

Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band VII

Oberirdischer Fernmeldebau

Teil II



Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft · Hauptvorstand

Frankfurt am Main · Verlag „Deutsche Post“

Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band VII

Oberirdischer Fernmeldebau

Teil II

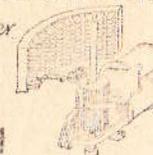
VERMITTLUNGSTECHNISCHE SAMMLUNG

Dipl. Ing. Gerhard Sommer

Das Letzte

Favoritner Ortsamt

10GW.VII



Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft · Hauptvorstand

Frankfurt am Main · Verlag „Deutsche Post“

Vorwort

Im Band VII der Reihe „Das Grundwissen des Fernmeldedienstes“ wird der oberirdische Fernmeldebaudienst mit dem Bau einer Fernlinie fortgesetzt. Zum besseren Verständnis des hier gebotenen Stoffes ist es zweckmäßig, vorher den Band VI — Bau einer oberirdischen Anschlußlinie — durchzuarbeiten, in dem wir eingehend über Fernmeldebauezeug, Fernmeldebaugerät und bautechnische Dinge geschrieben haben, die auch für den vorliegenden Band maßgebend sind. Besonders hinweisen möchten wir auf den Abschnitt 4 „Starkstromschutz“. Dieses so wichtige Kapitel wird hier klar und allgemein verständlich behandelt, wie es sonst in keiner Vorschrift der Fall ist.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	3
Abschnitt 1: Wir bauen eine oberirdische Fernlinie	7
Doppelmasten	7
Induktionsschutz	10
Übersprechen und Mitsprechen	11
Schleifenkreuzung und Platzwechsel	11
Untersuchungsstellen	14
Abschnitt 2: Wir hängen ein selbsttragendes Luftkabel auf	16
Das Bauzeug	17
Wir bereiten den Bauabschnitt vor	18
Wir ziehen das Kabel	19
Wir stellen die Lötstelle her	19
Abschnitt 3: Der Zuwachsbohrer und seine Anwendung	23
Abschnitt 4: Starkstromschutz	26
1. Einteilung der Starkstromanlagen	26
a) Starkstromfreileitungen	26
aa) Starkstromfreileitungen mit Betriebsspannungen unter 250 Volt gegen Erde	26
bb) Starkstromfreileitungen mit Betriebsspannungen über 250 Volt gegen Erde bis 1000 Volt (1 kV)	27
cc) Starkstromfreileitungen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber	27
b) Starkstromkabel	28
c) Elektrische Bahnen	29
2. Einwirkungen der Starkstromanlagen auf Fernmeldeanlagen	29
3. Schutzmaßnahmen	30
a) Starkstromfreileitungen	30
aa) Starkstromfreileitungen mit Betriebsspannungen unter 250 Volt gegen Erde	30
Besondere Merkmale des erhöht sicheren Baues	31

bb) Starkstromfreileitungen mit Betriebsspannungen über 250 Volt gegen Erde bis 1000 Volt	34
Luftkabel und Schlauchleitungen mit Zugentlastung	34
Abstände	35
Näherungen	35
cc) Starkstromfreileitungen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber	36
Erdverkabelung der oberirdischen Fernmeldeanlagen	38
dd) Grundsätzliche Bestimmungen	38
b) Starkstromkabel	40
c) Verlegung von Fernmeldeleitungen in Gebäuden	41
d) Gefahrstellen zwischen unterirdischen und oberirdischen Anlagen	42
e) Elektrische Bahnen	42
4. Schlußbetrachtungen	43

Oberirdischer Fernmeldebau

1. Wir bauen eine oberirdische Fernlinie

Wir haben nicht die Absicht, den Bau einer oberirdischen Fernlinie in allen Einzelheiten zu beschreiben, wie es bei der Anschlußlinie geschehen ist. Einmal werden neue Fernlinien nur noch selten errichtet, und dann wird es sich meistens um Linien mit einfachen Masten handeln, deren Bauweise sich von der der Anschlußlinien grundsätzlich nicht unterscheidet. Natürlich werden die Linien stabiler gebaut und entsprechend gesichert. Wir verwenden Masten mit einer Zopfstärke von 14 und 15 cm. Wir nehmen als Querträger die gleichen wie für Anschlußleitungen (A 1150 DIN 48320) und rüsten sie mit Isolier-
vorrichtungen für Fernleitungen aus. Dazu gehören gerade Isolatorstützen G 160 und U-Stützen U 170 mit Isolatoren RMk 130. Hierüber haben wir in dem **Band VI Grundwissen des Fernmeldewesens** bereits geschrieben. Ebenso über die Behandlung und Verarbeitung des Leitungsdrahtes. Stärkere Drähte lassen sich naturgemäß schwerer bearbeiten als schwächere.

Doppelmasten

Wenn auch Linien mit Doppelmasten kaum noch gebaut werden, so müssen wir uns doch damit beschäftigen, weil noch größere Strecken in Betrieb sind und unterhalten werden müssen. Linien mit Doppelmasten wurden errichtet, wenn die Tragfähigkeit der einfachen Masten zur Aufnahme weiterer Drähte nicht ausreichte.

Ein Doppelmast besteht aus zwei Masten, die im Abstand von 170 cm — von Mitte zu Mitte der Masten gemessen — nebeneinanderstehen und durch Riegel, Schwelle und Strebe miteinander verbunden sind (Abb. 1). Seine Festigkeit in Richtung des Drahtzuges ist doppelt so groß wie beim Einfachmast, seine Tragfähigkeit 3,5- bis 6,5fach. Im Erdboden, 35 cm vom Mastende entfernt, wird eine Schwelle mit Bolzen angeschraubt. In gleicher Weise wird die freie Länge durch einen Mittelriegel unterteilt. Der Abstand des Mittelriegels vom Stammende beträgt in der Regel

- bei 7 m langen Masten mindestens 420 cm
- bei 8 m langen Masten mindestens 480 cm
- bei 9 m langen Masten mindestens 540 cm
- bei 10 m langen Masten mindestens 600 cm
- bei 11 m langen Masten mindestens 660 cm.

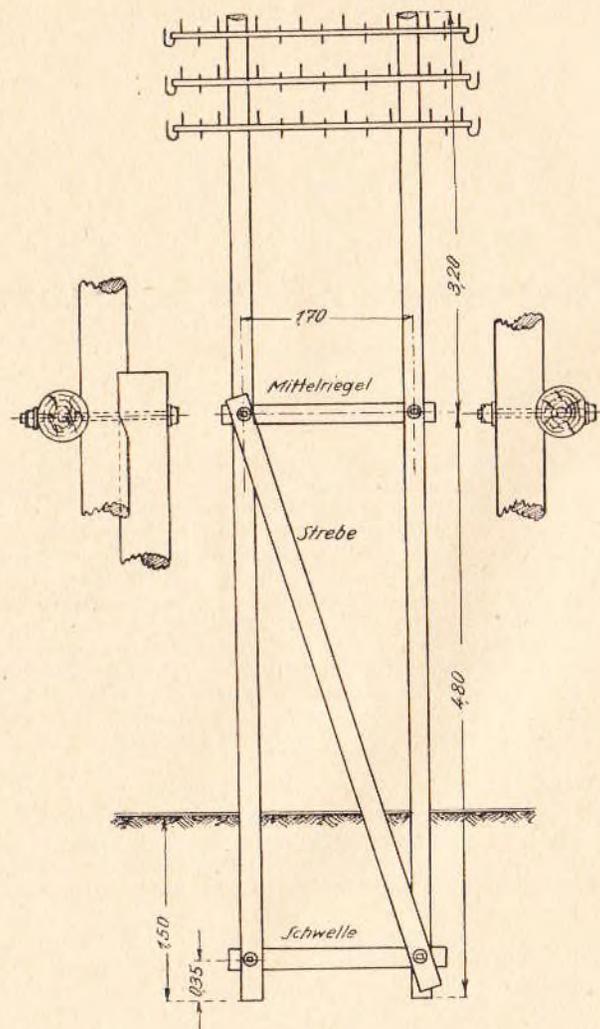


Abb. 1
Doppelmast

Diagonal zwischen Mittelriegel und Schwelle wird auf der anderen Seite der Masten eine Strebe so angebracht, daß sie in Winkelpunkten dem seitlichen Zug und auf gerader Strecke den vorherrschenden Winden entgegenwirkt. Bei entgegengesetztem Wind wirkt die Strebe als Anker. Zur Sicherung gegen wechselnden seitlichen Winddruck wird mit der Richtung der Strebe von Stützpunkt zu Stützpunkt gewechselt (Abb. 2).

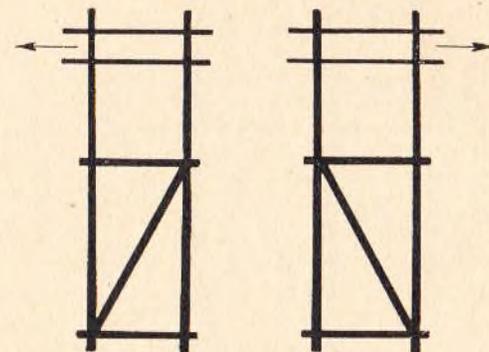


Abb. 2
Wechselseitig angebrachte Streben

Die Hilfshölzer für Schwelle, Mittelriegel und Strebe sind aus Masten zuzuschneiden und an der Befestigungsstelle entsprechend der Rundung der Masten auszukehlen. Ihre durchschnittliche Länge beträgt:

a) Schwelle	2,6 m
b) Mittelriegel	2,0 m
c) Strebe für Masten von	7 m 4,6 m
	8 m 5,1 m
	9 m 5,6 m
	10 m 6,2 m
	11 m 6,8 m.

Hiernach ist der Bedarf an Masten für Hilfshölzer zu ermitteln. Die Bolzen, die Masten und Hilfshölzer zusammenhalten, werden auf Scherfestigkeit beansprucht. Sie sind in der Länge passend mit kurzem Gewindeteil so auszuwählen, daß ihr Gewinde an den Berührungsstellen zwischen Mittelriegel, Mast und Strebe dieser Scherwirkung nicht ausgesetzt wird (s. die Teilzeichnung in Abb. 1). Die Auskehlung der Strebe an der Verbindungsstelle nimmt einen Teil des Strebendruckes auf und entlastet die Bolzen.

Die am meisten beanspruchte Stelle liegt beim Doppelmast am Angriffspunkt der Strebe. Um bei starkem seitlichem Zug ein Durchbiegen der Masten oberhalb des Mittelriegels zu verhindern, ist der Doppelmast nach Abb. 3 zu verspannen. Seine Festigkeit läßt sich weiter verbessern, wenn der Mittelriegel und gleichzeitig damit der Angriffspunkt der Strebe höher gelegt wird. Dadurch kann die Festigkeit des Doppelmastes auf das Eineinhalbfache gesteigert werden. Das Höherlegen des Mittelriegels muß sich jedoch innerhalb bestimmter Grenzen halten (zwischen 10 und 15 Prozent über dem Regelabstand), weil dabei die Strebe länger wird und an Knickfestigkeit einbüßt. Gleichzeitig verkleinert sich ihr Angriffswinkel und vermindert sich ihre Wirkung.

Es werden Querträger B für doppelte Holzmasten (DIN 48 320) zu acht Stützenpaaren verwendet. Sie werden an beiden Masten mit Ziehbändern befestigt. Die Stützen sind ebenso angeordnet wie bei zwei nebeneinanderliegenden Querträgern für Einzelmasten.

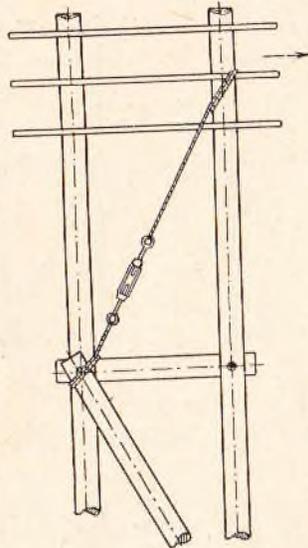


Abb. 3
Verspannter Doppelmast

Induktionsschutz

Die oberirdischen Fernleitungen werden, soweit das möglich ist, mehrfach ausgenutzt, damit sich die hohen Anlagekosten bezahlt machen. Das geschieht dadurch, daß zwei Doppelleitungen (Stammleitungen) zu einem Sprechkreis, zu einem Vierer, zusammengeschaltet werden (Abb. 4). Zwei Vierer lassen sich

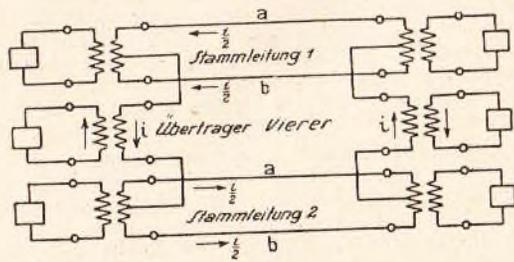


Abb. 4
Viererschaltung

zu einem Achter zusammenfassen. Die Vierer- und Achterbildung erfolgt über Fernleitungsübertrager, durch die die Fernleitungen in den Ämtern abgeschlossen werden. Der Achter wird nur noch für Telegraphenleitungen ausgenutzt, da das Mitsprechen vom Achter auf die Stämme wegen der unzureichenden Symmetrie zwischen den vier Stammleitungen zu groß wäre.

Übersprechen und Mitsprechen

So sind die Leitungen allerdings noch nicht zum Sprechen zu gebrauchen. Es würde ein großes Durcheinander geben, das wir mit Übersprechen und Mitsprechen bezeichnen. **Übersprechen ist die Lautübertragung zwischen zwei Doppelleitungen, Mitsprechen zwischen dem Viererkreis und den Stammleitungen.** Durch die gegen die Querträgerebene geneigte Anordnung der Doppelleitungsschleifen ist zwar die Übertragung, das Übersprechen, zwischen nebeneinanderliegenden Doppelleitungen verringert, jedoch treten auch aus benachbarten Stromkreisen Störungen durch Induktion auf. Verläuft zum Beispiel eine Starkstromleitung in der Nähe, so ruft diese in der Doppelleitung Induktionsströme hervor (Abb. 5). Sie würden sich gegenseitig auf-

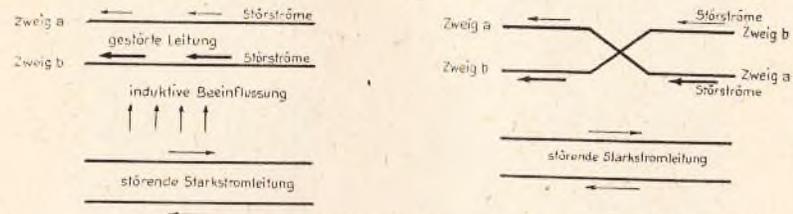


Abb. 5 und 6
Durch Starkstrom gestörte Fernmeldeleitung
Einbau einer Schleifenkreuzung in die gestörte Leitung

heben, wenn sie in beiden Zweigen gleich groß wären. Wegen des ungleichen Abstandes von der induzierenden Leitung (Starkstromleitung) ist das aber nicht der Fall, und durch die Differenz (Unterschied) zwischen den beiden Induktionsströmen entsteht ein Störstrom. Dieser läßt sich dadurch beseitigen, daß die beiden Drähte (a- und b-Zweig) einer Leitung in regelmäßiger Wiederkehr miteinander vertauscht (gekreuzt) werden (Schleifenkreuzung) (Abb. 6). Die induzierten Ströme sind dadurch in beiden Zweigen gleich, und es treten keine Nebengeräusche auf. Aus dem gleichen Grunde müssen auch die Stammleitungen eines Viererkreises in bestimmten Abständen ihren Platz am Gestänge wechseln (Platzwechsel).

Schleifenkreuzung und Platzwechsel

Kreuzungen und Platzwechsel werden nach einem bestimmten Plan, dem **Induktionsschutzplan**, eingebaut. Damit eine Schutzwirkung zwischen nahe beieinanderliegenden Leitungen zustande kommt, müssen Kreuzungen und Platzwechsel in Nachbarleitungen verschiedenartig angeordnet werden. Dadurch werden praktisch die Fremdströme in den a- und b-Zweigen aller Sprechstromkreise ausgeglichen. Der Grundplan, nach dem der Einbau des Induktionsschutzes geschieht, ist aus der FBO 7, Bild 21, ersichtlich. Noch mehr Einzelheiten darüber findet man in der „Anleitung zur Aufstellung von Induktionsschutzplänen“.

Die Masten, an denen Kreuzungen und Platzwechsel eingebaut werden, heißen **Abschnittsmasten**; die Strecke zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abschnittsmasten heißt Kreuzungsabschnitt oder Abschnittslänge. Ein Kreuzungsabschnitt ist 1 oder 5 km lang.

An den Abschnittsmasten werden Kreuzungen und Platzwechsel in fünf verschiedenen Kreuzungsbildern vorgesehen, die mit den Buchstaben A, B, C, D und E bezeichnet werden. Im Grundplan ist eine mehrfache Wiederkehr dieser fünf Buchstaben in einer festgelegten Buchstabenfolge enthalten. Nach 16 Ab-

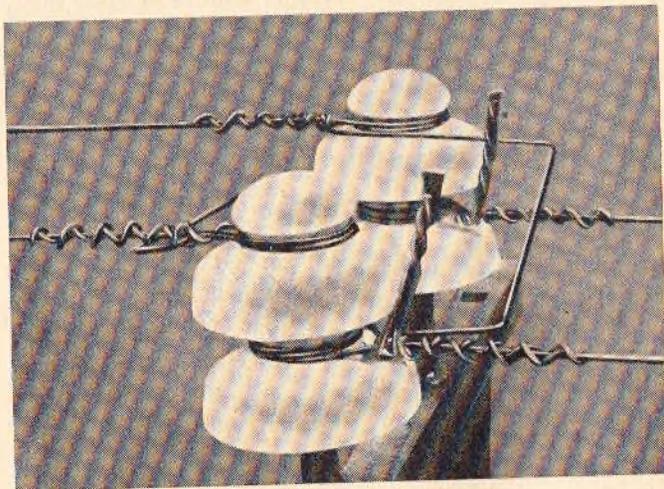


Abb. 7a

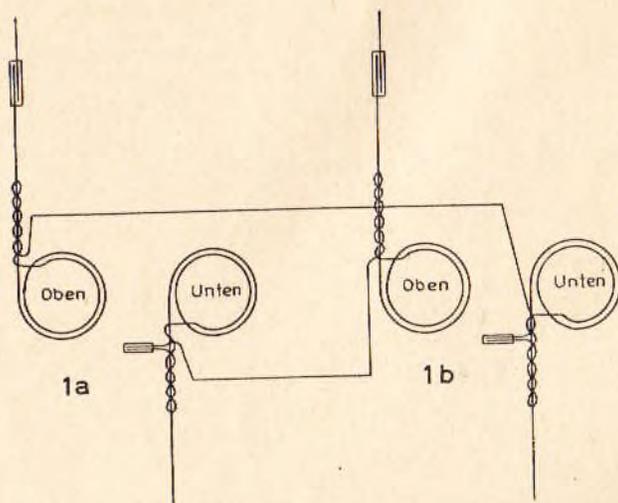


Abb. 7b
Schleifenkreuzung

schnitten wiederholt sich diese Buchstabenfolge. Bei stark induktiv beeinflussten Linien, z. B. bei längerem Gleichlauf mit Starkstromleitungen, bei Beschaltung mit Fernwahl-, Trägerfrequenz- oder Telegraphenleitungen oder in gewitterreichen Gebieten, dürfen die Kreuzungsabschnitte nur 1 km lang gemacht werden, weil bei dieser Abschnittslänge die Schutzwirkung gegen die induktive Beeinflussung größer ist. In solchen Linien ist dann alle 16 km die gleiche Kreuzungs- und Platzwechselfolge vorhanden.

Nun aber genug der theoretischen Erörterungen. Man belastet sich nicht gern damit, sie sind aber zum Verständnis der praktischen Arbeit notwendig.

Abb. 7a und b zeigen die Schleifenkreuzung einer Fernmeldeleitung, Abb. 8a und b den Platzwechsel nebeneinander verlaufender Leitungen. Die in Abb. 8a im Bild nach vorne führende Leitung 2a wird von dem Draht 1a verdeckt. Es ist lediglich die Wickelstelle sichtbar.

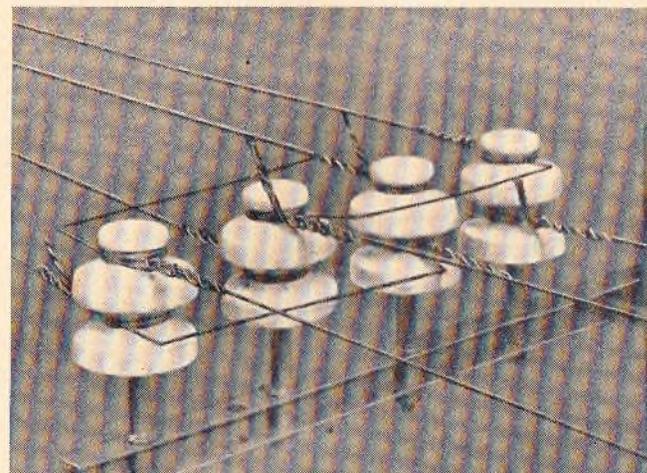


Abb. 8a

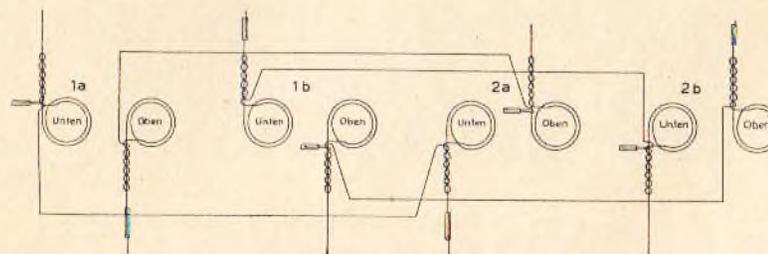


Abb. 8b
Platzwechsel

Wir verwenden Isolatoren mit doppeltem Halslager Rmd 120 auf geraden Stützen und einen Querträger A 1350, bei dem der Abstand zwischen den

Stützenlöchern für sämtliche Stützen gleich groß (150 mm) ist. Bei dem Querträger in Abb. 8a ist der Abstand von 150 mm für die äußeren Stützenlöcher dadurch erreicht worden, daß ein Verlängerungsstück angeschweißt wurde. Die Schweißarbeit oder auch das Anschrauben eines fertigen Verlängerungsstückes kann gespart werden, wenn rechtzeitig beim FZA die 1350 mm langen Querträger bestellt werden.

Die Leitungen werden an der dem Mast abgewandten Seite des Isolators abgespannt und dazu zweimal um den Hals des Isolators herumgelegt. Die beiden Leitungsdrähte aus der einen Richtung spannen wir am oberen Halslager, die aus der anderen Richtung im unteren Halslager ab. Die Drähte beider Richtungen werden über Kreuz durch Drahtbügel verbunden. Die Drahtbügel müssen vom äußeren Rand der Isolatoren 4 cm entfernt sein. Das Ende eines jeden Bügels wird um die abgespannte Leitung herumgelegt und mit deren Ende in einer halben Kupferhülse verwürgt. Sind die an einem Abschnittsmast zusammenstoßenden Felder verschieden lang oder ist der Drahtzug aus einem anderen Grunde unterschiedlich, so werden die Leitungen mit dem stärkeren Draht an das untere Drahtlager geführt.

Untersuchungsstellen

An den Untersuchungsstellen (Abb. 9) werden Meßverbindungen (Trennen, Erden oder Schleifen der Leitungen) zur Eingrenzung von Störungen hergestellt. Da jede Untersuchungsstelle aber auch eine Fehlerquelle sein kann, ist ihre Zahl möglichst niedrig zu halten. Untersuchungsstellen in Fernleitun-

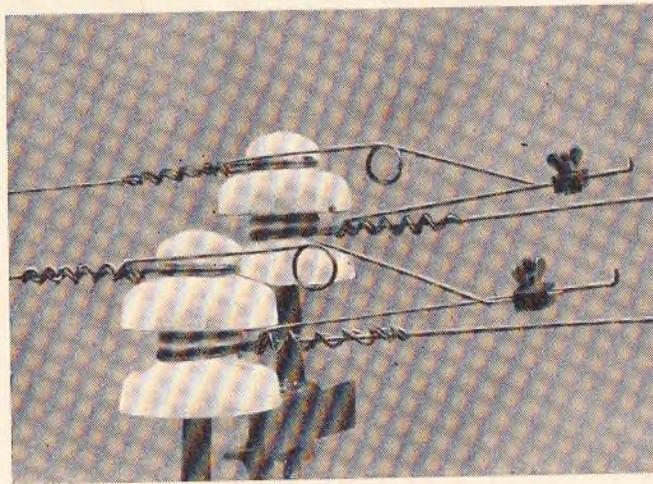


Abb. 9
Untersuchungsstelle

gen werden nach den Bestimmungen der FBO 7, § 36, grundsätzlich nur eingerichtet, wenn die Fernleitung mindestens 25 km lang ist und unterwegs keine Möglichkeit zur Ausführung von Meßverbindungen besteht, die Leitungen also nicht in Ämter eingeführt sind. Eine KA (ÜEVs) stellt auch eine Untersuchungsstelle dar. Im übrigen werden Untersuchungsstellen dort eingerichtet,

wo sie zur schnellen Eingrenzung von Störungen notwendig sind. Sie sind möglichst in die Nähe von Post- oder Fernmeldeämtern und Bahnhöfen anzulegen, damit sie schnell bedient werden können. Wir richten Untersuchungsstellen auch an den OPD- und FBA-Grenzen sowie an den Grenzen der Entstörungsbezirke ein.

Abb. 9 zeigt, wie Untersuchungsstellen gebaut werden sollen. Die ankommende Leitung wird zweimal um den Hals des Isolators gelegt und abgespannt. Mit dem überschießenden Drahtende wird der Verbindungsbügel zu einer einfachen Schleife geformt, damit er genügend federt. Die Untersuchungsklemme wird auf das Ende aufgeschoben, das alsdann etwa 1 cm rechtwinklig umgebogen wird, so daß die Klemme nicht abgleiten kann.

Die Abb. 9 zeigt noch Untersuchungsklemmen alter Art. Neuerdings werden für Kupfer- und Bronzeleitungen Untersuchungsklemmen aus Messing nach KL-Nr. 625.60.05 und für Stahldrahtleitungen Untersuchungsklemmen aus verzinktem Stahl nach KL-Nr. 625.60.06 verwendet. Die Einschaltung von Kupfer- bzw. Bronzedrähten bei Untersuchungsstellen in Stahldrahtleitungen ist nicht mehr erforderlich.

2. Wir hängen ein selbsttragendes Luftkabel auf

Wir denken mit Unbehagen an die noch in den Linien hängenden Luftkabel, die trotz aller Bemühungen wegen Geldmangels noch nicht durch Erdkabel ersetzt werden konnten. Wir glaubten, daß Luftkabel allmählich verschwinden würden, und nun hängen wir aufs neue Luftkabel auf, und zwar selbsttragende Luftkabel (SLK). Das BPM hat nämlich den Bau neuer Linien mit Tragseil-Luftkabeln untersagt, weil die Unterhaltung sehr kostspielig ist und häufig Störungen auftreten. Am liebsten würden wir auf die SLK verzichten und „alles in die Erde packen“. Aber in manchen Fällen ist ein SLK die einzige Möglichkeit, schwierige Strecken zu überwinden.

Selbsttragende Luftkabel sind für Strecken geeignet, wo

1. wegen ungünstiger Bodenverhältnisse (z. B. Fels) das Auslegen von Erdkabeln nicht möglich oder unwirtschaftlich ist,
2. die örtlichen Verhältnisse größere Spannweiten erfordern (z. B. bei Flußkreuzungen, Tälern usw.),
3. große Höhenunterschiede zu überwinden sind (z. B. im Gebirge),
4. die Linien starken seitlichen Winden ausgesetzt sind.

SLK sind gegen chemische und mechanische Einwirkungen widerstandsfähiger als Tragseil-Luftkabel.

Störungen durch interkristalline Brüchigkeit (Zerfall des inneren Gefüges eines Metalls) im Bleimantel sind nicht zu befürchten. Beschädigungen durch Ringeinschnitte und Schrotschüsse können ebenfalls nicht vorkommen. SLK werden mit Bleimantel und mit Aluminiummantel (Al-Mäntel) hergestellt.

Es gibt verschiedene Verfahren, ein SLK aufzuhängen. Wir wollen hier nur eine dieser Bauweisen beschreiben, wobei ein 40paariges SLK mit 0,8 mm starken Kupferadern und Al-Mantel aufgehängt werden soll.

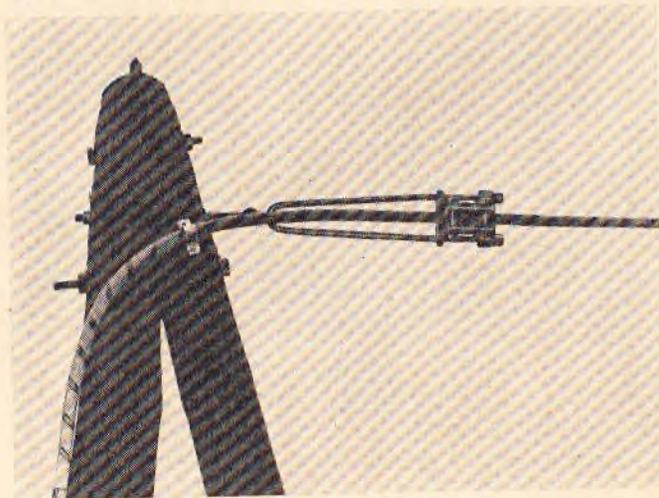


Abb. 10
Endmast mit Abspannklemme

Das Bauzeug

Das Kabel ist mit Rundstahldrähten bewehrt, die durch ein gegenläufig um das Kabel gewickeltes Stahlband zusammengehalten werden (Abb. 11). Die Bewehrungsdrähte tragen das Kabel und halten die Adern und den Al-Mantel von Zugspannungen frei. Ein Tragseil zum Aufhängen des Kabels ist daher nicht erforderlich.

Die Abspannklemme wird am Anfang und Ende der Strecke, an Festpunkten und sehr scharfen Winkelpunkten zum Festlegen des Kabels benötigt (Abb. 10). Die Bewehrungsdrähte des Kabels werden darin mit Schraubenbolzen zwischen Klemmbacken festgeklemmt. Die Abspannklemme wird von einem langen Stahlbügel gehalten und mit einem Tragbolzen am Mast befestigt.

Die Hängeklemme dient zum Aufhängen des Kabels (Abb. 11 und 12). Sie besteht aus einer am Mast freibeweglich aufgehängten Tragrolle, über die das

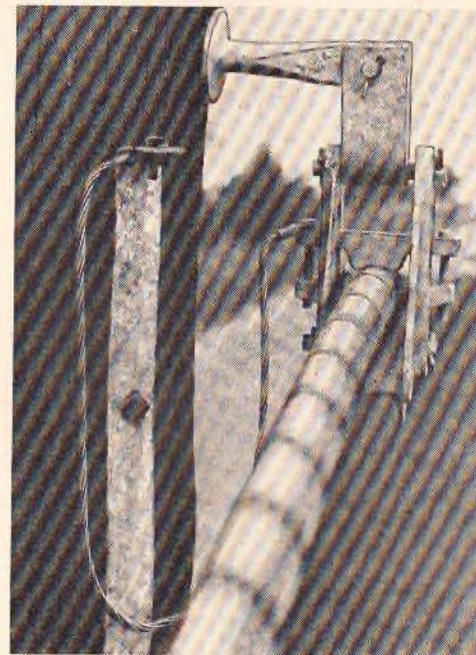


Abb. 11
Hängeklemme mit Erdungsanschluß

Kabel beim Einziehen gleitet. In der Ruhelage wird das Kabel durch ein Klemmstück, das mit einer Bremsbacke versehen ist und durch zwei Schrauben auf das Kabel gedrückt wird, festgelegt. Es kann somit nicht durchrutschen.

Der Erdungsanschluß (Abb. 11) besteht aus einem an seinen Enden mit Kabelschuhen versehenen Kupferseilchen, das die Verbindung von einer Klemmschraube der Hängeklemme zur Bandeisenerde am Mast herstellt. Unter normalen Verhältnissen wird das Kabel im allgemeinen an jedem fünften Mast

geerdet, bei Blitz- oder Starkstromgefährdung häufiger, unter Umständen an jedem Aufhängepunkt.

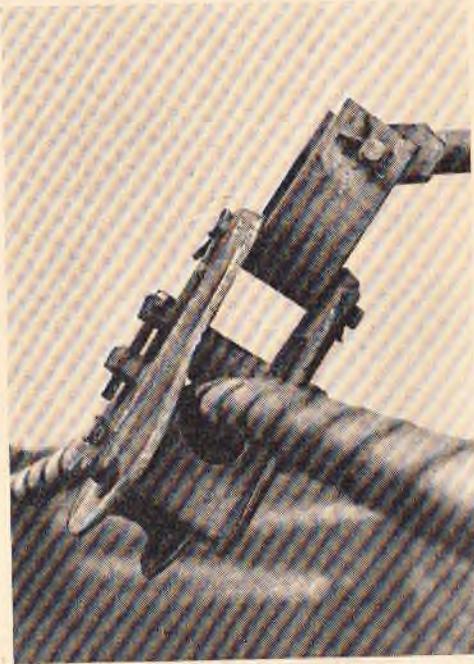


Abb. 12
Hängeklemme im Winkelpunkt

Die **Verbindungsmuffe** ist so geformt, daß sie die Lötstelle vor Zugspannungen schützt (Abb. 18). Sie besteht aus zwei Kopfstücken, die durch zwei Rundstahlstäbe miteinander verschraubt werden. Die Bewehrungsdrähte der beiden Kabelenden werden in den Kopfstücken mit Konusklemmen festgeklemmt. Dazwischen wird die Lötstelle gefertigt und gelagert. Die Zugspannung wird von den Rundstahlstäben aufgenommen, so daß die Lötstelle selbst vollkommen zugfrei ist.

Wir bereiten den Bauabschnitt vor

Bevor mit dem Ausrüsten der Masten und dem Ziehen des Kabels begonnen wird, ist die Linie gründlich instand zu setzen. Dabei ist auf die Standfestigkeit der Masten, die großen Beanspruchungen ausgesetzt sind, besonders zu achten. In vielen Fällen müssen Masten, die nur durch Anker oder Streben verstärkt sind, durch A-Masten ersetzt werden.

Nach Durchführung dieser Arbeiten werden die Masten mit Hängeklemmen ausgerüstet. Diese werden im Gegensatz zu Tragseil-Luftkabel, die die Seite nicht wechseln, stets auf der Innenseite der Winkelpunkte angebracht. Das Kabel wird dadurch vom Mast weggezogen und kann sich nicht reiben. Vor

dem Einziehen ist das Klemmstück oberhalb der Rolle zu entfernen oder nach außen zu schwenken, damit das Kabel ungehindert über die Rolle laufen kann.

Wir ziehen das Kabel

Die Kabeltrommel wird am Fuße des Anfangsmastes aufgebockt, die Kabelwinde im Zuge der Linie in der Entfernung aufgestellt, die der Kabellänge oder der Zugseillänge entspricht. Das Zugseil wird mit der Hand in Richtung der Kabeltrommel ausgezogen, an jedem Mast über die Tragrolle gelegt und mit dem über das Kabel gezogenen Ziehstrumpf verbunden. Das Kabel wird mit der Motorwinde eingezogen, da es mit der Handwinde zu lange dauern würde (die Benutzung eines Kraftwagens ist verboten). Dabei ist das Durchlaufen des Kabels durch die Hängeklemmen am Mast zu überwachen. Ist die Trommel leer, wird das noch nicht gespannte Kabel am Anfangsmast (Abspannmast) mit einer Abspannklemme festgelegt. Asldann wird es mit der Winde angezogen und in den einzelnen Feldern einreguliert, bis der vorgeschriebene Durchhang (nach Angabe der Lieferfirma) erreicht ist. Am letzten Mast vor der Winde wird das Kabel mit dem Schnürband gefaßt und in einem Flaschenzug festgelegt (Abb. 13).

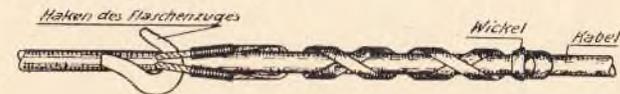


Abb. 13
Schnürband für selbsttragende Luftkabel

Das Schnürband besteht aus einem Geflecht von Stahllitzen. Es wird mehrfach kreuzweise um das Kabel geschlungen und am Ende mit einem Wickel aus Isolierband oder Bindedraht befestigt. Mit dem Anziehen des Flaschenzuges wird das Zugseil entlastet; es kann jetzt gelöst werden. Der Durchhang wird nachgeprüft und nötigenfalls durch Ansetzen eines Flaschenzuges an jedem dritten oder vierten Mast nachreguliert. Das Kabel wird durch Festschrauben der Klemmstücke in den Hängeklemmen festgelegt. Anschließend werden in gleicher Weise die übrigen Kabellängen gezogen.

Wir stellen die Lötstelle her

Nun kann mit dem Einbau der Verbindungsmuffe und dem Fertigen der Lötstelle begonnen werden. Die eigentliche Lötstelle wird wie jede andere Lötstelle in einem Bleikabel hergestellt. **Die Verbindung der Bleimuffe mit dem Al-Mantel erfolgt nach einem besonderen Verfahren.** Wir gehen der Reihe nach vor und schildern an Hand der Abb. 14 bis 19 die einzelnen Arbeitsvorgänge beim Anfertigen der Verbindungsmuffe.

Nach ihrer Fertigstellung wurden die Lötstellen mit Druckluft geprüft. Dabei stellte sich heraus, daß mehrere undicht waren. An einigen waren die Löt-wulste gerissen, bei anderen zeigten sich an dem Übergang der Löt-wulste zum Al-Mantel geringe Undichtigkeiten.

Wir sind den Dingen auf den Grund gegangen und haben festgestellt, daß **eine Fehlerursache** in der Arbeitsweise selbst zu suchen ist. Alle Lötstellen wurden an den auf der Erde liegenden Kabeln ausgeführt. Nach dem Hochziehen kamen die tragenden Bewehrungsdrähte und die Vorrichtungen für das Abfangen des Zuges an den Lötstellen unter Spannung. Da mit Rücksicht auf die kurze Länge der Lötstelle und den steifen Al-Mantel kein Stoff in die Lötstellen ge-

drückt werden konnte, hat die Lötstelle die Zugspannung teilweise aufnehmen müssen und ist gerissen. Es müssen daher die selbsttragenden Luftkabel beim Herstellen der Spleißstellen unter Zug gesetzt werden, damit sich der Konus festsetzt und derartige Fehler vermieden werden.

Eine weitere Fehlerursache lag in der Schwierigkeit, Aluminium zu löten. Das gelieferte Sonderlot haftete nur auf dem Al-Mantel. Es tritt keine Legierung

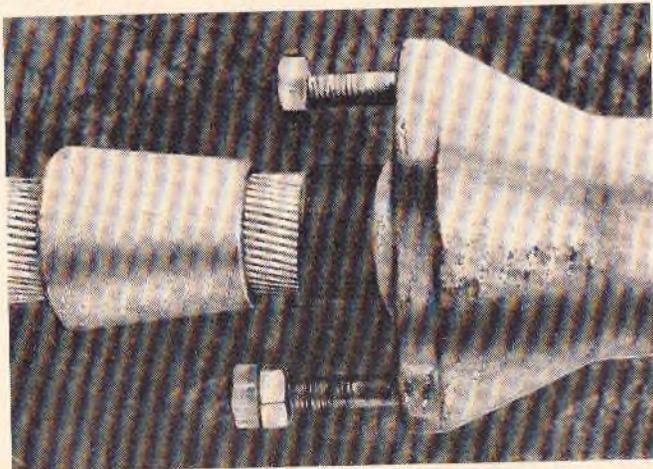


Abb. 14

Ein Kabelende ist mit dem darüberschobenen Konus in das eine Kopfstück der Verbindungsmuffe eingeführt

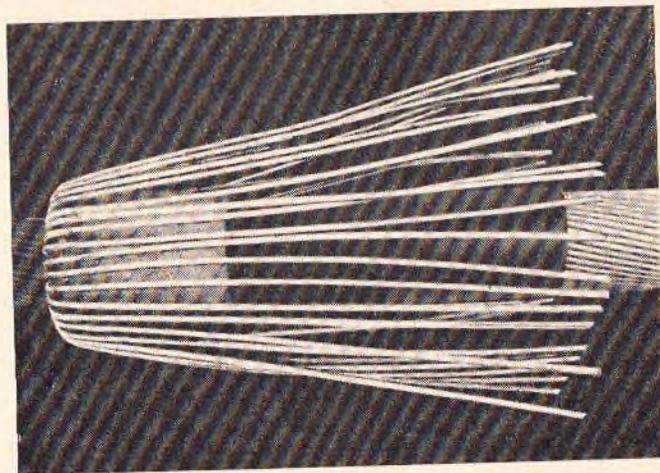


Abb. 15

Die Bewehrungsdrähte sind über den Konus zurückgebogen

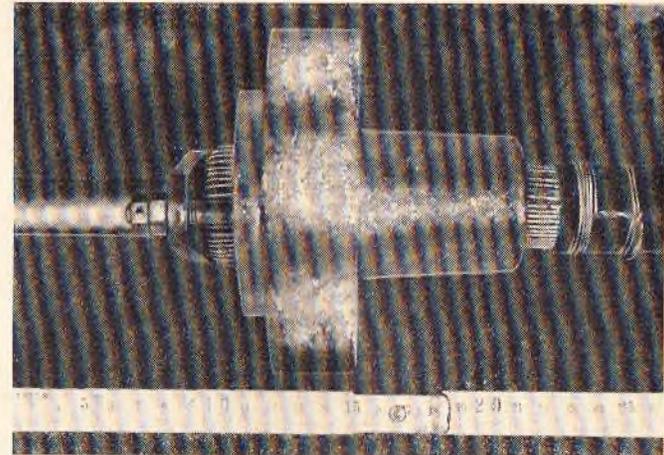


Abb. 16

Die Bewehrungsdrähte werden durch den Konus in dem Kopfstück der Verbindungsmuffe festgeklemmt. In der gleichen Weise wird das zweite Kabelende in dem anderen Kopfstück der Verbindungsmuffe festgelegt

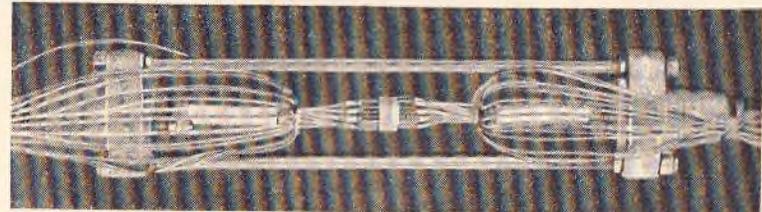


Abb. 17

zeigt die beiden durch Rundeisenstäbe miteinander verbundenen Kopfstücke und die in Arbeit befindliche Lötstelle

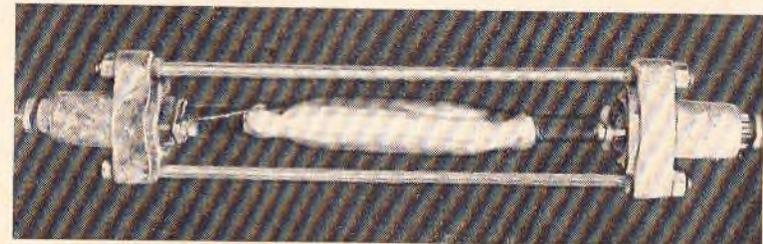


Abb. 18

Die Lötstelle ist fertig. Links ist ein Kupferseilchen zu sehen, das die durchgehende metallische Verbindung im Kabelmantel herstellt. Das rechte Kupferseilchen ist verdeckt

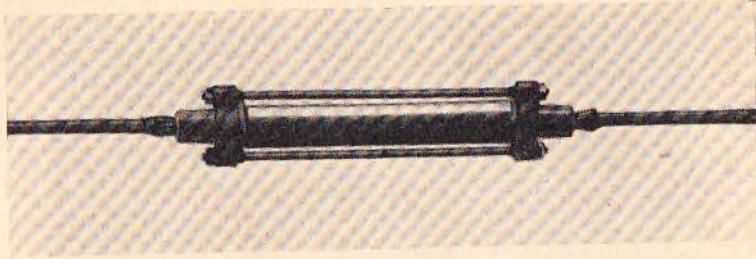


Abb. 19

Die im Feld hängende Verbindungsmuffe ist zum Schutze gegen mechanische Beschädigungen mit einer Blechhülse umgeben

wie bei der Bleizinnlötung ein, sondern nur ein Haften, wie z. B. bei einem Farbanstrich. Beim Schmieren der Muffe wird das Sonderlot wieder vom Mantel abgelöst, so daß zwischen dem Mantel und der Lötulst Undichtigkeiten auftreten können. Versuchsstützen an Abfallstücken haben dies klar gezeigt.

Wir haben nun ein Verfahren angewendet, das die Erfahrungen beim Lötten von Aluminiumadern berücksichtigt und die besten Ergebnisse verspricht. Der Al-Mantel wird durch Abreiben mit Tetra oder fettfreiem Leichtbenzin zunächst entfettet und durch Feilen aufgeraut. Er wird dann mit der Lötlampe so weit angewärmt, daß das Sonderlot auf dem Mantel aufschmilzt (etwa 200°). Mit einer Drahtbürste wird die Stelle nochmals bearbeitet. Dabei muß das Sonderlot mit der Lötlampe flüssig gehalten werden. Durch diese Arbeitsweise wird das Aluminium unter dem Sonderlot nochmals blank gemacht und kann sich ohne Zutritt von Sauerstoff mit ihm verbinden. Nachdem nochmals Sonderlot dünn aufgetragen wurde, kann mit dem normalen Zulöten der Spießstelle begonnen werden. Die so bearbeiteten Lötstellen waren sofort dicht und sind es bis jetzt auch geblieben.

3. Der Zuwachsbohrer und seine Anwendung

Der Name stammt aus der Forstwirtschaft, wo die Forstleute den Zuwachsbohrer zur Feststellung des Wachstums der Bäume, also des „Zuwachses“ verwenden. Wir führen mit ihm Bohrproben aus, um die Standfestigkeit der Masten zu prüfen.

Die Bodenzone, zu der etwa 50 cm oberhalb und unterhalb der Erdaustrittsstelle gehören, ist die am meisten gefährdete Stelle am Mast. Sie ist vor allem durch Fäulnis und Pilze gefährdet, die sich bei dem ständigen Wechsel von Nässe und Trockenheit der Bodenzone leicht bilden. Ihr müssen wir daher unsere ganze Aufmerksamkeit schenken. Ferner kann die Standsicherheit der Masten durch Bohrgänge der Insektenlarven herabgesetzt werden; solche sind im allgemeinen bis zu einer Höhe von 1 1/2 bis 2 Meter über dem Erdboden anzutreffen.

Bei den regelmäßigen Instandsetzungsarbeiten sind die Masten und Streben auf das Vorhandensein von Fäulnis und Insektenfraß zu prüfen. Die an der Erdaustrittsstelle auftretende Außenfäule ist leicht zu erkennen. Kernfäule ist so ohne weiteres nicht wahrzunehmen. Sie entsteht dadurch, daß durch Risse, Astlöcher, Fluglöcher der Insekten usw. Pilze in das Holz eindringen und das Innere des Mastes zersetzen. Fluglöcher ausgeschlüpfter Insekten sind sichere Anzeichen dafür, daß der Mast durch Insektenfraß geschwächt ist. Die Oberfläche befallener Masten erscheint äußerlich noch gesund, wenn bereits im Innern das Holz zerfressen und durch Fäulnis zerstört ist. Die beim Ausschlüpfen der Jungkäfer entstehenden Fluglöcher verraten häufig erst das Vorhandensein der holzerstörenden Insekten.

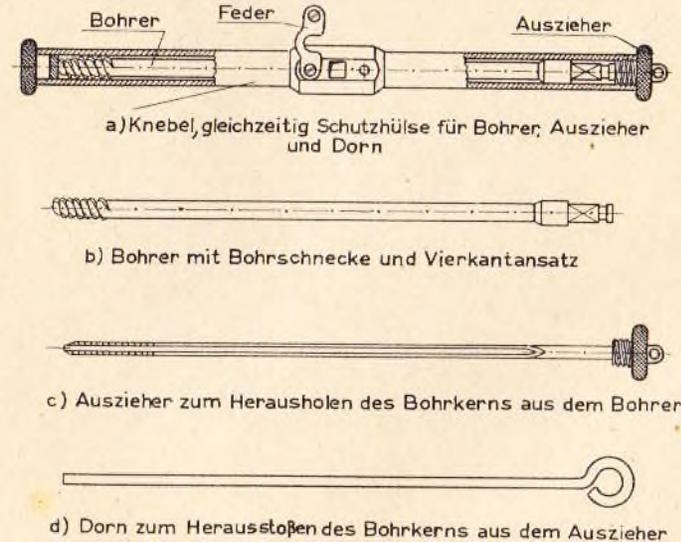


Abb. 20

Die Einzelteile des Zuwachsbohrers

Beim Untersuchen der Masten erkennt ein alter Praktiker schon am Ton, den ein Mast beim Beklopfen hören läßt, ob das Holz gesund ist oder nicht. Wird ein gesunder Mast mit einem Hammer angeschlagen — das Anschlagen mit spitzen Werkzeugen ist verboten —, so erklingt ein klarer Ton. Ein dumpfer Ton zeigt an, daß der Mast innen faul ist. Bei Frost läßt sich dieses Verfahren nicht anwenden. Stark durchnäßte Masten klingen auch wesentlich dumpfer als trockene. Es gehört schon einige Übung dazu, den Ton richtig zu unterscheiden.

Mit Sicherheit kann die innere Beschaffenheit des Holzes jedoch nur mit dem Zuwachsbohrer festgestellt werden.

Vor jedem Besteigen eines Mastes, auch beim Ausführen der geringsten Arbeit, wird mit dem Zuwachsbohrer geprüft, ob der Mast standfest ist. Bei Abbrucharbeiten ist eine Untersuchung der Masten mit dem Zuwachsbohrer stets vorzunehmen, bevor sämtliche oder der größte Teil der Leitungen losgebunden werden, denn kernfaule Masten können umbrechen, sobald ihnen der letzte Halt genommen wird.

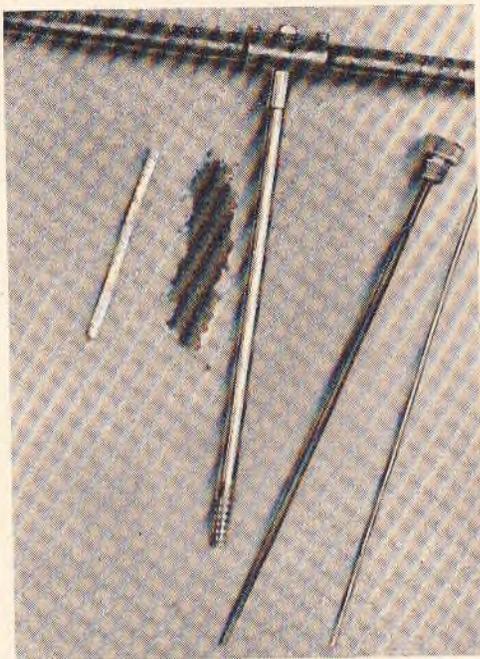


Abb. 21

Der betriebsfertige Zuwachsbohrer

Abb. 20 zeigt die einzelnen Teile des Zuwachsbohrers, Abb. 21 den betriebsfertigen Bohrer. In der Mitte von Abb. 21 sehen wir den Knebel mit eingesetztem Bohrer, links den Bohrkern eines faulen und eines gesunden Mastes, rechts den Auszieher und Dorn. Nach dem Gebrauch werden die Teile in die

Schutzhülse — das Innere des Knebels — geschoben und festgeschraubt. Der Bohrer selbst besteht aus einer Röhre mit zunehmendem Durchmesser und ist an dem engen Ende mit einer dreifachen kegelförmigen Bohrschnecke versehen, die in einem haarscharfen Kreisbohrer ausläuft. Dieser schneidet einen Kern aus dem zu untersuchenden Holz heraus, der mit dem Auszieher aus der Bohrröhre herausgeholt wird.

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

Bei seiner Verwendung wird der Bohrer rechtwinklig zum Mast angesetzt und mit kräftigem Druck gedreht, bis das Gewinde in das Holz eingedrungen ist. Alsdann wird ohne Druck bis zur Mitte des Mastes weitergebohrt. Nun wird der Auszieher vorsichtig zwischen Innenrand des Bohrers und Kern bis zur ganzen Länge eingeführt, dabei mit der gezähnten Seite (Länge 4,5 cm) gegen den Kern gerichtet. Dadurch wird der Kern festgeklemmt. Wir drehen den Bohrer dann ein wenig zurück, um den Bohrkern vom Mast zu lösen. Den Auszieher mit dem Bohrkern ziehen wir nun langsam und vorsichtig heraus. Dabei halten wir unter die Öffnung ein Stück Papier, damit der leicht zerbrechliche Bohrkern möglichst unversehrt aufgefangen werden kann. An seiner Beschaffenheit erkennen wir den Zustand des Mastes. Ein zusammenhängender fester Bohrkern zeigt uns im allgemeinen den gesunden Mast. Zerfällt er in kleine Stücke oder Holzmehl oder ist er schwammig, so ist der Mast verfault oder durch Insektenfraß zerstört. Nun drehen wir den Bohrer aus dem Mast heraus.

Das Bohrloch verschließen wir mit einem Hartholzpflöck. Wir tauchen ihn vorher in Karbolinum, drehen ihn möglichst weit mit der Hand hinein und treiben ihn mit einem Hammer fest.

Von der guten und pfleglichen Behandlung hängt die Gebrauchsfähigkeit des Bohrers ab. Er ist nach Benutzung sorgfältig zu reinigen und einzufetten und vom BTrf oder einem zuverlässigen BTr-Angehörigen zu verwahren. Keineswegs darf der Zuwachsbohrer mit dem übrigen Gerät zusammen aufbewahrt werden. Der BTr hat den Zuwachsbohrer stets bei sich zu führen.

Von der ordnungsmäßigen Prüfung der Masten auf Standfestigkeit hängt die Gesundheit und das Leben des Arbeiters ab.

4. Starkstromschutz

Dem Starkstromschutz wird trotz seiner weitgehenden Bedeutung für den Fernmeldebau vielfach nicht der gebührende Platz eingeräumt. Die meisten wissen darüber nicht Bescheid. Daher soll in diesem Abschnitt die Frage beantwortet werden, was beim Zusammentreffen von unseren Fernmeldeanlagen (FM-Anlagen) mit den Starkstromanlagen (St-Anlagen) zu beachten ist. Wir wollen einen zusammenhängenden Überblick über die Einwirkungen der Starkstromanlagen auf unsere Fernmeldeanlagen und die erforderlichen Schutzmaßnahmen geben.

Mindestens ebenso ausgedehnt wie unsere FM-Anlagen sind auch die St-Anlagen der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU). Es bleibt daher gar nicht aus, daß wir bei unseren Fernmeldebauarbeiten auf St-Anlagen stoßen.

In jedem Fall muß es dann für uns heißen:

Halt, Starkstromanlage, besondere Schutzmaßnahmen!

1. Einteilung der Starkstromanlagen

Wie bei unserem Fernmeldebau gibt es auch beim Starkstrom Freileitungen und Kabelanlagen. Dazu kommen dann noch die elektrischen Bahnen. Bestimmend für die Ausführungsform der St-Freileitungen ist die Höhe der Betriebsspannung.

a) Starkstrom-Freileitungen

aa) Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 250 Volt gegen Erde

Zunächst sehen wir uns die St-Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 250 Volt gegen Erde an. Sie dienen zur Versorgung der Wohnungen, der

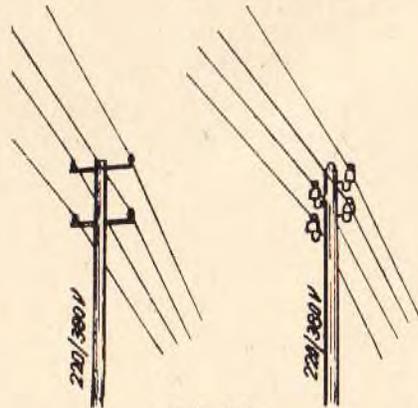


Abb. 22

Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen nach dem Weitspannsystem und in üblicher Bauweise ausgeführt

Straßenbeleuchtungen und der Kleinbetriebe mit elektrischem Strom. Bei uns in Deutschland werden diese St-Ortsnetz-Freileitungen fast stets als Drehstrom-Vierleiteranlagen mit 380/220 Volt Betriebsspannung gebaut. Die allgemein üblichen Formen sind in der Abb. 22 dargestellt.

Wie schon aus der Bezeichnung hervorgeht, gehören zu der Anlage vier Leiter, und zwar drei Phasenleiter und ein Nulleiter. Der Nulleiter ist vielfach daran erkennbar, daß er einen geringeren Querschnitt als die Phasenleiter hat oder aus anderem Material besteht. Zwischen den drei Phasenleitern beträgt die Spannung 380 Volt, und zwischen den Phasenleitern und dem geerdeten Nulleiter 220 Volt. Für die Kennzeichnung bei derartigen Anlagen ist die **Spannung gegen Erde** maßgebend. **Daher gehört die Drehstrom-Vierleiteranlage mit 380/220 Volt Betriebsspannung zu den Anlagen unter 250 Volt gegen Erde.** Die Hausanschlüsse bestehen in der Regel aus einem Phasen- und einem Nulleiter in der Anordnung nach Abb. 23, sofern keine Anschlüsse für Stromverbraucher mit höherer Leistung, z. B. Drehstrom-Motoren, erforderlich sind. Wenn noch Ortsnetze mit Gleichstrom betrieben werden, so sind diese nur vereinzelt vorhanden. Sie werden in den meisten Fällen von den EVU umgebaut.

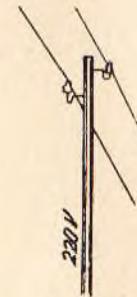


Abb. 23

Starkstrom-Ortsnetz-Freileitung für Hausanschlüsse

bb) Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen über 250 Volt gegen Erde bis 1000 Volt (1 kV)

Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen über 250 Volt gegen Erde bis 1000 Volt kommen nur selten vor. Zum Beispiel gehören dazu Speiseleitungen zu den Fahrleitungen der Straßenbahnen und der O-Bus-Linien (elektrisch betriebener Oberleitungsomnibus).

Die Bezeichnungen Niederspannungs- und Hochspannungsanlagen sollen nicht mehr verwendet werden. Früher gehörten zu den Niederspannungsanlagen alle Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 250 Volt gegen Erde, also vor allem die St-Ortsnetze. Die anderen Anlagen mit höheren Spannungen wurden als Hochspannungsanlagen bezeichnet. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird man diese Bezeichnungen auch noch weiterhin antreffen.

cc) Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber

Wir werden uns jetzt den Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber zuwenden. Es ist üblich, diese Leitungen als St-Überland-Freileitungen zu bezeichnen. Wie schon der Name sagt, dienen sie dazu, die über Land verstreut liegenden Kraftwerke, Schalt- und Umspannstationen untereinander zu verbinden und außerdem die elektrische Energie zu den Großverbrauchern (Städten, Ortschaften, Fabriken u. dgl.) heranzuführen. In den Abb. 24 bis 26 sind einzelne Ausführungsformen dargestellt. Je höher die

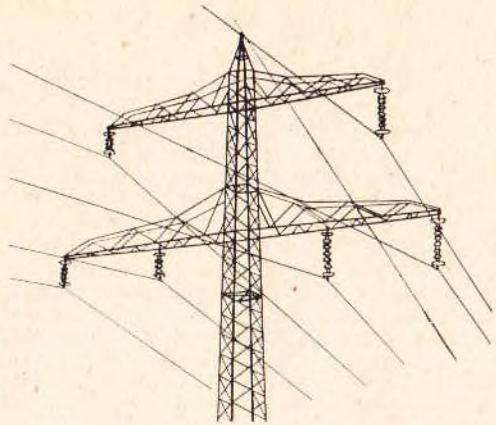


Abb. 24

Starkstrom-Überland-Freileitung mit 2 Systemen, 110 kV und 220 kV

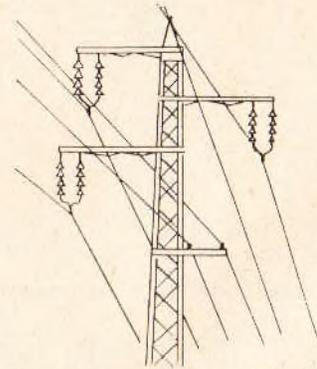


Abb. 25

Starkstrom-Überland-Freileitung mit einer Betriebsspannung von 50 kV und einer Betriebsfernmeldeleitung in erhöht sicherer Bauweise

Spannung, um so wichtiger ist die Bauweise. Am gebräuchlichsten sind die Ausführungen mit Spannungen von 6 kV, 10 kV, 30 kV, 50 kV oder 110 kV zwischen den Phasenleitern. Vereinzelt treffen wir auch auf Großanlagen von 220 kV und 380 kV.

b) Starkstrom-Kabel

Im Gegensatz zu den St-Freileitungen kennen wir bei den Starkstromkabeln in Hinsicht auf den Starkstromschutz keine besondere Unterteilung nach der Höhe der Spannung.

Starkstromkabel werden in erster Linie für die Ortsnetzversorgung verwendet, kommen aber auch für kurze Überlandverbindungen in Frage.

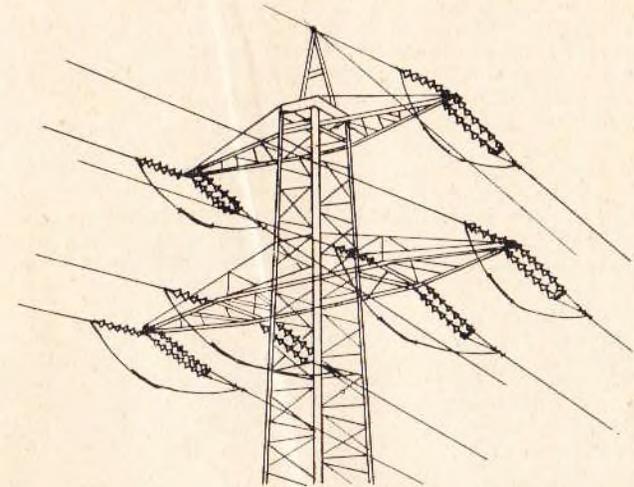


Abb. 26

Starkstrom-Überland-Freileitung mit einer Betriebsspannung von 110 kV — Abspannmast —

c) Elektrische Bahnen

Die elektrischen Bahnen können wir nicht zu den bisher besprochenen St-Anlagen zählen; sie müssen gesondert behandelt werden. Es gehören dazu die O-Bus-Linien, die elektrischen Straßenbahnen, die Schnellbahnen und die Wechselstrombahnen der Deutschen Bundesbahn. Dabei unterscheiden wir Anlagen,

- a) die mit einer Gleichstrom-Fahrleitungsspannung bis 750 Volt gegen Schienenerde oder mit Wechselstrom von höchstens 500 Volt Fahrdrachtspannung gegen Schienenerde betrieben werden und
- b) bei denen die Spannungen höher liegen.

Die elektrische Zugförderung bei den Wechselstrombahnen der Deutschen Bundesbahn ist ein besonderes Gebiet, auf das wir nicht einzugehen brauchen.

2. Einwirkungen der Starkstromanlagen auf Fernmeldeanlagen

Nachdem wir uns in großen Zügen vor Augen geführt haben, was es für Starkstromanlagen gibt, werden wir uns jetzt klarmachen, wie diese Anlagen auf unsere Fernmeldeanlagen einwirken können.

Wenn sich St-Anlagen und FM-Anlagen nähern, entsteht eine **Näherungsstelle (N)**, und wenn sie sich kreuzen, eine **Kreuzungsstelle (K)**. Beide Begriffe faßt man zusammen und spricht von den **Gefahrstellen**.

Gefahrstellen gibt es bei ober- und unterirdischen Anlagen. Wir müssen uns diese Bezeichnungen einprägen, denn im Dienstgebrauch und beim Verkehr mit den Starkstromleuten stoßen wir immer wieder darauf. Diesen Gefahrstellen gilt nun unsere ganze Aufmerksamkeit, denn hier können Schäden auftreten, die die weitestgehenden Folgen nach sich ziehen.

Bei den **St-Freileitungen** kann ein gerissener Draht oder eine zu tief hängende Leitung unsere darunter liegenden FM-Freileitungen unmittelbar berühren, so daß **Fremdspannung** auf unsere Anlage übertritt. Durch die Stromwirkungen dieser Fremdspannung können unsere Fernmeldebauarbeiter, die zufällig an der Fernmeldelinie beschäftigt sind, gefährdet, sowie bei den Vermittlungsstellen und bei den Teilnehmern die Fernsprecheinrichtungen beschädigt werden. Ebenso besteht die Möglichkeit, daß an solchen Schadenstellen durch herabgefallene St- wie auch FM-Leitungen Straßenpassanten und Fahrzeuge in Gefahr geraten.

Bei den **Kabelanlagen** können durch Überlastung der St-Kabel sogenannte **Kabelbrände entstehen**, die an den K- und N-Stellen unsere FM-Kabel beschädigen und den Fernmeldebetrieb unmöglich machen. Ferner können bei Erdarbeiten durch **mechanische Einwirkungen**, z. B. Hackenhiebe, die St- wie auch die FM-Kabel beschädigt werden, so daß die betreffende Anlage außer Betrieb gesetzt wird.

Eine Einwirkungsmöglichkeit der St-Freileitungen auf unsere FM-Anlagen besteht noch darin, daß **unsere FM-Anlagen auch ohne unmittelbare Berührung durch Starkstrom beeinflusst werden können**. Bei längeren Näherungstrecken mit St-Überland-Freileitungen über 60 kV einschließlich der Kreuzungen können auf **induktivem oder kapazitivem Weg Fremdspannungen auf unsere FM-Anlagen übertreten**, so daß der Fernsprechtbetrieb gestört und sogar das Fernmeldepersonal gefährdet wird. Die Möglichkeit von Störungen und Gefährdungen durch Fernwirkungen des elektrischen Stromes hat infolge der Umgestaltung bzw. der Neuerrichtung von einzelnen St-Überland-Freileitungen in verschiedenen Gegenden zugenommen. Die Erklärung der elektrischen Vorgänge und die Schutzmaßnahmen bei Fernwirkungen sind verhältnismäßig schwierig, so daß wir darauf hier nicht eingehen können. **Wir müssen uns nur merken, daß unsere FM-Anlagen auch ohne unmittelbare Berührung mit St-Anlagen, Fremdspannung führen können.**

Wenn wir jetzt zusammenfassen, so können durch die Einwirkungen der St-Anlagen entstehen:

- a) Gefährdungen des FM-Personals und der Straßenpassanten,
- b) Beschädigungen der FM-Anlagen und
- c) Störungen des FM-Betriebes.

3. Schutzmaßnahmen

Gegen diese Einwirkungen der St-Anlagen müssen wir Vorkehrungen treffen, um unsere FM-Anlagen zu schützen. Wir fangen mit dem Schutz unserer Freileitungen an, und zwar betrachten wir zunächst die Schutzmaßnahmen bei den St-Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 1 kV.

a) Starkstrom-Freileitungen

aa) Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 250 Volt gegen Erde

Hier sind es wieder die zahlreichen St-Ortsnetz-Freileitungen mit einer Betriebsspannung unter 250 Volt gegen Erde, die uns zu schaffen machen. Zwi-

schen diesen St-Freileitungen und unserem oberirdischen Fernmeldenetz bestehen unzählige Gefahrstellen. Wir müssen daher genau wissen, wie diese K und N bei den vorhandenen Anlagen auszusehen haben oder welche Schutzmaßnahmen bei der Errichtung neuer St-Freileitungen und oberirdischer FM-Anlagen zu treffen sind.

Wenn unsere oberirdischen FM-Anlagen, soweit die Leitungen aus FM-Drähten (auch Behelfeleitungen, wie Feldkabel, Feldfernkabel usw.) oder Luftkabeln bestehen, oberhalb gekreuzt werden, dann kommt für die St-Anlage der erhöht sichere Bau in Betracht.

Wir verstehen darunter, daß eine **erhöht sicher** gebaute St-Anlage besonders fest ausgeführt ist. Diese Bauweise wird von den EVU wegen des Verkehrs innerhalb der Ortschaften sowieso angewendet, so daß wir darüber hinaus keine wesentlichen Forderungen zum Schutz unserer Anlagen stellen müssen.

Besondere Merkmale des erhöht sicheren Baues sind folgende:

- a) Als Stützpunkte dienen Holzmasten, Stahlmasten, Stahlbetonmasten, Dachgestänge oder Rohrausleger an Gebäuden. Die Holzmasten müssen wie unsere Fernmeldemasten imprägniert sein. Rohe Holzmasten dürfen verwendet werden, wenn sie mit besonderen Erdfüßen aus Beton, Stahl oder imprägniertem Holz versehen sind, ferner, wenn sie in der Fäulniszone mit Holzschutzbandagen geschützt sind.
- b) Im Kreuzungsfeld richtet sich der Querschnitt der St-Leitungen nach der Spannweite. Je größer die Spannweite, desto größer muß auch der Querschnitt sein. In Ortschaften beträgt die Spannweite etwa bis zu 60 m. Beim Weitspannsystem liegen die Spannweiten sogar über 100 m (Abb. 22). Als Leitungsmaterial kommen hauptsächlich Kupferdrähte oder Seile aus Kupfer- oder Aluminiumdrähten in Betracht. Bei Hauszuführungen mit Spannweiten bis 35 m sind auch Kupferdrähte von 6 mm² zugelassen.
- c) Neue Leitungen müssen aus einem Stück ohne Verbindungsstelle bestehen. Bei Behebung von Störungen und ebenfalls bei schon bestehenden Anlagen ist im Kreuzungsfeld **eine** Verbindungsstelle je Leitung zugelassen. Das EVU ist gehalten, hier handelsübliche Leitungsverbinder zu verwenden. Abzweigungen dürfen im Kreuzungsfeld nicht angebracht werden.
- d) Die Isolatorstützen können unmittelbar am Mast oder auf Querträgern befestigt werden. In Holz befestigte, auf Zug beanspruchte Isolatorstützen müssen zur Sicherung gegen Lockern und Herausziehen als durchgehende Stützen mit Mutter und Unterlegscheibe nach Abb. 27c ausgebildet sein.

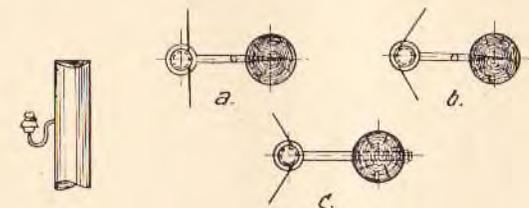


Abb. 27
Befestigung der Starkstromleitungen am Isolator

- e) Bei einer Spannweite bis 50 m im Kreuzungsfeld genügt es, wenn auf gerader Strecke die St-Leitungen auf der dem Mast zugekehrten Seite der Isolatoren nach Abb. 27a befestigt werden. In Winkelpunkten müssen sich die Leitungen nach Abb. 27b und c unter dem Einfluß des Zuges gegen die Isolatoren legen. Bei dieser Spannweite sind auch Einfach- und Doppelholzmasten zugelassen.
- f) Bei einer Spannweite über 50 m im Kreuzungsfeld dürfen bei der Verwendung von Holzmasten nur A-Masten eingebaut werden, außerdem sind für die Befestigung der St-Leitungen besondere Maßnahmen nach Abb. 28a bis c vorzusehen. Der Sicherheitsbügel nach Abb. 28a hat den Zweck, die Leitung bei Isolatorbruch von der Stütze oder dem Querträger aufzufangen. Gegen ein Herabfallen sind die Leitungen zuverlässiger gesichert, wenn sie nach Abb. 28b doppelt aufgehängt oder nach Abb. 28c an je zwei Isolatoren abgespannt werden.

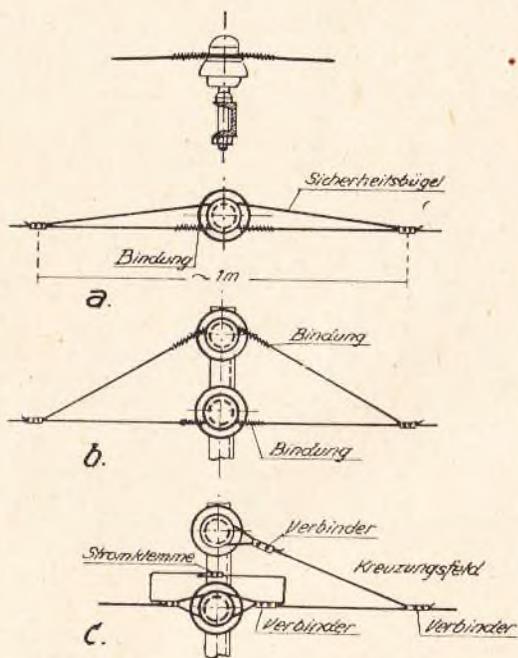


Abb. 28

Leitungsbefestigung mit „erhöhter Sicherheit“

Damit haben wir die besonderen Merkmale des **erhöht sicheren** Baues der St-Freileitungen kennengelernt. Diese Ausführungsform wird fast in jedem Fall angewendet, wenn unsere oberirdischen FM-Anlagen oberhalb gekreuzt werden. In Ausnahmefällen, z. B. bei besonders ungünstigen örtlichen Verhältnissen, kann schon einmal die Verkabelung der St-Leitungen bzw. die unterirdische Verlegung der FM-Anlagen in Frage kommen. Stellenweise

sind auch noch an solchen K-Stellen von früher her oberhalb der FM-Anlagen Maschennetze oder Schutzdrähte angebracht. Aus wirtschaftlichen Gründen und wegen der unzureichenden Sicherheit bei dieser Bauausführung ist man aber ganz davon abgekommen. Wir merken uns: **Schutznetze und Schutzdrähte sind an FM-Anlagen nicht zu verwenden.**

Der **erhöht sichere Bau der St-Freileitungen** ist die weitaus häufigste Schutzmaßnahme.

Die St-Leitungen verlaufen bisweilen unterhalb der FM-Leitungen. Diese **Unterkreuzungen der FM-Anlagen** lassen sich leider nicht vermeiden.

Das EVU muß in diesen Fällen über den Starkstromleitungen Schutzleitungen (zumeist aus Draht) anbringen. Diese sind zu erden oder zu nullen und so anzuordnen, daß eine herabfallende Fernmeldeleitung aufgefangen und gleichzeitig geerdet oder genullt wird, bevor sie mit der gefährdenden St-Leitung in Berührung kommt. Falls ein Nulleiter vorhanden ist, sind somit die Schutzleitungen mit diesem zu verbinden. Wenn der Nulleiter oberhalb der anderen St-Leitung liegt, kann er auch als Schutzleitung mitverwendet oder allein verwendet werden. So ist zum Beispiel bei einer Hauszuführung, die aus einer Phase und einem darüberliegenden Nulleiter nach Abb. 29 besteht, keine weitere Schutzmaßnahme erforderlich.

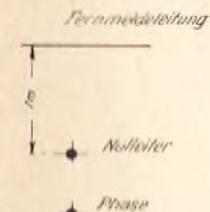


Abb. 29

Starkstromkreuzung, Fernmeldeleitung oberhalb

In ganz seltenen Fällen kommt es schon vor, daß **FM-Freileitungen über St-Leitungen in erhöht sicherem Bau** geführt werden. Diese Bauweise kommt aber nur dann in Betracht, wenn sich die FM-Leitungen nicht unterhalb der St-Leitungen führen lassen, die Anbringung von Schutzdrähten über den St-Leitungen auf Schwierigkeiten stößt und die Verkabelung der FM-Leitungen aus wirtschaftlichen oder betrieblichen Gründen nicht zugänglich ist. Bei dem erhöht sicheren Bau der FM-Anlage ist zu beachten, daß

- a) die Spannweite des K-Feldes 50 m nicht übersteigt,
- b) neue mindestens 3 mm starke Kupfer- oder Bronzedrähte oder 4-mm-Stahldrähte gespannt werden,
- c) sich im Kreuzungsfeld keine Verbindungsstellen befinden,
- d) die FM-Leitungen an den Isolatoren abzuspannen oder durch verstärkte Bindungen (6 bis 8 Schläge) gegen Gleiten zu sichern sind,
- e) die Kreuzungsmasten durch Anker oder Streben verstärkt werden,
- f) Querträger für die Isoliervorrichtungen anzubringen sind.

Bei Sprechstellenzuführungen bis 25 m Länge sind dagegen auch Hakenstützen als Mauerstützpunkte zugelassen.

bb) Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen über 250 Volt gegen Erde bis 1000 Volt

Nachdem wir die Schutzmaßnahmen bei den St-Ortsnetz-Freileitungen — also mit Spannungen bis 250 Volt gegen Erde — kennengelernt haben, werden wir uns in diesem Zusammenhang noch

die Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen über 250 Volt gegen Erde bis 1000 Volt

ansehen. Wir können uns hier kurz fassen, weil das bisher Besprochene im wesentlichen auch für diese Anlagen gilt; überdies werden wir sie, wie bereits erwähnt, auch nur selten antreffen. Wenn unsere **FM-Freileitungen überkreuzt werden und der erhöht sichere Bau anzuwenden ist**, so sind als hauptsächliche Forderungen zu beachten:

- Die Holzmasten müssen in ihrer ganzen Länge imprägniert sein. Wie bei den St-Ortsnetz-Freileitungen sind auch hier bei einer Spannweite über 50 m A-Masten zu verwenden.
- Die St-Freileitungen müssen aus Seilen bestehen und nach den Abb. 28 a bis c befestigt werden.
- In Hinsicht auf die Verbindungsstellen und Abzweigungen im Kreuzungsfeld gilt das gleiche wie bei den St-Ortsnetz-Freileitungen.

Luftkabel und Schlauchleitungen mit Zugentlastung

Zu den oberirdischen Fernmeldeanlagen gehören auch die, für deren Leitungsführung Luftkabel oder Schlauchleitungen mit Zugentlastung verwendet werden.

Werden Luftkabel überkreuzt, so ist für die Starkstromanlage der zuvor erwähnte erhöht sichere Bau erforderlich. Liegen an der Kreuzungsstelle die Luftkabel oberhalb der Starkstromleitungen, so genügt es, wenn die Masten der Luftkabelanlage durch Anker oder Streben gegen Umbrechen verstärkt sind. Bei neu auszuführenden Überkreuzungen (Herstellung von Fernsprech-Hausanschlüssen), bei denen die Luftkabel an 4-mm-Stahldrähten aufgehängt werden sollen, darf die Spannweite der Luftkabelanlage 30 m nicht übersteigen.

Nachdem im Bereich der DBP die Schlauchleitungen mit Zugentlastung eingeführt sind, stellen diese auch an Starkstromkreuzungen eine willkommene Verwendungsart dar, wenn die Betriebsspannung der Starkstromanlage nicht mehr als 250 V gegen Erde beträgt. Da die Schlauchleitungen mit Zugentlastung eine gegen die Betriebsspannung der Starkstromanlage ausreichende isolierende Umhüllung zu den Schlauchleitungsadern haben und das Schlauchleitungsinne durch ein geerdetes Geflecht aus verzinkten Stahldrähten geschützt ist, brauchen an Kreuzungsstellen von Schlauchleitungen mit Zugentlastung und Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen bis höchstens 250 V gegen Erde — einerlei welche Leitungen oberhalb kreuzen — keine zusätzlichen baulichen Maßnahmen angewendet zu werden.

Leitungsführungen in Schlauchleitungen **ohne** Zugentlastung, Rohrdrähten, Feldkabeln, Feldfernkabeln u. dgl. stellen Behelfsbauweisen dar, die man bei Überkreuzungen von Starkstrom-Freileitungen unbedingt vermeiden muß und heute auch vermeiden kann. Die Aufhängung muß mit Hilfe von Tragdrähten von 4 mm Durchmesser (Stahldrähten) durchgeführt werden.

Die Isolierhülle würde unter der Einwirkung der ständigen Bewegungen durch die Windbelastungen schon nach kurzer Zeit durchscheuern. Dadurch würden bald Fernmeldestörungen auftreten.

Abstände

Jetzt kommen wir noch auf ein ganz wichtiges Kapitel zu sprechen: Die **Abstände zwischen den St- und FM-Anlagen an den Kreuzungsstellen**. Diese müssen wir uns unbedingt einprägen, denn gerade bei Nichteinhaltung der vorgeschriebenen Abstände können am ehesten Gefährdungen der Menschen und Beschädigungen der FM-Anlagen entstehen.

In **senkrechter Richtung** müssen die St-Freileitungen von den FM-Leitungen — auch bei größtem Durchhang —

- bei Betriebsspannungen bis höchstens 250 V gegen Erde
 - von Fernmeldedrähten und Luftkabeln mind. 1 m
 - von Schlauchleitungen mit Zugentlastung „ 0,5 m
- bei Betriebsspannungen bis 1000 V „ 1,5 m entfernt sein.

Wenn an St-Anlagen **Schutzleitungen** angebracht sind oder der Nulleiter als Schutzvorkehrung verwendet wird, beträgt der Abstand zu der FM-Anlage **mindestens 1 m** (Abb. 29).

In **waagerechter Richtung** muß zwischen den Bauteilen der beiden Anlagen — also auch von den Querträgern und Masten — ein Mindestabstand von 1,25 m vorhanden sein.

Näherungen

Anfangs hatten wir festgestellt, daß zu den Gefahrstellen Kreuzungen und Näherungen der St- und FM-Anlagen gehören. Die Schutzmaßnahmen an den Kreuzungsstellen haben wir ausführlich behandelt, nun wenden wir uns den

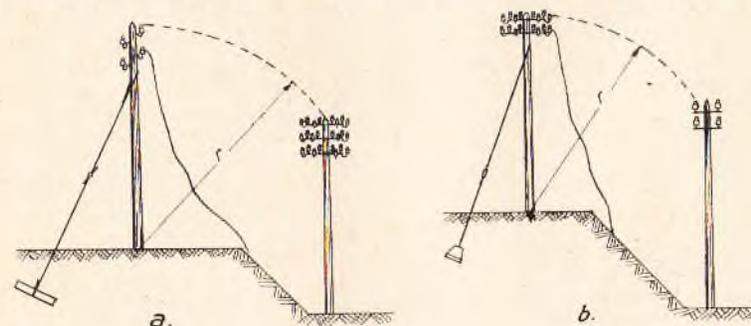


Abb. 30

Gefährdung bei oberirdischen Näherungen. Umbruch des erhöht stehenden Mastes oder Bruch der höher liegenden Leitungen

Näherungen zu. Sie spielen bei den St-Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 1 kV eine untergeordnete Rolle. Da die grundsätzliche Forderung besteht, St- und FM-Anlagen möglichst weit voneinander zu errichten, werden nur selten Gefährdungen durch Näherungen entstehen. Schutzvorkehrungen sind nur dann erforderlich, wenn bei Umbrüchen von Leitungsmasten aus Holz oder beim Bruch und Abtrieb der höher liegenden Leitungen sich St- und FM-Leitungen berühren können. Dabei braucht der gleichzeitige Umbruch von Masten gegeneinander oder der gleichzeitige Bruch und Windabtrieb der St- und FM-Leitungen gegeneinander nicht in Betracht gezogen zu werden. Bei einer Gefährdungsmöglichkeit durch Mastumbruch sind die jeweils höher liegenden Stützpunkte besonders standfest durch Verwendung von Anker oder Streben nach Abb. 30a und b zu bauen.

Bei einer Gefährdung durch Leitungsbruch ist die jeweils höher liegende Leitung und ihre Befestigung an der Isoliervorrichtung **erhöht sicher** auszuführen. Wenn an Stelle von Fernmeldestrahlen Luftkabel oder Schlauchleitungen mit Zugentlastung verlegt sind, brauchen bei Näherungsfällen mit den St-Freileitungen keine besonderen Schutzmaßnahmen berücksichtigt zu werden.

Damit sind wir am Ende eines besonders wichtigen Abschnittes des Starkstromschutzes angelangt, denn gerade bei den Fernmeldebauarbeiten treffen wir auf derart zahlreiche Gefahrstellen mit St-Freileitungen unter 1 kV Betriebsspannung, daß wir uns jederzeit über die erforderlichen Schutzvorkehrungen im klaren sein müssen. Weit weniger verbreitet sind die sogenannten St-Überland-Freileitungen. Dementsprechend gibt es auch eine viel geringere Anzahl von Gefahrstellen durch Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen über 1 kV. Dagegen sind die Schutzvorkehrungen, die an einer solchen Anlage berücksichtigt werden müssen, wesentlich weitgehender. Das kann man sich auch gut vorstellen, denn **je höher die Spannungen bei den St-Freileitungen liegen, desto größer können die Gefahren sein und entsprechend umfangreicher muß auch der Starkstromschutz durchgeführt werden.**

cc) Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber
Welche Maßnahmen im einzelnen bei den St-Freileitungen über 1 kV erforderlich sind, brauchen wir nicht zu wissen, denn das ist Angelegenheit des betreffenden BzBf und der Starkstromstelle des FBA. Aber uns müssen **die wesentlichen Merkmale der Bauweise an den Kreuzungen und Näherungen über 1 kV** bekannt sein, damit jeder vorhandene Mängel ohne weiteres erkennt. In unserem nächsten Abschnitt sprechen wir also über die Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen mit den St-Freileitungen mit Betriebsspannungen über 1 kV.

Zunächst sehen wir uns die **K-Stellen** an. Dabei müssen **Unterkreuzungen** unserer oberirdischen Fernmeldeanlagen unterbleiben. Demzufolge kommt die Anbringung von Schutzleitungen an der St-Anlage oberhalb der Leitungen auch nicht in Frage. Überhaupt können wir uns grundsätzlich merken, daß an den St-Überland-Freileitungen Schutzleitungen oder auch Schutznetze irgendwelcher Art, wenn diese auch bisweilen noch bestehen, nicht mehr zugelassen sind.

Bei Überkreuzungen unserer oberirdischen FM-Anlagen werden als Starkstromschutzmaßnahmen

- a) die Bauausführung der St-Überland-Freileitung mit erhöhter Sicherheit nach § 35 oder
- b) die Erdverkabelung der oberirdischen FM-Anlage angewendet.

Ob die Ausführung zu a) oder b) gewählt wird, richtet sich überwiegend nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Im allgemeinen ist es so, daß bei den nied-

rigen Spannungen der **erhöht sichere** Bau billiger ist als eine Verkabelung der FM-Anlage, deshalb wird auch hier die Bauausführung mit **erhöhter Sicherheit** vorzuziehen sein. Bei den hohen Spannungen — zum Beispiel bei 60 kV, 110 kV und 220 kV — ist die Verkabelung der oberirdischen FM-Anlage die gegebene Schutzmaßnahme, wenn nicht die EVU ihre Anlagen sowieso schon mit **erhöhter Sicherheit nach § 35** ausführen.

Der erwähnte Paragraph ist den **VDE-Vorschriften** entnommen. VDE heißt **Verband Deutscher Elektrotechniker**. Das Vorschriftenwerk dieses Verbandes ist für die EVU und auch für die Post verbindlich und enthält unter anderem die Richtlinien, die beim Zusammentreffen der St-Anlagen mit unseren FM-Anlagen zu beachten sind. Der für uns wichtige § 35 **behandelt insbesondere den erhöht sicheren Bau der St-Überland-Freileitungen, wenn oberirdische FM-Anlagen der Post gekreuzt werden.**

Daneben gibt es noch die Bauausführung der St-Anlage mit **erhöhter Sicherheit nach § 33**. Diese Bauausführung wird u. a. bei Überkreuzungen von verkehrsreichen Fahrwegen und von bebautem Gelände angewendet, also wenn keine oberirdische Fernmeldeanlage vorhanden ist. Die Sicherheitsforderungen sind in diesem Fall nicht so weitgehend wie bei den Postkreuzungen.

Zu der Bezeichnung **erhöht sicher nach § 35** ist noch zu sagen, daß früher dafür die Bezeichnung „bruchsicher“ üblich war. Beide Bezeichnungen bedeuten das gleiche, nur die Bezeichnung „bruchsicher“ soll jetzt nicht mehr verwendet werden.

Durch welche Bauweise der St-Anlagen ist nun die erhöhte Sicherheit nach § 35 gekennzeichnet?

- a) Die Kreuzungsmasten sind als **Abspannmasten** (Abb. 26) — also stärker als auf der freien Strecke — auszuführen. Neben Stahl- und Stahlbetonmasten kommen bei St-Anlagen bis 30 kV und bei gerader Leitungsführung auch A-Masten aus Holz in Betracht. Diese müssen in ganzer Länge gegen Fäulnis geschützt, d. h. imprägniert, sein. Einfache und Doppelholzmasten sind nur als Tragmasten zur Unterteilung des Kreuzungsfeldes zugelassen. Alle Masten, auch die außerhalb des Kreuzungsfeldes, sollen durch einen roten Blitzpfeil gekennzeichnet sein. Dieser Pfeil bedeutet:

Achtung — Hochspannung — Lebensgefahr!

- b) Die Holzmastanlagen baut man meistens mit Spannweiten bis zu 80 m, während bei den Anlagen mit Betriebsspannungen von 60 kV und darüber das Weitspannsystem mit durchschnittlich 250 m Spannweite angewendet wird. **Im Kreuzungsfeld ist die Spannweite in der Regel geringer als in den Nachbarfeldern.** An den Stützpunkten sind bisweilen Systeme mit verschiedenen Betriebsspannungen und auch Betriebsfernmeldeleitungen unterhalb der Phasenleiter angebracht (vgl. Abb. 24 und 25).
- c) Die Starkstromleitungen bestehen hauptsächlich aus Kupfer- oder Stahlaluminiumseilen. Sie sind entweder an je zwei **nebeneinander angeordneten Stützenisolatoren unter zusätzlicher** Verwendung eines 1 m langen Hilfsseils oder an je 2 Isolatorketten abzuspannen (vgl. Abb. 26). Von der Abspannung der Leitungen im Kreuzungsfeld kann abgesehen werden, wenn die Leitungen in gerader Richtung verlaufen und an senkrecht hängenden Doppelketten so befestigt sind, daß die Ketten bei einem Leitungsbruch im Nachbarfeld als Abspannketten wirken können.
- d) Leitungsverbindungen und Abzweigungen sind an den Kreuzungsfeldleitungen nicht zulässig.

- e) **Der Abstand der St-Anlage von der FM-Anlage in senkrechter Richtung** liegt natürlich höher als bei den St-Anlagen unter 1 kV und beträgt **mindestens 2 m**. Dagegen bleibt der **Abstand in waagerechter Richtung von 1,25 m bestehen**.

An den Kreuzungen kommt noch als weitere Schutzmaßnahme, wie bereits erwähnt, die

Erdverkabelung der oberirdischen FM-Anlagen

in Betracht. Als Zwischenkabel wählt man Erdkabel. Die Kabelstrecke ist so lang zu bemessen, daß beim **Umbruch der Starkstrommasten oder beim Abtrieb gerissener St-Leitungen durch Wind die oberirdischen Bauteile der FM-Anlage nicht berührt werden**. Danach wird bei senkrechter Kreuzung das Kabelzwischenstück am kürzesten sein, während es bei schrägen Kreuzungen entsprechend länger sein muß. Falls die St-Leitungen auf Stahl- oder Betonmasten verlegt werden — was bei Anlagen von 60 kV und darüber fast immer der Fall ist — bestehen somit keine Bedenken, wenn die Länge des Zwischenkabels lediglich nach dem Abtrieb der gerissenen St-Leitungen ermittelt wird. Für diesen Fall ergibt sich nämlich eine erheblich kürzere Verkabelungsstrecke. Als Abschluß des Kabels dienen wettersichere Endverzweiger oder Überführungsendverschlüsse. Die erforderliche Verkabelungslänge wird vom FBA im Benehmen mit dem EVU ermittelt.

Eine Erdverkabelung der oberirdischen FM-Anlage kann ebenfalls bei **Näherungen** in Betracht kommen. Die Länge des Kabelzwischenstücks richtet sich dann nach der Näherungsstrecke.

Außerdem wird in **Näherungsfällen**

aber auch noch die Verlegung der St- bzw. der FM-Anlage mit **erhöhter Sicherheit** angewendet. In diesem Fall braucht die St-Überland-Freileitung nur **nach § 33 erhöht sicher** ausgeführt zu werden; es ist also zum Unterschied zu den Richtlinien über Postkreuzungen nach § 35 die einfachere Bauweise, wie sie mit Rücksicht auf den Straßenverkehr gefordert wird, ausreichend. Die FM-Anlage braucht nur dann **erhöht sicher** gebaut zu werden, wenn die Gefahr besteht, daß durch Mastumbrüche oder Zerreißen der FM-Leitungen eine Berührung der beiden Anlagen eintreten kann. In den meisten Fällen wird eine Verstärkung der FM-Masten durch Anker oder Streben ausreichen.

Damit haben wir den Starkstromschutz bei den St-Freileitungen mit Betriebsspannungen über 1 kV ausreichend behandelt.

dd) Grundsätzliche Bestimmungen

Wir besprechen jetzt noch einige grundsätzliche Bestimmungen, die allgemein alle St-Freileitungen betreffen. Wenn neue St- oder FM-Freileitungen errichtet werden, so sind sie möglichst so zu führen, daß keine Kreuzungen und Näherungen entstehen. Läßt sich ein Zusammentreffen beider Anlagen nicht vermeiden, dann ist eine senkrechte Überkreuzung der oberirdischen FM-Anlage anzustreben.

Kreuzungen unmittelbar über FM-Masten sind zu vermeiden. Falls dies nicht möglich ist, muß zwischen den kreuzenden St-Freileitungen bei größtem Durchgang mindestens ein Abstand von 3 m zur oberirdischen FM-Anlage bestehen.

FM-Freileitungen der Post dürfen aus Gründen der Sicherheit und zur Abgrenzung der Verantwortung bei Unfällen grundsätzlich nicht mit St-

Freileitungen an gemeinsamen Masten befestigt werden. Hierunter fallen auch die Bauteile elektrisch geladener Weidezäune und deren Zuleitungen. Die Elektrozäune müssen deutlich sichtbar durch Warnungsschilder mit der Aufschrift „Vorsicht — Elektrozaun!“ gekennzeichnet sein. Bei der Auslegung von FM-Leitungen über vorhandene Elektrozäune oder über deren Zuleitungen muß die Zaunanlage abgeschaltet werden, um auf den Fernmeldemasten Arbeitende nicht durch Schockwirkung zu belästigen. Zwischen **Elektrozäunen und FM-Leitungen** ist der **senkrechte** Abstand dadurch gegeben, daß an K- und N-Stellen eine Bauhöhe der Elektrozäune von 2 m nicht überschritten werden darf. Ein **waagerechter** Mindestabstand der **Elektrozäune** von den FM-Masten, ihren Ankern und Streben ist nicht festgelegt.

In Hinsicht auf die **Elektrozaun-Zuleitungen** müssen bei Über- und Unterkreuzungen von FM-Leitungen folgende Abstände vorhanden sein:

- | | |
|--|-------|
| a) In senkrechter Richtung von Fernmeldedrähten (auch Feldkabel, Feldfernkabel und ähnlichen Behelfsleitungen) | 1 m |
| Luftkabeln und Schlauchleitungen mit Zugentlastung | 0,5 m |
| b) in waagerechter Richtung von den Bauteilen der FM-Leitungen | 1 m |

Beim Überkreuzen von FM-Drähten (auch Feldkabel, Feldfernkabel und dgl. muß die **Elektrozaun-Zuleitung** wie eine St-Ortsnetz-Freileitung nach Abschnitt 3 a unter aa) ausgeführt werden. Werden Luftkabel oder Schlauchleitungen mit Zugentlastung überkreuzt, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen an der Elektrozaun-Zuleitung nicht erforderlich. Bei **Näherungen** müssen die Abstände zwischen den Bauteilen der **Elektrozaun-Zuleitung** und der FM-Leitung 1 m betragen.

Es kann schon vorkommen, daß St- und FM-Leitungen der Post in demselben Kreuzungsfeld zugleich von einer fremden dritten FM-Anlage überkreuzt werden. Man spricht dann von einer **mittelbaren Gefährdung**. Für die überkreuzende fremde FM-Anlage muß dann der **erhöht sichere** Bau gefordert werden. Besonders wichtig ist dies bei Antennenanlagen. Wenn ein Rundfunkteilnehmer seine überkreuzende Antenne nicht so ausführt, daß Gefährdungen ausgeschlossen sind, so soll gegen ihn vorgegangen und unter Umständen die Rundfunkgenehmigung eingezogen werden. Dabei ist zu beachten, daß für uns bei der Post **isolierte Antennen blanken Leitungen gleichzuachten sind. Diese Bestimmung trifft auch grundsätzlich auf alle isolierten Starkstromfreileitungen zu.**

Mit diesen Einzelbestimmungen schließen wir den wichtigsten und umfangreichsten Abschnitt des Starkstromschutzes ab. Es wird noch einmal ausdrücklich hervorgehoben, daß gerade

beim Zusammentreffen der oberirdischen FM-Anlagen mit den St-Freileitungen sich die weitaus größte Anzahl von Kreuzungen und Näherungen ergibt.

Aus diesem Grunde müssen wir auch diesen Gefahrstellen unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden, damit Starkstromschäden irgendwelcher Art gar nicht auftreten können. Die Voraussetzung dafür ist aber, daß wir die eben besprochenen Bestimmungen über die Starkstromschutzvorkehrungen einwandfrei beherrschen.

b) Starkstrom-Kabel

In diesem Abschnitt wollen wir uns den beim Zusammentreffen der FM- und St-Kabel vorzusehenden Schutzmaßnahmen zuwenden. FM-Kabel und St-Kabel sind möglichst weit voneinander zu verlegen. Immer wird sich dies aber nicht durchführen lassen, so daß sich ebenso wie bei den Freileitungen auch beim Zusammentreffen der St- und FM-Kabel Gefahrstellen ergeben. Als Gefahrstellen sind **alle Kreuzungen** und solche Näherungen anzusehen, bei denen die beiden Kabelanlagen in einem geringeren Abstand als 0,3 m nebeneinander verlaufen. An diesen Gefahrstellen müssen unsere FM-Kabel, wie bereits eingangs erwähnt, gegen mechanische Beschädigungen und gegen die bei Überlastung der St-Kabel auftretenden Wärmewirkungen geschützt werden.

Als zweckmäßigstes Schutzmittel gelten wegen der Wärmebeständigkeit Kabelschutzhauben, auch in Verbindung mit Ziegelsteinen. Sie lassen sich gleichzeitig gegen Wärme- und mechanische Einwirkungen verwenden. Außerdem kommen noch gegen mechanische Beschädigungen Kabelschutzeisen und -schutzrohre in Betracht.

Gegen mechanische Beschädigungen ist das jeweils oben liegende St- bzw. FM-Kabel stets abzudecken, ganz gleich, ob es sich dabei um Näherungen oder Kreuzungen handelt.

Dieser Schutz muß bei Kreuzungen mindestens 0,5 m zu beiden Seiten der Gefahrstellen, bei Näherungen ebenso weit über den Anfangs- und den Endpunkt der Näherungsstelle hinausragen.

Gegen Wärmewirkungen sind Schutzmaßnahmen bei Kreuzungen und Näherungen nur dann erforderlich, wenn der Abstand zwischen den beiden Kabelanlagen weniger als 0,3 m beträgt.

Die dem St-Kabel zugewandte Seite des FM-Kabels ist dann mit Kabelschutzhauben zu versehen. Die Schutzvorkehrungen müssen ebenfalls wie vorher mindestens 0,5 m über die Gefahrstelle hinausragen. Dieser Schutz gegen Wärmeeinwirkung kann auch an dem St-Kabel angebracht werden. Die einzelnen Formen der Schutzvorkehrungen sind in den Abbildungen 31 und 32 dargestellt.

Befinden sich die FM-Kabel in Kanälen, ist ein Schutz gegen Wärme und mechanische Einwirkungen nicht erforderlich. Liegt aber das St-Kabel oberhalb des Kanals, so ist es gegen mechanische Beschädigungen abzudecken. Die St-Kabel dürfen nicht in unseren Kanalanlagen untergebracht und unmittelbar auf unseren Kabelformstücken gelagert werden. Bei Parallelführungen mit unserem Kanalzug sind die St-Kabel mindestens in einem Abstand von **20 Zentimeter** auszulegen. Die Verlegung von St- und FM-Kabeln in einem gemeinsamen Graben ist zu vermeiden. Nur, wenn sich dadurch wesentliche Kosten ersparen lassen, kann ausnahmsweise nach vorhergehender Überprüfung durch die vorgesetzten Dienststellen davon Gebrauch gemacht werden.

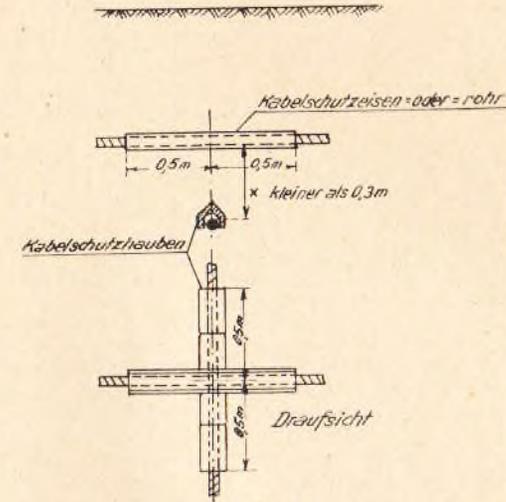


Abb. 31
Erdkabelkreuzung

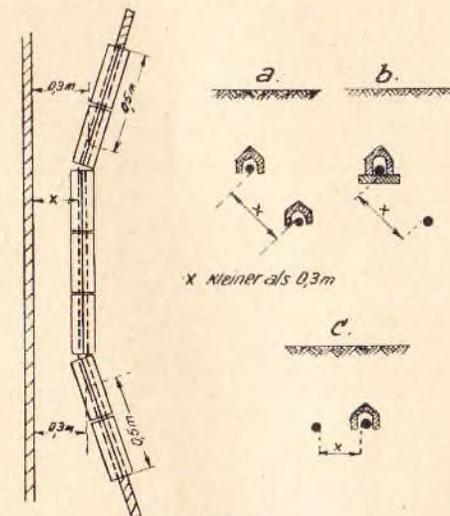


Abb. 32
Erdkabelnäherungen

c) Verlegung von FM-Leitungen in Gebäuden

Bei der Verlegung von FM-Leitungen in Gebäuden ist ebenfalls darauf zu achten, daß sie möglichst weit entfernt von den St-Leitungen geführt werden.

Treten Kreuzungs- und Nahrungsstellen auf, so soll der Abstand zwischen den Bauteilen der beiden Anlagen zehn Millimeter betragen.

Wenn sich die losen Schnüre von Fernsprechapparaten und Tischlampen, Heizkörpern usw. kreuzen, dann ist der Fernsprechteilnehmer auf die Gefahren hinzuweisen, die durch schlecht isolierte Leitungen entstehen können. Besonders vorsichtig müssen wir uns bei unter Putz verlegten St-Leitungen verhalten. Bevor in solchen Räumen mit der Arbeit begonnen wird, erkundigt man sich vorher beim Teilnehmer über den Verlauf der St-Leitungen, weil man sich sonst durch das Einschlagen von Nägeln oder dgl. gefährdet und außerdem noch die fremde Anlage beschädigen kann.

d) Gefahrstellen zwischen unterirdischen und oberirdischen Anlagen

Gefahrstellen können auch beim Zusammentreffen von oberirdischen und unterirdischen St- bzw. FM-Anlagen entstehen. Dieser Fall tritt z. B. dann ein, wenn ein FM-Kabel in der Nähe eines Mastes einer St-Freileitung vorbeigeführt wird. Bei den Aufgrabungsarbeiten kann die Standsicherheit des St-Mastes so vermindert werden, daß er umfällt, oder es wird später das FM-Kabel bei Aufgrabungsarbeiten am St-Mast beschädigt.

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

Dieser Schutz muß genau so wie bei den anderen unterirdischen Gefahrstellen mindestens **0,5 m über die gefährdete Stelle** hinausragen. Wenn die Annäherung zwischen der oberirdischen Anlage und den unterirdischen St- bzw. FM-Kabeln über 0,8 m beträgt, sind Schutzvorkehrungen nicht erforderlich.

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

Damit haben wir den Starkstromschutz beim Zusammentreffen unserer FM-Kabel mit St-Kabeln ausreichend behandelt. Wenn die Bestimmungen auch nicht so umfangreich sind wie bei den oberirdischen Anlagen, so sind sie doch ebenso wichtig und müssen auch unbedingt bei unseren Fernmeldebauarbeiten beachtet werden.

e) Elektrische Bahnen

Als nächste und letzte St-Anlage sehen wir uns die elektrischen Bahnen an. Welche Anlagen dazu gehören, haben wir bereits eingangs besprochen. Die

Schutzvorrichtungen für unsere FM-Leitungen sind in großen Zügen die gleichen wie bei den anderen St-Anlagen.

Bei **Kreuzungen** wird fast in allen Fällen die Erdverkabelung der oberirdischen FM-Anlagen angewendet, sofern nicht betriebliche Gründe dagegen sprechen. Falls doch oberirdische Kreuzungen in Betracht kommen, richtet sich die Schutzmaßnahme nach der Höhe der Spannung der Bahnanlage. Bei Bahnen mit Gleichstrombetrieb bis 750 Volt oder Wechselstrombetrieb bis 500 Volt Spannung werden über den Fahrdrahnen an den Bahnmasten als **Schutzvorrichtung geerdete Drahne** angebracht. Bei den darüberliegenden Spannungen bis 1000 Volt kommen **zwei oder mehrere geerdete Schutzdrahne in Betracht**. Bei noch höheren Spannungen sind **geerdete Schutznetze** vorzusehen, deren Ausführung besonders festgelegt wird.

Bei **Näherungen** erubigen sich Schutzmaßnahmen an der Bahnanlage, weil mit Fahrleitungsbruchen und Mastumbruchen nicht zu rechnen ist. Nur wenn die oberirdische FM-Anlage so ungünstig steht, daß durch Umbrüche die Fernmeldemasten oder durch Zerreißen der FM-Leitungen die beiden Anlagen in Berührung kommen können, sind die üblichen Schutzvorkehrungen wie bei Näherungen mit St-Freileitungen an der oberirdischen FM-Anlage vorzusehen.

Die Abstände der oberirdischen FM-Anlage von den Bauteilen der Fahrleitungen müssen in senkrechter Richtung mindestens 3 m und in waagrechter Richtung mindestens 1,25 m betragen.

Wir können also zusammenfassen, daß die Gefährdungen unserer oberirdischen Fernmeldeanlagen durch die elektrischen Bahnen verhältnismäßig gering sind, denn bei Kreuzungen kommt meistens die Erdverkabelung in Frage, und bei Näherungen wird, durch die Eigenart der Bahnanlagen bedingt, nur selten eine Schutzvorkehrung erforderlich sein. So werden wir auch bei den Fernmeldebauarbeiten kaum mit Gefahrstellen an Bahnanlagen in Berührung kommen.

4. Schlußbetrachtungen

Abschließend wollen wir uns einen Überblick über das gesamte Gebiet des Starkstromschutzes verschaffen. Zunächst stellten wir fest, was für St-Anlagen es gibt und welche Einwirkungen von diesen Anlagen auf unsere FM-Anlagen auftreten können. Danach teilten wir dann auch die Starkstromschutzvorkehrungen ein. Wir unterschieden drei Abschnitte:

- a) Die oberirdischen St-Anlagen als weitaus größtes und wichtigstes Gebiet,
- b) die St-Kabelanlagen und
- c) die elektrischen Bahnen.

Alle diese Anlagen sind beim Zusammentreffen mit unseren FM-Anlagen von den EVU unter Berücksichtigung des Starkstromschutzes zu errichten und zu unterhalten. Als Richtlinien dafür dienen die VDE-Vorschriften und für uns als Postangehorige in erster Linie unsere Dienstwerke, und zwar

die **Starkstromschutzanweisung** und die **FBO 15/II**. Als Behelf für die Dienstwerke wird auch die Beachtung des Sonderdrucks **„Schutz der FM-Anlagen gegen Starkstrom“** empfohlen.

Leider wurde in den Kriegsjahren und in der darauffolgenden Zeit eine Reihe von St- und auch von FM-Anlagen nicht nach diesen Vorschriften ausgeführt, so daß in **Hinsicht auf den Starkstromschutz noch weitgehende Mängel bestehen. Wir müssen daher nicht nur bei der Errichtung neuer Anlagen, sondern auch bei den bereits bestehenden Anlagen unbedingt darauf achten, daß die Starkstromschutzbestimmungen eingehalten werden.** Die Schäden und vor allen Dingen die Unfälle, die bei nachlässiger Handlungsweise unter Umständen eintreten, können nicht wiedergutzumachende Folgen nach sich ziehen. Wer selbst noch keinen Starkstromunfall erlebt hat, wird aber bereits davon gehört oder gelesen haben. Nachstehend wollen wir einen Unfall schildern, der für uns vom Fernmeldebau in seinen Auswirkungen sehr aufschlußreich ist.

„Angehörige eines BTr waren damit beschäftigt, in einer längs einer Straße verlaufenden Anschlußlinie eine Leitung zu ziehen. Parallel zur Straße liegt eine Kleinbahnstrecke, und auf dieser läuft eine private Fernmeldelinie. Aus dieser Fernmeldelinie zweigten vier Drähte ab, kreuzten unterhalb unserer Anschlußlinie die Straße rechtwinklig und führten zum Giebel eines Hauses. Zwei dieser Drähte waren blanke FM-Leitungen der Bahnfernsprechanlage, während die beiden anderen Drähte isoliert waren und die Stromzuführung für die Lichtanlage des Hauses bildeten. Leider haben die Angehörigen des BTr diese isolierten Drähte auch als FM-Leitungen angesehen, so daß sie beim Ziehen der Anschlußleitungen alle Vorsichtsmaßnahmen außer acht ließen. Die Folge davon war, daß ein Fernsprechdraht, der an unseren Masten festgelegt werden sollte, mit der Phasenleitung der St-Anlage in Berührung kam. Die St-Leitung hatte zwar eine Isolierhülle, aber diese war nicht fest genug, um ein Einschneiden durch den aufliegenden FM-Draht zu verhindern. FArb M. arbeitete auf einem Mast, der unglücklicherweise mit einem Erdungsdraht versehen war. M. berührte den unter Strom stehenden FM-Draht und sackte in seinem Gurt zusammen. Seine Arbeitskameraden brachten ihn, nachdem sie den Phasenleiter mit einer isolierten Zange durchgeschnitten hatten, sofort in ein Krankenhaus. Dort konnte aber nur noch der Tod des M. festgestellt werden.“

Wir lernen daraus, daß bei Arbeiten in der Nähe von allen fremden Leitungsanlagen — auch den scheinbar harmlosesten — äußerste Vorsicht geboten ist, weil sich darunter auch Starkstromleitungen befinden können.

Vor dem Beginn der Arbeiten hätte von dem BTrf und den FArb unbedingt festgestellt werden müssen, daß sich in der fremden Leitungsanlage auch eine St-Leitung befand. **Also hat jeder Fernmeldebauarbeit eine eingehende Auskundung voranzugehen**, für die in erster Linie der BTrf verantwortlich ist. Aber auch alle übrigen Angehörigen des BTr haben auf die Einhaltung der Sicherheitsmaßnahmen zu achten, denn gerade sie werden bei nachlässiger Handlungsweise zuerst betroffen. St-Schadenstellen und Mängel an Schutzvorkehrungen müssen bereits vor Beginn der Arbeiten beseitigt werden. Dazu ist es erforderlich, daß wir an Ort und Stelle enge Beziehungen mit den zuständigen EVU unterhalten.

FM-Anlagen, die durch Fernwirkungen von St-Überland-Freileitungen und von Wechselstrombahnen Fremdspannungen erhalten können, sind als gefährdend anzusehen. Alle gefährdenden Teile einer solchen FM-Anlage werden durch rot gestrichelte Blitzpfeile (⚡) oder Warnschilder gekennzeichnet. Zum Unterschied davon müssen alle St-Anlagen mit Betriebsspannungen

von mehr als 250 Volt gegen Erde durch Warnschilder mit rotem Blitzpfeil (⚡), vielfach noch mit der Aufschrift „Hochspannung — Vorsicht — Lebensgefahr“ gekennzeichnet sein.

Während der Arbeiten an FM-Freileitungen, die St-Freileitungen überkreuzen, wird zweckmäßig die St-Anlage abgeschaltet. Die Zeit der Abschaltung ist mit dem EVU festzulegen. Wenn eine Berührung zwischen FM- und St-Leitungen sicher vermieden werden kann, dürfen auch bei trockenem Wetter unterhalb der überkreuzenden FM-Leitungen Hanfnetze gespannt werden. Bei Arbeiten an FM-Leitungen, die unterhalb der St-Freileitungen verlaufen, ist ein Emporschnellen der FM-Leitungen durch ein über die FM-Leitungen geworfenes Hanfseil zu verhindern. Auch bei Arbeiten in der Nähe von St-Erdkabeln ist die genaue Lage der Kabel zu ermitteln, damit Unfälle und Beschädigungen vermieden werden. **Alle Arbeiten an Gefährstellen sind grundsätzlich unter der Anleitung und Verantwortlichkeit des BTrf oder seines Vertreters durchzuführen.**

Zu dem geschilderten Unfall fragen wir uns noch, ob der verunglückte FArb M. richtig behandelt worden ist. Dazu kann man nur feststellen, daß die Arbeitskameraden des M. einen unverantwortlichen Fehler dadurch begingen, daß sie den Verunglückten **sofort** wegbrachten. Bei dem vielleicht nur Bewußtlosen mußten **schnellstens an Ort und Stelle** durch Beatmung von Hand Wiederbelebungsversuche einsetzen, bis ein Arzt eintraf. Er hätte dann unter Umständen am Leben bleiben können.

Grundsätzlich ist zu beachten, daß bei Unglücksfällen durch Starkstrom die **ersten zwei bis drei Minuten** für die Rettung des Verunglückten entscheidend sind.

Am Schluß dieses Abschnitts erkennen wir jetzt, wie wichtig der Starkstromschutz für unseren Fernmeldebau ist. Zukünftig müssen wir in jedem einzelnen Fall auf die unbedingte Einhaltung der St-Schutzvorrichtungen achten, und zwar nicht nur bei den neuen, sondern auch bei den bereits bestehenden Anlagen, um Unfälle und Schäden zu vermeiden.

Festgestellte Mängel sind sogleich dem BTrf oder Vertreter zu melden, außerdem ist auch möglichst ein Angehöriger des zuständigen EVU zu benachrichtigen.

Gerade bei Gefährdungen durch St-Anlagen ist eiliges Handeln von entscheidender Bedeutung.

