßigen Herausrieselns des Verfüllmaterials zwischen den Rohrsträngen bei späteren seitlichen Abgrabungen neben dem verlegten Rohrpaket und
- d) Vermeiden des Ausweichens von Rohrsträngen bei späteren seitlichen Abgrabungen neben dem verlegten Rohrpaket.

Nach der Konstruktion ist zu unterscheiden zwischen Abstandshaltern, die

- a) ausschließlich zur Halterung von 4 oder 8 KKR mit 110 mm Außendurchmesser

- b) im oberen Teil zur Halterung von 3 KKR mit 50 mm Außendurchmesser und im unteren Teil zur Halterung von 2 KKR mit 110 mm Außendurchmesser dienen.

Die Hart-PVC-Rohre werden in der Regel mit einer Erdüberdeckung von mindestens 0,8 m in Fahrbahnen und mindestens 0,5 m in Gehwegen verlegt. Rohre mit geringeren Überdeckungen werden durch Beton mit eingelegten Bewehrungsmatten geschützt. Die Wanddicke der Betonummantelung neben und oberhalb der Rohre muß mindestens 10 cm betragen.

Arbeitsgänge beim Herstellen der Klebeverbindung

- a) Die Rohrenden sind rechtwinklig zu schneiden und die Schnittflächen mit einem Dreikantschaber zu glätten.
- b) Die Innen- und Außenkanten der Rohrenden sind gut zu brechen (anzufasen)
- c) Die Klebestellen am Rohr und an der Muffe sind mit Hilfe von Krepppapier oder anderem saugfähigen Papier, das mit PVC-Lösungsmittel getränkt ist, gründlich zu reinigen. Die Klebeflächen müssen fett- und schmutzfrei sein.
- d) Die Einstecktiefe des Rohres in die Muffe ist auf dem Rohrende zu markieren.
- e) Das Rohrende ist bis zur Markierung mit Schmiergelleinen Nr. 40 leicht aufzurauen.
- f) Danach ist das Rohrende mit einem gut von PVC-Lösungsmittel durchtränkten Borstenpinsel gut anzulösen.
- g) Die Klebefläche der Muffe ist dünn, die des Rohres, mit Ausnahme von etwa 10 mm am Rohrende, reichlich mit Kleber zu bestreichen.
- h) Sofort nach dem Einstreichen mit PVC-Kleber ist das Rohrende bis zur Markierung in die Muffe zu schieben. Dabei darf auf das entgegengesetzte Rohrende wegen der Gefahr der Rohrbeschädigung nicht geklopft werden.
- i) Herausgetretener Kleber ist mit Krepppapier sauber zu entfernen.

Arbeitsgänge für das Verbinden der Hart-PVC-Rohre mit Wänden aus Beton oder Mauerwerk

- a) Das Rohrende im Bereich der Verbindungsstelle mit PVC-Lösungsmittel gründlich reinigen.
- b) Länge der Verbindungsstelle auf dem Rohrende markieren.
- c) Verbindungsstelle bis zur Markierung mit Schmiergelleinen aufrauen.
- d) Das Rohrende bis zur Markierungsstelle mit PVC-Lösungsmittel anlösen.

- e) Die angelöste Fläche mit einer genügenden Menge Kleber bestreichen.
- f) Sofort nach dem Einstreichen mit dem PVC-Kleber ist das Rohrende in Zement zu rollen.
- g) Die so vorbereiteten Rohrenden werden dann mit Zementmörtel 1 : 3 in die Schacht- oder Gebäudewände eingebunden.

Abdichtender Kabelkanäle

Die Kabelkanalanlagen sind gegen Gas, Wasser und Ungeziefer planmäßig abzudichten. Dazu werden Abdichtschalen, Abdichtmasse und plastische Dichtungswickel verwendet. Bei den Abdichtschalen unterscheidet man zwischen Vollschalen für unbesetzte Kanalzüge und Durchlaßschalen mit Öffnungen von 20, 38, 55 und 70 mm für die mit Kabeln belegten Kanalzüge. Die Durchlaßschalen der KKF für Hauseinführungen haben eine Öffnung von 20 mm.

In den Kanälen für Hauptkabel sind grundsätzlich abzudichten:

- a) Alle Kanalzüge der Einführungssächte vor den Ämtern, die im Gebäude mündenden Kanalzüge auch in den Einführungskellern, Eine zuverlässige Abdichtung ist hier besonders wichtig, sie soll auch gegen Wasserzudrang zu den Häusern wirksam sein.
- b) Bei Kanalverzweigungen alle Kanalöffnungen der abzweigenden Strecke, um den Übertritt von Gas und Wasser aus dem einen in den anderen Kanal zu verhüten.

Die übrigen Kanalstrecken sind nötigenfalls durch weitere Abdichtungen in Teilstrecken von höchstens 600 m Länge zu zerlegen.

In Kanalzügen mit Höhenunterschieden sind die Öffnungen derjenigen Schachtwand abzudichten, die dem tieferen Kanalzug gegenüberliegt, um die aus diesem einströmenden leichten Gase zum Entweichen durch die Entlüftungsschlitze der Schachtabdeckung zu zwingen.

Auf die Abdichtung der Kanalzüge wird verzichtet werden müssen, wenn sich durch die Ablagerung von Sinkstoffen bei Wasserzufluß die Gefahr der Kabelkorrosion erhöht.

In den Kanälen für Verzweigungskabel sind alle aus den Abzweigungskästen (Azk) in die Häuser eingeführten Formsteine oder Rohre sowohl in den Azk als auch in den Gebäuden mit besonderer Sorgfalt abzudichten.

K a b e l s c h ä c h t e

Kabelschächte sind erforderlich zum Einziehen der einzelnen Kabellängen in die Kanalzüge. In ihnen werden die Lötstellen angefertigt und gelagert. Auch in Erdkabelnlinien können Kabelschächte zweckmäßig sein, wenn in besonderen Fällen Untersuchungsstellen leicht zugänglich bleiben sollen. Bei Bedarf werden zwischen den Kabelschächten Hilfsschächte eingebaut, z.B. wenn Richtungsänderungen des Kanals notwendig sind, unterschiedliche Höhenlagen der Formsteine ausgeglichen werden müssen oder das Einziehen der Kabel erleichtert wird. Demnach unterscheidet man Löttschächte, Ziehschächte und Hilfsschächte für besondere Fälle.

L a g e d e r K a b e l s c h ä c h t e

Kabelschächte sind zunächst an den Anfangs- und Endpunkten einer Kanallinie, weiter an allen Kanalverzweigungspunkten, an den Abgangsstellen zu Verzweigeranlagen und schließlich an den durch die besonderen örtlichen Verhältnisse gebotenen Stellen erforderlich.

Bei Straßenkreuzungen sind die Löttschächte längs der Kanallinie so anzulegen, daß die Querseite des Kabelschachtes genügend weit über die Baufluchtlinie der Seitenstraße so hinausragt, daß später die Herstellung neuer Seitenlinien und deren Anschluß an die bestehenden Kanäle möglichst ohne Einbau neuer Schächte erfolgen kann. Weiterhin ist zu beachten, daß die Kabelschächte nicht in Wasserinnen oder Toreinfahrten und auch nicht unmittelbar vor Haus- und Ladeneingängen eingebaut werden. Der Abstand der Kabelschächte voneinander hängt davon ab, in welchen Längen die Kabel geliefert oder eingezogen werden können. Im allgemeinen ist bei Kanälen für Hauptkabel über einen Abstand von 150 m nicht hinauszugehen.

G r ö ß e d e r K a b e l s c h ä c h t e

Die Größe der Kabelschächte richtet sich nach der Zahl der einmündenden Kanalzüge und damit nach den in den Schächten unterzubringenden Kabeln und Lötstellen. Der etwaige Einbau von Pupin-spulenkästen ist zu berücksichtigen. In größeren Orten werden die Kabelschächte zweckmäßig möglichst großräumig angelegt, da Erweiterungen teuer sind und wegen anderer Anlagen später oft nicht mehr ausgeführt werden können. Die Schächte sollen genügend Raum bieten zum Einsetzen der Hilfsvorrichtungen beim Einziehen der Kabel, zu deren Einführung und zur ordnungsmäßigen Anfertigung und gesicherten Lagerung der Lötstellen.

Für die Kabelschächte hat sich die rechteckige Grundform in der Größe 1,50 x 1,20; 1,90 x 1,20; 2,50 x 1,50 und 3,00 x 1,50 m am besten bewährt. Sondergrößen werden bis zu 3,00 x 2,00 m hergestellt. Die normalen Tiefen sind 1,65 und 2,00 m.

B a u s t o f f e

Die Kabelschächte werden im allgemeinen aus Ziegelsteinmauerwerk mit Rundstahleinlagen hergestellt. Das Mauerwerk wird aus Vormauerziegeln (Hartbrand, ungelochte Vollziegel) des Normalformats 24 x 11,5 x 7,1 cm aufgebaut. Die Ziegel sind mit Zementmörtel 1:4 (Mörtelgruppe III) zu vermauern. Die einmündenden KKF oder Rohre sind mit Zementmörtel 1:3 so abzuputzen, daß keine scharfen Ecken und Kanten stehen bleiben. Die Rundstahleinlagen haben Stärken von 5-8mm.

Die Kabelschächte werden auch aus Ortbeton mit Rundstahleinlagen oder Bewehrungsmatten hergestellt, in anderen Fällen aus Stahlbeton-Fertigbauteilen zusammengesetzt.

Mauerwerk darf bei Außentemperaturen von weniger als 0° C, Beton bei weniger als +5° C im Freien nicht hergestellt werden.

W a n d s t ä r k e d e r K a b e l s c h ä c h t e

Es ist zu unterscheiden zwischen Kabelschächten, deren Wände in Gehwegen oder in Fahrbahnen liegen. Kabelschachtwände in Gehwegen sind dem Erddruck, der von einer Verkehrslast von 800 kg/m² oder einem Fahrzeug der Brückenklasse 12 erzeugt wird, ausgesetzt.

Kabelschachtwände in Fahrbahnen müssen dem Erddruck standhalten, der von einem Fahrzeug der Brückenklasse 60 verursacht wird.

Kabelschachtwände, die weniger als 2 m von der Fahrbahn entfernt liegen, sind für Fahrbahnbelastung zu bemessen.

Liegt ein Kabelschacht im Gehweg so, daß die Grenzlinie des 2 m breiten Randstreifens parallel zur Fahrbahn durch den Schacht verläuft, so ist nur die der Fahrbahn zugekehrte Schachtwand für Fahrbahnbelastung herzustellen. Hiernach erhalten Kabelschächte an Straßenkreuzungen unter Umständen zwei Schachtwände für Fahrbahn- und zwei Schachtwände für Gehwegbelastung.

Die Wandstärke bei Kabelschächten aus Ziegelsteinmauerwerk mit Rundstahleinlagen beträgt in Gehwegen 24 cm. Eine Ausnahme bildet der Kabelschacht 3,00 x 1,50 x 1,65 (bzw. 2,00) m, der in seiner unteren Wandzone eine Mauerstärke von 36,5 cm hat.

In den Fahrbahnen haben die Kabelschächte mit Rundstahleinlagen eine Wandstärke von 24,0 und 36,5 cm. Die Schächte mit den Maßen 1,50 und 1,90 x 1,20 m haben 24,0 cm und die mit den Abmessungen 2,50 und 3,00 x 1,50 36,5 cm starkes Mauerwerk.

Der Abstand der Rundstahleinlagen von der Innen- bzw. Außenkante des Mauerwerks beträgt 4 cm. Dieses Maß muß unbedingt eingehalten werden. Geringe Abweichungen führen schon zu erheblichem Verlust der Belastbarkeit.

Der Zementmörtel muß die eingelegten Rundstähle allseitig umhüllen. Der Abstand zwischen den Rundstählen und Mauerziegeln muß mindestens 5 mm betragen.

Zum Schutze der Rundstahleinlagen gegen Feuchtigkeit wird die Außenwand der Mauer mit einem 2 cm starken Zementglattstrich und später mit einem wasserdichten Bitumen- oder Teeranstrich versehen.

Die Schachtsohle (Stärke 25 cm) ist aus Vormauerziegeln in 3 Lagen so herzustellen, daß 2 Lagen unter die Schachtwände reichen. Die Fugen sind zu versetzen. Die Sohle soll an geeigneter Stelle ein Schöpfloch bzw. Sickerloch erhalten, zu dem ein allseitiges Gefälle führt.

Bei Schächten aus Ortbeton mit Rundstahleinlagen oder Bewehrungsmatten werden die Wände 14 - 26 cm stark hergestellt.

Die Schachtsohle ist aus Beton in 13 cm Stärke und mit einem 2 cm dicken Glattstrich aus Zementmörtel 1:4 herzustellen. Die Sohle soll an geeigneter Stelle ein Schöpf- oder Sickerloch erhalten.

Kabelschächte aus Stahlbeton-Fertigbauteilen haben eine ovale Grundform. Die Wände sind 12 cm stark und sind für 60 to Belastung bemessen.

Die Bauteile dieser Schächte werden im Rüttelverfahren hergestellt. Dadurch erhält der Beton eine wesentlich höhere Festigkeit als Ortbeton, so daß die verhältnismäßig geringen Wandstärken den Belastungen nach den neuen Bestimmungen genügen.

Stahlbeton-Verstärkung für Kabelschächte

Die Verstärkung der Wände vorhandener Kabelschächte kann notwendig werden, wenn die nach den bisherigen Bauregeln aus Mauerwerk oder Ortbeton hergestellten Schachtwände nicht mehr die ausreichende Festigkeit haben, die für die Brückenklassen 12 und 60 gefordert wird.

Zur Verstärkung werden von außen Stahlbetondielen senkrecht vor die Schachtwände gestellt. Die Stahlbetondielen werden mit dem Falz nach unten auf einen Stahlbetonbalken gestellt, der einen Abstand von 50 mm zur Schachtwand hält. Oben werden die Dielen, nach Einbringen einer Ausgleichsschicht, gegen die Schachtdecke gestützt. Münden Kabelkanäle in eine Schachtwand ein, so werden die Stahlbetondielen von beiden Seiten bis dicht an den Kanal herangesetzt. Die Wandfläche über und unter dem Kanal bleibt ohne Verstärkung. Der Spalt zwischen Schachtwand und Stahlbetondielen kann mit losem Kies oder Sand ausgefüllt werden.

Die Verstärkung der Schachtwände ist in nachstehenden Fällen zu empfehlen:

1. Wenn ein bisher im Gehweg gelegener Kabelschacht bei Änderung der Straßenführung in die Fahrbahn kommt.
2. Für Kabelschächte in Fahrbahnen oder in dem neben der Fahrbahn gelegenen 2 m breiten Streifen des Gehweges in Straßen der Brückenklasse 60.
3. Bei Kabelschächten in den übrigen Straßen, wenn Beschädigungen des Kabelschachtes durch Erddruck zu erkennen sind.

K a b e l s c h a c h t a b d e c k u n g e n

Als Kabelschachtabdeckungen werden verwendet:

Fertigdecken aus Stahlbeton, Decken aus Profilstahlträgern oder bewehrtem Ortbeton in Gehwegen und Fahrbahnen für die Belastung der Brückenklasse 12 und 60. Deckenplatten aus Stahlbeton für die Belastung von 800 kg/m^2 in Gehwegen.

Die Schachtöffnungen sind 70 x 70 oder 70 x 140 cm groß und werden durch Deckelrahmen mit 1 oder 2 Deckeln verschlossen.

Die Deckel werden aus Grauguß mit Betonfüllung oder Stahlbeton hergestellt und mit oder ohne Entlüftung geliefert.

Schmutzfänger werden mittels einer Aushebestange in alle Kabelschächte, deren Deckel mit Entlüftungsschlitzen versehen sind, eingehängt.

H e b e v o r r i c h t u n g e n

Sämtliche Abdeckungen müssen zum Einlegen und Aufheben mit Vorrichtungen versehen werden. Zu diesem Zweck erhält jeder Deckel an zwei gegenüberliegenden Seiten runde oder ovale Ausschnitte, die zum Einsetzen der Deckelheber dienen. Die Grundplatten der älteren Deckel haben in der Diagonalmittle eine besondere Hebevorrichtung.

B e z e i c h n u n g _ d e r _ K a b e l s c h ä c h t e

Alle Schächte werden nach ihrer Lage (Straßeneck, Hausnummer, Grundstück usw.) aufgeführt und mit fortlaufenden Nummern bezeichnet.

Kabel-Kleinschächte aus Betonwerkstücken

Kabel-Kleinschächte, auch Kabel-Sparschächte genannt, in der Größe 1,0 x 0,8 x 1,0 m bestehen aus einem Oberrahmen, zwei gleichen Zwischenrahmen und einer Stahlbeton-Bodenwanne, die mit oder ohne Pumpensump hergestellt wird. Die Bauteile haben in Gehwegen für eine Belastung von 800 kg/m^2 , und für gelegentliche Befahrung (Brückenklasse 12) Wandstärken von 8 cm. In der Fahrbahn (Brückenklasse 60) beträgt die Wandstärke 12 cm.

Die Größe der Schächte gestattet es, sie in den Fällen zu verwenden, in denen ein Abzweigkasten zu klein und ein Kabelschacht zu unwirtschaftlich wäre, z.B. zur Aufteilung der Kabel vor einem Kabelverzweiger und als letzten Schacht vor Straßenübergängen.

In der Fahrbahn sind grundsätzlich Kabel-Kleinschächte der Brückenklasse 60 einzubauen.

In Gehwegen dürfen Kabel-Kleinschächte für Brückenklasse 12 bzw. 800 kg/m^2 auch innerhalb des 2 m breiten Randstreifens von der Fahrbahn eingebaut werden, da die Rahmenwände den von der Fahrbahn herkommenden Erddruck noch aufzunehmen vermögen. Der Oberrahmen hat eine Öffnung von 70 x 70 cm und ist mit den zugelassenen Kabelschachtabdeckungen abzudecken.

Liegt ein Kabel-Kleinschacht im Gehweg so, daß die Grenzlinie des 2 m breiten Randstreifens neben der Fahrbahn durch den Schacht verläuft, dann ist die der Fahrbahn zugekehrte Wand, wenn sie in ihrem Querschnitt durch einmündende Kanäle geschwächt wird, mit Rundstahleinlagen zu versehen.

Abzweigkästen (Azk) aus fertigen Betonwerkstücken

Zweck der Abzweigkästen

Sie haben bei der unterirdischen Verzweigung der Anschlußleitungen den Zweck, Richtungsänderungen des Kanals vorzunehmen, die Hausanstiche zu ermöglichen und Lötstellen aufzunehmen.

Azk werden überall dort eingebaut, wo in der Kabelkanalanlage auch ein oder zwei Züge für Verzweigungskabel (Vzk) mitgeführt sind. Der Abstand zwischen den Abzweigkästen soll in der Regel nicht größer als etwa 50 m sein, weil in ihre Kanalzüge häufig mehrere Vzk eingezogen werden.

Beim Einbau der Deckelrahmen von Kabelschächten und Abzweiggkästen ist auf einen einwandfreien oberen Abschluß mit der Straßen- oder Gehwegoberfläche besonders zu achten.

Als Zubehör für die Abzweiggkästen sind Schmutzschalen, Aushebestangen und Kabeltragbänder vorhanden.

Bestandteile und Einbau der Azk aus Stahlbeton

Der Azk besteht aus Bodenplatte, Kastenrahmen, Zwischenrahmen, Deckelrahmen, Deckel und 4 Rundstahlstäben von 510 mm Länge und 8 mm Durchmesser.

Abzweiggkästen werden nur in Gehwegen verwendet und haben bei einer Belastungsannahme von 800 kg/m² eine Wandstärke von 5 cm.

Bei einer Belastung nach Brückenklasse 12 hat der Azk eine stärkere Bodenplatte und einen dickeren Deckel. Außerdem ist der Deckelrahmen von unten 50 mm nach oben auf ca. 80 mm verstärkt. Die Azk können auch innerhalb des 2 m breiten Randstreifens an der Fahrbahn eingebaut werden.

In Gebieten mit Gasversorgung werden Azk mit einer lichten Weite von 65 x 40 x 65 cm verwendet. In Gebieten ohne Gasversorgung wird der Zwischenrahmen nicht benötigt, so daß sich die lichten Maße 65 x 40 x 50 cm ergeben.

Abzweiggkästen mit 24 cm Mauerstärke werden in den Größen 70 x 70 x 95 (140) cm und 140 x 70 x 95 (140) cm hergestellt. Sie werden vorwiegend bei Straßenkreuzungen in den Gehwegen eingebaut.

Entlüftung der Kabelschächte und Abzweiggkästen

Das wirksamste Mittel, eingedrungenes Gas aus den Kanalanlagen zu entfernen und Explosionsschäden zu verhüten, ist dauernde Entlüftung. Sie wird am einfachsten und zweckmäßigsten durch Verwendung von Kabelschachtdeckungen mit Entlüftungsschlitzen erreicht.

In Orten mit Gasversorgung soll in den Kanälen jeder Schacht eine Abdeckung mit Entlüftung erhalten.

In Orten ohne Gasversorgung erhält vor allem jeder Endschacht, jeder Schacht mit Kanalverzweigungen und alle hochgelegenen Schächte in Kanalanlagen mit Höhenunterschieden Deckel mit Entlüftungsöffnungen.

Wenn Kanäle für Verzweigungskabel ausnahmsweise getrennt von den Kanälen für Hauptkabel verlaufen, sind Entlüftungsabdeckungen in Abständen von 200 m einzubauen.

Wird in besonderen Fällen die Verwendung durchbrochener Schachtdeckel vom Wegeunterhaltungspflichtigen beanstandet, so ist bei Gasgefahr, im Einvernehmen mit den betreffenden Hausbesitzern und den zuständigen Behörden, auf andere Weise für eine möglichst zuverlässige, dauernde Entlüftung der Kabelkanäle zu sorgen (z.B. Entlüftungsrohre, Verlegen der Deckel).

Jeder Kabelschacht und Abzweigkasten ist vor dem Betreten mindestens 10 Min. lang geöffnet zu halten. Hat der Deckel Entlüftungsschlitze, so genügt es, ihn 3 Min. vor dem Betreten zu öffnen.

Sind die Entlüftungsöffnungen mit Eis oder Schmutz usw. verstopft, so ist der Schacht als solcher ohne Entlüftung zu betrachten. Muß in dem Schacht gearbeitet werden, so ist in jeder an den Schacht anschließenden Kanallinie der erste benachbarte Schacht zu öffnen, damit infolge des hierdurch verursachten Luftzuges die in den Kanälen vorhandenen Gase entfernt werden. Die Nachbarschächte und Abzweigkästen sind dann so lange offen zu halten, wie gearbeitet wird.

Muß mit schweren Gasen gerechnet werden, so ist besonders vorsichtig vorzugehen, u.U. ist zu versuchen, Gase durch kräftige Luftbewegung ins Freie abzuleiten. Die vergasteten Schächte können auch durch Einblasen von Preßluft aus fahrbahnen Druckluftanlagen schnell entgast werden.

Das Betreten von Kabelschächten und Abzweigkästen mit Licht oder Feuer, das Hineinleuchten und die Annäherung an Schächte und Azk mit offenem Licht oder Feuer muß so lange unterbleiben, bis mit dem Gasanzeiger einwandfrei festgestellt worden ist, daß die Kabelschächte und Azk von Gas frei sind. Zur Zeit wird das Gaswarngerät der Fa. Dräger verwendet. Bei ihm wird die Luft durch ein Prüfröhrchen gesaugt. Es zeigt leichte oder schwere Gase durch Verfärbung des Röhrcheninhalts an.

Bei Arbeiten in einem Kabelschacht, die längere Zeit dauern oder bei denen Feuer verwendet wird, muß während der Dauer des Aufenthalts von Menschen im Schacht von Zeit zu Zeit mit dem Gasanzeiger das Vorhandensein von Gas nachgeprüft werden.

Die Arbeiter im Kabelschacht sind in kurzen Zwischenräumen durch einen außerhalb des Schachtes befindlichen Arbeitskameraden zu beaufsichtigen, damit außergewöhnliche Vorkommnisse im Schacht rechtzeitig bemerkt werden.

Einsteigen in die Kabelschächte

Zum Einsteigen in die Kabelschächte sind Leitern zu verwenden. Es ist verboten, auf die Kabel zu treten. Vorhandene Kabel und Lötstellen dürfen bei den Arbeiten nicht beschädigt werden.

Entwässerung der Kabelschächte

Bei geringem aber dauerndem Wasserfluß und durchlässigem Boden baut man in die tiefste Stelle der Schachtsohle Sickerrohre (meist Tonrohre mit 15 - 30 cm lichter Weite) ein, die so weit in den Erdboden eindringen müssen, daß sie mit dem unteren Ende außerhalb des Gefahrenbereiches von Gasanlagen liegen. Bei starkem Wasserzufluß legt man längs der gefährdeten Kanalstrecke und um die Schächte Dränröhren aus, die das Wasser möglichst schon vor dem Zutritt zu der Kanalanlage aufnehmen und ableiten sollen. In anderen Fällen können solche, besonders starkem Wasserzudrang ausgesetzte Kabelschächte auch an unterirdische Entwässerungsanlagen angeschlossen werden.

Befindet sich trotz oben angeführter Maßnahmen oder aus anderen Gründen Wasser in den Schächten, so ist es mit Handschöpfern, Eimern oder Pumpen zu entfernen. Die Sickerlöcher und Anschlüsse zu den unterirdischen Entwässerungsanlagen sind bei dieser Gelegenheit von Schlamm und Sand freizumachen und zu überprüfen.

Schließen der Schächte und Azk

Unter den Deckeln mit Entlüftungsöffnungen sind zum Auffangen des Straßenschmutzes und Regenwassers Schmutzfänger oder Schmutzschalen in die Deckelrahmen einzuhängen.

Die Deckel selbst sind vor dem Einsetzen an den Rändern gut einzufetten! Entlüftungsöffnungen sind vom Schmutz, Schnee und Eis zu säubern, weil nur dann eine gute ständige Entlüftung der Kanalanlagen gesichert ist. Deckel, die nach dem Einlegen in den Rahmen wackeln, sind mit Putzwolle oder Bleiresten entsprechend zu unterlegen. Die an den Deckeln für den Einsatz der Deckelheber vorgesehenen Löcher sind gut zu reinigen und zweckmäßig mit Pfropfen aus gut eingefetteter Putzwolle zu verschließen. Das besonders bei Frost lästige Reinigen vor dem Einsetzen der Deckelheber bei Wiederöffnen der Schächte und Azk fällt dann weg.

Öffnen der Schächte und Azk

Schacht- und Abzweigkastendeckel sind nur mit den dazu bestimmten Werkzeugen (Hakenschlüssel, Deckelheber, Heberriegel) abzunehmen. Das Eintreiben der Hakenschlüssel ohne vorherige Säuberung der Löcher mit dem Reinigungslöffel für Zangenöffnungen ist zu unterlassen. Das Lockern festsitzender Deckel mit Stoßeisen, Meißel oder Pickel ist wegen der damit verbundenen Funkenbildung verboten.

Auftauen der Deckel

Eingefrorene Schachtdeckel lassen sich nur schwer abheben. Zum Auftauen darf in keinem Fall offenes Feuer verwendet werden, weil dadurch Explosionsgefahr entsteht. Am einfachsten lassen sich eingefrorene Deckel mit heißem Wasser oder Dampf (Dampf-Auftaegerät) auftauen. Diese Maßnahme wird unterstützt, oft sogar ganz erspart durch vorsichtiges Stampfen mit hölzernen Rammen.

Die Verwendung von Viehsalz zum Auftauen der Deckel ist wegen der Zersetzungsgefahr an den Kabelmänteln verboten.

Als Vorbeugungsmittel gegen Einfrieren der Schachtdeckel hat sich das Bestreichen der Ränder mit Frostschutzfett gut bewährt.

Unterhaltungsarbeiten an Kabelkanalanlagen

Die Unterhaltungsarbeiten an den Kabelkanalanlagen sollen die Zugänglichkeit der Anlage zu jeder Zeit gewährleisten und das Auftreten von Schäden verhüten.

Zu den Unterhaltungsarbeiten gehören: gründliches Lüften und Reinigen der Schächte und Azk, Auftauen und Einfetten der Schachtabdeckungen, Entfernen des Wassers. Die Kabel sind von Schmutz zu reinigen und auf Beschädigungen zu untersuchen. Die freien Kanalzüge sind mit Schiebestangen und einer Lehre auf die Durchziehmöglichkeit für neue Kabel zu prüfen. Lockere Kabeltrageschienen, Kabelhalter und Kabeltragbänder sind zu überholen, fehlende sind einzubauen. Alle festgestellten Mängel sind zu beseitigen oder zu melden.

Kabelwinden

Die zweckmäßige Bauart und richtige Anwendung der Kabelwinden gewährleisten in hohem Maße die sichere Ausführung der Arbeiten. In Gebrauch sind Hand- und Kraftwinden, von denen die letzteren hauptsächlich in den großen ON verwendet werden. Beim Reinigen und zum Durchziehen des Zugseiles von der Seiltrommel der großen Kabelwinde wird die kleinere Seilwinde verwendet.

Einziehen von Röhrenkabel:

Röhrenkabel werden in die Kanalzüge der Kabelkanäle eingezogen. Vom ersten Schacht, von dem aus das Kabel eingezogen werden soll, wird das Einschiebegerüst in die vorgesehene Kanalöffnung eingeschoben. Es besteht aus Holz- oder Stahlstäben (1 m bzw. 1/2 m Länge), die an den Enden mit Schraubmuffen zum Zusammensetzen ausgerüstet sind. Der Anfangsstab hat einen abgerundeten Führungskopf, damit sich die Spitze nicht festklemmt. Am Endstab befindet sich eine Öse zum Befestigen des Einführseils.

Für Kanallängen unter 100 m kann auch ein Stahlband von 3 x 14mm Querschnitt verwendet werden.

Einziehdrähte werden manchmal schon beim Bau des Kabelkanals in die KKF eingelegt, wenn die Gefahr besteht, daß die Kanalzüge verschlammen. Ist das Einschiebegerüst in einem Kanalzug durchgeschoben, so wird zunächst ein dünnes Einführseil eingezogen, an dem ein 30 cm langer Dorn aus Stahl oder Holz (Lehre) zum Prüfen des Kanalquerschnittes und eine kräftige Rundbürste zum Reinigen des Zuges eingehängt ist. Am zweiten Auge der Bürste hängt ein weiteres Einführseil, so daß Prüfdorn (Lehre) und Bürste mehrmals durchgezogen werden können. Behindern Unebenheiten, Schmutz oder Schlamm im Kanalzug das Einziehen der Kabel, so können diese Hindernisse mit Hohldornen aus Stahl, Borstenwischern oder Schmutzgreifern (Spirale aus Stahldraht) beseitigt werden.

Ist der Kanalzug gründlich gereinigt, wird das Zugseil der Winde eingezogen. Das Ende des Zugseiles, mit Öse und Schäkel ausgerüstet, kann nun mittels Kabelziehstrumpf mit dem Kabel verbunden werden. Der Kabelziehstrumpf besteht aus Stahldrahtlitzen, die so verflochten sind, daß sie sich nach dem Überstülpen über das Kabel während des Schlaufenzuges fest um den Mantel pressen.

Nachziehstrümpfe sind beiderseitig offene mit 2 Schlaufen versehene Geflechte, die an beliebiger Stelle des Kabels angesetzt werden können und zum Nachziehen dienen. Um das Einschneiden des Zugseiles in den KKF zu verhindern, wird eine Kanaltülle an den Kanalzug angesetzt. Die Führung von Seil und

Kabel beim Einziehvorgang wird mit Schleifbogen aus Stahlblech und mit Gleitrollen, die mit Spannstöcken in den Kabelschächten befestigt werden, sichergestellt. Zum besseren Gleiten des Kabels im Kanalzug wird es mit Kabelgleitfett eingerieben. Der ganze Einziehvorgang muß unter stetiger Kontrolle, besonders der kritischen Umlenkpunkte (Roller und Gleitbleche), durchgeführt werden.

Herausziehen von Röhrenkabeln

Die Vorschriften für das Einziehen der Kabel gelten sinngemäß auch für das Herausziehen von Röhrenkabeln. Die Kabelwinde wird dabei in der Richtung des Kanalzuges in solcher Entfernung von dem Kabelschacht, aus dem das Kabel herausgezogen werden soll, aufgestellt, daß zwischen Winde und Schacht ein ausreichender Zwischenraum für die ganze Kabellänge vorhanden ist. Beim Herausziehen von Kabeln ist die größte Zugleistung beim ersten Anzug notwendig, um das Kabel zunächst aus seinem Lager zu lockern.

Vor dem Herausnehmen eines Kabels müssen die Lötmanne abgenommen, die Enden frei gemacht sowie bei Kabeln mit Bewehrung die umgebogenen Schutzdrähte festgebunden werden. Kabel mit Bleimantel sind durch Auflöten einer Bleikappe abzuschließen.

Installation von Kabeln und Steigleitungen in Gebäuden

Die Führung der FM-Anlage in Gebäuden ist mit dem Grundstückseigentümer vor Beginn der Arbeiten zu vereinbaren.

Bevor Kabel und Drähte in Gebäuden befestigt werden, ist im Benehmen mit dem Fernsprechteilnehmer, Hauseigentümer, Verwalter usw. festzustellen, ob Starkstrom-, Gas-, Wasser- oder andere Leitungen vorhanden und wie sie geführt sind.

Das Beschädigen solcher Anlagen durch Fräseinrichtungen, Eintreiben von Dübeln und Nägeln oder mit dem Meißel ist gefährlich und deshalb unbedingt zu vermeiden.

Die Verzweigungskabel enden bei der völlig unterirdischen Zuführung der Anschlußleitungen in einem EVzi oder EVza. Das zum Anschließen des Hauses verwendete FMbc-Kabel wird an den Gebäuden mit Abstandschellen oder Hartstahlbolzen und Hilti-F-Schellen befestigt. Die Abstandschellen werden mit Spitze, Steindolle oder Holzgewinde geliefert. Die Hauseinführung ist an der Innen- und Außenwand bzw. im Innenaufgang gegen Gas, Wasser und Ungeziefer abzudichten.

Die Anschlußgeräte sind in der Regel im Hausflur oder Hof, evtl. auch in den Kellern unterzubringen. In feuchten Räumen und an Hauswänden wird als Abschlußgerät der EVza, in trockenen Räumen der EVzi verwendet. Bei Unterputzführung einer Rohrnetzanlage wird der EVzi in einer Abzweigdose 50/I oder II untergebracht, bei Aufputzführung mit einer Schutzkappe aus Preßstoff abgedeckt.

Zum Herstellen des Rohrnetzes werden Isolierrohre mit einem Mantel aus verbleitem Stahlblech, sog. Falzrohre, mit einer lichten Weite von 11, 16, 23, 29 und 36 mm verwendet.

An der Abzweigdose für EVzi beginnt die Steigleitung mit 29 mm starkem Isolierrohr durch alle Stockwerke. In jedem Stockwerk wird eine Abzweigdose 50/III eingesetzt, von der aus die Abzweigungen zu den Wohnungen mit 16 mm Isolierrohren hergestellt werden. Die Abzweigungen enden bei Unterputzführung innerhalb der Wohnung in Abzweigdosen 50/IV, bei Aufputzführung mit Endtüllen. Werden die Innenleitungen der Sprechstellen auf Putz verlegt, wird der Übergang von der Unterputzführung durch einzuputzende Porzellan- oder Kunststoffpfeifen hergestellt.

Die in die Wandaussparungen gelegten Isolierrohre müssen so tief liegen, daß sie mit dem Mauerwerk (nicht mit der Putzschicht!) bündig sind. Die Rohre werden mit Rohrhaken in dieser Tiefe festgehalten.

Starkstromkreuzungen sind möglichst zu vermeiden. Bei Kreuzungen und Näherungen der FM-Leitungen mit Starkstromleitungen ist ein Abstand der beiderseitigen Bauteile von mindestens 10 mm einzuhalten.

Richtlinien für das Zusammentreffen zwischen FM- und St-Anlagen

Die Rechtsgrundlage für das Nebeneinanderbestehen der FM- und der St-Anlagen ist mit dem "Gesetz über Fernmeldeanlagen" und für Anlagen, die auf Verkehrswegen usw. zusammentreffen, im "Telegraphenwegegesetz" festgelegt. Hiernach ist der Besitzer der späteren Anlage verpflichtet, Schutzvorkehrungen zu treffen. Ist dies aber nur unter Aufwendung verhältnismäßig großer Kosten oder nur unter technischen Schwierigkeiten möglich, können in Vereinbarung mit dem Besitzer der älteren Anlage durch diesen die Schutzvorkehrungen auch an der älteren Anlage angebracht werden. Die Kosten - auch für die dauernde Instandhaltung - muß dann im allgemeinen der Besitzer der neuen Anlage tragen. In den Fällen aber, in denen die beiden Anlagen auf öffentlichen Wegen zusammentreffen und der Besitzer oder Mitbesitzer der St-Anlage die Wegebevorrechtigung besitzt (d.h. wegeunterhaltungspflichtig ist), kann es möglich sein, daß die DBP die Mehrkosten für die Schutzvorkehrungen übernehmen muß, selbst wenn die FM-Anlage schon bestand. Für die Anerkennung der Wegebevorrechtigung der St-Anlage ist die OPD zuständig.

Für die zu treffenden Schutzmaßnahmen bei der Herstellung neuer FM-Linien gegen St-Anlagen ist das FA 2 zuständig.

Unterirdische FM-Anlagen sind die Erdkabel und Kabelkanalanlagen. Als Starkstromkabel gelten Starkstromkabel aller Nennspannungen. Kreuzungsstellen sind solche Stellen, bei denen Fernmeldeerdkabel oder Fernmeldekabelkanäle und Starkstromkabel sich in einem mehr oder minder großen Abstand kreuzen,

Näherungen sind solche Stellen, bei denen

- a) die Masten von St-Freileitungen in einem Abstand von 0,8 m bis 0,3 m entfernt von unterirdischen FM-Anlagen stehen. Abstände von weniger als 0,3 m sind unzulässig.
- b) unterirdische FM-Anlagen und St-Erdkabel sich in einem Abstand von 0,3 m oder weniger nähern.

Gefahrenstelle ist der Sammelbegriff für Kreuzungsstellen und Näherungen.

Schutzvorkehrungen beim Zusammentreffen einer oberirdischen und einer unterirdischen Anlage

Kabel und Kabelkanäle dürfen durch Masten oder ihre Fundamente nicht überbaut werden.

Die Masten und Kabel, einschließlich Kabelkanäle, sollen mindestens 0,8 m voneinander entfernt bleiben. Sie dürfen sich bis auf 0,3 m nähern. Erdkabel sind dann gegen mechanische Beschädigungen beim Aufgraben mit Kabelschutzzeisen oder Kabelschutzrohren zu schützen. Dieser Schutz muß nach beiden Seiten über die Annäherungsstelle um mindestens 0,5 m hinausreichen. Wenn sich der 0,3 m Abstand einhalten läßt, können die Kabel auch zwischen den Masten und Streben oder Ankern verlegt werden. Der Schutz gegen mechanische Beschädigung ist dann aber auch anzubringen, wenn der Abstand größer als 0,8 m ist. Zwischen A-Masten und Doppel-Masten ist die Verlegung von Kabeln nicht gestattet.

Schutzvorkehrungen bei beiderseitigen unterirdischen Anlagen

Wenn an Gefahrenstellen beiderseits Erdkabel zusammentreffen und der Abstand kleiner als 0,3 m ist, ist das später verlegte Kabel zum Schutz gegen Wärmewirkung aus dem Starkstromkabel auf der dem FM-Kabel zugekehrten Seite mit Kabelschutzhauben, Ziegelsteinen, Halbrohren aus Asbestzement oder anderem feuerbeständigem Material zu schützen. Zum Schutz gegen mechanische Beschädigungen sind stets oberliegende Erdkabel durch Kabelschutzzeisen, Kabelschutzrohre, Kabelschutzhauben oder Ziegelsteinen zu schützen.

Der Schutz gegen Wärmewirkung und gegen mechanische Beschädigungen muß auf beiden Seiten mindestens 0,5 m über die Gefahrenstelle hinausragen. Parallelführung von St- und FM-Kabeln in gemeinsamen Kabelgräben sind zu vermeiden. Sie kommen höchstens in Betracht, wenn örtliche Verhältnisse dies erfordern oder wenn durch eine gemeinsame Führung die Verlegungskosten wesentlich herabgesetzt werden können. Wenn die Belastung der St-Kabel nicht zu hoch und die Parallelführung nicht zu lang ist, bestehen gegen die elektr. Beeinflussungen keine Bedenken. Um die Abstände von mehr als 0,3 m einzuhalten, sind die Kabel in unterschiedlichen Tiefen zu verlegen. Sie sind zum Schutz gegen mechanische Beschädigungen beim Aufgraben stets mit Kabelschutzhauben zu überdecken.

Gefahrenstellen in Gebäuden

Bei Kreuzungen und Näherungen sind Abstände von 10 mm zulässig.

Schutzmaßnahmen bei Arbeiten an induktionsgefährdeten Kabeln

Bei Arbeiten an induktionsgefährdeten Kabeln sind die Unfallverhütungsvorschriften genau zu beachten.

In Kabeln, die in der Nähe von St-Anlagen oder auf längere Strecken parallel mit elektrischen Bahnen, die mit Wechselstrom betrieben werden, verlegt sind, können Ströme induziert werden, die unter Umständen lebensgefährlich werden können. Bei Arbeiten an diesen Kabeln muß mit dem Auftreten sehr hoher Spannungen gerechnet werden. Eine Gefahr für den Arbeitenden besteht, wenn er gleichzeitig eine gefährdende Fernmeldeader und Erde oder einen geerdeten Gegenstand berührt. Grundsatz ist daher, sich gegen Erde oder die gefährdenden Stromkreise zu isolieren. Im allgemeinen ist das Isolieren gegen Erde vorzuziehen, weil dadurch das Arbeiten an den Adern weniger behindert wird. Bei Arbeiten an gefährdenden FM-Leitungen soll stets ein zweiter Mann in der Nähe sein.

Kennzeichen der gefährdenden Fernmeldeleitungen

Fernmeldeleitungen, die als gefährdend anzusehen sind, sind bei deren Einführungen in die Ämter, an Gestellen, Endverschlüssen, Muffen u. sonst zugänglichen Stellen mit einem besonderen Kennzeichen - gestrichelter roter Blitzpfeil (:) - zu versehen. In den Planungsunterlagen sind die gefährdenden FM-Leitungen in ähnlicher Weise zu bezeichnen.

Isolieren gegen Erde

Baugruben sind in ausreichender Größe auszuheben und möglichst trocken zu halten. Der Boden der Baugrube oder des Kabelschachtes ist mit einer Gummi- bzw. Kunststoffmatte auszulegen. Die isolierenden Matten sind während der Arbeit unbedingt trocken zu halten. Feuchte Wände in Reichweite der Arbeitsstelle sind auf gleiche Weise abzudecken. Kabelmäntel, Bewehrungen sowie alle geerdeten metallenen Teile in Reichweite der Arbeitsstelle sind durch isolierende Matten so abzudecken, daß eine Berührung zuverlässig vermieden wird.

Isolierung gegen gefährdende Stromkreise

Die Isolierung gegen gefährdende Stromkreise ist nur ausnahmsweise dann anzuwenden, wenn eine Isolierung gegen Erde nicht möglich ist, z.B. in engen Kabelschächten oder bei dringenden Arbeiten in Störungsfällen.

Die gefährdenden Leiter sind dann nur mit Isolierhandschuhen und isoliertem Werkzeug zu berühren. Als zusätzliche Schutzmaßnahme sind Gummistiefel zu tragen. Es ist anzustreben, die Schutzart durch Isolieren gegen Erde sobald wie möglich vorzunehmen.

Galvanische Verbindung der metallischen Kabelhülle von starkstrombeeinflussten FM-Kabeln

Dies gilt grundsätzlich für alle Kabel mit Alu-Mänteln und für alle Kabel mit Blei- und Stahlwellmänteln, soweit diese in starkstrombeeinflussten Gebieten liegen.

Sind an solchen Kabeln Montagearbeiten auszuführen, so darf nur isoliertes Werkzeug benutzt werden. Der Arbeitsplatz ist durch Isoliermatten zu sichern. Die Arbeitskräfte tragen Gummistiefel und isolierende Handschuhe.

Bei Bleimantelkabeln der Typen PM, PMz usw. ist die galvanische Durchverbindung der Mäntel durch das Verlöten mit den Muffen sichergestellt. Sind Kabelstücke miteinander zu verbinden bzw. Muffen zu öffnen, so müssen vor Arbeitsaufnahme sog. Arbeitsverbindungen mit einem verzinnnten Kupferseil von 6 mm² Querschnitt geschaffen werden. Das Kupferseil muß so lang sein, daß die Montagearbeiten dadurch nicht behindert werden. Diese Arbeitsverbindungen dürfen erst wieder gelöst werden, wenn die Muffen gelötet sind.

Für Stahlwell- und Aluminium-Mantel-Kabel gelten die gleichen Bestimmungen.

Bei bewehrten Bleimantelkabeln der Formen PMbc bzw. PMibc erhalten die Bleimäntel die ständige galvanische Durchverbindung wie oben.

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

Zu diesem Zweck werden die Bewehrungsdrähte oder -bänder am Abbund metallisch blank gemacht und gut verzinkt. Dann wird von Kabelstück zu Kabelstück ein verzinnntes Kupferseil von 6 mm Querschnitt auf die Bewehrung aufgelötet. Diese Verbindung muß während der ganzen Betriebsdauer des Kabels bestehen bleiben.

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

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

Muß eine Muffe mit galvanischer Durchverbindung geöffnet werden, muß in umgekehrter Reihenfolge gearbeitet werden.

Starkstromführende Fernkabel (TF-FK)

Die Fernseh-, Rundfunk- und Fernsprech-Verstärkereinrichtungen in den unbemannten Verstärkerämtern der Kabelstrecke werden ferngespeist. Eine Speisung aus Netzanschlußgeräten würde bei jedem örtlichen Netzausfall die Fernseh-, Rundfunk- und Fernsprechkreise der ganzen Kabelstrecke außer Betrieb setzen. Bei Signalisierung einer Störung zum nächsten bemannten Verstärkeramt würde die Störungsbeseitigung zu zeitraubend sein, die Aufstellung einer selbsttätig arbeitenden Netzersatzanlage oder einer hinreichend großen Batterie in jedem unbemannten Verstärkeramt wäre unwirtschaftlich. Zum Zweck der Fernspeisung wird deshalb über den Innenleiter des Koaxialen Paares eine Wechselspannung von 750 Volt gegen Erde bei 50 Hz von den bemannten Verstärkerämtern aus übertragen. Aus diesem Grunde ist es notwendig geworden, daß diese Fernsprechkabel schon von außen als stromführend erkennbar sind. Sie werden deshalb als starkstromführende Fernsprechkabel wie folgt gekennzeichnet:

In einem Abstand von 15 mm werden diametral gegenüberliegend 10 mm lange Blitzpfeile in den Bleimantel eingeprägt, ferner:

- a) bewehrte Röhrenkabel: An Stelle eines verzinkten Flachstahldrahtes wird eine mit rotem Polyvinylchlorid-Kunststoff isolierter Stahldraht eingebracht.
- b) Erdkabel: Über der äußeren Schutzhülle wird als Gegenwendel ein mit rotem Polyvinylchlorid-Kunststoff isolierter Stahldraht gewickelt.
Als besondere Gefahrenpunkte sind alle Kabelschächte anzusehen, in denen die TF-FK durchlaufen.
Außer den bereits angegebenen Kennzeichnungen sind in den Kabelschächten noch weiter vorhanden:
 1. Eine Wellenlinie in der Längsrichtung der Kabel in grell-roter Signalfarbe.
 2. An jeder Muffe ist ein Warnschild mit der Aufschrift: "Hochspannung - Vorsicht - Lebensgefahr" angebracht.

Vor Beginn der Arbeiten an diesen Kabeln müssen erst besondere Sicherungsmaßnahmen von der Bauleitung durchgeführt werden.

Die Koaxialtuben der TF-FK sind gegen äußere mechanische Einflüsse äußerst empfindlich. Ein Herumsteigen auf den Kabeln oder Muffen oder eine Veränderung der Lage in den Kabelschächten muß auf alle Fälle unterbleiben.

Einteilung der Bodenarten, Gehweg und Fahrbahnoberflächen

Bodenarten

1. Mutterboden ist die oberste Schicht des belebten Bodens, die besonders reich an Bodenlebewesen ist und Humus oder Ton enthält. Sie ist bis 40 cm dick.
2. Wasserhaltende Böden sind Böden, die wegen ihres hohen Wassergehaltes von weicher bis fließender Beschaffenheit sind und das Wasser schwer abgeben, wie z.B. Schlamm und Schluff.
3. Leichte Böden sind bindige Sande und Kiese bis zu 60 mm Korngröße, bei denen keine oder nur geringe Bindung mit lehmigen oder tonigen Böden vorhanden ist.
4. Mittelschwere Böden sind Böden, die in naturfeuchtem Zustand einen erheblichen Zusammenhang haben, wie z.B. stark lehmiger Sand, sandiger Lehm, Lehm, Mergel, Löß und Lößlehm. Diese Bodenarten können noch mit dem Spaten bearbeitet werden. Außerdem Böden der Bodenklasse 3 über 60 mm Korngröße, wie z.B. Gesteinsschotter, Geröll und Steine, soweit diese nicht unter 5 fallen.
5. Schwere Böden sind Böden mit starkem Zusammenhang und von zäher Beschaffenheit, wie z.B. fetter, steifer Ton. Böden der Bodenklasse 4, die stark ausgetrocknet sind. Diese Bodenarten können mit dem Spaten nicht mehr bearbeitet werden, sondern müssen besonders aufgelockert werden. Außerdem Böden der Bodenklasse 4 die stark mit Geröllen, Steingeschiebe und Steinen bis 200 mm Durchmesser durchsetzt sind, Bauschutt und festgelagerte Schlacke.
6. Leichter Fels besteht aus gelagerten Gesteinsarten, die stark klüftig, bröckelig, brüchig, schiefrig oder verwittert sind, Sand oder Kiesschichten, die durch chemische Vorgänge verfestigt und Mergelschichten, die mit Steinen über 200 mm Durchmesser stark durchsetzt sind. Diese Böden müssen noch ohne Bohr- und Sprengarbeit gelöst werden können.
7. Schwerer Fels besteht aus gelagerten Gesteinsarten, die durch Bohr- und Sprengarbeit zu lösen sind, sowie Schlackenhalde der Hüttenwerke und Findlinge oder Gesteinstrümmer über 0,1 cbm Rauminhalt.

Gehwegoberflächen

1. Geebener Weg ohne Befestigung
Unbefestigter Boden auf dem Fußgängerverkehr angenommen werden muß.

2. Rasendecke

Zusammenhängender Grasbewuchs, der ein späteres Wiederaufbringen durch Sodenauflage oder Aussaat erfordert.

3. Randstreifen und Straßengräben mit Grasbewuchs

Zusammenhängender oder überwiegender Bewuchs zur Erhöhung der Festigkeit und Sicherung von Böschungen gegen Auswaschung.

4. Wassergebundene Decke

Füll- und Bindematerial aus Kies, Sand, Splitt, Löß in feuchtem Zustand auf verdichtetem Boden aufgewalzt.

5. Wassergebundene Decke mit teer- oder bitumengetränkter Oberfläche

Oberfläche aus Splitt mit Teer- oder Bitumenbindung als Mischgut aufgebracht oder aufgespritzt.

6. Kleinsteinpflaster

Verband-, Reihen-, Mosaikauflage von Pflastersteinen aus kantenhartem Natur- oder Kunststein mit den Abmessungen 4 x 4 x 4 bis 10 x 10 x 10 cm im Sandbett auf verdichtetem Grund, mit oder ohne Fugenverguß (Bitumen oder Zement).

7. Großsteinpflaster

wie bei 6. mit den Abmessungen 12 x 12 x (1,2 b - 1,8 b) bis 16 x 16 x (1,2 b - 1,8 b)

8. Plattenbelag

Naturstein-, Kunstein-, Klinkerplatten in Sandbettung oder auf Zementmörtelunterlage (MV 1 : 8) mit Fugenverguß (MV 1 : 5)

9. Zementstrich

Betonguß 3 - 5 cm im Mischungsverhältnis 1 : 2,5 bis 1 : 3, abgezogen und wenn erforderlich mit Härtepulver oberflächenvergütet.

10. Teersplittdecke

Basalt- oder Kalksplitt mit Teer, Asphalt oder Bitumen als Aufspritzung oder als Mischgut.

Fahrbahnoberflächen

1. Geebener Fahrweg ohne Befestigung

Unbefestigter, gut verdichteter Boden oder befahren wird.

2. Schotterdecke

Grobschotter (Grobschlag) aus Basalt, Kalk oder Kies mit Körnung 60 x 120 als Grundlage mit Splitt aus dem gleichen Naturgestein als Füll- und Auflage.

3. Packlage

Unterbau aus möglichst pyramiden- oder keilförmigen Naturbruchsteinen, mit Natursteingrobschlag verkeilt und mit Schotterausgleichsschicht abgewalzt.

Setzen der Packlage

Vor dem Setzen der Packlage muß der Untergrund gut verdichtet und planiert werden. Die Stärke beträgt 20 - 25 cm. Sie soll beiderseits um 20 - 25 cm breiter sein als die eigentliche Decke.

Die Packlagesteine müssen eine gute Fußfläche besitzen und möglichst pyramiden- oder keilförmig sein. Die Steine sind mit der Fläche auf den Boden und mit der spitzen oder schmalen Seite nach oben lotrecht und mit der größeren Längsseite rechtwinklig zur Straßenachse zu setzen. Die Fußflächen müssen auf dem Erdkörper gut aufsitzen und so dicht aneinanderstehen, daß die Bodenfläche möglichst lückelos bedeckt ist.

Das schräge Anlehnen oder Aufeinandersetzen von Packlagesteinen ist falsch und unzulässig. Die fertiggesetzte Packlage ist da zu verzwicken, d.h. die Lücken zwischen den einzelnen Packlagesteinen sind mit passenden Gesteinsstücken zu verkeilen und zu verspannen. Anschließend sind die überstehenden Gesteinsspitzen auf \pm 2 cm Genauigkeit mit dem Steinhammer abzuköpfen. Vor dem Abwalzen ist die Packlage von allen lose darauf liegenden Steinen zu räumen.

4. Teermischmakadamdecke

Schotter und Splitt als Gemisch oder in getrennten Lagen, auch unter Zusatz von Natur- oder Brechsand mit Teer- oder Teerbitumengemisch als Bindemittel. Heiß- und Kalteinbau anwendbar.

5. Gußasphalt

Gemisch aus Naturasphaltemehl, Steinmehl, Natursand, Brechsand, Feinsplitt, Kies und Bitumen als Bindemittel.

Gesetzliche Grundlagen

1. Das Telegraphenwegegesetz (TWG) vom 1.1.1900

gibt der Deutschen Bundespost das Recht, die Verkehrswege für ihre, öffentlichen Zwecken dienenden, Fernmeldelinien zu benutzen. Jedoch darf der Gemeingebrauch des Weges nicht dauernd und erheblich gestört werden. Als Verkehrswege im Sinne dieses Gesetzes gelten Straßen und Plätze in Ortschaften, die Kunststraßen, Feld- und Waldwege, die öffentlichen Gewässer (Seen, Flüsse, Kanäle), ihre Ufer und Brücken. Es ist dabei gleichgültig, ob die Verkehrswege einer öffentlichen (Bund, Staat, Gemeinde usw.) oder einer privaten Körperschaft gehören. Der Verkehrsweg ist dann öffentlich, wenn er ohne weiteres für jedermann benutzbar ist.

2. Das Fernmeldeanlagenengesetz (FAG) vom 14.1.1928

spricht vom Alleinrecht des Bundes, Fernmeldeanlagen zu errichten und zu betreiben. Dieses Recht übt der Postminister aus. Als Fernmeldeanlagen im Sinne dieses Gesetzes gelten alle Anlagen zur Nachrichtenübermittlung mit ihren Sende- und Empfangseinrichtungen und ihren Übertragungswegen. Der Nachrichteninhalt kann dabei optisch, akustisch oder elektrisch übertragen werden.

Auch die Pflicht zur Wahrung des Fernmeldegeheimnisses ist im § 10 des FAG festgelegt. Die Geheimhaltungspflicht besteht nicht nur für den Inhalt, sondern auch für die Tatsache, daß z.B. Herr X ein Gespräch geführt hat.

Sollte ein Beamter gegen den § 10 des FAG verstoßen, so hat er eine strafrechtliche Verfolgung wegen Amtsverbrechens zu erwarten (Gefängnis nicht unter 3 Monaten). Weiterhin muß der Beamte mit einer Disziplinarstrafe rechnen, die sich als Entfernung aus dem Amte (Strafversetzung, Gehaltskürzung, Dienstentlassung) auswirken kann.

Nach § 839^x muß der Beamte bei vorsätzlichen Handlungen den Schaden ersetzen.

2. Lj. "Kabelbau"

Sendeeinrichtung	Übertragungsweg	Empfangseinrichtung	Nachrichteninhalt
optisch: Semaphor	Sichtverbindung	menschl. Auge	Buchstaben im Semaphor-Alphabet
Blinkspiegel oder Lichtsignale	Sichtverbindung	menschl. Auge	Morsezeichen
akustisch: Unterwasserschall- schwinger	Wasser	Unterwasserschallhör- geräte	Morsezeichensprache
elektrisch: Morsetaste	Draht o. Kabel	Morseapparat	Morsezeichen
Fernsprecher	" " "	Fernhörer	Sprache, Musik
Fernschreiber	" " "	Fernschreiber	Buchstaben
Bildschreiber	" " "	Bildempfänger	stehendes Bild
Lang-, Mittel-, Kurz-u. Ultra- kurzwellen- sender	Frequenzkanal	Lang-, Mittel-, Kurz-u. Ultra- kurzwellen- empfänger	Sprache, Musik
Kurzwellen- sender	" "	Richtfunk- empfänger	"
Fernsehsender	" "	Fernsehempfänger	Bildinhalt beim Fernsehen

Die einzelnen Teile der Fernmeldebauordnung (FBO) enthalten die technischen Ausführungsbestimmungen für die verschiedenen Arbeitsgebiete des Fernmeldebaues.

Teil der FBO neue Nr.	alte Nr.	Letzte Ausgabe	Neue Bezeichnung
1	1,1	1962	Ortsnetzplanung
2	1,2	--	Bezirksnetzplanung
3	2	1941	Auskundung und Wegesicherung
4	1+3	1932/37	Vorbereitung und Durchführen von Bau- vorhaben
5	5	1956	Linien aus Bodenmasten
6	8	1940	Oberirdische Kabelanlagen
7	7	1964	Blankdrahtleitungen
8	4	1942	Bau von Teilnehmer-Endstellen
9	-	--	frei
10	10	1941	Kabelkanalanlagen
11	111	1941	Unterirdische Kabelanlagen
12	12+13	1942	Spleiß-, Muffen-u. Abschlußtechnik f. Ka- bel
13	-	--	Ausgleichs- und Bespulungstechnik
14	16	1943	Erdungen und Schutz durch Sicherungen
15	(15)	(1939)	Allgemeines über Starkstromschutz u. Schutz gegen Starkstromübertritt
16	(15)	(1939)	Schutz gegen Starkstrombeeinflussung und Korrosion
17	14	1939	Unterhaltungsarbeiten am Fernmeldelei- tungsnetz
18	18	--	Vergabe von Bauleistungen am Fernmelde- leitungsnetz
19	19,1	1964	Ortsnetzpläne und -karteien
20	19,2	--	Fernnetzpläne und -karteien

Warum K a b e l b a u

In neuerer Zeit gibt man dem Kabelbau mehr und mehr den Vorzug, weil er den Freileitungen gegenüber bedeutende Vorteile bietet. Diese bestehen darin, daß man im Vergleich zu den Freileitungen viel weniger Raum benötigt und eine Überlastung der Gestänge vermeidet. Die Betriebssicherheit wird erhöht, da Störungen durch Stürme, Eisenhang, Gewitter usw. und Starkstromkreuzungen nicht auftreten können. Die Kabellinie ist wirtschaftlicher, weil sie nicht so viel Mittel für die Unterhaltung erfordert und mit der Verringerung der Freileitungen eine Verschönerung des Stadtbildes erreicht wird. Dagegen bestehen die Vorteile der Freileitungen in ihrer billigeren Herstellung und leichteren Beseitigung von Leitungsstörungen.

Begriffserklärung

Unter Fernmeldeleitung versteht man den stromführenden, metallischen Leiter, der für den Fernsprech- und Telegraphenverkehr benützt wird.

Unter Fernmeldelinie versteht man die gesamten ober- und unterirdischen Anlagen, zu der die Fernmeldeleitungen vereinigt sind, mit allen Einrichtungen zur Führung der Leitungen.

Fernmeldeanlagen ist der Sammelbegriff für die Fernmelde- ... linien einschließlich der zum Betrieb erforderlichen Einrichtungen (Apparate, Stromquellen, Vermittlungseinrichtungen).

Die Bestandteile des Kabels

Jedes Kabel besteht aus drei Teilen, die nach der Zweckbestimmung der einzelnen Kabel verschieden sind, nämlich aus Leitern, den Isolierhüllen und der Schutzbekleidung.

L e i t e r : Sie bestehen in der Regel aus Kupfer- oder Aluminiumvolldraht. Sie sind hergestellt aus weichem, glattgezogenem und gut ausgeglühtem Material. Ihr Durchmesser schwankt bei Kupfer zwischen 0,4 - 1,4 mm und bei Alu zwischen 0,8 und 1,8 mm. Bei Spezialkabeln kann der Durchmesser auch größer sein (z.B. hat das Trägerfrequenz-Fernkabel einen Zentralleiter von 2,6 mm Durchmesser).

D r a h t s t ä r k e n :	<u>Kupferleiter</u>	<u>Aluminiumleiter</u>
	0,4 mm	---
	0,6 mm	0,8 mm
	0,8 mm	1,05 mm
	0,9 mm	1,15 mm
	1,2 mm	1,55 mm
	1,3 mm	---
	1,4 mm	1,80 mm

Isolierhüllen: Als Isolierhüllen werden Papier, Lacke, Styroflex, Schaumstoffe und Polyäthylen verwendet.

- a) Das Papier ist lose um die Adern gewickelt. Der dadurch entstehende kleine Luftraum zwischen Leiter und Papier ist der eigentliche Isolator. Das Papier ist zur Vermeidung von Berührungen dazwischengelegt. Bei den neuen Kabeln ist um den Leiter eine Papierkordel und darauf das Papier gewickelt. Dadurch werden die Adern in einer viel gleichmäßigeren Lage zueinander gehalten wie bisher und die elektrischen Eigenschaften der Kabel verbessert.
- b) Lack wird als Isolierschicht unmittelbar auf die Kupferadern aufgebracht. Darüber kommen noch andere Isolierstoffe, hauptsächlich Papier.
- c) Styroflex ist eine Weiterentwicklung von Styrol, einer Flüssigkeit, die bei der Teerdestillation gewonnen wird. Über Polystyrol gewinnt man Styroflex. Bei styroflexisolierten Adern ist auf den Leiter eine Styroflexkordel und darüber in einfacher Lage überlappend ein Styroflexband gewickelt. Es hat gegenüber Papier den Vorteil, daß es gegen Feuchtigkeit unempfindlich ist und bei der Übertragung von hohen Frequenzen vernachlässigbare Ableitungsverluste auftreten (etwa 100 mal kleiner als die von Papier).
- d) Schaumstoff ist eine Weiterentwicklung des Isolierstoffes Styroflex. Durch Zusetzen von chemischen Mitteln wird Styroflex zum Aufschäumen gebracht, so daß sein Volumen um das 27-fache vergrößert wird. Schaumstoff wird manchmal in starken Wendeln zur Abstandshaltung bei den Fernsehkernen der Tf-Fernkabel verwendet. Der Vorteil gegenüber Styroflex beruht in der Verbesserung der Kapazitätsverhältnisse zwischen den Adern um etwa 18 v.H.

Zu dünnen Bändern, wie sie zur Aderisolierung nötig sind, kann er wegen ungenügender Festigkeit bisher nicht verwendet werden.

- e) Polyäthylen (PE) ist als Vollisolierung fest auf die Leiter gespritzt. Die Mindestwandstärke muß an jeder Stelle 0,1 mm betragen.

Schutzbekleidung der Kabel

Wasserabweisend getränkte Gespinstumflechtung

genügt als äußerer Schutz für Kabel, die nur in trockenen Räumen verwendet werden.

Blei-, Stahlwell-, Aluminium- oder Kunststoffmäntel

erhalten Kabel, die gegen Feuchtigkeit zu schützen sind.

Bleimäntel

Reines Blei kann für Kabelmäntel nicht verwendet werden, weil es zu grobkörnig und dadurch brüchig ist. Als Grundmetall dient heute eine Blei-Kupferlegierung, wobei der Kupferanteil zwischen 0,03 und 0,05 % beträgt. In Sonderfällen werden weitere Erhärtungszuschläge, wie Zinn bis 3 %, Antimon 1 % oder Tellur 0,05 % beigegeben. Dadurch entsteht gegenüber reinem Blei ein feinkörnigeres Gefüge mit dichterem Zusammenhalt und damit eine größere Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung. Das ist besonders wichtig für Brücken-, Fluß-, See-, Luft- und solche Kabel, die über längere Transportwege befördert werden. Auch die Mäntel von Kabeln über 65 mm \varnothing erhalten auf Wunsch des Bestellers einen Erhärtungszusatz. Der Bleimantel wird nahtlos um die Kabelseele gepreßt.

Der Stahlwellmantel

besteht aus unlegiertem Bandstahl großer Festigkeit von 0,3 - 0,5 mm Stärke. Seine Biegsamkeit ist größer als bei Blei. Außerdem sind Kabel mit Stahlwellmantel leicht und verhältnismäßig billig, weil ein sehr dünner Mantel ausreichend ist. Sie eignen sich für Erd- und Röhrenkabel, und wegen ihrer mechanischen Festigkeit besonders auch für Brückenkabel. Die übrigen Eigenschaften des Stahlblechmantels sind ungünstiger als Blei- und Aluminiumumhüllungen, denn Stahl neigt sehr leicht zur Rostbildung. Deshalb erhält er vom Werk einen besonderen Korrosionsschutz mit der Bezeichnung Polyment bestehend aus Polystyrol, Mennige und Teer. Die Mantelnaht ist elektrisch geschweißt.

Der Aluminiummantel

Aluminium hat, verglichen mit Blei, den Vorzug größerer Festigkeit gegen mechanische Beanspruchung (Druck, Zug, Erschütterung). Wegen ihrer besonderen Widerstandsfähigkeit gegen die durch Erschütterungen hervorgerufenen Mantelbrüche sind Kabel mit Aluminiummantel besonders gut als Luft- und Brückenkabel geeignet. Außerdem übt der Aluminiummantel auf die darunterliegenden Kabeladern eine besonders gute Schirmwirkung aus. Dadurch werden sie mit Vorteil an Stellen beträchtlicher Starkstrombeeinflussung (in der Nähe elektrischer Bahnen) verwendet. Nachteilig bei Alu-Mänteln ist die starke Anfälligkeit gegen chemische Einflüsse (Korrosion). Sie erhalten deshalb jetzt den gleichen Polymentschutz wie die Stahlwellmäntel.

Kabelmäntel aus Kunststoffen (PVC - Polyvinylchlorid und PE - Polyäthylen)

Auf chemischem Weg werden thermoplastische Kunststoffe hergestellt, die sich zur Ummantelung von Kabeln eignen. Diese Kunstharze, die beim Erhitzen erweichen und schmelzen und beim Abkühlen erhärten, dabei aber biegsam bleiben, lassen sich so einfach verarbeiten wie Blei und Lötzinn. Sie haben den Vorteil geringeren Gewichtes, großer Biegsamkeit und einfacher Montage-technik. Kunststoffe besitzen größere mechanische Festigkeit als Blei und sind vor allem korrosionsbeständig.

Diesen Vorzügen stehen jedoch einige Nachteile gegenüber. Es läßt sich noch nicht übersehen, wie sich die Kunststoffe hinsichtlich der Alterung verhalten. Außerdem fehlt, wenn die Ummantelung aus Kunststoff besteht, die elektrische Abschirmung der Kabelseele. Diese muß daher mit einer Aluminiumband-Umwicklung versehen werden. Versuchskabel sind in der praktischen Erprobung.

Die Bewehrung ist der Schutz der Kabel gegen mechanische Beschädigungen. Sie besteht aus Rund-, Flach- oder Profilstahl, der spiralig um das Kabel gewickelt ist. Zwischen Kabelmantel und Bewehrung befinden sich mehrere teergetränkte Papierlagen, damit die harte Bewehrung den Mantel nicht beschädigen kann.

Die Compoundierung schützt Mantel und Bewehrung vor chemischen Einflüssen. Sie besteht in den meisten Fällen aus einer in Compoundmasse getränkten Juteschicht. Zur Vermeidung des Aneinanderklebens der einzelnen Ringe auf der Trommel ist das Kabel in Kreidemilch getaucht. Der Korrosionsschutz kann neuerdings auch aus einer Kunststoffhülle bestehen.

Die verschiedenen Arten der Verseilung

Zweck der Verseilung

Das Nebensprechen in den Kabeln auf einem möglichst niederen Wert zu halten. Durch den Drall wird die Lage der Adern zueinander dauernd geändert und dadurch das Nebensprechen vermindert. Unterstützt wird dieses Bestreben noch durch die ungleichen Schlaglängen innerhalb der Kabel.

a) Paarige Verseilung

Bei den älteren Ortsanschlußkabeln (OAsk) wurden zunächst zwei zusammengehörige Adern zu einem Paar verdreht. Sämtliche Adernpaare sind lagenweise in wechselnder Drallrichtung zur Kabelseele verdrillt und durch eine Bewicklung aus Nesselband oder Papier zusammengehalten.

b) Sternverseilung (St I - St III)

Ortsanschlußkabel und in manchen Fällen Bezirkskabel werden sternverseilt hergestellt. Bei der Sternverseilung sind vier Adern zu einem Seil verdreht. Die vier Adern liegen bei jedem Querschnitt an den vier Ecken eines Quadrates, die zwei auf einer Diagonalen liegenden Adern bilden eine Doppelleitung.

c) Dieselhorst-Martin-Verseilung (DM)

Die meisten vorhandenen Fern- und Bezirkskabel sind in der Dieselhorst-Martin-Verseilung hergestellt. Bei dem Verfahren sind zwei Adern zu einem Paar und zwei Paare zu einem Vierer verdreht. Bei jedem Querschnitt ergibt sich ein anderes Bild, da sich die Lage und der Abstand der Adern zueinander ständig ändert.

Kennzeichnung der Adern

Zur Unterscheidung der Adern sind verschiedene Farbkennzeichnungen vorhanden.

In jeder Lage befindet sich eine Aderneinheit (Vierer oder Paar), die durch eine auffallende Farbe als Zählader besonders gekennzeichnet ist.

In Kabeln mit unsymmetrischem Aufbau sind auch noch Richtungsvierer in anderer Farbe vorhanden (blaue Papierwendel: Zählvierer, grüne Papierwendel: Richtungsvierer). In diesem Fall werden die Kabelenden mit A und B bezeichnet. Beim Auslegen der Kabel ist dann darauf zu achten, daß an ein B-Ende immer ein A-Ende angesetzt wird.

Farbkennzeichnung bei PE-Kabeln:

<u>St 1</u>	a-Ader weiß oder gelb	<u>St 2</u>	a-Ader grün
	b-Ader rot		b-Ader schwarz oder dunkelblau

Das Zählelement jeder Lage erhält eine rote Wendel aus Perlonzwirn oder Styroflex.

Metallfolienadern (PiMF-Paar in Metallfolie)

Einzelne Paare oder Vierer, die für Rundfunkübertragungen verwendet werden, schirmt man zum Schutz gegen Einwirkungen aus anderen Sprechkreisen mit Metallfolien ab.

Kernvierer mit Bleimantel

Dringt bei einem beschädigten Kabel Wasser in die Kabelseele ein, so besteht keine Möglichkeit mehr, den Fehler einzumessen, da alle Adern schlecht isoliert sind. Um trotzdem immer noch eine gute Ader zur Verfügung zu haben, versieht man den im Kern liegenden Vierer mit einem zweiten Bleimantel. Dieser Sprechkreis wird in den älteren Fernkabeln außerdem wegen der Schirmwirkung des Bleimantels für Rundfunkübertragungen verwendet.

Doppellackdrähte (Tietgenschutz) werden heute anstelle des Kernvierers mit Bleimantel in den Fernkabeln verwendet. Sie dienen zur Ermittlung des Fehlerortes. Beim Spßeißen muß die Würgestelle wieder sorgfältig lackiert werden.

Kurzzeichen für Kabel

Unterschieden wird zwischen: Fk = Fernkabel
Bzk = Bezirkskabel
Ok = Ortskabel

Unter den Begriff Fernkabel fallen:

Fk = Fernkabel des bestehenden Fernkabelnetzes
TF-Fk = Trägerfrequenz-Fernkabel
KxFk = Fernseekabel, soweit diese im Fernkabelnetz eingebaut werden
OFk = Ortsfernkabel

Als Bezirkskabel werden verwendet:

- Bzk = Alle Kabel, die weder Fernkabel noch Ortskabel sind
- TF-Bzk = Trägerfrequenz-Bezirkskabel mit papierisolierten Leitern
- Rfk = Rundfunkkabel
- ZwkF = Zwischenkabel in Fernlinien (Krarupkabel - Krk)

Als Ortskabel werden bezeichnet:

- OAsk = Ortsanschlußkabel (in St III - Verseilung mit 0,4 u. 0,6 mm papierisolierten Leitern)

Sie gliedern sich:

- Hk = Hauptkabel
- Qrk = Querkabel
- Vzk = Verzweigungskabel
- ZwkO = Zwischenkabel in Ortslinien
- Krk = Krarupkabel
- OVk = Ortsverbindungskabel
- KxOk = Ortsfernsehkabel

Kurzzeichen für den Aufbau der Kabel:

- L = Lacküberzug
- P = Besspinnung aus Papier
- Sty = Styroflexisolierung
- KP = Besspinnung aus Kordel und Papier
- K = Textilbeflechtung
- M = Bleimantel
- Z = Erhärtungszusatz
- (MP) = Schirm (metallisiertes Papier)
- h = erhöhte Durchschlagsfestigkeit
- X = Postalisch besonders vorgeschriebene Werte
- W = Stahlwellmantel
- L = glatter Aluminiummantel
- LD = Balgen-Aluminiummantel
- E = Korrosionsschutz auf dem Mantel (Polyment)
- b = Bewehrung
- i = Induktionsschutz
- C = Compoundierung (teergetränkte Juteschicht)
- Y = Kunststoffschutzhülle aus Polyvinylchlorid (PVC)
- Yv = Kunststoffschutzhülle verstärkt
- Yc = Kunststoffschutzhülle als chemischer Schutz
- 2Y = Kunststoffhülle aus Polyäthylen (PE)
- O2Y = Kunststoffhülle aus Zell-Polyäthylen (Zell-PE)

- R = Rostschutzanstrich mit Bitumenlack
St III = Sternverseilung ohne Phantomausnutzung (Ortsanschlußkabel)
DM = Dieselhorst-Martin-Verseilung mit Phantomausnutzung (Bezirks- oder alte Fernkabel)
St I = Sternverseilung ohne Phantomausnutzung (Bezirkskabel und Ortsverbindungskabel)

Aufbau und Verwendung der Kabel

Schalt- oder Innenkabel

Das Installationskabel I-Y (St) Y wird in den Vermittlungsstellen hauptsächlich zur Verkabelung der Leitungen zwischen den Wähleinrichtungen und der waagerechten Seite des Hauptverteilers verwendet. Das Installationskabel hat 0,6 mm starke Kupferleiter, die mit dem Kunststoff Polyvinylchlorid isoliert sind. Die Kabelseele erhält zum Schutz gegen Einwirkungen von außen einen statischen Schirm und einen Kunststoffmantel aus PVC.

Früher wurde an dieser Stelle das XLP-Kabel eingebaut. Die Adern waren ebenfalls 0,6 mm stark. Sie wurden durch ein Lackbad gezogen, getrocknet und dann in engen Schlägen mit 2 Lagen Papier umwickelt. Nach dem Ausformen und Abbinden mußte der Kabelzopf gewachst werden, um ein Ansaugen der Luftfeuchtigkeit durch die Papierisolation zu verhindern. Das XLP-Kabel hatte ebenfalls einen statischen Schirm und dadurch, daß es nur von einer wasserabweisend getränkten Gespinstumflechtung umhüllt war, nur für trockene Räume bestimmt.

Polyvinylchlorid- Aufteilungs-Ortskabel (PVC-AtOK)

zu 50, 100 und 150 DA werden vom HV ∇ zur Aufteilungsmuffe verwendet. Sie haben Kupferleiter von 0,6 mm \varnothing und sind sternverseilt. Die Wandstärke der Isolierhülle aus PVC beträgt 0,2 mm. Als Schutz gegen Einwirkungen von außen erhält auch hier die Kabelseele einen statischen Schirm und einen Kunststoffmantel.

LPM-Kabel wurden bisher als Aufteilungskabel für Ortskabel zwischen der senkrechten Seite der Hauptverteiler (HVt) und den Aufteilungsmuffen (AtM) verwendet.

Zum Beschalten von Trennstreifen und Anschlußleisten werden sie noch heute gebraucht. Sie sind in ihrem Aufbau wie die XLP-Kabel und besitzen zum Schutz gegen Feuchtigkeit einen Bleimantel.

Das LPK (MP)

ist ein Lackpapierkabel mit geschirmten Paaren zur Führung von Rundfunkleitungen in trockenen Räumen. Die Drahtstärke beträgt 0,6 mm.

Außenkabel

Unbewehrte Röhrenkabel

- PM = papierisoliertes Kabel mit Bleimantel
- PMz* = papierisoliertes Kabel, Bleimantel mit Erhärtungszusatz
- PWE2Y* = papierisoliertes Kabel mit Stahlwellmantel, Korrosionsschutz und Kunststoffschutzhülle aus PE
- PLE2Y* = papierisoliertes Kabel mit glattem Aluminiummantel, Korrosionsschutz und Kunststoffschutzhülle aus PE
- PLE2Yv* = papierisoliertes Kabel mit glattem Aluminiummantel, Korrosionsschutz und verstärkter Kunststoffschutzhülle aus PE
- PLDE2Y* = papierisoliertes Kabel mit Balgen-Aluminiummantel, Korrosionsschutz und Kunststoffschutzhülle aus PE
- PLDE2Yv* = papierisoliertes Kabel mit Balgen-Aluminiummantel, Korrosionsschutz und verstärkter Kunststoffschutzhülle aus PE

Alle mit * bezeichneten Typen eignen sich besonders gut als Brückenkabel. Röhrenkabel mit Kunststoffmantel werden, entgegen der Gepflogenheit bei Bleikabeln, beim Einziehen nicht eingefettet.

Die Bundespost verwendet nur noch Stahlwellmantel-Kabel mit einer Außenhülle aus Polyäthylen (PWE2Y-Kabel). Die besonderen Vorteile dieser Außenhülle sind: größere Stabilität gegen Feuchtigkeit und daß sie bei allen in der Bundesrepublik auftretenden Kältegraden ausgelegt oder in Kanälen eingezogen und montiert werden kann.

Bewehrte Röhrenkabel

- PMb = papierisoliertes Kabel mit Bleimantel und Bewehrung
- PMzb* = papierisoliertes Kabel, Bleimantel mit Erhärtungszusatz, Bewehrung
- PMbR = papierisoliertes Kabel mit Bleimantel, Bewehrung mit Rostschutzanstrich
- PMib = papierisoliertes Kabel mit Bleimantel, Stahlbandbewicklung als Induktionsschutz und Bewehrung
- PWEYb = papierisoliertes Kabel mit Stahlwellmantel, Korrosionsschutz, Kunststoffschutzhülle aus PVC und Bewehrung
- PLEib2Y = papierisoliertes Kabel mit glattem Aluminiummantel, Korrosionsschutz, Stahlbandbewicklung als Induktionsschutz, Schutzhülle aus PE

Bewehrte Röhrenkabel werden dort verwendet, wo bei großen Einzugslängen der Mantel den auftretenden Belastungen nicht standhalten würde. Die Bewehrung bewahrt den Mantel beim Einziehen vor zu starkem Zug und vor der Reibung mit dem Kabelkanal. Zwischen Mantel und Bewehrung befindet sich eine Schutzhülle aus teerge tränkten Papierlagen, damit die harte Bewehrung den Mantel an Biegestellen nicht beschädigen kann.

Erdkabel

- PM2Y* = Papierisoliertes Kabel mit Bleimantel und Kunststoffschutzhülle aus PE
- PMbc = papierisoliertes Kabel mit Bleimantel, Bewehrung aus Rund- oder Flachstahladrähten und getränkter Jute-Schutzhülle
- PMibc = papierisoliertes Kabel mit Bleimantel, Stahlbandbewehrung als Induktionsschutz und getränkter Jute-Schutzhülle
- PWE2Y = papierisoliertes Kabel mit Stahlwellmantel, Korrosionsschutz und Schutzhülle aus PE
- PLE2Y = papierisoliertes Kabel mit glattem Alu-Mantel, Korrosionsschutz und Schutzhülle aus PE
- PLDE2Y = papierisoliertes Kabel mit Balgen-Alu-Mantel, Korrosionsschutz und Schutzhülle aus PE

Diese Typen sind Erdkabel, die ohne weiteren Schutz in die Erde verlegt werden können. In der Regel werden jedoch die Kabel bei Führungen durch Ortschaften von Ortsanfang bis Ortsende durch einen zusätzlichen Warnungsschutz gesichert (Kabelschutzhäuben, Abdeckplatten oder Ziegelsteine). Ausnahmen davon sind besonders hochwertige Kabel (z.B. TF-Fk), die auf der ganzen Strecke abzudecken sind.

* Diese Kabelart wird neuerdings als Erdkabel und zur Hausinstallation verwendet. Sie kann aber auch in den Endausläufen des Kanalnetzes zur Einsparung von Muffen als Röhrenkabel eingezogen werden.

Induktionsschutzte Kabel (PMib und PMibc mit Stahlbandbewehrung)

Verlaufen Kabel in der Nähe elektrischer Bahnen, die mit Wechselstrom betrieben sind, so werden in den Adern Spannungen induziert, die unter Umständen lebensgefährlich werden können. Die Fahrdrabtspannung beträgt 15 000 Volt. Der das Kabel umschließende Mantel übt an sich schon eine gewisse Schirmwirkung auf die Adern aus. Sie wird noch verstärkt, wenn über den Mantel eine zweilagige Stahlbandwicklung an Stelle der Rund- oder Flachdrahtbewehrung gelegt wird. Die Spannungen in den Adern werden dann so klein, daß sie ungefährlich sind.

Bei Arbeiten an solchen Kabeln ist es besonders wichtig, daß sich der daran Arbeitende gegen mögliche Stromschläge schützt. An Lötstellen muß die metallische Kabelhülle (einschließlich Armierung) mit einem verzinnnten Kupferseil von 6 mm² durchverbunden, isoliertes Werkzeug und Gummihandschuhe verwendet werden! Gummistiefel (weiße) sind zu tragen, Spleißgruben oder Schächte mit Gummimatten auszulegen.

Krarup-Kabel (Krk)

Bei ihm ist nach dem Verfahren von Krarup jeder Leiter mit einer Lage dünnen Eisendrahtes oder -bandes umwickelt. Dadurch wird die Selbstinduktion des Leiters erhöht und damit die Dämpfung des Kabels vermindert. Die Krarup-Kabel werden bei der Teilverkabelung oberirdischer Fernlinien bis zu 4 km Länge verwendet.

Unterscheidung der Kabel

- a) nach der Betriebsart: Orts-, Bezirks-, Fern-, Rundfunk-, TF- und Fernseekabel
- b) nach den Isolierstoffen: Papier-, Lackpapier-, Styroflex-, PE- und Schaumstoffkabel
- c) nach der Auslegungsweise: Erd-, Röhren-, Fluß- und Seekabel
Luftkabel (Tragseil- und selbsttragende Luftkabel).

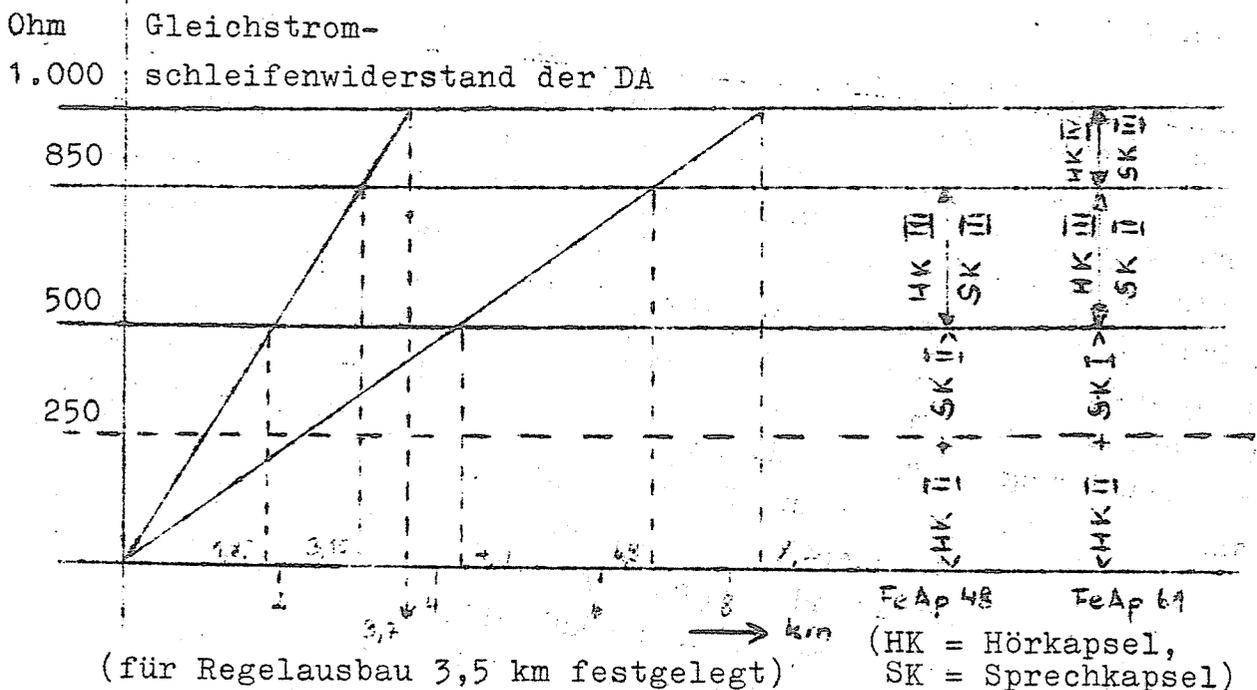
Kabelarten und deren Verwendung

1. Ortsanschlußkabel (OAsk)

Sie haben die Aufgabe, die Hauptanschlüsse mit den Vermittlungsstellen zu verbinden. Durch die OAsk wird auch die Schaltung von Nebenstellen-, Querverbindungs-, Polizeiruf-, Feuermelde- und Uhrenleitungen usw. ermöglicht.

Die Baulänge für Anschlußkabel mit 0,4 mm starken Kupferadern beträgt 3,5 km (BPM v. 29.8.1966).

Das übrige Anschlußnetz ist mit 0,6 mm starken Kupferleitern auszubauen.



Mögliche Baulängen der verkabelten AsL und Anwendungsbereiche der Hör- und Sprechkapseln.

2. Ortsverbindungskabel (OVk)

In größeren Ortsnetzen (ON) sind meist mehrere VSt notwendig, (z.B. 6 Vollämter im ON Nürnberg-Fürth). Die OVk stellen die Verbindungen der einzelnen Vermittlungsstellen untereinander und zu den Einrichtungen des Selbstwählferndienstes (SWFD) her.

Als OVk werden Kabel mit St I und St III - Verseilung und folgenden Drahtstärken verwendet:

a) St I-Kabel mit 0,9 mm, 1,2 mm und 1,4 mm starken Kupferleitern.

b) St. III-Kabel mit 0,6 mm und 0,8 mm starken Kupferleitern.

DM-verseilte Kabel werden als OVk nur in Sonderfällen eingesetzt.

3. Bezirkskabel (Bzk)

werden für den Nahverkehr verwendet. Sie verbinden die Hauptvermittlungsstellen mit den Knotenvermittlungsstellen (KVSt), die Knotenvermittlungsstellen untereinander und die Knotenvermittlungsstellen mit den Endvermittlungsstellen (EVSt).

Adern mit 0,4 und 0,6 mm Durchmesser können nicht mehr eingesetzt werden, da bei größerer Entfernung ihre Dämpfung zu groß würde. Der Leiterdurchmesser beträgt 0,8 - 1,4 mm je nachdem ob sie für kürzere oder längere Leitungen verwendet werden. In vielen Fällen sind verschiedene Adernstärken in einem Kabel zusammengefaßt. Da die Dämpfung von längeren Kabelleitungen auch bei Verwendung von 0,8 - 1,4 mm starken Adern zu hoch wird, sind die Bezirkskabel mit Pupinspulen auszurüsten und wenn nötig, über Verstärker zu führen. Die Bezirkskabel werden im allgemeinen in DM-Verseilung ausgeführt. In einzelnen Fällen werden auch Kabel mit St I-Verseilung verwendet.

4. Fernkabel (FK)

sind für den Weitverkehr bestimmt. Sie stellen die Verbindung zwischen den Zentralvermittlungsstellen (ZVSt) und von den Zentralvermittlungsstellen zu den Hauptvermittlungsstellen (HVSt) her.

Diese Kabel mit Cu-Leitern von 0,9 - 1,4 mm Durchmesser werden wegen der Verluste, die bei den großen zu überbrückenden Entfernungen entstehen, durchschnittlich alle 70 km über Verstärker geführt. Innerhalb der Verstärkerfeldlängen (70 km) sind alle 2 km (1,7) Pupinspulen eingeschaltet, die der hohen Kapazität der Kabelleitungen entgegenwirken.

Bei den Fernkabeln wird überwiegend die Dieselhorst-Martin-Verseilung verwendet. Sie gestattet auch die Ausnutzung des Phantomkreises (Viererschaltung oder Kombination). Seit einigen Jahren werden in den Fernkabeln auch Leitungen mit Hilfe der Trägerfrequenz-Technik mehrfach ausgenützt. Dazu ist notwendig, die bisherige schwere und mittelschwere Bespulung durch "leichte" oder "sehr leichte" Bespulung zu ersetzen. Die "leichte Bespulung" erlaubt den Einsatz des Zweiband-TF-Systems (1 NF u. 1 TF-Leitung). Die "sehr leichte" Bespulung ermöglicht die Ausnutzung einer Leitung mit Hilfe des Vierband-TF-Systems (1 NF u. 3 TF-Leitungen). Auf völlig unbespulten Leitungen kann das Zwölfband-TF-System eingesetzt werden (1 NF u. 11 TF-Leitungen). Die Frequenzbandbreite für einen Sprechkreis wurde im Jahre 1951 international auf 3100 Hertz (Hz) festgelegt (300 - 3400 Hz).

5. Bei einem Rundfunkkabel

sind alle Leitungen durch Metallfolien abgeschirmt, damit gegenseitige Beeinflussungen ausgeschlossen sind. Die Rundfunkkabel dienen als Übertragungsweg von den verschiedenen Aufnahmestellen (Senderäumen, Sportanlagen, Konzertsälen usw.) zu den einzelnen Sendern.

Die Kupferleiter haben meist 1,4 mm Durchmesser. Wegen der hohen Anforderungen an die Güte der Übertragung ist bei Rundfunkleitungen eine Frequenzbandbreite von 30 - 10 000 Hz festgelegt.

6. Trägerfrequenz-Kabel (TF-Kabel)

gestatten die Übertragung sehr hoher Frequenzen. Dadurch lassen sich starke Leitungsbündel gewinnen, die für den immer mehr zunehmenden Selbstwählfernverkehr notwendig sind.

7. Papierisolierte TF-Kabel

mit 1,2 mm starken Kupferleitern werden je Adernpaar mit 60 Sprechkanälen, bei einem Frequenzbereich von 12 - 252 KHz ausgenützt.

8. Sind TF-Kabel styroflexisoliert, so können bei Verwendung von 1,3 mm Kupferleitern je Paar 120 Kanäle geschaltet werden, je 60 Verbindungswege im Frequenzbereich 12 - 252 KHz und 312 - 552 KHz. Der Abstand der einzelnen Kanäle voneinander beträgt jeweils 4 KHz. Als Verseilung wird der TF-Sternvierer verwendet. Beim TF-Betrieb ist die Nebensprechfreiheit für die Hin- und Rückleitung in einem Kabel nicht gewährleistet, deshalb werden stets 2 TF-Kabel nebeneinander ausgelegt.

9. Fernseh- oder Koaxialkabel

Die Fernsehtechnik brachte das Bedürfnis mit sich, das Fernsehfrequenzband auf Kabelleitungen über größere Strecken zu übertragen. Hierzu werden fast ausschließlich koaxiale Paare mit Abmessungen 9,5/2,6 mm verwendet.

Auf ihnen wird das Fernsehfrequenzband von 5 MHz Breite auf einen Träger von 1 MHz übertragen. Die oberste Frequenz, die übertragen werden muß, beträgt 6 MHz.

Wird ein koaxiales Paar nicht zur Übertragung des Fernsehfrequenzbandes benötigt, so kann es im Frequenzbereich 60 - 4028 KHz mit 960 Sprechkanälen belegt werden.

10. TF-Fernkabel 17 a

Dieses Kabel ist eine Kombination zwischen Koaxial- und TF-Kabel. Es besteht aus einem Koaxialen Paar 9,5/2,6 mm zur Bildübertragung (Verstärkerabstand 9 km), das von 8 Stern-VS mit styroflexisolierten Kupferleitern von 1,3 mm \varnothing umgeben ist. Jeder Stamm dieser VS wird im Frequenzbereich 12-552 KHz mit 120 TF-Sprechkanälen belegt, so daß $16 \times 120 = 1920$ Sprechkanäle durchgebracht werden können. Der Verstärkerabstand für die Sprechleitung beträgt 18 km. Auf den Phantomkreisen der Stern-VS werden Rundfunkkanäle im Frequenzbereich 30 - 10 000 Hz vorgesehen. Verstärkerabstand 36 km. In die Seelenbewicklung des TF-Fernkabels sind 4 Prüfleiter (2 davon mit Tietgenschutz) eingelegt. Sie haben die Aufgabe der selbsttätigen Signalisierung von Beschädigungen des Mantels. Die Signalisierung erfolgt entweder durch Isolationsminderung (Relaisabfall) oder durch Absinken des ständig in dem Kabel befindlichen Gasdruckes, das von eingebauten Kontaktmanometern gemeldet wird. Damit die Verstärkerämter von den örtlichen Stromversorgungsnetzen unabhängig sind, werden sie über den Innenleiter des koaxialen Paares mit einer Wechselspannung von 750 V / 50 Hz ferngespeist.

Dieses Kabel ist wegen der Unfallgefahr als starkstromführendes Fernkabel wie folgt gekennzeichnet:

1. In einem Abstand von 15 mm werden einander gegenüberliegende 10 mm lange Blitzpfeile () in den Bleimantel eingeprägt.
2. Bei einem bewehrten Röhrenkabel wird an Stelle eines verzinkten Stahlflächdrahtes ein mit rotem Kunststoff isolierter Stahldraht eingebracht.

3. Beim Erdkabel ist dieser mit rotem Kunststoff isolierte Stahldraht als Gegenwendel über die äußere Schutzhülle gewickelt.

11. Fluß- und Seekabel

sind höheren mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt als Erdkabel. Sie werden deshalb mit einer wesentlich stärkeren Bewehrung versehen. Die Bleimäntel erhalten einen Erhärtungszusatz.

Elektrische Eigenschaften der Kabel

Die elektrischen Eigenschaften der Kabel sind durch die Stoffe und die Bauart bedingt. In Betracht kommen der Leitungswiderstand, der Isolationswiderstand, die Ladefähigkeit (Kapazität), die Induktivität und bei einzelnen Kabeln die elektrische Durchschlagsfestigkeit. In folgender Nachweisung sind die elektrischen Eigenschaften der nach allgemeinen Vertragsbedingungen zu liefernden Fernmeldekabel zusammengestellt.

Kabelart	Leiter-Durchmesser	Leitungswiderstand für 1 km Doppelleitung höchstens	Isolationswiderstand einer Ader ge. alle übrigen u. Erde mindestens	Kapazität für 1 km Stamm-Vier-er Leitung	
	mm	Ohm	M-Ohm je km	nF	nF
Fernkabel	0,9	51,6	20 000	33,5	54,0
	1,4	21,3	20 000	35,5	57,5
	1,2	29,2	20 000	26,5	66,0
Bezirkskabel St I	0,8	65,7 - 73,2	10 000	34,0	-
	0,9	51,6 - 57,8	10 000	34,0	-
	1,2	29,2 - 32,5	10 000	35,0	-
	1,4	21,3 - 23,8	10 000	36,0	-
Ortskabel St III	0,4	300,0	5 000	36,0	-
	0,6	130,0	5 000	38,0	-
	0,8	73,2	5 000	38,0	-
Krarup-Kabel	1,2	32,5	5 000	-	-
XLP	0,6	130,0	100	-	-
LPM	0,6	130,0	500	-	-
LkPMh	0,8	73,2	1 000	-	-

Dämpfung der Kabelleitungen

Die Dämpfung ist ein Maß für die elektrischen Verluste auf einem Leitungsweg und wird in Neper (N) gemessen. Man versteht darunter das Verhältnis der Sendeleistung am Anfang einer Leitung und der Empfangsleistung an ihrem Ende.

Die Dämpfung einer Leitung ist abhängig vom Widerstand, der Kapazität, der Induktivität und der Ableitung. Bei Kabelleitungen nimmt die Dämpfung hauptsächlich infolge ihres wachsenden Widerstandes und ihrer hohen Kapazität mit der Leitungslänge zu und begrenzt dadurch die Reichweite eines Fernsprechübertragungsweges. Durch größere Aderquerschnitte und künstliche Erhöhung der Induktivität (pupinisieren) läßt sich die Reichweite in begrenztem Umfang erhöhen. Bewirkt eine Leitungsstrecke die Dämpfung von 1 N, so verhält sich die Sendeleistung zur Empfangsleistung wie 7,39 : 1, d.h. daß am Ende dieser Leitung nur noch rund 1/7 der hineingeschickten Leistung ankommt. Den Leistungsverlust bei einer Gesamtdämpfung von 3 N zeigt folgendes Bild:

1 N	1 N	1 N	
1 mW Sendeleistung	$1/7,39 \times 1/7,39 =$ noch vorhandene Leistung bei 1 N	$1/54,61 \times 1/7,39$ noch bei 2 N	= rd 1/403 mW =====
			Empfangsleistung bei 3 N

Die Dämpfung einer Verbindung zwischen zwei Fernsprechteilnehmern soll möglichst klein, die Verständigung also gut sein; 3,5 N dürfen nicht überschritten werden. Zwischen benachbarten Leitungen soll die Dämpfung möglichst groß sein, um das Nebensprechen zu verhindern (8,5 N bei papierisolierten Kabeln).

Der Widerstand (R) eines Leiters ist abhängig vom Material, dem Querschnitt, der Länge und in geringem Maße von der Temperatur. Die Maßeinheit für den Widerstand ist das Ohm. 1 Ohm ist der Widerstand einer Quecksilbersäule von 106,3 cm Länge und 1 mm² Querschnitt bei einer Temperatur von Null Grad (0°).

Um den Widerstand bei Kabelleitungen zu verkleinern, müßte man entweder einen Leiterstoff mit größerer Leitfähigkeit nehmen (z.B. Silber = 0,016) oder man könnte den Leiterdurchmesser vergrößern. Silber kommt wegen seines hohen Preises nicht in Frage und auch die zweite Möglichkeit ist nicht ausnutzbar, da man wegen der Biegsamkeit des Kabels und der großen Aderzahl die Leiter nicht beliebig stark machen kann.

Die Kapazität (C)

1. Jede Leitung hat eine gewisse Kapazität gegen Erde und benachbarte Leiter.
2. Bei der Kabelkapazität unterscheidet man zwischen der Kapazität der Adern gegenüber dem Mantel (Erde) und der Kapazität der einzelnen Adern untereinander.
3. Die Größe dieser Kapazität ist abhängig vom Querschnitt, von der Länge des Leiters, dem gegenseitigen Abstand und der Art des Dielektrikums.

Dielektrizitätskonstante für Luft = 1; Schaumstoff = 1,05; Papier/Luftraum = 1,6 - 2,0; Styroflex = 2,4; Papier = 3,0-4,0.

In den Fernmeldekabeln wird die Dielektrizitätskonstante durch die Papier-/Luftraumisolation möglichst klein gehalten. Trotzdem ist die Kabelkapazität größer als die der Freileitung, weil im Kabel die einzelnen Adern sehr eng beieinander liegen.

Die Einheit der Kapazität ist das Farad

Kleinere Kapazitätseinheiten sind: $1 \mu\text{F}$ (Mikrofarad) = 0,000 001 F, 1 nF (Nano-farad) = 0,001 μF ; 1 pF (Pikofarad) = 0,000 001 μF .

Die Kapazität bewirkt eine Phasenverschiebung, wobei der Strom der Spannung bis zu 90° vorauseilt. Dadurch wird die Spannungs- und Stromkurve des Wechselstromes in ihrem zeitlichen Ablauf verschoben und somit die Leistungsübertragung stark herabgesetzt.

I n d u k t i v i t ä t (L)

Unter Induktivität versteht man die Induktion des Leiters durch das eigene magnetische Kraftfeld. Bei einem geraden Leiter, z.B. Kabelader, ist die Selbstinduktion gering. Die Induktivität der Leitungen kann künstlich erhöht werden durch Einschalten von Pupinspulen in bestimmten Abständen oder durch Umspinnung der Leiter mit Eisendraht nach dem Verfahren von Krarup.

Die Induktivität verursacht ebenso eine Phasenverschiebung wie die Kapazität, jedoch mit dem Unterschied, daß hierbei der Strom der Spannung bis zu 90° nachhinkt. Die durch die Kapazität hervorgerufene Phasenverschiebung (Voraneilen des Stromes) kann durch die von der Induktivität verursachten Phasenverschiebung (Nachhinken des Stromes) bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden.

Isolationswiderstand (W) und Ableitung (G)

Unter Isolationswiderstand versteht man den Widerstand, den die Isolierstoffe dem Strom auf seinem Weg zur Erde oder zu den benachbarten Leitern entgegensetzen. Die FM-Leitungen müssen gut isoliert sein, damit möglichst wenig Strom zur Erde oder zu den Nachbarleitern fließt.

Eine Ader gilt nach TMO 5 Anl 37 genügend hoch isoliert, wenn ihr Isolationswiderstand gegen alle übrigen Adern und den geerdeten Bleimantel mindestens beträgt:

- | | |
|---------------------------------|----------------------|
| a) bei Kabeln bis zu 5 km Länge | 1 000 Mega Ohm |
| b) bei längeren Kabeln | 5 000 Mega Ohm je km |

Der Kehrwert des Isolationswiderstandes $\frac{1}{W}$ = Ableitung "G", gemessen in Siemens. Je größer die Ableitung, um so schlechter sind die Isolierstoffe; je länger die Leitung, um so größer wird die Ableitung.

Für die Dämpfung ist die Ableitung durch die hohen Werte, die bei der Kabelherstellung gefordert werden, von geringer Bedeutung. Bei der Herstellung der Lötstellen ist deshalb eine sorgfältige und gewissenhafte Arbeit erforderlich, um Isolationsminderung zu verhindern (Abbrühen, trocknen, Blaugel).

Pupinspulen

haben eine sehr hohe Selbstinduktion und werden in die Kabeladern eingeschaltet, daher auch die Bezeichnung "pupinisierte Kabel". Sie wirken mit ihrer Induktivität der durch die Kapazität verursachten Phasenverschiebung entgegen. Die Pupinspulen werden als Dreispulensätze (je eine für jedes Paar und eine für den Vierer), entsprechend der Anzahl der Kabelleitungen in Kästen aus Zinkblech vereinigt und mit einem Schutzkasten aus Gußeisen umgeben.

Da die Pupinspule aus Draht gewickelt ist, besitzt sie einen Ohmschen Widerstand. Dieser vergrößert den Widerstand der Leitung. Hierdurch wird die Dämpfung der Leitung erhöht; es wird also die entdämpfende Wirkung der Spule mehr oder weniger aufgehoben. Man wickelt deshalb die Spule auf einen ringförmigen Eisenkern, um mit möglichst kleiner Windungszahl die gewünschte Induktivität zu erhalten. Bisher wurden Massekernspulen verwendet, deren Kern aus feinkörnigem Eisen besteht, das mit einer Isoliermasse unter hohem Druck zusammengepreßt wird.

Nach 1945 wurden die Ferritkern-Spulensätze entwickelt, die nur noch 1/5 des bisherigen Raumbedarfs und Gewichtes beanspruchen. So hat z.B. ein Spulenkasten mit 150 Spulensätzen der alten Bauart ein Gewicht von 1 400 kg, während derselbe Spulenkasten nach der neuen Bauart nur noch 370 kg wiegt.

Zusammenstellung der gebräuchlichsten Bespulungsarten, Spulenabstände, Grenzfrequenzen usw.:

Bespulungsart	Kurzzeichen	Induktivität Paar mH	Vierer mH	Leiterstärke	Spulenabstand km	Grenzfrequenz
Schwere	Sch	200 190	70 70	0,9 1,4	2,0/1,7 2,0/1,7	rd. 3000 Hz
Mittelschwere	M	140	56	0,9/1,4	1,7	bis 4700 Hz
Mittelschwere	M	80	40	0,9/1,4	1,7	bis 5200 Hz
Leichte	L	30 12	12 --	0,9/1,4 1,4	1,7 1,7	bis 9000 Hz bis 11000 Hz
sehr leicht	S	3,2	--	1,4	1,7	bis 21000 Hz
kurz bespult	K	1,0 1,75	-- --	1,2 0,9	0,425 0,284	bis 60000 Hz
unbespult	U	--	--	0,9/1,4	--	je nach Leiter bis 552 kHz

Kabellötstelle

Der Kabellötdienst ist für den Fernmeldebau von größter Wichtigkeit. Bei Anfertigung der Lötstellen ist daher peinlichste Gewissenhaftigkeit und sorgfältigste Arbeit unerlässlich, denn eine nicht ganz fehlerfreie Lötstelle ist eine Quelle empfindlichster Betriebsstörungen, deren Beseitigung oft mit großen Kosten und erheblichem Zeitaufwand verbunden ist. Die Verspleißung der Kabel besteht aus der Verbindung der zusammengehörigen Kabeladern (Kabelseele) und der Verbindung der Schutzkleidung (Mantel und Bewehrung).

Die Adernverbindungen sind nach folgenden Regeln herzustellen:
Kupferadern werden:

1. durch festes Verwürgen miteinander verbunden.

Diese Art der Verbindung wird angewendet in trockenen Spleißstellen der Ortskabel mit 0,4, 0,6 und soweit noch vorhanden 0,8 mm Adernstärke.

2. lose verwürgt und miteinander verlötet oder verschweißt.

Das gilt für die Stoßstellen von 0,4 mm starken Leitern mit stärkeren Adern der Ortskabel, alle Drahtstärken der OVK, sowie für alle Adern von 0,8 bis 1,8 mm in Bezirks- und Fernkabeln.

Ist bei Ortskabeladern vor Beginn der Spleißung abzubrühen, eine mit Füllmasse ausgegossene Spleißstelle umzuarbeiten oder eine neue Spleißstelle ausnahmsweise auszugießen, so sind alle Würgestellen an der Spitze auf einer Länge von 1 cm zu verlöten.

Die Spitzen der Verbindungsstellen in Aufteilungsmuffen (AtM) sind nicht zu verlöten. Eine Ausnahme bilden die OVK und die Übergänge von Kabeln mit 0,4 mm Leitern auf LPM- und kunststoffisolierte Aufteilungs Ortskabel mit 0,6 mm dicken Leitern.

3. Aneinanderstoßend in eine geschlitzte Metallhülse gesteckt und mit dieser gemeinsam verlötet.

Auf diese Art werden Kabeladern von mehr als 2 mm Durchmesser verbunden, weil sie sich nicht mehr verwürgen lassen.

Auch bei schwächeren Leitern kann die Verwendung geschlitzter metallhülsen zweckmäßig sein (z.B. bei TF-Fernkabeln, Kondensatormuffen, Krarupkabeln).

Aluminiumadern und deren Übergangsstellen zu Kupferadern werden ebenfalls mit Löthülsen hergestellt. (Cupal-Drähte zum Überspleißen von Kupfer- auf Aluminiumadern werden nicht mehr beschafft).

Die Verbindung wird wie folgt hergestellt: Zuerst beide Adernenden mit INCO-Flußmittel betupfen, dann mit INCO-Lot verzinnen, nun Löthülse aufstecken und mit Röhrenlötzinn nachlöten.

Zählweisen:

Von größter Wichtigkeit für einen störungsfreien Betrieb ist bei allen Kabelverbindungen die Einhaltung der richtigen Adernfolge, damit nicht unrichtige Adern zusammengeschaltet werden. Die in den verschiedenen Kabelarten vorhandenen besonderen Merkmale zur Zählung und Bezeichnung der Adern müssen daher genau beachtet werden. Grundsätzlich ist in allen Kabeln von dem Zählvierer oder dem Zähladernpaar auszugehen, die in jeder Lage vorhanden und durch eine auffallende Farbe besonders gekennzeichnet sind.

Bei der Regelzählweise beginnt man beim Zählvierer der innersten Lage und zählt dann: Amt im Rücken rechts herum. Die Ader mit der höchsten Ordnungsnummer liegt dann in der äußeren Lage.

Bei der alten bayr. Zählweise (nur in Bayern bei Ortskabeln) beginnt die Zählung bei dem Zählvierer der äußersten Lage ebenfalls: Amt im Rücken rechts herum. Die Ader mit der höchsten Ordnungszahl liegt dann sinngemäß in der innersten Lage.

Blaugel wird vor dem Auflöten der Muffe in die Spleißstelle eingelegt. Es hat die Aufgabe, die während der Spleißarbeit von den Kabelpapieren angenommene Feuchtigkeit in sich aufzunehmen und dadurch für gute Isolation zu sorgen.

Für je 50 - 70 DA sind 10 Gramm zu berechnen. Die gelieferten Beutel enthalten 10, 25 oder 50 Gramm.

Blaugel ist ein körniges, reines Quarzprodukt. Es greift weder in trockenem noch in wassergesättigtem Zustand irgendeinen Stoff chemisch an. Das Blaugel gleicht in seiner Struktur einem Schwamm und kann bis zu 30 % seines Eigengewichtes Wasser aufnehmen. Erst bei Temperaturen über 120° C gibt es das Wasser durch Verdampfen wieder ab; dabei nimmt es die kobaltblaue Färbung wieder an. Auf diese Weise kann es beliebig oft getrocknet und wieder verwendet werden.

Prüfen und trocknen der Kabel mit Druckluft:

Mit rockener Druckluft werden:

- a) Kabelmäntel und Löt muffen auf Abdichtung geprüft,
- b) durchfeuchtete Kabel getrocknet,
- c) Kabelfehler eingegrenzt.

Das Durchblasen kann nur an papierluftraumisolierten FM-Kabeln vorgenommen werden (luftdurchlässige Lötstellen).

Zu prüfen sind alle neu ausgelegten Röhrenkabel. Beschaltete Kabel jährlich einmal, möglichst anschließend an die Reinigungs- und Instandsetzungsarbeiten in den Kabelschächten. Druck für unbespulte Kabel: Anfang 2,5 Atü; Ende 1,5 Atü; bespulte Kabel: Anfang 1,5 Atü; Ende 0,9 Atü.

Knotenverbindungen in Papierkabeln

Eine besondere Art der Adernverbindungen sind die sogenannten Knotenverbindungen, wie sie bei der Verlegung von Amtsstellen, Einrichtungen neuer Umschalträume usw. gemacht werden.

Verbindungen von Kabeln mit geschirmten Adern

Der metallische Schirm von Rundfunkadern, der im Amt an einer besonderen Klemme oder Lötöse isoliert festgelegt wird, ist in den Spleißstellen und Spulenkasten leitend durchverbunden.

Die geschirmten Adern sind zunächst mit einigen Lagen Kabelpapier, dann mit einem Stanniol- oder Kupferband so weit zu bewickeln, daß das Band den Metallschirm überlappt. Die Überlappungsstellen werden mit Garn umwickelt. Über das Metallband wird eine Lage Kabelpapier gelegt. Durch die besonderen Lagen Papier unter und über dem Stanniol- oder Kupferband soll eine Berührung des Metallbandes mit einem Leiter der geschirmten oder benachbarten Adern verhütet werden.

Um die leitende Verbindung des Metallschirms durch das ganze Kabel sicherzustellen, ist der Schirm wie eine Ader zu prüfen.

Verbindungen in Krarupkabeln

Bei Krarupkabeln ist das Verbinden des um den Leiter gewundenen Eisendrahtes nicht erforderlich, er wird kurz vor der Würgestelle abgezwickelt. Die Verbindung der Adern erfolgt meist durch Verlöten mit einem Kupferröhrchen.

Ersatzadern - schadhafte Adern

Für den Ersatz schadhafter Kabeladern sind in erster Linie Vorratsadern der Kabellänge zu benützen, in der sich die fehlerhafte Ader befindet. Die Vorratsadern dürfen daher nicht durchverbunden werden. Innerhalb der Gewährleistungspflicht trägt das Kabelwerk die Kosten für die Adernumschaltung. Der Vorratsvierer ist in den Spleißstellen, in denen die Regelverspleißung aufgehoben ist, in geeigneter Weise (farbiger Gruppenring, Rüscheschlauch) zu kennzeichnen; ferner ist in die Muffen dieser Spleißstellen je ein Hinweiszettel einzulegen, auf denen die Adernumschaltung vermerkt ist.

In der Praxis werden die Vorratsadern vielfach in sämtlichen Lötstellen durchgespleißt. Bei der Beseitigung von Fehlern wird dann die schlechte Ader durchgehend durch die Vorratsader ersetzt.

Abschließen der Außenkabel in Aufteilungsmuffen (AtM)

In den Aufteilungsmuffen werden die hochpaarigen Anschlußkabel nach der Einführung in die VSt, die Aufteilungsschächte der Linienverzweiger und in größere Sprechstellenanlagen aufgeteilt.

Schweißen von Kabeladern:

Als Wärmequelle für Schweißungen darf nur eine dünne Stichflamme verwendet werden, damit die Isolation der Adern nicht beschädigt wird. Es kommt hierzu hauptsächlich das Propanschweißgerät in Frage. Notfalls kann man auch eine Benzinlötlampe mit spitzem Brennröhr verwenden.

Ausführung der Schweißung:

Kupferadern können ohne Flußmittel miteinander verschweißt werden. Die Enden der Würgestellen werden so lange erhitzt, bis die Drahtenden zu einer Kugel zusammengeflossen sind.

Danach wird die Schweißstelle durch leichten Druck mit einer Flachzange auf den Schweißkopf geprüft. Ungebundene Drähte lösen sich bei diesem Druck.

Bei Aluminium-Adern ist ein Flußmittel (Firinit od. Autogal) notwendig.

Sammeln der Spleißabfälle:

Kupfer-, Blei- und Zinnabfälle sind getrennt zu sammeln und der Wiederverwendung zuzuführen.

Prüfen der Kabeladern:

Für den Fernsprehdienst ist die richtige Verbindung der zu einem Paar gehörigen beiden Kabeladern über die ganze Länge des Kabels ohne jede Vertauschung oder Kreuzung mit anderen Adernpaaren besonders wichtig; auch müssen die zu denselben Paaren gehörenden a- und b-Adern durchlaufend miteinander zusammengeschaltet werden. Durch an sich geringfügig erscheinende Verschaltungen in der Adernfolge kann Nebensprechen hervorgerufen werden.

Ergibt sich bei der Prüfung, daß Adern verschiedener Paare miteinander vertauscht sind, so darf diese Verwechslung nicht durch Rücktausch der Adern in der neuen Lötstelle ausgeglichen werden. Die Fehler sind vielmehr sogleich zu beheben. Es wird also in solchen Fällen erforderlich, die fehlerhafte Lötstelle wieder zu öffnen und den Fehler dort, wo er entstanden ist, zu beseitigen.

Löt- und Schweißmittel:

Als Lötmittel werden bei den Kabelarbeiten sogenannte Weichlote verwendet, die aus Legierungen von Blei und Zinn bestehen. Als Flußmittel zum Reinigen der zu verbindenden Stelle und zum Schutz gegen Oxydation kommen Talg und Kolophonium in Betracht. Salmiak, Lötwasser und ähnliche Lötmittel, die beim Erhitzen Säure abspalten, dürfen nicht verwendet werden.

Lötungen mit Stangenlötzinn:

Für gröbere Lötungen, z.B. Verlötungen der Muffen, verwendet man Stangenlötzinn mit 35 % Zinngehalt.

Lötungen mit Kolophoniumzinn

Für feinere Lötungen, z.B. Einlöten von Leitungen in Lötösenstreifen, Sicherungsleisten, Endverschlüssen, Verlöten der Würgestellen in Kabeln usw., verwendet man das Kolophoniumzinn. Es bildet bei einem Durchmesser von 1 1/2 und 2 mm eine Röhre, in der das Flußmittel Kolophonium enthalten ist. Der Zinngehalt beträgt 40, 50 und 60 %.

Korrosionsschutz der Lötstellen

a) am Bleimantel

Muffen und Kabel in Schächten erhalten normalerweise keinen Korrosionsschutz. In Einzelfällen, z.B. hohem Wasserstand oder ständigen Wassereinbrüchen in den Schächten, auch bei elektrischer Beeinflussung durch Streuströme (Gleichstrom), werden die betreffenden Stellen zum Schutz gegen Korrosion mit einseitig klebender Coroplast-Binde umwickelt.

Bei Erdkabelnlötstellen im Ortsnetz werden die Bleimuffen und die abarmierten Kabelenden ebenfalls mit Coroplast-Binden gegen Korrosion geschützt. Vor dem Bewickeln sind die blanken Bleiteile möglichst so lange sie vom Löten her noch warm sind, mit sauberer Putzwolle vom anhaftenden Talg zu reinigen. Die Schutzbinde wird in drei Lagen faltenlos und gut überlappend gewickelt, damit keine Feuchtigkeit bis auf die Bleimuffe und die anschließenden Kabelmäntel gelangen kann. Sie schmiegt sich leichter an und haftet auch besser, wenn sie angebracht wird, solange die Muffe noch handwarm ist. Bei Temperaturen unter +5°C empfiehlt es sich, die Kunststoffbinden etwa eine Stunde vor der Verarbeitung in dem erwärmten Löterzelt aufzuhängen.

Erdkabelnlötstellen in Bezirks- und Fernkabeln werden durch das Ausgießen des Raumes zwischen Blei- und gußeiserner Schutzmuffe mit schwarzer Füllmasse S 2 gegen Korrosion geschützt.

b) am Stahlwellmantel

Der Stahlwellmantel ist gegen Korrosion besonders anfällig und muß deshalb an den Verbindungsstellen sehr sorgsam geschützt werden. Die freigelegten Mantelenden an Lötstellen in Schächten und an den Plomben von Endverschlüssen werden mit folgendem Korrosionsschutz versehen: die äußere Jute- od. Kunststoffhülle ist so abzusetzen, daß ein 2 - 3 cm langes Stück des Polymenschutzes freiliegt. Nach dem Löten muß der Stahlwellmantel mittels

Stahlbürste oder Schleifpapier von der dünnen Rostschicht, die sich bereits nach einem Tag gebildet hat, befreit werden. Danach wird der Stahlwellmantel so mit SP-Masse übergossen, daß er eine zusammenhängende Schicht erhält. Die SP-Masse ist dabei leicht zu erwärmen, sie darf aber nicht dünnflüssig werden. Dann wird über die Plombe, SP-Masse, Polymentschicht und Außen- umhüllung eine Schuttschicht aus Denso- oder Kebu-Glas-Gewebe- binde gewickelt. Diese Korrosionsschutzlage wird mit einer überlappenden Lage aus Coroplastfolie abgeschlossen. Sie gibt der Glasgewebefbinde äußeren Schutz und der Verbindungs- stelle selbst ein gefälliges Aussehen.

Bei den Lötstellen in Erdkabeln werden die Lötuffen in der Re- gel mit gußeisernen Schutzuffen umgeben. Der Raum zwischen Blei- und Schutzuffe wird mit schwarzer Füllmasse SP ausgegossen. Dadurch sind die Innenuffen, die Lötstellen und die freige- legten Mantelenden gegen Korrosion gut geschützt. Zu beachten ist hierbei, daß Jute und andere saugfähige Faserstoffe der Umhüllung am Muffenhals abgesetzt werden müssen.

Bleimuffen werden zum Verbinden, Verzweigen und Aufteilen von Kabeln verwendet.

Mit eisernen Schutzuffen werden die Bleimuffen bei Erdkabeln um- geben (nur OVK, Bezirks- und Fernkabel), um Beschädigungen vor- zubeugen.

Die meist gebräuchlichsten Muffen sind:

1. Verbindungs-Bleimuffen (FV...)
Sie haben entsprechend den verschiedenen Kabelstärken Hals- weiten von 12 - 80 mm und sind längsgeschlitzt.
2. Abzweig-Bleimuffen (F2A... und F3A...)
gibt es mit 2 oder 3 Ausgängen. Sie sind ebenfalls längsge- teilt. Die Weiten für Abzweigungen: 15 - 85 mm.
3. Aufteilungsbleimuffen (AtM...)
werden geliefert in den Größen I - IV mit Halsweiten von 40 - 85 mm. Die Großen I und II haben eine runde, die Größen III und IV eine rechteckige Grundform.
4. Druckdichte Aufteilungsmuffen (für Kunststoff-Aufteilungskabel)
gibt es mit den Bezeichnungen I/K, II/K und III/K mit 4, 8 und 12 Stopfbuchsen. Halsweiten 48, 60 und 70 mm.

5. Verbindungs-Schutzmuffen (FVS...)
haben Halsweiten von 24 - 100 mm und
6. Abzweig-Schutzmuffen (FAS...)
stimmen (mit einer Ausnahme) mit allen Abzweig-Bleimuffen überein.

7. Stopfbuchsenmuffen

werden im FM-Leitungsnetz dazu verwendet metallummantelte Kabel mit Kunststoffummantelten Kabeln feuchtigkeitssicher zu verbinden. Dasselbe gilt auch für die Verbindung von Metallstutzen der Endverschlüsse mit Kunststoffummantelten Kabeln.

Dabei werden dieselben Stopfbuchsen, wie sie in den Deckeln von Aufteilungsmuffen eingelötet sind, auf einer Seite von Verbindungsmuffen (FV) aufgelötet. Vor der Herstellung des Spleißes wird die FV mit der Stopfbuchsen- und Kabelseite über das kunststoffummantelte Kabel geschoben. Nach dem Herstellen des Spleißes wird die Bleimuffe über die Verbindungsstelle geschoben. Die Stopfbuchse wird nun fest angezogen und dichtet das Kabel feuchtigkeitssicher ab. Zusätzlich kann der Zwischenraum zwischen Stopfbuchsenmutter und Kabel noch mit Dichtungskitt, wie er im Sprechstellenbau verwendet wird, abgedichtet werden. Dann wird die Längsnaht der Bleimuffe mit Stangenlötzinn verschlossen und deren Ende mit einem Rundwulst mit dem FM-Kabel verbunden. Mit dem selbstvulkanisierendem "Scotchfil - Band" kann ebenfalls eine feuchtigkeitssichere Verbindung von kunststoff- und metallummantelten Kabeln hergestellt werden.

Isoliermuffen werden bei Kabeln eingebaut die im Einflußbereich elektrischer Bahnen oder Kraftnetze verlegt sind, wenn die Gefahr besteht, daß ihre Mäntel durch elektrolytische Korrosion beschädigt werden. Die Mäntel werden in den Muffen 1,5 - 2 cm unterbrochen, diese Stelle mit Nesselband und Anthygronband bewickelt und dann die Muffe mit Füllmasse S 2 oder SP ausgegossen.

F ü l l - u n d A b b r ü h m a s s e n
=====

Unter Füllmassen sind gleichmäßig schmelzbare Massen zu verstehen, die entweder zum Ausfüllen von Abschlußeinrichtungen und ähnlichen Zubehörteilen von Fernmeldekabeln sowie gleichzeitig zum Isolieren der darin befindlichen Kabellötstellen oder lediglich zum Ausgießen von Schutzkästen oder Muffen dienen. Auch zum Abdichten von Öffnungen in Gerätesockeln gegen das Eindringen von Feuchtigkeit werden sie verwendet.

Füllmasse S 2 (schwarz, für Bleimantelkabel)

Zum Ausfüllen der die Bleimuffen umgebenden gußeisernen Schutzmuffen der Pupinspulenkästen und Lötstellen wird schwarze Füllmasse S 2 verwendet. Die schwarze Füllmasse schützt die Lötstelle gegen Korrosion. Sie hat bei 150°C den richtigen Fließzustand. Steht kein Thermometer zur Verfügung, so ist die Temperatur der Masse durch Eintauchen von einem Stückchen Kolophoniumzinn zu prüfen, damit sie nicht zu heiß eingegossen wird und dadurch Löcher in die Bleimuffe geschmolzen oder die Lötulste aufgelötet werden.

Füllmasse SP (schwarz, für Stahlwell- und Alu-Mantel-Kabel)

Die Füllmasse SP eignet sich wegen ihrer erhöhten Haftfestigkeit und Plastizität besonders gut als Korrosionsschutz für Stahlwell- und Aluminium-Mantel-Kabel. Ihre Verarbeitungstemperatur liegt bei 120°C .

Schwarze Füllmassen können für Kabeladern nicht verwendet werden, da die Adernzeichnung nicht mehr sichtbar wäre.

Füllmasse H 1 (hell)

Zur Ausfüllung von Endverschlüssen und Endverzweigungen werden Isoliermassen verwendet, die in der Hauptsache aus Gemengen von Wachs, Zeresin (einem gereinigten Erdwachs) und Mineralfetten bestehen. Spleißstellen mit den sie umgebenden Bleimuffen werden nur dann ausgegossen, wenn sie gegen Druckluft undurchlässig bleiben sollen (Stopfstellen) oder gegen Wasserzudrang besonders geschützt werden müssen. Erwärmung auf 135°C . Eine höhere Erwärmung ist wegen Flammgefahr und Verlust der besten Isoliereigenschaften unzulässig.

Masse A 1 (Abbrühmasse)

Zum Abbrühen der Kabelenden vor Beginn der Spleißung wird die Masse A 1 verwendet. Der Zweck ist, ein Ansaugen der Luftfeuchtigkeit durch die sehr trockenen Papiere der Kabeladern zu verhindern.

Man verwendet sie auch zum Abspülen der Masse H 1 bei ausgegossenen Lötstellen und bei sachgemäßer Anwendung zur Beseitigung von Isolationsfehlern. Die Verarbeitungstemperatur liegt bei 120°C . Beim Erhitzen der verschiedenen Isoliermassen ist stets ein gutes Thermometer in die Flüssigkeit zu stellen, damit der für den Zweck vorgeschriebene Wärmegrad nicht überschritten wird.

SW
SP 150
FA
FA

Kabelabschluß- und Verzweigereinrichtungen

Allgemeines

Die Kabelabschlußeinrichtungen dienen zum Abschließen der Kabel, die auch heute noch zum überwiegenden Teil mit Papier isoliert sind. Da das Papier leicht Feuchtigkeit aus der Luft aufnimmt und dadurch an Isolierfähigkeit verliert, müssen die Kabel an den Stellen, an denen die Adern zum Betrieb, zum Schalten oder zur Unterhaltung aus dem Kabel herausgeführt sind, gegen die Außenluft sicher abgeschlossen werden. Die Kabeladern sollen dabei übersichtlich angeordnet und leicht zugänglich sein.

Zu den Kabelabschlußeinrichtungen gehören:

Endverzweiger für den Innen- und Außenbau, Endverschlüsse für Orts- und Fernkabel und Überführungsendverschlüsse für Orts- und Fernleitungen.

In größeren Nebenstellenanlagen und an Hauptverteiltern in den Einführungen werden außerdem Sicherungs- und Trennleisten, sowie Lötösen-, Trenn- und Schaltstreifen als Kabelabschlußeinrichtungen verwendet.

Kabelverzweigereinrichtungen sind Linienverzweiger (LVz) und Kabelverzweiger (KVz). LVz und KVz sind Schalteinrichtungen für das Aufteilen von Kabeln außerhalb der Vermittlungsstellen.

Endverzweiger für den Innenbau (EVzi) zu 5 und 10 DA

Die Endverzweiger für den Innenbau dienen zum Abschließen der papierisolierten Verzweigungskabel in trockenen Räumen sowie zum Anschließen der Kabel oder Drähte zu den Sprechstellen. Sie werden bei Leitungen über Putz mit Schutzkappen verwendet. In verdeckt geführten Anlagen werden sie in Abzweigdosen 50/I oder 50/II mittels einer Zwischenplatte befestigt. Sie sind aus hochisolierendem Preßstoff hergestellt.

Anschlußleisten zu 20 DA

(eine Seite Schraub-, andere Seite Lötanschluß) werden heute anstelle der 20-paarigen EVzi in Abzweigdosen 50/I und II verwendet, wenn mehr als 10 DA eingeführt werden müssen.

Die Anschlußleisten werden von oben nach unten gezählt. Da eine Bezeichnung für a- und b-Ader nicht vorhanden ist, wird empfohlen an die von der Ansichtsseite linke Klemmenreihe die a-Äste zu schalten.

Die Anschlußleisten werden mit Installationskabeln beschaltet und werden dann über Stopfbuchsenmuffen oder Spleißstellen die mit selbstvulkanisierendem "Scotchfil-Band" umwickelt werden feuchtigkeitssicher mit den PM-Kabeln verbunden.

Endverzweiger für den Außenbau (EVza 25) zu 5 und 10 DA

(wird nicht mehr beschafft)

Die wetterfesten Endverzweiger aus Gußeisen wurden hauptsächlich zum Abschließen der papierisolierten Verzweigungskabel in feuchten Räumen und im Freien sowie zum Anschließen der Kabel oder Drähte zu den Sprechstellen verwendet. Sie bilden auch den Kabelabschluß bei Teilverkabelungen bis zu 150 m Länge, wenn in der FM-Linie nur Anschlußleitungen geführt wurden. Zu diesem Zweck werden sie mit einer Befestigungsplatte am Mast angebracht.

Endverzweiger für den Außenbau (EVza 59) zu 10 DA

Der neue EVza 59 ist aus einem korrosionsfesten Kunststoff mit hoher mechanischer Festigkeit hergestellt. Er ist nach dem bewährten Haubenprinzip konstruiert und besteht aus dem Gehäuse mit Abschluß- und Schaltraum sowie der Schutzhaube und der Konsole.

Der Mantelverbinder gestattet eine schnelle, einwandfreie Mantelverbindung für alle Installationsleitungen, die zur Verwendung kommen.

Der EVza 59 wird mit der Konsole an der Wand oder unter zusätzlicher Verwendung einer Zwischenlage für Mastbefestigung am Holzmast befestigt. Die Anschlußklemmen auf der Schaltseite sind in zwei senkrechten Doppelreihen angeordnet, für die Leitungsnummer 1-5 links und 6-10 rechts. Die a-Äste liegen dabei jeweils an der linken Anschlußschraubenreihe (ist am Gehäuse genau bezeichnet). Die Anschlußklemmen sind mit nach vorn angewinkelten Druckplatten versehen. Die Kabeladern werden unter die jeweilige Druckplatte geschoben und durch die Klemmschrauben festgeklemmt. Beschädigungen der Kupferleiter durch die Klemmschrauben sind dadurch ausgeschlossen.

Endverschlüsse für Ortskabel (EVs 32) zu 10, 20, 50, 70 u. 100 DA

(werden nicht mehr beschafft)

Mit den EVs 32 wurden die Außenkabel im Ortsnetz abgeschlossen. Die Endverschlüsse sind in Linien- und Kabelverzweigergehäusen untergebracht.

Die Adernfolge am EVs 32 ist in folgender Weise festgelegt:

Von den 4 Lötstiften der Vorderseite wird zuerst die linke und dann die rechte Doppelreihe von oben nach unten gezählt. Die a-Adern sind an die langen, die b-Adern an die kurzen Lötstifte zu legen.

EVs 58 für Ortskabel zu 50 und 100 DA

Der neue Endverschluß ist aus einem korrosionsfesten Kunststoff mit hoher mechanischer Festigkeit hergestellt. Er hat gegenüber den bisher verwendeten Endverschlüssen nachfolgend aufgeführte Vorteile:

1. Anlöten der Schaltdrähte zum Durchschalten der Anschlußleitung von vorne durch die neuartige Lötösgestaltung.
2. Anlegemöglichkeit für einen zweiten Schaltdraht zu Überspannungsgeräten oder für unterbrechungslose Umschaltarbeiten.
3. Wesentliche Erleichterung aller durchzuführenden Lötarbeiten durch die neue Anordnung der Lötösenreihen.
4. Erleichterte Übersicht und Zählweise bei Arbeiten am Endverschluß durch farbliche Unterscheidung der Lötösen-träger und Drahtführungsleisten von 5 zu 5 DA.
5. Vermeiden von Staubablagerungen auf den Lötösen-trägern durch Aufsetzen einer Schutzkappe aus durchsichtigem Kunststoff.
6. Wesentliche Verkleinerung des Abschlußgeräts.

Endverschlüsse für Fernkabel (Fk-EVs; EVs mit Trennbügeln)

Bezirks- und Fernkabel werden mit den gleichen Endverschlüssen abgeschlossen. Fk-EVs werden für 6, 10, 12, 16 und 20 DA hergestellt. Die Endverschlüsse für 6 DA werden auch mit statischem Schrim geliefert. Sie sind zum Abschließen der Rundfunkpaare oder Rundfunkviererseile (z.B. Kernvierer mit Bleimantel) bestimmt.

Überführungsendverschlüsse *59 im Ort und Fernleitung*

Die ÜEVs schließen die papierisolierten Kabel an den Überführungsstellen ab und ermöglichen die Verbindung mit den Freileitungen. Bisher wurden folgende Modelle zum Abschließen der Orts- und Bezirkskabel verwendet: ÜEVs - OL 30, ÜEVs - OL 50 und ÜEVs-Fl.

Der Überführungsendverschluß 59 (ÜEVs 59) für Orts- und Fernleitungen

ersetzt in Zukunft alle vorgenannten Typen. Als Sicherungseinrichtungen sind vorhanden: Stromgrob-sicherungen 4 A, Spannungsgrob-schutz 2000 V und Spannungseinschutz 230 V (ÜsAg Form A).

Beim ÜEVs 59 aus glasfaserverstärktem Kunststoff Polyester sind die beiden 5-paarigen Sicherungsgehäuse nebeneinander unter einer gemeinsamen Kunststoffhaube angeordnet. Der an die Grundplatte angeschraubte Haltearm besteht ebenfalls aus dem gleichen Kunststoff. Er trägt einen Konus, in den die Bewehrungsdrähte der Kabel mit Bleimantel eingelegt werden, um die Lötplombe vom Kabelzug zu entlasten (Neuerdings erhalten ÜEVs anstelle des Lötstutzens eine Stoffbuchse).

Kunststoffisolierte Kabel müssen bei Bedarf mit Isolierband oder klebefähigem Kunststoffband aufgepolstert werden, damit sie vom Konus festgehalten werden können. Der ÜEVs 59 wird in einem Karton aus Wellpappe geliefert. Um Transportschäden zu vermeiden, ist die Verpackung erst am Verwendungsort zu entfernen. Der ÜEVs 59 wird nur in der Größe zu 10 DA geliefert.

Auslegen von Zwischenkabeln

Zwischenkabel werden aus besonderem Anlaß in die Freileitungslinien eingeschaltet, z.B. an Kreuzungen mit Starkstromfreileitungen, zur Unterkreuzung von Autobahnen, wegen Platzmangel bei der Führung von Freileitungslinien durch Ortschaften usw.

Schutz der Zwischenkabel durch Sicherungen

Ortsanschlußleitungen in Zwischenkabeln bis zu 150 m Länge erhalten nur dann Sicherungsschutz, wenn sie durch atmosphärische Entladungen besonders gefährdet sind. Als Sicherungsschutz dienen dann Überspannungsableiter 230 V Form C in Überführungsisolatoren. Sie sind an den Überführungsmasten einzubauen. Das Kabel wird mit EVza abgeschlossen.

Ortsanschlußleitungen in Zwischenkabeln über 150 m Länge

und Fernleitungen werden mit Stromgrobsicherungen 4 A und ÜsAg 230 V Form A abgesichert. Als Abschlußgerät für das Kabel wird der ÜEVs 59 verwendet.

Kabelverzweiger (KVz)

sind Schaltstellen zwischen Haupt- (Hk) und Verzweigungskabeln (Vzk). KVz ersparen Hauptkabeladern. Ihre Versorgungsbereiche (KVz-Bereiche) sind fest abgegrenzt, können aber verschieden groß sein; sie fassen die Endeinrichtungen (EVz und KÜF) zusammen.

Die KVz 32

haben bei 3 Buchten ein Fassungsvermögen von rund 200 DA. Davon sind 70 Hauptkabeladern ankommend und bis zu 130 Verzweigungskabeladern abgehend. Die Ausrüstung der KVz mit Endverschlüssen wird der jeweiligen Beschaltung angepaßt und erfolgt nur im erforderlichen Umfang. Die EVs werden entsprechend ihrer Anzahl numeriert, und zwar erhält im Norm-KVz der mittlere EVs mit den hauptkabeladern die römische Nr. I. Die EVs der Vzk erhalten, in der linken Bucht oben mit 1 beginnend, arabische Ziffern; dabei sind noch nicht vorhandene EVs bereits mitzuzählen.

Im Doppel-KVz

können in 7 Buchten 200 Haupt- und 500 Verzweigungskableadern untergebracht werden. Die Hauptkabel-EVs sind in den Buchten 2 und 6 anzubringen und ihrer Anzahl entsprechend, in Bucht 2 beginnend, mit römischen Nummern zu versehen. Die Vzk-EVs erhalten wieder arabische Ziffern, beginnend in Bucht 1 mit dem EVs 1.

KVz 59 aus Kunststoff

Für die neuen EVz 58 wurde das KVz-Gehäuse 59 aus Kunststoff geschafften. Es kann in 4 Buchten EVs für insgesamt 600 DA oder in 2 Buchten EVs für 300 DA nebst einem Wählsternschalter 3/16 in den verbleibenden Buchten aufnehmen. Für die Lötarbeiten ist eine Schukodose für 220 V zum Anschluß eines schutzisolierten LötKolbens vorgesehen. Zur Vermeidung von Isolationsminderungen durch zu hohe Luftfeuchtigkeit infolge von Klimaschwankungen ist das beim alten KVz-Blechgehäuse 32 angewendete Lüftungsprinzip verlassen und durch das Prinzip der Wärmeisolation und der bestmöglichen Abdichtung ersetzt worden. Das neue Gehäuse ist nur geringfügig größer als das alte. Da durch das größere Fassungsvermögen des KVz 59 die LVz seltener geworden sind (DoppelKVz werden ganz abgeschafft), ist es jetzt zulässig, die KVz mit Querkabeln - zur Aufnahme der Nebenschlußleitungen - zu verbinden.

Das Verhältnis der Verzweigungsadern zu den Hauptkabeladern in den Kabelverzweigern ist beweglich geworden und richtet sich nach dem Bedarf. Außerdem ist es zulässig, in einer sogenannten halbstarren Schaltung, z.B. alle oder einen Teil der Verzweigungskabeladern von großen Teilnehmeranlagen, in einer Verzweigungslötstelle unmittelbar vor dem Standort des KVz an diesem vorbeizuführen.

Linienverzweiger (LVz)

sind Schaltstellen im Hk-Netz und fassen die KVz ihres Versorgungsbereiches zusammen. Im Innern des Gehäuses ist das Befestigungsgerüst für die EVs angebracht, die in zwei Reihen übereinander eingebaut werden. Bei einem LVz für 2000 DA sind in der Mitte der unteren Reihe die ankommenden Hauptkabeladern in EVs zu 100 DA abgeschlossen. Diese EVs erhalten die römischen Ziffern I, II, III, IV bis VIII. Für die zu den Kabelverzweigern abgehenden Hauptkabeladern sind 70-paarige EVs einzubauen, die der bisherigen Bündelteilung für KVz (70 Hk-Adern) entsprechen. (Stehen 70-paarige EVs 32 nicht mehr zur Verfügung, werden 50- oder 100-paarige EVs 58 verwendet).

Diese EVs bekommen arabische Ziffern, beginnend in der oberen Reihe von links (EVs 1) nach rechts (EVs 14). Darauf folgt die untere Reihe wieder von links beginnend nach rechts, aber unter Auslassen der Hk-EVs. Es gibt LVz für 1000 und 2000 DA.

Vom LVz führen bei Bedarf Querkabel (Qrk) zu den benachbarten Linienverzweigern. Die EVs der Qrk werden als EVs arabisch 17 und 18 in der unteren Reihe links und rechts der EVs I-VIII angebracht. Das Gebiet unmittelbar in der Nähe des Linienverzweigers wird von diesem mit Verzweigungskabeln direkt versorgt. Die EVs hierfür sind ebenfalls in der unteren Reihe, meist als EVs 16 und 19 einzusetzen.

16 EVs für je 70 Hk-Adern (Führen zu den KVz)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	18	19	20

8 EVs für je 100 DA der Hauptkabel von den VSt

EVs für 70 oder 100 Qrk-Adernpaare

EVs für 50 Vzk-Adernpaare

Anordnung und Numerierung der EVs im LVz für 2000 DA.

Wenn nach den neuen Planungsrichtlinien ein LVz erforderlich wird oder ein vorhandener bestehen bleiben und erweitert werden muß, so erhält er eine Bestückung von 3 Reihen mit je 14 EVs 58 zu je 100 DA bei Vollausbau.

Der Hauptverteiler (HVT)

ist das Bindeglied zwischen der Amtseinrichtung und den Außenleitungen. Er hat die Aufgabe, das wahlweise Zusammenschalten der aus verschiedenen Richtungen kommenden Anschlußleitungen mit der Amtseinrichtung zu ermöglichen. Für die Eingrenzung von Störungen müssen sich die Leitungen leicht trennen und nach beiden Richtungen auf eine Prüfeinrichtung schalten lassen. Der HVT gliedert sich in Buchten und Reihen. Die Buchten sind die waagerechte und die Reihen die senkrechte Seite des HVT.

Bei den älteren Hauptverteilern bis zum Baujahr 1952

sind an der waagrechten Seite die von der Amtseinrichtung kommenden XLP-Kabel, nach Rufnummern geordnet, an Lötösenstreifen aufgeteilt. Von der senkrechten Seite, den Sicherungsleisten, führen LPM-Kabel zur Aufteilungsmuffe (AtM) im Muffenraum.

Die waagerechte Seite (Rufnummer) und die senkrechte Seite (Einführungsnummer) kann dann durch Schaltdraht beliebig miteinander verbunden werden.

An der Unterseite der Lötösenstreifen sind die Leitungen aus der VSt, die Rufnummern, angelegt. Von der Oberseite führt der Schaltdraht zur senkrechten Seite des HVt, den Außenleitungen. An den Lötösenstreifen werden die Schaltungen für Speisebrücken, Bescheiddienst, Uhrenleitungen, Polizeirufanlagen usw. ausgeführt.

In der Sicherungsleiste 33 zu 25 DA ist für jede Ader eine Stromfeinsicherung (0,5 A) und ein Spannungseinschutz (Kohleblitzableiter 500 V) vorhanden. Die genannten Einrichtungen haben die Aufgabe, das an den Leitungen arbeitende Personal und die Amtseinrichtungen vor Überspannungsschäden zu schützen.

Bei dem neuen Hauptverteiler, mit der Bezeichnung HVt 55,

ist durch gedrängtere Bauweise und den Einbau neuentwickelter Trennleisten 55 oder Lötösenstreifen für 25 DA auf der senkrechten Seite die Aufnahmefähigkeit für Anschlußleitungen wesentlich erhöht. In einer senkrechten Reihe können dadurch 12 Trennleisten oder Lötösenstreifen angebracht werden, sie kann also 300 DA gegen bisher 150 DA aufnehmen.

Die Trennleiste 55 wird vorgesehen, wenn aus betrieblichen Gründen eine Trennmöglichkeit auf der senkrechten Seite der HVt verlangt wird oder für die Kabel und Amtseinrichtungen ein Überspannungsschutz (ÜsAg 230 V Form E) gegen Beeinflussungen aus Hochspannungsnetzen mit starr geerdetem Sternpunkt oder durch elektrische Bahnen erforderlich ist. Bei Ämtern unter 3000 Anruf-einheiten (AE), bei denen die vorgenannten Gründe nicht gegeben sind, baut man Lötösenstreifen für 25 DA ein. Der Überspannungs- und Sicherungsschutz für Trennleisten wird in die ÜEVs verlegt. Zum Trennen der Innenleitung von der Außenleitung werden besondere Isolierstecker zwischen die Ruhekontakte der Trennleiste geschoben.

Die Schaltstreifen 55 erlauben außer den bisher üblichen Umschaltungen die Durchführung weiterer zusätzlicher Schaltaufgaben. Neben den, von den Veränderungen der Teilnehmeranschlüsse abhängigen Umschaltungen, wie Neuzugang, Aufhebung und Verlegung durch Rangierungen, werden zukünftig die Betriebsumschaltungen für Sonderdienste und Prüfungen zentral auf der waagrechten Seite des HVt an den dort angeordneten Schaltstreifen 55 vorgenommen.

Der Schaltstreifen 55 hat die Einbaumaße des Lötösenstreifens und kann 20 Teilnehmer aufnehmen. Es besteht die Möglichkeit, die a-, b- und c-Adern, welche normalerweise durch Ruhekontakte verbunden sind, mit Hilfe der Trennstecker zu trennen. Durch einen Schaltstecker können die a-, b- und c-Adern aufgetrennt, abgegriffen, auf 2 x 2 Seitenbänder wahlweise durchverbunden oder zu einer Prüfeinrichtung weitergeführt werden.

D a s O r t s n e t z (O N)

=====

Nach der Fernsprechordnung (FeO) besteht das öffentliche Fernsprechnetzt aus den Ortsnetzen und den Leitungen zwischen ihnen.

Die Ortsnetze wiederum bestehen aus einer oder mehreren Vermittlungsstellen (VSt), den öffentlichen Sprechstellen, den Teilnehmereinrichtungen und den Leitungen für den Ortsdienst.

Die Leitungen zwischen VSt und Teilnehmereinrichtungen bilden das Anschlußnetz.

Die Leitungen zwischen den VStn eines ON bilden das Ortsverbindungsnetz. Jedes Ortsnetz hat einen Ortsnetzbereich (ONB).

In ON mit mehreren VStn ist für jede VSt ein besonderer Anschlußbereich zu planen.

Gliederung der Anschlußbereiche (AsB)

Bei der Neztgliederung ist zwischen Anschlußbereichen mit kleiner, mittlerer und großer Teilnehmerzahl zu unterscheiden.

In den kleineren Anschlußbereichen und AsB mit geringer Leitungsdichte werden die Endeinrichtungen (EVz und KÜF) meist unmittelbar mit dem HVt verbunden. Diese kleinen Leitungsbündel zu den Endeinrichtungen haben einen schlechten Ausnutzungsgrad, der durch Ausgleichsschaltungen sowie durch den Einsatz von Wählsternschaltern (WStSch 3/12 oder 16) und Gemeinschaftsumschaltern (GUm 1/2) wesentlich verbessert werden kann.

In mittleren AsB werden EVz und KÜF zu KVz-Bereichen zusammengefaßt, so daß sich für die Hk ein guter Ausnutzungsgrad ergibt. Die Größe der KVz-Bereiche hängt von der Leitungsdichte je Hektar ab und ist für den Endausbau (Planungszeitraum höchstens 30 Jahre) zu berechnen.

Die großen Anschlußbereiche gliedern sich in Nahbereich, Kernbereich und Außenbezirke.

Im Nahbereich, je nach Sprechstellendichte 100 - 200 m Luftlinie im Umkreis von der VSt, werden die Endeinrichtungen unmittelbar mit dem HVt verbunden.

Der Kernbereich wurde, durch Verwendung der Kabel mit 0,4 mm Leiterdicke, auf einen Umkreis von 1200 m (bisher ca. 600 m) erweitert. In ihm werden EVz und KÜF zu LVz-Bereichen vereinigt.

In den Außenbezirken, in der Regel außerhalb des 1200 m-Kreises um die VSt, können mehrere KVz zu LVz-Bereichen zusammengefaßt werden.

Durch die LVz wird der Ausnutzungsgrad der Hk zum HVt weiter verbessert. Außerdem gestattet sie einen Teil der sonstigen Leitungen (Nebenanschluß-, Querverbindungs-, Abzweigleitungen usw.) innerhalb des LVz-Bereiches oder über Querkabel (Qrk) zu benachbarten LVz-Bereichen zu schalten.

Querkabel, die bisher in ON mit mehreren LVz grundsätzlich ausgelegt wurden, verwendet man heute nur noch, wenn ihre Mehrkosten durch Ersparnisse im Hk-Netz aufgewogen werden.

Die unmittelbar in der Nähe des LVz liegenden Fernsprechan-schlüsse werden über Endeinrichtungen direkt zum LVz geführt.

In den großen Ortsnetzen mit wachsender Leitungsdichte müssen meist zahlreiche neue VStn eingerichtet werden. Da deren Anschlußbereiche verhältnismäßig klein sind und die KVz neuer Art in ihrem Fassungsvermögen für Anschlußleitungen größer wurden, sind LVz in manchen Fällen überflüssig.

Starre Fernsprechnetze

wurden bisher bei sehr großer Leitungsdichte ausgelegt. Sie hatten die Aufgabe, einen Grundanteil der Fernsprechan-schlüsse unter Umgehung der Schaltpunkte LVz und KVz heranzuführen. Durch den zusätzlichen Bedarf an Endverzweigern, meist auch Verzweigungskabeln, waren diese starren Fernsprechnetze verhältnismäßig teuer. Sie sind durch eine Umgehungsschaltung (halbstarre Schaltung) am Verzweigungspunkt ersetzt worden.

Bei der halbstarren Schaltung sind vor den LVz und KVz Hauptkabeladern unmittelbar mit weiterführenden Haupt- oder Verzweigungskabeladern zu verbinden.

Auch von dem Leitungsbedarf auf Grundstücken von Großteilnehmern (Behörden, Banken, Industrieunternehmen usw.) die mindestens 20 DA benötigen, ist möglichst ein Teil direkt über die Verzweigungspunkte mit dem HVt zu verbinden.

Instandhaltung der Kabelabschluß- und Verzweigeranlagen

Die Kabelabschluß- und Verzweigeranlagen sind regelmäßig auf Sauberkeit in den Einrichtungen, auf Übersichtlichkeit in der Beschaltung, auf Brachbarkeit und Vollzähligkeit der Sicherungselemente und auf guten äußeren Zustand der Anlage zu prüfen.

Strom- und Spannungssicherungen

Trotz der nach der Starkstrom-Schutzanweisung bei Näherungen und Kreuzungen von St- und FM-Leitungen eingebauten Schutzmaßnahmen, können durch außergewöhnliche Ereignisse oder ungünstige Verhältnisse gefährliche Spannungen aus den St-Anlagen in die Anlagen der DBP gelangen. Außerdem können atmosphärische Entladungen besonders leicht in die Freileitungen übertreten. Zur Abwendung solcher Gefahren bedient man sich verschiedener Strom- und Spannungssicherungen.

Die Stromsicherungen werden in die Leitungen eingeschaltet.

In ihnen schmilzt durch die Wärmewirkung des elektrischen Stromes ein stromführendes Teil und unterbricht damit Leitung und Stromfluß. In den FM-Leitungen verwendet man in der Regel die Stromgrob-sicherung mit 4 A Nennstromstärke und die Stromfein-sicherung mit 0,5 A.

Die Stromgrob-sicherung 4 A soll an den Überführungsstellen die Kabeladern vor starken Strömen schützen.

Die Stromgrob-sicherung ist eine Schmelzsicherung, deren Schmelzdraht in einer Glasröhre untergebracht ist. Die Glasröhre enthält außerdem noch Asbestscheiben, Quarzsand, Talkum oder dergleichen zum Schutze gegen Lichtbogenbildung. Zum Teil haben die Stromgrob-sicherungen noch ein inneres Glasröhrchen.

Es soll verhindern, daß Teile des schmelzenden Drahtes auf das äußere kalte Glasrohr tropfen und dieses zum Platzen bringen.

Die Abschlußkappen an den Enden der äußeren Glasröhre laufen in Schneiden aus, mit denen die Sicherungen in die Haltefedern gesteckt werden.

Stromfeinsicherungen 0,5 A siehe "Der HVt"

Die Spannungssicherungen bieten sich den Leitungen an und ermöglichen den gefahrbringenden Fremdspannungen einen Weg zur Erde über eine von den Herstellern genau eingestellte Funkenstrecke. Diese muß die Überspannung an einem Punkt ableiten, dennoch vor den zu schützenden Einrichtungen liegt: z.B. Spannungsgrobsicherung vor Stromgrobsicherung und Spannungfeinsicherung vor Stromfeinsicherung. Spannungssicherungen mit folgenden Ansprechspannungen sind zur Zeit in Gebrauch:

Spannungsgrobschutz verstellbar 2000 V	Kohleblitzableiter 500 V
Schneidenblitzableiter 2000 V	Überspannungsableiter gasgefüllt 230 V

Der Spannungsgrobschutz 2000 V ist in allen Sicherungskästchen und ÜEVs vorhanden. Seine Funkenstrecke ist von den Herstellern genau eingestellt und darf von den Baudienststellen nicht verändert werden.

Die Überspannungsableiter gasgefüllt werden eingebaut im Einflußbereich der Fahrleitungen von Wechselstrombahnen und Hochspannungsfreileitungen mit starrer Sternpunktterdung, wenn durch einen Kurzschluß in diesen Leitungen eine Längsspannung von mehr als 430 V in den FM-Leitungen induziert wird.

Die wesentlichen Eigenschaften dieser ÜsAg sind konstante Ansprechspannung, hohes Ableitungsvermögen und geringe Ansprechverzögerung. Sie werden in den Formen A, B, C, D und E hergestellt. Auf Grund dieser Formen können sie als Überspannungsschutz in die Trenn- und Sicherungsleisten, Sicherungskästchen, Abschluß- und Verzweigergeräte eingesetzt werden. Die Ansprechspannung liegt einheitlich bei 230 V.

Spannungfeinsicherungen können bei längerem Ansprechen als Schutz gegen Fremdspannungen unwirksam oder für den Betriebsstrom der FM-Leitung leitend werden. Um dies zu verhindern und den Stromweg vor der Spannungfeinsicherung möglichst zu unterbrechen, wird ihr eine Stromgrobsicherung 4 A vorgeschaltet. Wenn für den Schutz des Apparates noch eine Stromfeinsicherung erforderlich ist, wird diese hinter dem Spannungfeinschutz in die Leitung geschaltet. Umseitiges Bild zeigt die Regelanordnung der Sicherungen.