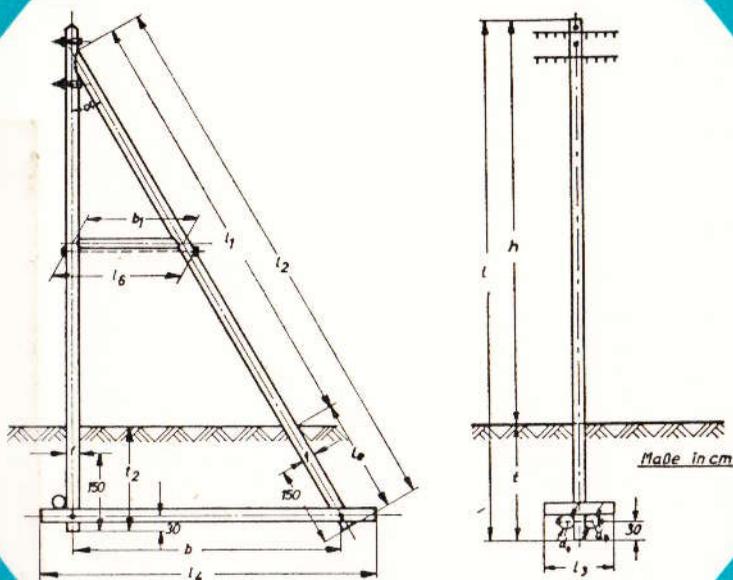


# Handbuch der Fernmeldetechnik

— Buchreihe Aft —



Band C2



## Der oberirdische Linienbau

# Handbuch der Fernmeldetechnik \*)

— Buchreihe AFt —

**17**

wichtige Lehr- und Lernwerke für den Flehrl; auch für den Handwerker F und den Fernmeldehandwerker zur Vorbereitung auf die Grundlehrgänge Ft 1 und 2 gut geeignet!

- Band A 1** — **Allgemeine Berufskunde**  
Weg und Ziel der Ausbildung — Lehrvertrag — Fernmeldehandwerkerprüfung — Tarifvertrag — Gesetze und Verordnungen des Fernmeldewesens
- Band A 2** — **Allgemeine Berufskunde**  
Allgemeines über den Staatsaufbau — Aufgaben und Gliederung der DBP — Sozialeinrichtungen bei der DBP — Musterausarbeitungen und Musterthemen
- Band B 1** — **Grundkenntnisse der Physik und Mathematik**  
Erklärung der Grundgrößen der Physik — Buchstabenrechnen — Lösen von Gleichungen — Umstellen von Formeln
- Band B 2** — **Fachzeichnen in der Fernmeldetechnik**  
Technisches Zeichnen — Stromlaufzeichnen — Planunterlagen und Zeichen in der Linientechnik
- Band B 3** — **Die Gleichstromlehre**  
Wesen der Elektrizität — Größen, Einheiten und Gesetze im Gleichstromkreis — Wirkungen des elektrischen Stromes — Arten der Spannungserzeugung — Elektrisches Feld — Kondensator
- Band B 4** — **Die Wechselstromlehre**  
(2 Teile) Dauermagnetismus — Elektromagnetismus — Freminduktion — Selbstinduktion — Entstehung des Wechselstromes — Wechselstromwiderstände — Vorgänge auf elektrischen Leitungen — Elektronenröhren — Halbleiterschaltungen — Transistoren
- Band B 5** — **Meßgeräte und Meßschaltungen**  
Aufbau und Wirkungsweise der Meßgeräte — Schaltung von Meßgeräten in Stromkreise — Rechenbeispiele
- Band B 6** — **Beispiele und Aufgaben aus der Fernmeldetechnik**  
(2 Teile) Übungsbeispiele und Aufgabensammlung aus der Physik und der Gleich- und Wechselstromlehre — Berechnen elektrischer Größen in Schaltungen der Fernmeldetechnik

— Weitere Lehrbücher siehe 3. und 4. Umschlagseite —

\*) Frühere Bezeichnung „Handbuch für den Fernmeldehandwerker der DBP“

# HANDBUCH der FERNMELEDETECHNIK

— Buchreihe AFt —



Erwerbsbuch des  
Postmuseums Nürnberg  
Nr. B 278

**BAND C 2**

## Der oberirdische Linienbau

FGB und FBZ im oberirdischen Linienbau;  
Planung und Bau oberirdischer Anschluß- und Fernlinien;  
Installationskabel und Luftkabel

5., verbesserte und erweiterte Auflage

Verlag: Deutsche Postgewerkschaft-Verlag GmbH  
6 Frankfurt - Savignystraße 29

## Vorwort

Die siebzehn Bände des „Handbuchs der Fernmeldetechnik — Buchreihe AFt —“ sollen

1. den Fernmeldelehrlingen während der Lehrzeit ein ständiger Begleiter sein und ihnen eine umfassende und gute Prüfungsvorbereitung ermöglichen,
2. den Handwerkern F aufzeigen, welches Fachwissen erforderlich ist, um genausoviel zu wissen wie die Lehrlinge am Ende ihrer Lehrzeit,
3. den Fernmeldehandwerkern die Möglichkeit geben, ihr Wissen aufzufrischen und es auf den neuesten Stand der Fernmeldetechnik zu bringen und
4. eine ausreichende Vorbereitung auf den Lehrstoff der dienstlichen Grundlehrgänge gewährleisten.

In der Fernmeldehandwerkerprüfung sowie in den Grundlehrgängen Ft 1 und 2 müssen neben den praktischen Fertigkeiten auch die theoretischen Fachkenntnisse über die Fernmeldetechnik vorhanden sein. Das gleiche gilt hinsichtlich der Kenntnisse in dem wichtigen Prüfungsfach „Allgemeine Berufskunde“ sowie in bezug auf die Grundkenntnisse über die für das Fernmeldewesen wichtigen Gesetze und Verordnungen wie FAG, TWG und FeO. Einer der Bände allein kann dem Leser dieses umfangreiche Wissen nicht vermitteln; alle siebzehn Bände zusammen (vgl. hierzu die Angaben auf der 2. und 3. Umschlagseite) enthalten jedoch das Fachwissen, das sich der Leser im Interesse des Prüfungserfolges und seines weiteren Aufstiegs aneignen muß. In dem „Handbuch der Fernmeldetechnik“ ist nur der unbedingt notwendige Lehrstoff in einfachster Form behandelt worden. Die Verfasser erheben nicht den Anspruch, daß die Bände alle Vorschriften und technischen Einzelheiten sowie das in der Praxis selten oder gar nicht Vorkommende enthalten. Ihnen ging es vielmehr darum, eine

**Fibel**

für den Fernmeldelehrling,  
für den Handwerker F und  
für den Fernmeldehandwerker

zu schaffen, die der gestellten Aufgabe ohne unnötigen Ballast im Interesse der Leser gerecht wird.

Stand Herbst 1967

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

## INHALTSVERZEICHNIS

Seite

<b>1. Allgemeines</b>	
<b>2. Beschreibung des Fernmeldebauzeugs und des Fernmeldebaugerätes</b>	
2.1. Das Fernmeldebauzeug	6
2.1.1. Die Holzmasten	6
2.1.2. Das Fernmeldebauzeug aus Stahl	14
2.1.3. Leitungsdraht	23
2.1.4. Isolatoren	24
2.1.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 2.1.	27
2.2. Das Fernmeldebaugerät	27
2.2.1. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 2.2.	34
<b>3. Die Auskundung der Linie</b>	
3.1. Der Verlauf der neuen Anschlußlinie	37
3.2. Länge und Durchmesser der Masten	38
3.3. Abstand und Standort der Masten	40
3.4. Verstärkungsmittel	41
3.5. Strebe und Anker	42
3.6. A-Mast	48
3.7. Sicherungsmittel	49
3.8. Der weitere Verlauf der Anschlußlinie	49
3.9. Das Ergebnis der Auskundung	51
3.10. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 3.	53
<b>4. Der Bau einer oberirdischen Anschlußlinie</b>	
4.1. Der Einbau von Holzmasten	54
4.1.1. Herstellen der Mastlöcher	54
4.1.2. Das Befördern der Masten zur Baustelle	57
4.1.3. Das Aufstellen der Masten	58
4.1.4. Das Anbringen der Blitzschutzdrähte	59
4.2. Verstärkungsmittel	60
4.2.1. Strebe	60
4.2.2. Anker	61
4.3. Bau eines Endmastes	65
4.4. Ausrüsten des Mastkopfes	66
4.4.1. Das Anbringen von Querträgern	66
4.4.2. Das Anbringen von Hakenstützen	69
4.5. Die Kabelüberführung, Übergang Kabel/Blankdrahtleitung	70
4.5.1. Die Aufgaben des ÜEVs	70
4.5.2. Der ÜEVs 59	72
4.5.3. Das Anbringen eines ÜEVs	74
4.5.4. Montage eines ÜEVs 59	74
4.5.5. Herstellen der Erdungsanlage an Überführungsstellen	80
4.5.6. Das Messen von Erdungswiderständen	81
4.6. Der Bau eines Abspannmastes (Linienfestpunkt)	83
4.7. Der Bau eines A-Mastes	84
4.8. Der Bau einer Blankdrahtleitung	86
4.8.1. Das Auslegen der Leitungen	86
4.8.2. Das Verbinden des Leitungsdrahtes	88
4.8.3. Das Aufbringen des Leitungsdrahtes	89

	Seite
4.8.4. Regeln des Leitungsdurchhanges .....	89
4.8.5. Das Binden und Abspannen des Leitungsdrahtes .....	92
4.8.6. Verbinden der Blankdrahtleitung mit dem ÜEVs .....	94
<b>4.9. Abschlußarbeiten beim Bau einer o. i. Linie .....</b>	<b>95</b>
4.9.1. Das Benummern der Masten .....	95
4.9.2. Aufräumen der Baustrecke .....	95
4.9.3. Das Aufstellen des Stützpunktnachweises .....	96
<b>4.10. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 4. ....</b>	<b>97</b>
<b>5. Installationskabel</b>	
5.1. Die Überführungsdose (ÜfD) .....	100
5.2. Verbindungs- und Verzweigungsdosen (VVD) .....	102
5.3. Befestigungsvorrichtungen .....	105
5.3.1. Abspannklemmen (AKl) .....	105
5.3.2. Befestigungshaken .....	106
5.4. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 5. ....	108
<b>6. Der Bau einer oberirdischen Fernlinie</b>	
6.1. Induktionsschutz .....	109
6.2. Schleifenkreuzung, Platzwechsel und Untersuchungsstellen .....	110
6.3. Regellichtraum bei Eisenbahnen .....	113
6.4. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 6. ....	114
<b>7. Der Zuwachsbohrer und seine Anwendung</b>	
7.1. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 7. ....	117
<b>8. Das Aufhängen eines Tragseil-Luftkabels (Kunststoff)</b>	
8.1. Fernmeldebauzeug und Fernmeldebaugerät .....	119
8.2. Auslegen und Abspannen des Luftkabels .....	122
8.3. Verbindungen, Abzweigungen, Übergänge .....	127
8.4. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 8. ....	129
<b>9. Zusammentreffen zwischen Fernmeldeanlagen und Starkstromanlagen</b>	
9.1. Einteilung der oberirdischen Starkstromanlagen .....	130
9.2. Allgemeine Bauweise von Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen .....	131
9.3. Kreuzungen von Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen und Fernmeldeleitungen .....	131
9.4. Näherungen von Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen und Fernmeldeleitungen .....	134
9.5. Kreuzungen von Starkstrom-Überland-Freileitungen und Fernmeldeleitungen .....	137
9.6. Gefahrenstellen zwischen unterirdischen und oberirdischen Anlagen .....	139
9.7. Schutzmaßnahmen an Fernmeldeanlagen im Bereich von Wechselstrombahnen und Hochspannungsnetzen mit starr geerdetem Nullpunkt .....	139
9.8. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 9. ....	141
<b>10. Unterhaltungsarbeiten an Holzmastlinien</b>	
10.1. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 10. ....	147

## 1. Allgemeines

Im Fernmeldebaudienst nehmen die Arbeiten an den oberirdischen Fernmeldeleitungen trotz weitgehender Verkabelung immer noch einen breiten Raum ein. Am Rande der Städte und in ländlichen Ortsnetzen (ON) finden wir ausgedehnte oberirdische Fernmeldeleitungen, die aus wirtschaftlichen Gründen vorläufig noch nicht verkabelt werden können. Ein großer Teil unseres im praktischen Fernmeldebaudienst eingesetzten Personals ist somit im oberirdischen Linienbau beschäftigt oder wird dabei als Baubeobachter eingesetzt. In immer größerem Umfang wird nämlich der oberirdische Linienbau an Auftragnehmer vergeben. Als Baubeobachter muß ein Fernmeldehandwerker (FHandw) mit den Bauvorschriften für den oberirdischen Linienbau vertraut sein.

In den nachstehenden Ausführungen werden wir uns mit der praktischen Durchführung der im oberirdischen Linienbau zu verrichtenden Arbeiten befassen, die dem FHandw obliegen. Wir wollen den Arbeitsverlauf so erleben, wie er sich tatsächlich vollzieht, und auf unnötige theoretische Erörterungen verzichten.

Im Fernmeldebau unterscheiden wir zwischen **Freileitungen** (Blankdrähte, Installationskabel mit Zugentlastung, Luftkabel) und **Linien** (Vereinigung einer oder mehrerer Freileitungen an gemeinsamen Stützpunkten mit allen Einrichtungen zum Führen der Leitungen, u. a. Masten mit Verstärkungs- und Sicherungsmitteln, Querträgern und Isoliervorrichtungen). Luftkabel mit ihren Aufhängevorrichtungen und Installationskabel mit Zugentlastung fallen unter den Begriff Freileitungen. Der Bau neuer Linien mit Tragseil-Luftkabeln alter Art ist vom Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) untersagt, weil die Unterhaltung zu kostspielig ist und häufig Störungen auftreten. Das Tragseil-Luftkabel (Kunststoff) wird zukünftig an Bedeutung gewinnen, nachdem die Entwicklung zu einem gewissen Abschluß gekommen ist.

Die Linien werden nach **Anschluß- und Fernlinien** unterteilt. In einer Anschlußlinie werden die Leitungen geführt, die die Teilnehmersprechstellen mit der Vermittlungsstelle (VSt) verbinden. In Fernlinien werden die Leitungen zwischen den VSt geführt.

Für den Bau der **Linien aus Bodenmasten** bei der Deutschen Bundespost (DBP) gelten die Vorschriften der Fernmeldebauordnung Teil 5 (**FBO 5, Ausg. 1956**). Die Bauvorschriften für die **Blankdrahtleitungen** sind in der **FBO 7** behandelt. Über die Anwendung und Montage von Tragseil-Luftkabeln (Kunststoff) und Installationskabeln mit Zugentlastung erscheint in Kürze ein Neudruck der **FBO 6: „Oberirdische Kabelanlagen“**. – Wer sich ausführlicher mit den Bauvorschriften befassen will (insbesondere mit Berechnungsbeispielen für die Belastung der Fernmeldeleitungen), wird auf die FBO 5 und FBO 7 verwiesen.

## 2. Beschreibung des Fernmeldebauzeugs und des Fernmeldebaugerätes

### 2.1. Das Fernmeldebauzeug

Unter dem FBZ verstehen wir u. a. die Gegenstände, die in die ober- und unterirdischen Linien eingebaut werden, z. B. **Masten, Leitungsdraht, Überführungsendverschlüsse, Kabel** usw.

Das FBZ für die laufend anfallenden Arbeiten wird aus dem Arbeitsvorrat des Lagers beim Bautruppführer (BTrf) oder des Gemeinschaftslagers (das ist ein gemeinsames Lager für mehrere Bautrupps am gleichen Ort) entnommen. Die Bestände werden durch Lieferungen des Fernmeldezeugamts (FZA) ergänzt, wenn der BTrf bzw. der Verwalter des Gemeinschaftslagers das Bauzeug dort mit Bestellschein anfordert. Holzmasten werden nicht vom FZA, sondern direkt vom Imprägnierwerk in das Mastenlager geliefert.

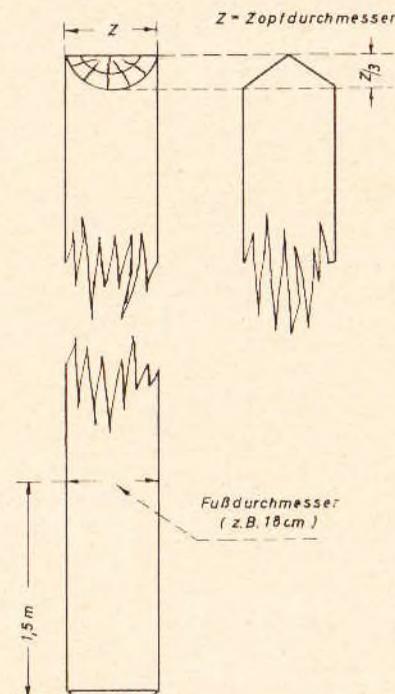
#### 2.1.1. Die Holzmasten

Als Maste eignen sich am besten harzreiche Bäume. Von unseren heimischen Waldbäumen kommen hauptsächlich Kiefern, Lärchen, Fichten und Tannen in Frage (Lärchen und Tannen sind seltener anzutreffen). Die Maste sollen möglichst gerade gewachsen sein, d. h. die Verbindungslinie zwischen den Mittelpunkten der Schnittfläche am Zopfende und Stammende muß durchweg innerhalb des Mastes verlaufen. Die Maste müssen gesund sein und frei von Fäulnis, Bohr- und Fluglöchern von Insekten, größeren Spaltrissen, Beschädigungen, tiefen Astlöchern und größeren Aststümpfen. Es dürfen nur Stammabschnitte – das sind Enden unmittelbar über dem Wurzelstock – und Mittelstücke Verwendung. Das Fußende der Masten wird rechtwinklig zur Längsachse glatt geschnitten, der Rand der Schnittfläche abgekantet und das Zopfende daehartig abgeschragt (Abb. 1). Die so beschaffenen und bearbeiteten Masten werden den Imprägnierwerken zugeführt, wo sie unter Aufsicht eines **Mastenprüfbeamten** (MBea) der Deutschen Bundespost (DBP) zum Schutz gegen **Fäulnis, Pilze und Insektenfraß imprägniert** werden. Die Verwendung von rohen, nicht imprägnierten Masten ist unzulässig.

Die in den Linien stehenden Masten stellen für die DBP einen großen Wert dar. Es war daher schon immer das Bestreben der Verwaltung, diese Werte zu erhalten und gegen Zerstörung so weit wie möglich zu schützen. Die Lebensdauer der Masten hängt von verschiedenen Umständen ab:

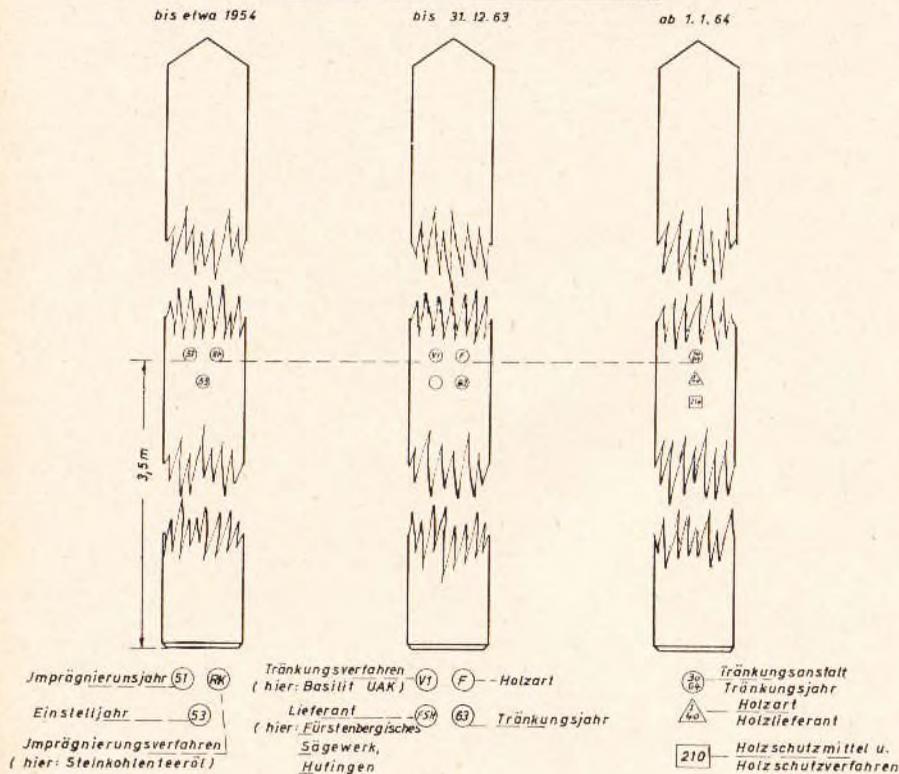
- von der Holzart und Güte der rohen Masten,
- von der Art des Imprägnierverfahrens,
- von den Eigenschaften des Schutzmittels,
- von der Bodenart,
- von den verschiedenen Einflüssen des Standortes der Masten und nicht zuletzt auch
- von der Pflege.

### Zopf- und Fußende eines Mastes



(Abb. 1)

**Anordnung der Bezeichnungsnägel**



(Abb. 2)

**2.1.1.1. Die bei der DBP gebräuchlichsten Imprägnierverfahren**

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

Bei dem Verfahren zu b) werden nur saftfrische Masten verwendet.

Die Beschaffung ausreichender Mengen von Kiefern ist in Deutschland schwierig. Die Mastenverbraucher sind daher gezwungen, insbesondere in Süddeutschland, Fichtenholz zu verwenden; dieses Holz läßt sich aus Gründen des Zellenaufbaus jedoch nur schwer imprägnieren. Die Eindringtiefen sind bei diesem Holz geringer

und vielfach auch ungleichmäßiger als bei Kiefernholz. Versuche haben ergeben, daß beim Imprägnieren von Fichtenmasten mit chromarsenhaltigen Salzgemischen im Kesseldruckverfahren hinsichtlich der Eindringtiefe bessere Werte erzielt worden sind als mit Teeröl im gleichen Verfahren. Bei den mit Teeröl imprägnierten Fichtenmasten sammelt sich das Öl vorwiegend in der Randzone. Später schwitzt es dort aus und verschmiert die Mastenaußenhaut besonders stark. Die Aussicht auf eine höhere Lebensdauer für einen Leitungsmast ist um so größer, je größer die Menge des Schutzmittels ist und je gleichmäßiger und tiefer dieses eingedrungen ist. Die **mittlere Gebrauchsdauer** der mit Teeröl getränkten Masten beträgt **etwa 30 bis 35 Jahre**; für die salzgetränkten Masten liegen noch keine ausreichenden Erfahrungen vor.

Um einen Überblick über die Wirksamkeit der Imprägnierverfahren zu erhalten, ist die DBP seit etwa 1950 bemüht, die verschiedenen Einflüsse auf die Lebens-

**MASTENABGANGSKARTE**

(Für jeden Mast und jede Strebe eine Karte ausfertigen. — Von der Jahreszahl nur die letzten 2 Zahlen in die auszufüllenden Kästchen einsetzen. — Zutreffende Kästchen diagonal anstreichen.)

OPD und FA/FBA	<input type="text"/>	4. Holzart und -lieferer	<input type="text"/>
1. Jahr des 1. Einbaus	<input type="text"/>	4.1. Kiefer K	<input type="text"/>
2. Jahr des Abgangs	<input type="text"/>	4.2. Lärche L	<input type="text"/>
3. Ursachen des Abgangs	<input type="text"/>	4.3. Fichte F	<input type="text"/>
3.1. Umbruch (sofort an FTZ)	<input type="text"/>	4.4. Tanne T	<input type="text"/>
3.2. Fehlerhaft gelieferte Masten (sofort an FTZ)	<input type="text"/>	4.5. Rohholzlieferer *)	<input type="text"/>
3.3. Masten mit rotem Farbring	<input type="text"/>	5. Imprägnierung	<input type="text"/>
3.4. Im Lager abgängig	<input type="text"/>	5.1. Imprägnierverfahren *)	<input type="text"/>
3.5. Schäden durch Pilzbefall (Fäulnis)	<input type="text"/>	5.2. Imprägnierwerk *)	<input type="text"/>
3.6. Schäden durch Insekten (Löcher)	<input type="text"/>	5.3. Imprägnierjahr	<input type="text"/>
3.7. Schäden durch Vögel (Specht)	<input type="text"/>	6. Nachschutz	<input type="text"/>
3.8. Schäden durch Anfahren/Unwetter	<input type="text"/>	6.1. Bandage	<input type="text"/>
3.9. Schäden am oberen Mastteil (1/4 der Mastlänge)	<input type="text"/>	6.2. Jahr(e)	<input type="text"/>
3.10. Schäden am mittleren Mastteil (1/4 der Mastlänge)	<input type="text"/>	6.3. Impfstichverfahren	<input type="text"/>
3.11. Schäden am unteren Mastteil (1/4 der Mastlänge)	<input type="text"/>	6.4. Jahr(e)	<input type="text"/>
		6.5. ....	<input type="text"/>
		6.6. Jahr(e)	<input type="text"/>

\*) Kennzahl nach Verzeichnis der Imprägnierverfahren, Imprägnierwerke und Rohholzlieferer sowie nach den Bezeichnungsnägeln einsetzen.

(Abb. 3)

Vorderseite

dauer der Masten systematisch auszuwerten. Zu diesem Zweck ist für jeden abgängigen Mast eine sogenannte „Mastenabgangskarte“ (Abb. 3) auszufüllen, die an das Fernmeldetechnische Zentralamt einzusenden ist und dort lochkartenmäßig ausgewertet wird. Auf der Mastenabgangskarte sind die für die Ursache des Abgangs wichtigen Angaben anzukreuzen oder durch Kennziffern einzutragen. Im Jahre 1963 hat das Bundesministerium für das Post- und Fernmeldewesen (BPM) in Heftform die „Erläuterungen zur Ausfertigung der Mastenabgangskarte mit Verzeichnis der Imprägnierverfahren, der Imprägnierwerke und Rohholzlieferer“ herausgegeben. Dieses Heftchen ist jedem Bautruppführer ausgehändigt worden. Die DPB erhält so im Laufe der Zeit einen sehr guten Überblick über die Wirksamkeit der verschiedenen Tränkungsverfahren und der während der Standdauer zusätzlich durchgeführten Holzschutzmaßnahmen. Bei annähernd 3,5 Mill. Holzmasten in den Linien der DBP ist es schon von Bedeutung, durch welche Tränkungs- und Holzschutzmaßnahmen die Standdauer um nur wenige Jahre verlängert wird.

Vermerke:

ON	.....
AsB	.....
KUF	.....
Mast-Nr.	.....
Ausgefertigt:	.....
(BTrf./Vormann/Baubeobachter, Datum)	
-----	
1. FBBz	.....
Gesehen:	.....
	(BzBl)
-----	
2. Fernmeldetechnisches Zentralamt (FTZ), VI A 1	.....
	61 Darmstadt
Vorgeprüft	.....
-----	
3. Posttechnisches Zentralamt (PTZ), II L	.....
	61 Darmstadt
Zur Auswertung	.....

071, DIN A 6/50 Bl. (Kl. 12 I)  
(Amtsb/Vf. Nr. 243/1950)

(Abb. 3)

Rückseite

Patzschke 4500 11, 63

### 2.1.1.2. Das Imprägnieren der Masten

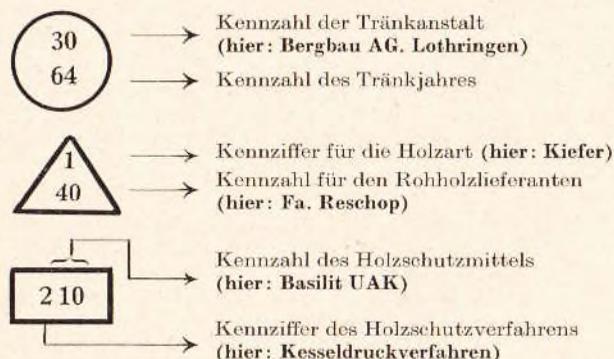
Die der Verwaltung zum Kauf angebotenen Masten werden von den Lieferfirmen angeliefert. Die Prüfung und Abnahme der rohen Masten erfolgt beim Entladen des Waggons durch den MBea. Dieser Beamte ist dafür verantwortlich, daß die übernommenen Masten den Gütevorschriften entsprechen und daß sie später ordnungsgemäß getränkt werden; er prüft weiter, ob die Sendung Kiefern oder Fichten enthält. Die Äste der Kiefern erscheinen an der Mastoberfläche oval, die der Fichten kreisrund. An diesen Merkmalen ist auch bei den in der Linie stehenden Masten mit ziemlicher Sicherheit zu erkennen, ob es sich hierbei um Kiefern- oder Fichtenmasten handelt.

Die Masten\*werden nach ihrer Länge und dem Durchmesser des Stammendes sortiert. Jeder Mast wird vom MBea überprüft; Masten, die den gestellten Anforderungen nicht entsprechen, werden aussortiert und zurückgewiesen. Die Masten werden gestapelt und, nachdem sie genügend getrocknet sind, der Imprägnierung zugeführt. Auf der Schnittfläche des unteren Mastendes wurde bis zum 31. 12. 1963 das Fußmaß durch einen Bezeichnungsnagel z. B. (18) und das Abnahmezeichen des MBea der DBP (Schlaghammerzeichen, z. B. BP 307) angebracht. So ist es in der Abb. 1 unter „alt“ dargestellt. Ab 1. 1. 1964 werden zwei Nägel eingeschlagen. Auf dem einen ist wie vorher das Fußmaß angegeben, der andere trägt das Zeichen „GP“. Das bedeutet: Güteprüfung durchgeführt; der Mast gilt als ordnungsgemäß übernommen. Die Güteprüfung erstreckt sich auch auf die sorgfältige Lagerung der Masten, sowohl im rohen als auch im getränkten Zustand. Darstellung in der Abb. 1 unter „neu“.

Der Imprägnierkessel für das **Kesseldruckverfahren** ist röhrenförmig, 28 m lang und hat etwa 2 m Durchmesser. Die Masten werden auf kleine eiserne Wagen mit halbkreisförmigen Rungen gepackt und gewogen. Es werden jeweils 3 Wagen hintereinander mit je 8 m langen Kiefernmasten in den Kessel eingefahren. Der Kessel wird luftdicht verschlossen und etwa 5 Minuten einem Überdruck von 1,5 bis 4 Atmosphären (atü) bis zur Sättigung des Holzes mit Druckluft ausgesetzt. Als dann wird auf 105 Grad Celsius erhitztes Teeröl unter Beibehaltung des Druckes in den Kessel eingelassen. Bei dieser Tränkung sind es etwa 36 t (36 000) kg Teeröl, die der Kessel aufnimmt. Nach beendeter Füllung wird das Teeröl mit einem Druck von etwa 5,5 bis 7 atü 120 Minuten lang in das Holz hineingepreßt. Dann wird das Teeröl abgelassen und die Masten im Kessel mindestens 10 Minuten einem Unterdruck ausgesetzt. Dabei wird ein Teil des Teeröls wieder aus den Masten herausgesogen. Die Masten werden nun herausgefahren und wieder gewogen. Das Mehrgewicht sagt aus, wieviel kg Teeröl die Masten während der Imprägnierung aufgenommen haben. Bei guter Beschaffenheit des Holzes sollen je m<sup>3</sup> (Kubikmeter) Holz etwa 90 kg Teeröl aufgenommen werden. Die Eindringtiefe des Teeröls wird durch Entnahme von Bohrproben mit dem Zuwachsbohrer festgestellt. **Das Teeröl soll das ganze Splintholz – das ist die den Kern umgebende äußere Holzzone – völlig durchdrungen haben.**

Nach der Tränkung werden im Imprägnierwerk in 3,5 m Entfernung vom Fußende die **Bezeichnungsnägel** eingeschlagen. Hier ist zu unterscheiden zwischen Masten, die bis zum 31. 12. 1963 getränkt und solchen, die nachher ausgeliefert wurden. Die Imprägnierung wurde bis zum 31. 12. 63 durch Brennstempel (bis 1910) oder 2 bis 4 runde Bezeichnungsnägel gekennzeichnet (vgl. Abb. 2). Die Nägel sagen aus, nach welchem Imprägnierverfahren der Mast geschützt wurde (**Imprägniernagel**), wann der Mast getränkt wurde (**Jahresnagel**), wann der Mast in die Linie erstmalig eingestellt wurde (**Einstellnagel**) und aus welchem Holz der Mast besteht (**F** = Fichte, **K** = Kiefer). Eine feste Anordnung der Nägel gab es bisher nicht. Einige Beispiele sind in Abb. 2 dargestellt.

Vom 1. 1. 1964 an werden drei Bezeichnungsnägel eingeschlagen: der runde Nagel, der dreieckige Nagel und der rechteckige Nagel (vgl. nachstehendes Muster).



Alle Kennzeichnungen werden nur durch Zahlen ausgedrückt, damit sie unmittelbar in datenverarbeitenden Maschinen eingegeben werden können. Die Bedeutung der Zahlen ist dem Heftchen „Erläuterungen zur Ausfertigung der Mastenabgangskarte mit Verzeichnis der Imprägnierverfahren, der Imprägnierwerke und Rohholzlieferer“ zu entnehmen.

In der nachstehenden Tabelle sind einige Imprägnierverfahren mit ihrer alten und neuen Bezeichnung genannt.

Imprägnierverfahren	Schutzmittel	Bezeichnungsnagel (alt)	Kennzahl-nagel (neu)
Kesseldruckverfahren (Volltränkung)	chrom-arsen-fluorhaltige Salzgemische	DV	001
Kesseldruckverfahren (Rüping-Verfahren)	Steinkohlenteeröl	RK oder R	100
Kesseldruckverfahren (Volltränkung)	Wolmanit UAR	V 6	230
Saftverdrängungsverfahren in Freianlagen (Boucherie)	Basilit UAS	B 1	311
Saftverdrängungsverfahren in Freianlagen (Boucherie)	Weylan UA/BT	B 2	321
Trog-saugverfahren (Gewecke)	Basilit UAS	G 1	411
Kesseldrucksaugverfahren (Gewecke)	Wolmanit UAR 67 G	Gk 3	531
Trogdrucksaugverfahren	Weylan UA/BT	S 2	621
Wechseldruckverfahren	Boliden K 33	W 3	722

Neben den Bezeichnungsnägeln für die Tränkung usw. finden wir Nägel, die uns Auskunft geben über einen **Nachschutz der Holzmasten**. Die Bedeutung dieser Nägel, die ca. 50 cm über der Erdaustrittsstelle und 5 cm unter der Mastnummer eingeschlagen werden, ist im Abschnitt 10. näher erläutert.

Beim Imprägnieren muß ein Unterschied gemacht werden zwischen Kiefern- und Fichtenmasten. Die Fichten sind die sauberen, vom Chromarsensalz grünlich aussehenden Masten, während die mit Teeröl imprägnierten Kiefern eine schwarzbraune Färbung haben und im frischen Zustand etwas schmierig sind. Aus diesem Grunde müssen die Masten genügend lange lagern und dürfen nicht zu frisch abgerufen werden.

Die Masten werden nach ihrer Länge und nach dem Fußdurchmesser benannt. Als **Fußdurchmesser** wird der Durchmesser (in cm) des Mastes im Abstand von 1,50 m vom Fußende bezeichnet. Dies Maß ist deshalb wichtig, weil der Mast in der Linie hier am stärksten beansprucht wird.

Über die **bei der DBP gebräuchlichen Holzmasten** und ihre Bezeichnung gibt die nachfolgende **Tabelle** Auskunft. Die Bezeichnung eines Mastes gibt Auskunft über seine Länge und den Fußdurchmesser, so bedeutet z. B.

Holzmast 6 × 15

Länge des Mastes                    6 m,  
Fußdurchmesser                    15 cm.

Holzmast	kleinster Zopfdurchmesser
6 × 15	12 cm
6 × 16	13 cm
7 × 15	11 cm
7 × 16	12 cm
7 × 17	13 cm
7 × 18	14 cm
8 × 16	11 cm
8 × 17	12 cm
8 × 18	13 cm
8 × 19	14 cm
9 × 17	12 cm
9 × 18	13 cm
9 × 19	14 cm
9 × 20	15 cm
10 × 20	14 cm
10 × 21	15 cm
11 × 21	14 cm
11 × 22	15 cm

### 2.1.2. Das Fermeldebauezeug aus Stahl

Das im oberirdischen Bau verwendete FBZ aus Stahl wird nach **besonderen technischen Vorschriften** hergestellt. Bei der Güteprüfung ist darauf zu achten, daß die einzelnen Stücke sauber ausgeführt sind und keine Risse, Brüche oder sonstige fehlerhafte Stellen aufweisen. Die Schraubengewinde sind scharf und gleichmäßig tief einzuschneiden, sie sollen frei von Farbe, aber gefettet sein. Das Stahlzeug wird in Rostschutzfarbe getaucht und dadurch gegen Witterungseinflüsse geschützt. Drahtseilklemmen, Kauschen, Spanschlösser, Ziehbänder, Vorlegeplatten, Stützen und Ankerstäbe werden feuerverzinkt geliefert.

#### 2.1.2.1. Querträger, Ziehbänder, Vorlegeplatten und Isolatorstützen

Querträger werden verwendet, wenn eine **Linie mit mehr als 2 Doppelleitungen (DI)** auszurüsten ist. Bis zu 2 Doppelleitungen können an Isolatoren auf Hakenstützen angebracht werden, aber auch nur dann, wenn zukünftig keine weiteren Leitungen an der Linie nachgebaut werden. Sonst sind sogleich statt der Hakenstützen Querträger anzubringen. Die Aufnahmefähigkeit der Stützpunkte wird durch die **Verwendung von Querträgern** erheblich gesteigert. Außerdem ist bei gleicher Leitungszahl mit kürzeren Masten auszukommen. Querträger werden auch in Linien mit Hakenstützen an den Stellen eingebaut, wo sich ein Hindernis durch Verringern des Stützenabstandes nicht überwinden läßt.

Wir haben je nach dem Verwendungszweck zwischen verschiedenen Typen von Querträgern zu unterscheiden. Der **Querträger A 1150** für einfache Holzmasten bis zu vier Doppelleitungen (Abb. 4) wird aus U-Eisen NP 4 hergestellt. Die Löcher für die Stützen werden aus den Flanschen vierkantig ausgestanzt, damit sich die Stützen beim An- und Abschrauben nicht drehen können. Dieser Querträger ist 1150 mm lang.

Querträger A 1150 DIN 48320



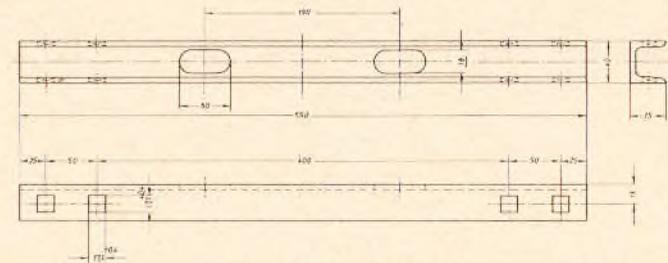
(Abb. 4)

Querträger A 1350 DIN 48320



(Abb. 5a)

Querträger 550



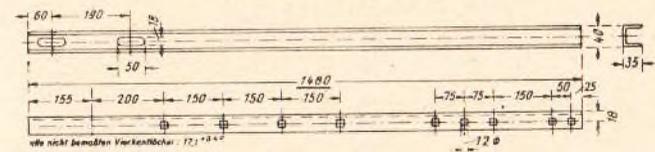
(Abb. 5b)

An der Kabelüberführung (KÜf) verwenden wir dagegen **Querträger A 1350** (Abb. 5a). Die Länge dieses Querträgers beträgt 1350 mm.

Im Jahre 1966 wurde der **Querträger 550** (Abb. 5b) eingeführt. Er ist nur 550 mm lang, daher leichter und billiger als die übrigen Querträger, und kann mit 2 Blankdrahtleitungen belegt werden. Das reicht in vielen Fällen aus, wenn man bedenkt, daß die Durchschmittbelastung der o. i. Linien in den letzten 10 Jahren von 5 auf 2,5 Doppelleitungen zurückgegangen ist. Außerdem ist es wirtschaftlich, diesen Querträger bei Bahn- und Straßenkreuzungen einzusetzen, bei denen wegen der Bauweise mit erhöhter Sicherheit die Drähte an Isolatoren auf Querträgern zu befestigen sind (s. Abschn. 3.2.). Günstig einsetzen läßt sich der Querträger 550 ebenso für das Tragen und Abspannen von Installationskabeln und Luftkabeln (über diese Bauweise s. Abschnitt 8.2.).

Wenn die Blankdrahtleitungen wegen der örtlichen Verhältnisse nur an einer Seite des Mastes geführt werden können, müssen **einseitige Querträger A 1480** verwendet werden. Diese Querträger können mit 4 DI ausgerüstet werden (Abb. 6).

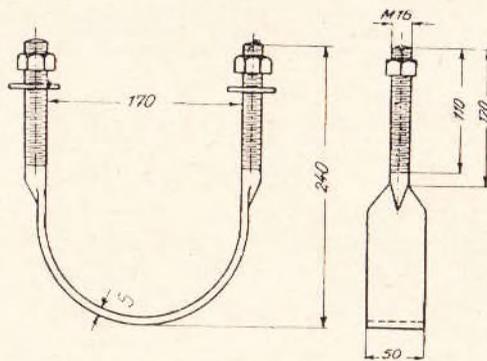
Querträger A 1480 DIN 48320



(Abb. 6)

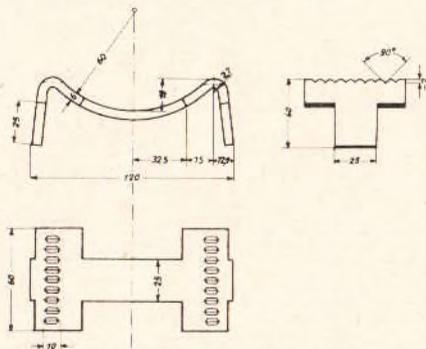
Einseitige Querträger müssen mit **einer Strebe S** verstrebt werden (Abb. 7), damit sie nicht durch die Belastung der Leitungen schräg nach unten gedrückt werden. Werden mehrere einseitige Querträger an einem Mast befestigt, so kann nur der unterste Träger mit einer Strebe verstrebt werden; die anderen Querträger sind mit einer **Versteifungsschiene (V)** zu versteifen (Abb. 8).



**Ziehband 170**

(Abb. 10)

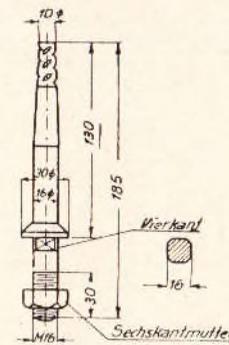
Die Ziehbänder werden aus 16 mm dickem Rundstahl hergestellt und im halbkreisförmigen Teil flach ausgeschmiedet, damit sie sich der Rundung des Mastes gut anpassen und nicht einschneiden. Die Größenangaben eines Ziehbandes (z. B. Ziehband 130) beziehen sich auf den Durchmesser der halbkreisförmigen Rundung.

**Vorlegeplatte 120**

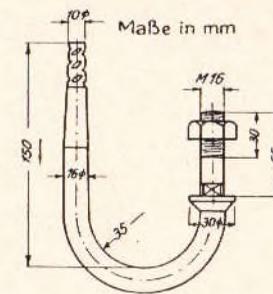
(Abb. 11)

Zwischen Mast und Querträger wird eine Vorlegeplatte (Abb. 11) eingeschoben, um dem Querträger einen festen Halt zu geben und sein Einschneiden in den Mast zu verhindern.

Für die Befestigung der Leitungen werden die Querträger mit Isolier-**vorrichtungen** ausgerüstet, die aus den **Isolatorstützen** und den **Isolatoren** bestehen.

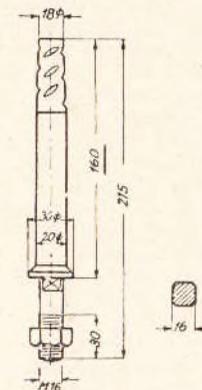
**Isolatorstütze G 130**

(Abb. 12)

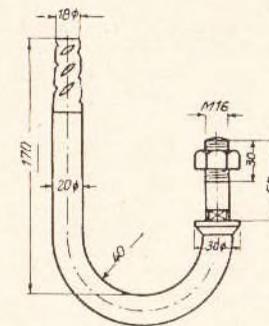
**Isolatorstütze U 150**

(Abb. 13)

Zu einer Doppelleitung gehören eine gerade und eine U-förmig gebogene Isolatorstütze (Abb. 12 und 13). Gerade und U-förmig gebogene Isolatorstützen für stärkere Belastung (z. B. Fernleitungen) sehen wir in den Abb. 14 und 15; sie unterscheiden sich von denen für Anschlußleitungen lediglich durch ihre Länge und den dickeren Schaft, auf den die Isolatoren aufgedreht werden. Der Vierkantansatz für die Befestigung der Isoliervorrichtung auf dem Querträger hat bei allen geraden und U-förmig gebogenen Isolatorstützen die gleichen Abmessungen. Es gibt also heute keine unterschiedlichen Querträger mehr für Anschluß- und Fernleitungen. Der Querträger A 1150 (Abb. 4) wird daher als „Einheitsquerträger“ verwendet. Früher gab es Stützen und Querträger mit unterschiedlichen Abmessungen für Anschluß- und Fernleitungen. Sie sind heute noch vereinzelt anzutreffen. Sollen beispielsweise auf freien Leitungsplätzen älterer Querträger weitere Leitungen angebracht werden und passen die neuen Stützen nicht in die alten Querträger, dann müssen die alten Querträger gegen Einheitsquerträger ausgewechselt werden.

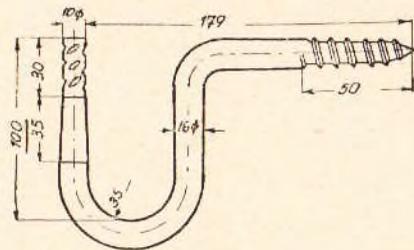
**Isolatorstütze G 160**

(Abb. 14)

**Isolatorstütze U 170**

(Abb. 15)

Isolatorstütze H 100



(Abb. 16)

Wo an Masten nur eine oder zwei Doppelleitungen angebracht werden, verwenden wir Hakenstützen H 100 (Abb. 16). Es gibt außerdem für stärkere Belastungen die Hakenstütze H 150. Sie wird heute nur selten benutzt.

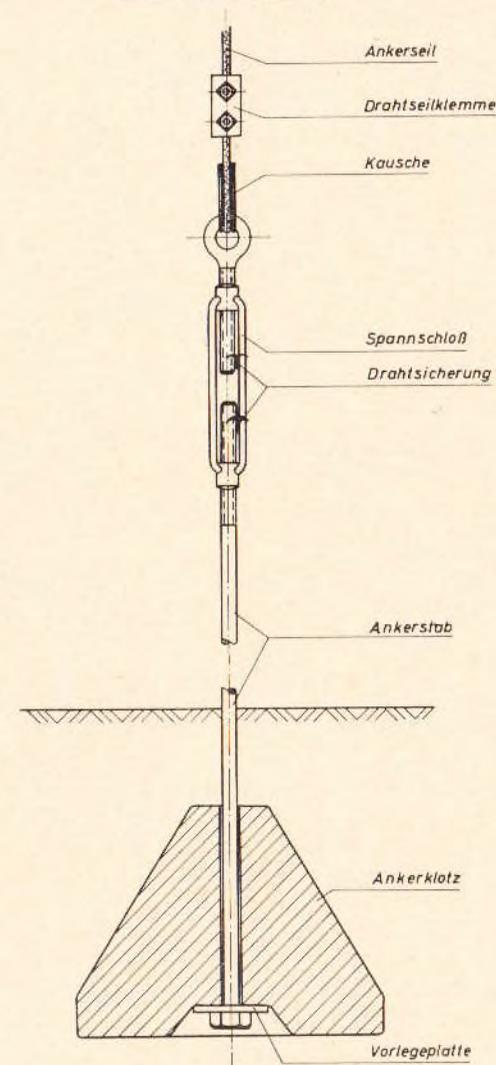
### 2.1.2.2. Stahlteile, die beim Bau der Verstärkungsmittel verwendet werden

Verstärkungsmittel bei einer oberirdischen Linie können Anker oder Streben sein. Sie sollen den Mast gegen zu starke Zugbeanspruchung (**Anker**) oder gegen zu große Druckkräfte (**Streben**) schützen. Das Zugseil des Ankers ist am oberen Ende möglichst hoch am Mast befestigt, am unteren Ende im Boden ver„ankert“. Als Streben dienen Holzmaste, die schräg gegen den zu verstärkenden Mast gestellt, oben mit ihm fest verbolt und unten im Erdreich eingegraben werden.

Der **Anker** besteht, wie die Abb. 17 sowie Abb. 52, 53 und 54 zeigen, aus mehreren Teilen. Der **Ankerstab** hat eine Länge von 2160 mm und besteht aus Rundeisen. Am unteren Ende ist ein Sechskantkopf angestaut. Der Ankerstab wird durch den kegelförmigen **Ankerklotz** aus Beton gesteckt und durch die **Vorlegeplatte** festgehalten. Das Gewindeende des Ankerstabes wird in das **Spannschloß** eingeschraubt. Mit Hilfe des Spannschlusses kann das Ankerseil gespannt werden. Das Spannschloß muß daher einerseits ein Rechts- und andererseits ein Linksgewinde (M 16) erhalten. Das Rechtsgewinde wird auf den Ankerstab gedreht; in das Linksgewinde ist ein Gewindebolzen mit Öse eingeschraubt. Durch Drehen des Spannschlusses werden entweder Ankerstab und Gewindebolzen gegeneinander in das Spannschloß hinein- oder bei umgekehrter Drehrichtung aus dem Spannschloß herausgedreht. Um mit dem Spannschloß die beste Wirkung zu erzielen, ist daher beim Herstellen des Ankers darauf zu achten, daß Ankerstab und Gewindebolzen gleichmäßig weit in das Spannschloß eingedreht werden. In die Öse des Spannschlusses stecken wir eine **Kausche für Anker- und Drahtseile**, ziehen ein Ende des Drahtseiles (Ankerseiles) hindurch und befestigen es mit einer **Drahtseilklemme**. Die Kausche soll ein starkes Knicken und damit ein Brechen der einzelnen Drähte des Ankerseiles verhindern. Am oberen Ende wird das Ankerseil um den Mast herumgelegt und ebenfalls mit einer Drahtseilklemme befestigt (s. Abb. 53). Ein **Ankerhaken** (Abb. 18) verhindert das Abgleiten des Ankerseiles am Mast.

Neben dem Anker aus Ankerstab und Beton-Ankerklotz wird ein feuerverzinkter **Schraubanker** mit einer Gesamtlänge von 200 cm als Daueranker verwendet (Abb. 19a). Das Einschrauben des Ankers in den Erdboden erfolgt mit einem „Steck-

Anker-Einzelteile



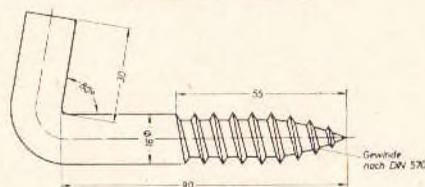
(Abb. 17)

schlüssel mit Innenvierkant 22×22 mm für Schraubanker“. Daneben wird ein **Schraubanker mit Öse** erprobt (Abb. 19b), den andere Versorgungsbetriebe bereits verwenden. Bei diesem Schraubanker fehlt am oberen Ende das Gewinde für das Spannschloß. Er wird mit dem Spannschloß durch Öse und eine Hakenschraube verbunden. Der Schraubanker mit Öse ist einfacher ins Erdreich einzubringen, weil

dafür nicht der lange Steckschlüssel benötigt wird, der in seiner Ausführung und Handhabung Nachteile gezeigt hat. Schraubanker sind für Felsböden oder feste Gesteinsböden nicht geeignet.

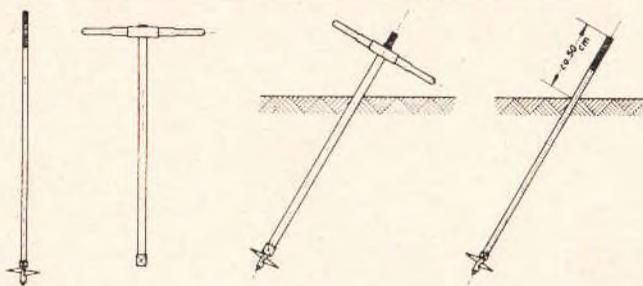
Als Ankerseil verwenden wir **Stahldrahtseile**. Je nach aufzunehmender Zugkraft wird das Ankerseil I, II oder III eingebaut. Das Ankerseil I besteht aus 19 Einzel-

### Ankerhaken 90



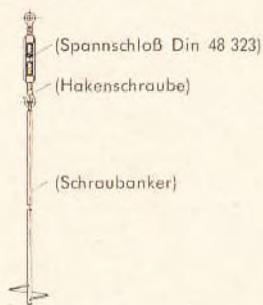
(Abb. 18)

### Schraubanker und Steckschlüssel für Schraubanker



(Abb. 19a)

### Schraubanker mit Öse



(Abb. 19b)

drähten mit je 2,1 mm Durchmesser. Es wird nur noch in starken Fernlinien verwendet. Das Ankerseil II besteht aus 7 Einzeldrähten mit je 3 mm Durchmesser. Am gebräuchlichsten ist das Ankerseil III mit 7 Einzeldrähten zu je 2,5 mm Durchmesser.

**Streben** werden an den Mast durch **Schraubenbolzen M 20** angeschraubt (Abb. 51). Sie werden aus Rundstahl von 20 mm Durchmesser mit Sechskantkopf in allen gebräuchlichen Längen geliefert. Besonders lange Schraubenbolzen werden bei A-Masten unterhalb des Mittelriegels eingezogen, um diesen in seiner Lage festzuhalten (s. Abb. 42). Unterlegscheiben verhindern, daß Kopf oder Mutter des Schraubenbolzens in das Holz hineingepreßt werden.

### 2.1.3. Leitungsdraht

Im Fernmeldebaudienst wird als Leitungsdraht für neue Linien nur noch **Bronzedraht** verwendet. Wir treffen aber noch Linien mit **Hartkupferdraht** an. Bronze ist eine Legierung von 80% Kupfer und 20% Zinn. Bronzedraht besitzt eine größere Zugfestigkeit als Hartkupferdraht.

Als Fernmeldedrähte kommen in Betracht:

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

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

Kupferdraht mit 3 mm Nenndurchmesser (Abk. E-Cu 3)  
(in neuen Linien nicht mehr einzubauen)

Die Drähte werden industriell im Ziehverfahren hergestellt. Ein glühender Metallblock wird zu diesem Zweck im Walzwerk zunächst zum Stab gestreckt und beim Durchlaufen der Walzenstraße ständig im Querschnitt vermindert und dadurch verlängert. Der so gewonnene dicke Draht wird dann durch **Ziehsteine aus Widia** (Abkürzung für „wie Diamant“) verschiedener Größe gezogen, bis er den gewünschten Querschnitt erhalten hat. Die starke Pressung, die der Draht beim Ziehen durch die Löcher mit niedrigerem Querschnitt erfährt, bewirkt eine wesentliche Verdichtung und Härtung.

Zeitweilig wurde in früheren Jahren aus Ersparnisgründen 2 mm Stahldraht als Leitungsdraht für Anschlußleitungen benutzt. Der Stahldraht hat sich besonders in feuchten Gebieten nicht bewährt, er setzte starken Rost an und war dadurch rasch im Querschnitt geschwächt. Das BPM hat daher angeordnet, heute nur noch Anschlußleitungen aus Bronzedraht herzustellen.

**Stahldraht** wird im Fernmeldebaudienst nur noch als Blitzschutzdraht (4 mm dicker Stahldraht) eingebaut. Die alten Luftkabel, die früher an Stahldrähten aufgehängt wurden, werden heute Zug um Zug bei der Instandsetzung durch Installationskabel mit Zugentlastung 1-2Y(Z)Y, Trageil-Luftkabel (Kunststoff) oder Erdkabel ersetzt.

Die Leitungsdrähte werden durch **Drahtverbindungshülsen** miteinander verbunden. Für Kupfer- und Bronzedraht sind die Drahtverbindungshülsen aus Kupfer, für Stahldraht aus Aluminium zu verwenden. Für jede Drahtstärke gibt es die entsprechende Drahtverbindungshülse (1,5 mm, 2 mm und 3 mm).

## Übersicht über die im Fernmeldebaudienst gebräuchlichen

### Drahtarten

#### a) Leitungsdrähte

Bezeichnung	Nenn-durchmesser mm	Zug-festigkeit etwa kg/mm <sup>2</sup>	Gewicht etwa kg/1000 m	Elektr. Widerst. für 1 km Doppel-leitung bei 20° C Ohm	Verwendungs-Zweck
Kupferdraht E-Cu 3	3	44	63	5,1	früher für Fern-leitungen und Bahnkreuzungen Anschlußleitg. Fernleitungen
Bronzedraht Bz II 1,5	1,5	68	16	31,4	
Bz II 2	2	66	28	17,7	

#### b) Bindedrähte (Werkstoff: Kupfer, gegläht)

Kurz-zeichen	Gewicht etwa kg/km	Bedarf bei Leitungsdrähten (Einzelleitungen)		
		aus	Länge je Bindung m	Gewicht bei 100 Bindungen etwa kg
Cu 2	28	E-Cu 3	1,2	3,4
Cu 1,5	16	Bz II 2	0,9	1,5
		Bz II 1,5	0,85	1,4

### 2.1.4. Isolatoren

Die DBP verwendet **Porzellanisolatoren**, weil diese am besten den Anforderungen entsprechen, welche an Material und Form zu stellen sind. Seit einigen Jahren werden auch Isolatoren aus Glas geliefert.

Die Isolatoren tragen in ihrem Drahtlager den Leitungsdraht. Sie müssen dabei stärksten Beanspruchungen standhalten und eine Ableitung des elektrischen Stromes zur Erde oder zu den Nachbarleitern weitgehend verhindern (geprüft mit einer Überschlagespannung von 5000 Volt). Die charakteristischen Eigenschaften der Porzellanisolatoren sind: **gute Isolationsfähigkeit, hohe mechanische Festigkeit und glasharter Überzug (Glasur)**.

Die **Porzellanmasse besteht aus Kaolin (Porzellanerde), Quarz und Feldspat**. Man formt die Isolatoren aus dieser Masse und brennt sie bei etwa 800 Grad Celsius. Danach wird der Isolator in einen Glasurbrei getaucht (Porzellanmasse mit starker Beimischung von Flußspat) und bei einer Temperatur von 1410 bis 1480 Grad Celsius (Glatthbrand) einem nochmaligen Brennvorgang ausgesetzt.

Vor rd. 100 Jahren wurde dem Isolator die eigentümliche Form der **Doppelglocke** gegeben, die sich aus folgenden Gründen als eine sehr wirksame Maßnahme zur Verringerung der Ableitung erwiesen hat:

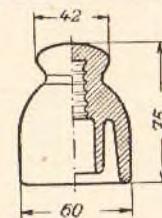
- Der Kriechweg vom Drahtlager zur Stütze wird durch die Formgebung nahezu verdoppelt.
- Die äußere Glocke schützt die innere vor schneller Abkühlung und verhindert dadurch den Niederschlag von Feuchtigkeit auf der inneren Glocke.
- Die in den engen Hohlräumen stehende trockene Luft erschwert das Eindringen feuchter Luft und vermindert dadurch die Ableitung.

Die Isolatoren müssen von Zeit zu Zeit gereinigt werden, weil sich auf ihrer Oberfläche kleine Staubteilchen (Ruß) absetzen. Diese bilden einen Ableitungsweg (Kriechweg), der den Isolationswert insbesondere bei feuchtem Wetter stark mindert.

Die Isolatoren werden in der Regel beim FZA auf die Stützen gedreht. Zu diesem Zweck werden die Stützen am oberen Ende mit Hanf umwickelt. Der Hanfwickel wird dann in Leinöl getaucht. Maschinell werden darauf die Porzellanisolatoren gedreht. Diese Verbindung zwischen Stütze und Isolator ist auch bei großen Temperaturschwankungen genügend elastisch, so daß der Isolator nicht abgesprengt werden kann. Die fertige Isoliervorrichtung wird an die Baustelle geliefert. Leider tritt beim Transport immer eine gewisse Menge Bruch auf. Um unter anderem diesem Mangel zu begegnen, erprobt das FTZ z.Z. Verfahren, bei denen der Hanfwickel durch eine Kunststoffhülse ersetzt wird. Das Aufdrehen der Isolatoren, die in Originalverpackung bis an die Baustelle geliefert werden, kann dann an der Baustelle selbst vorgenommen werden.

Wir verwenden **Isolatoren mit Kugelpf (RMk)**, mit **doppeltem Halslager (RMd)** und mit **Überführungskopf (RMü)**; die Abkürzung RMk

Isolator RMk 75

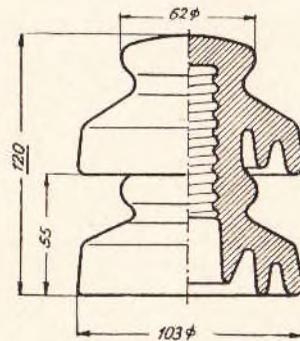


(Abb. 20)

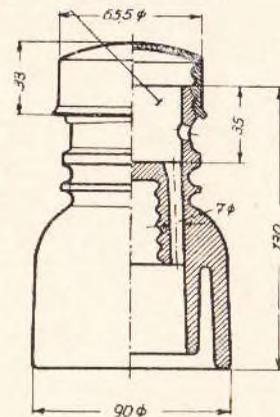
bedeutet „Regelmodell mit Kugelpf“. Der Isolator RMk wird in zwei Größen beschafft: **RMk 130 und RMk 75** (Abb. 20). RMk 75 wird für 1,5 mm Bronzedraht, RMk 130 für die übrigen Drahtsorten benutzt. Außerdem werden die Isolatoren RMk 130 bei KÜf und Bahnkreuzungen verwendet. Die Isolatoren aus Glas erhalten im Dienstgebrauch das zusätzliche Kennzeichen „-G“, z. B. „RMk 75-G“.

Der **Isolator RMd 120** ist ein Isolator mit doppeltem Halslager, an dem die Leitung unterbrochen und jedes der beiden Leitungsenden an einem besonderen Isolator-Teil in getrennten Halslagern abgespannt werden kann (Abb. 21); er dient zum Herstellen von Untersuchungsstellen, Kreuzungen und Platzwecheln.

**Überführungsisolatoren RMü** werden z.Z. nur in einer Größe beschafft (Abb. 22). In den hohlen Kopf des Isolatoren – abgedeckt mit einer Schraubkappe – kann ein Gasentladungsableiter Form C (Spannungseinschutz) eingesetzt werden, der Kabel-

**Isolator RMd 120**

(Abb. 21)

**Raum für Gasentladungsableiter****Isolator RMü**

(Abb. 22)

zwischenstücke über 150 m Länge gegen Blitzschläge schützen soll. Die Isolatoren RMü mit eingebautem Gasentladungsableiter Form C sind in den Anschlußlinien noch als Schutzmaßnahme gegen die Auswirkung von Blitzschlägen vor KÜf und WStSch anzutreffen. – Diese Bauweise war als Übergangslösung anzuwenden, als der Sicherungsschutz am HVt aufgehoben wurde und es den ÜEVs 59 mit eingebautem Spannungseinschutz noch nicht gab (Portfall der Sicherungsleisten und Einführung der Trennleisten am HVt).

Im neuen ÜEVs 59 ist der Spannungseinschutz als Gasentladungsableiter der Form A (ÜsAg Form A) im ÜEVs selbst eingebaut. Sobald ÜEVs älterer Bauart in den Linien nicht mehr anzutreffen sind, kann auf die RMü verzichtet werden.

**2.1.5. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 2.1.**

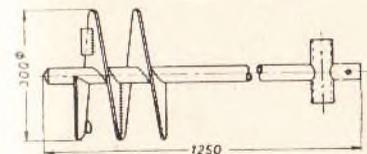
1. Was verstehen wir unter einer „Linie“? 2. Woraus besteht eine „Isoliervorrichtung“? 3. Welche „Verstärkungsmittel“ kennen wir bei einer oberirdischen Linie? 4. In welchen „Fernmeldebauordnungen (FBO)“ sind a) die Bauvorschriften für Linien aus Bodenmasten, b) die Bauvorschriften für die Blankdrahtleitungen niedergelegt? 5. Was verstehen wir unter „FBZ“ und „FBG“? 6. Welche „Holzarten“ werden für die Holzmasten gewählt? 7. Nennen Sie die gebräuchlichsten „Imprägnierverfahren“. 8. Welche Bezeichnungsnägel trägt ein Holzmast? Erklären Sie, was die Ziffern auf den Nägeln bedeuten. 9. Was ist der „Fußdurchmesser“ beim Holzmast? 10. Welche „Querträger“ sind bei der DBP gebräuchlich? 11. Was ist ein „Ziehband“ und in welcher Größe sind sie auf Lager? 12. Zählen Sie die bei der DBP verwendeten „Stützen“ auf und nennen Sie die zugehörigen „Isolatoren“. 13. Aus welchen Einzelteilen besteht ein „Anker“? 14. Welche „Leitungsdrähte“ kennen wir bei der DBP; wie lang sind die zugehörigen „Bindedrähte“ zu schneiden? 15. Wo benutzen wir noch „Stahldraht“ beim Fernmeldebau? 16. Wann dürfen Holzmasten mit „Hakenstützen“ ausgerüstet werden? 17. Wofür ist der „Querträger 550“ einzusetzen? 18. Wie ist die Bezeichnung der „Querträger“, die „bei KÜf“ einzubauen sind? 19. Welchen Zweck haben die „einseitigen Querträger“? 20. Wie sichert man mehrere einseitige Querträger an einem Mast gegen die einseitige Belastung? 21. Welche Abmessungen haben die Vierkantlöcher in den Querträgern zur Aufnahme der Stützen und welches Maß haben die Vierkantschäfte der Isolatorstützen? 22. Beschreiben Sie, auf welche Weise das „Spannschloß“ bei einem Anker wirkt. 23. Wie wird ein Schraubanker eingebaut? 24. Wo ist der „Ankerhaken“ anzubringen? 25. Welche Gründe führten zur Formgebung des Isolators als Doppelglocke?

**2.2. Das Fernmeldebaugerät**

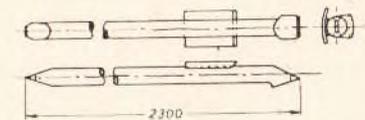
Unter dem FBG verstehen wir:

- a) die beim Bau ober- und unterirdischer Linien verwendeten Geräte, z. B. Sicherheitsgürtel, Steigeisen, Schiebestänge usw., und
- b) das Werkzeug wie Hammer, Schraubenzieher, Stützenbohrer usw., das zum Verrichten handwerksmäßiger Arbeit verwendet wird.

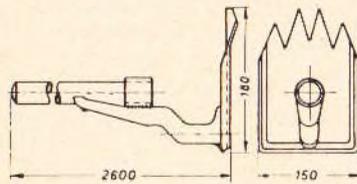
Auf eine Beschreibung des Werkzeuges können wir verzichten, weil es sich hierbei meistens um handelsübliche Ausführungen handelt. Wir wollen uns hier lediglich mit den Geräten für den Bau oberirdischer Linien und Leitungen beschäftigen und uns dabei auf kurze Erläuterungen beschränken:

**Handerdröhrer**

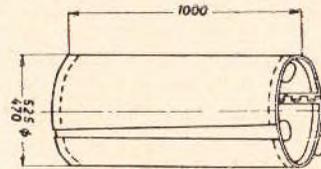
(Abb. 23a)

**Stoßeisen für Mastlöcher**

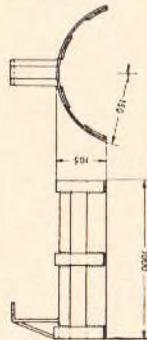
(Abb. 23b)

Erdkraule

(Abb. 23 c)

Stützzylinder für Mastlöcher

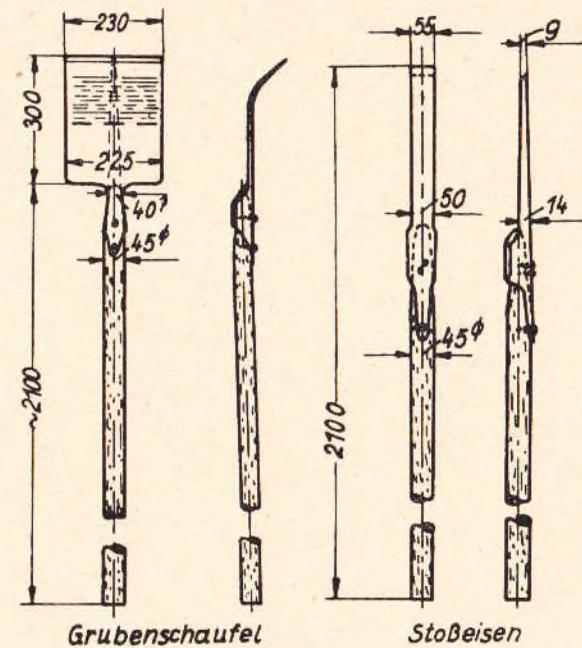
(Abb. 23 d)

Mastableiter

(Abb. 23 e)

Die **Mastlöcher** werden je nach Bodenbeschaffenheit **gegraben, gebohrt oder gesprengt**. Für das Herstellen der Mastlöcher werden im allgemeinen **Spaten, Schaufeln und Spitzhacken** verwendet. Zum Ausheben von zylinderförmigen Mastlöchern in leichten und mittelschweren Böden mit Steinen unter 50 mm Korngröße kommen **Handbohrer und Zusatzgeräte** nach Abb. 23 in Betracht. Wenn infolge zu harten oder steinhaltigen Bodens die zuvor angegebenen Erdbohrgeräte nicht angewendet werden können, sind die in Abb. 24 dargestellten Geräte zum Ausheben von Mastlöchern, bestehend aus **Grubenschaufel** und **Stoßeisen**, zu benutzen.

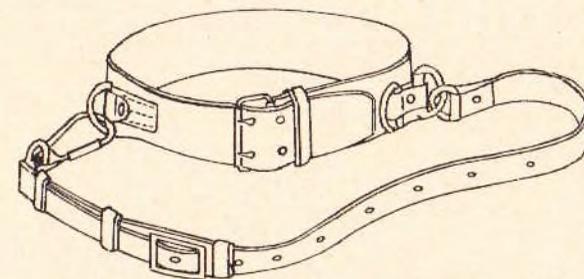
**Maschinelle Erdbohrer**, die ein Mastloch von 1,60 m Tiefe in 1 1/2 bis 2 1/2 Minuten herstellen, kommen in Deutschland weniger in Betracht, weil hier die Linien mit Rücksicht auf die Bestimmungen des Telegraphenweggesetzes (TWG) entlang der Straße geführt werden. Dort behindern meistens Bäume und Chausseegräben den Einsatz dieser Maschinen. Die Masten werden in der Regel ohne besondere Hilfsmittel aufgestellt. Nötigenfalls wird dabei das Zopfende mit kräftigen Holzstangen von 3 bis 4 m Länge oder mit einer Leiter nach oben gedrückt. Bei langen und schweren Masten ist das Aufrichten zweckmäßig durch ein am Zopfende zu befestigendes **Zugtau** zu erleichtern. Zwei weitere **Sicherheitsleinen** sollten das seitliche Ausweichen des Mastes beim Ziehen verhüten.

Geräte zum Ausheben von Mastlöchern

Grubenschaufel

Stoßeisen

(Abb. 24)

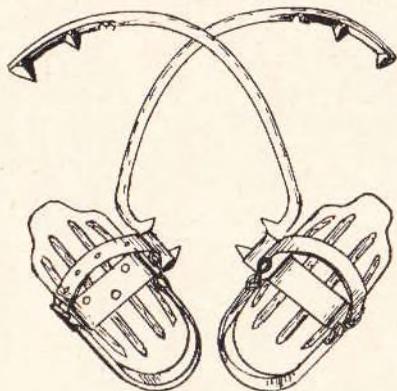
Sicherheitsgürtel

(Abb. 25)

Vor dem Besteigen der Masten bindet sich der Arbeiter einen **Sicherheitsgürtel** (Abb. 25) um und legt **Steigeisen** (Abb. 26) an. Die Zähne der Steigeisen drücken sich beim Steigen in das Holz hinein. Der Riemen des Sicherheitsgürtels wird um den Mast gelegt. Er gibt dem Arbeiter beim

Steigen den nötigen Halt und erlaubt ihm, oben mit beiden Händen frei zu arbeiten. Die bisherigen Sicherheitsgürtel waren aus Leder. Seit einigen Jahren werden Sicherheitsgürtel aus Kunststoff (Perlon) beschafft.

### Steigeisen

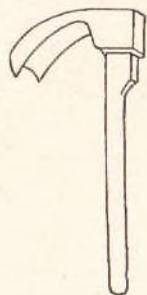


(Abb. 26)

Das Werkzeug wird in einer umgebundenen **Werkzeugtasche** mit hinaufgenommen. Das obere Ende der Strebe wird, der Mastrundung entsprechend, mit einem **Hohldechsel** ausgearbeitet (Abb. 27).

Sind die Masten gestellt und die Verstärkungsmittel und Querträger angebracht, wird der Draht ausgelegt. Der Drahtring wird vom **Drahthaspel** (Abb. 28) abgewickelt, der von zwei Mann die Baustrecke entlang getragen wird. Alsdann wird der Draht von Hand oder mit der **Drahtgabel** (Abb. 31) auf den für ihn bestimmten Platz gelegt. Bevor der Draht an

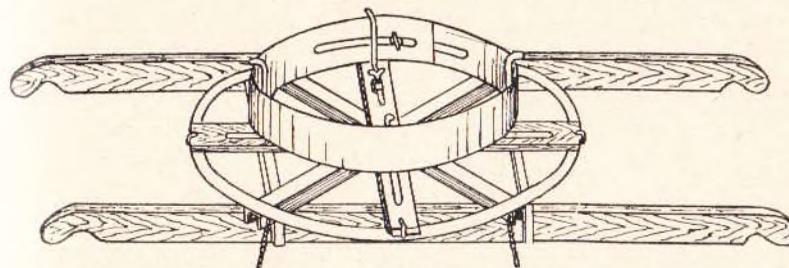
### Hohldechsel



(Abb. 27)

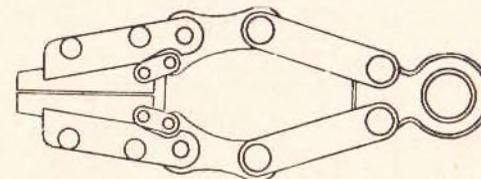
den Isoliervorrichtungen befestigt wird, ist er auf den richtigen Durchhang zu bringen. Dünner Draht wird von Hand straff gezogen, stärkerer mit einem **Flaschenzug**. Eine **Parallelklemme** (Abb. 29) dient zum Festhalten des Drahtes. Leitungsdrähte werden mit Hilfe von **Drahtverbindingshülsen** unter Verwendung von **Hebelkluppen** (Abb. 30) miteinander verbunden.

### Drahthaspel



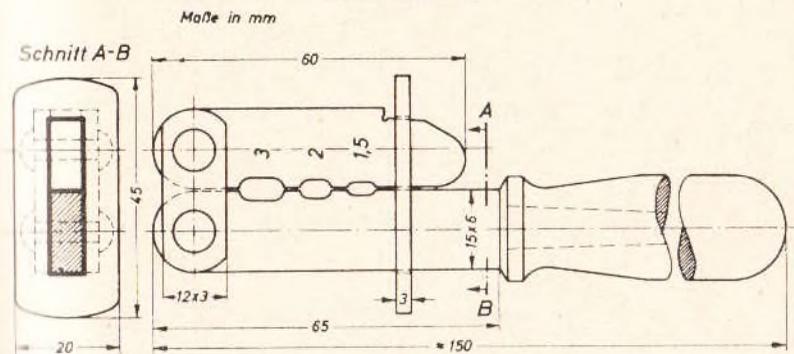
(Abb. 28)

### Parallelklemme



(Abb. 29)

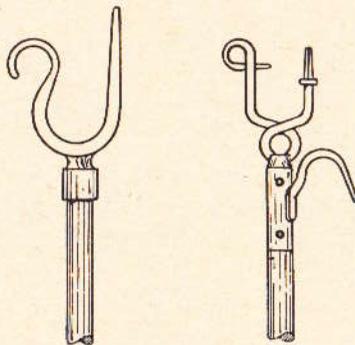
### Hebelkluppen



(Abb. 30)

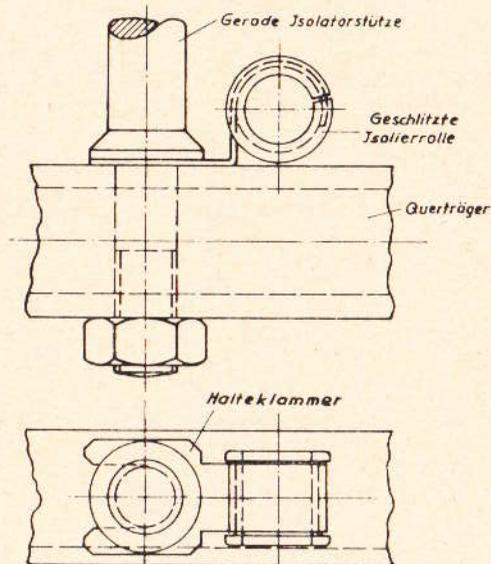
Das Aufbringen des Leitungsdrahtes auf die Isoliervorrichtungen muß sehr sorgfältig geschehen, um Beschädigungen des Drahtes zu verhüten. Der Bronzedraht wird beim Besteigen der Masten mit hinaufgenommen oder mit einer Leine hochgezogen. Am einfachsten und schnellsten geht es, wenn der Bronzedraht mit einer **Drahtgabel** (Abb. 31) hochgelegt wird. Geschlitzte **Isolierrollen** (Abb. 32), die mit der zugehörigen Halte-

### Drahtgabel



(Abb. 31)

### Geschlitzte Isolierrolle



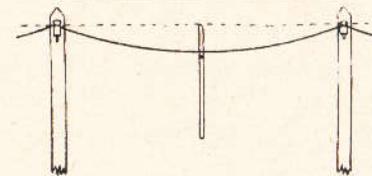
(Abb. 32)

klammer vorübergehend am Querträger befestigt werden, verhindern, daß sich der Draht beim Anziehen an den Stützen oder Querträgern schieuert.

Der **Drahtdurchhang** kann auf verschiedene Weise mit und ohne Hilfsgerät geregelt werden. In der Regel benutzen wir hierzu die **Meßlatte** oder **Durchhanglehren**.

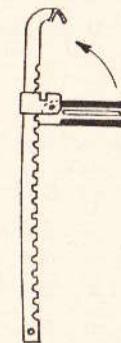
Die Meßlatte (Abb. 33) besteht aus einer leichten Stange, an deren oberem Ende eine gut sichtbare, möglichst verstellbare Markierung den Durchhang als Abstand zwischen der Stangenspitze und dieser Markierung festlegt. Als Markierung kann im einfachsten Fall ein Nagel dienen. Ein Arbeiter hält in der Mitte des Feldes die Meßlatte so, daß ihre Spitze in der Sehlinie zwischen den beiden Isolatoren liegt. Durch Anziehen bzw. Nachgeben des Drahtes wird der Durchhang dann so lange geregelt, bis der Draht die Markierung berührt. Auch bei ungleich hohen Aufhängepunkten der Leitung wird der Durchhang in der Mitte des Feldes in gleicher Weise gemessen.

### Anwendung der Meßlatte



(Abb. 33)

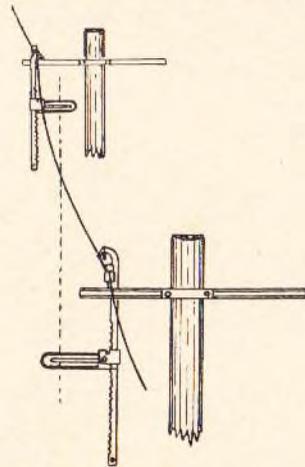
### Durchhanglehre



(Abb. 34)

Die **Durchhanglehre** (Abb. 34) besteht aus einer Flacheisenschiene, an der ein hochklappbarer Arm aus Blech innerhalb der Grenzen von 10 bis 110 cm verschoben werden kann. Sie wird mittels eines am oberen Ende gebogenen Hakens am Leitungsdraht aufgehängt; ihre Anwendung erklärt Abb. 35.

### Anwendung der Durchhanglehre



(Abb. 35)

Zum FBG gehört auch der **Zuwachsbohrer**, dessen Anwendung im Abschnitt 7. besonders behandelt wird.

Werkzeuge und Geräte bedürfen einer guten Pflege, wenn sie immer einsatzbereit und unfallsicher sein sollen. Darauf sollte jeder Arbeiter wegen seiner eigenen Sicherheit achten. Denken Sie immer daran:

**Niemals schadhafte FBG benutzen!**

#### 2.2.1. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 2.2.

1. Welches FBG muß ein FHandw mitnehmen, wenn er einen Mast besteigen und einen fertig ausgerüsteten Querträger anbringen will? 2. Wie wird mit der Durchhanglehre der Durchhang einer Leitung festgestellt? 3. Welche Geräte braucht man zum Herstellen eines Mastloches in hartem oder steinhaltigem Boden? 4. Weshalb werden geschlitzte Isolierrollen beim Auslegen des Leitungsdrahtes benutzt? 5. Was sind Hebelkluppen? 6. Welches FBZ und FBG ist beim Herstellen einer Drahtverbindung erforderlich? 7. Wie ist eine Blankdrahtleitung am Mast hochzubringen? 8. Wozu wird der Hohldechsel benutzt? 9. Wie verhindert man das seitliche Ausweichen beim Aufrichten eines Mastes? 10. Was ist eine Meßlatte für das Regulieren des Durchhangs und wie kann sie hergestellt werden? 11. Wie wird ein Blankdraht beim Regulieren des Durchhangs gestrafft? 12. Warum werden bei der DBP keine maschinellen Erdbohrer verwendet?

## 3. Die Auskundung der Linie

Nachdem wir das FBZ und das FBG für den oberirdischen Linienbau kennengelernt haben, wollen wir uns jetzt der praktischen Bauausführung zuwenden. Zur Erklärung der Arbeiten soll uns das Beispiel der Abb. 36 dienen.

Bevor dem Fernmeldebaubezirk (FBBz) der Auftrag erteilt wird, die neue oberirdische Linie zu errichten, wurde von der Planungsstelle für Linien des Fernmeldeamtes (FA) bzw. des Fernmeldebauamtes (FBA) geprüft, ob die beantragten Neuanschlüsse durch Freileitung oder Kabel an das öffentliche Fernsprechnet anzuschließen sind. Die Richtlinien für die Ortsnetzplanung sind in der FBO Teil 1 festgelegt. In unserem Beispiel wurde von der Planungsstelle der Bau einer neuen Freileitungslinie als wirtschaftlichste Maßnahme ermittelt.

Zur **Bauvorbereitung** gehört die **Auskundung** und die Durchführung des sogenannten **Wegesicherungsverfahrens**. Wenn diese Arbeiten, vor allem bei größerem Umfang, auch nicht zu den eigentlichen Aufgaben der FHandw gehören, so wollen wir uns doch kurz damit befassen. Es ist durchaus möglich, daß der BTrf einem FHandw den Auftrag erteilt, festzustellen, wo ein Antragsteller wohnt und wie der beantragte Fernsprechananschluß am zweckmäßigsten anzuschließen ist. Der FHandw soll also wissen, nach welchen Gesichtspunkten eine neue Linie auszukunden ist.

In unserem Beispiel wird die **Auskundung** wegen des großen Umfangs vom Bezirksbauführer (BzBf) zusammen mit dem BTrf durchgeführt.

Zweck der Auskundung ist:

1. den **genauen Verlauf der Linie** festzulegen,
2. die Unterlagen für die **Aufstellung des Wegeplanes** beizubringen und
3. den **Bauzeugbedarf** und den Umfang etwaiger Unternehmerarbeiten zu ermitteln.

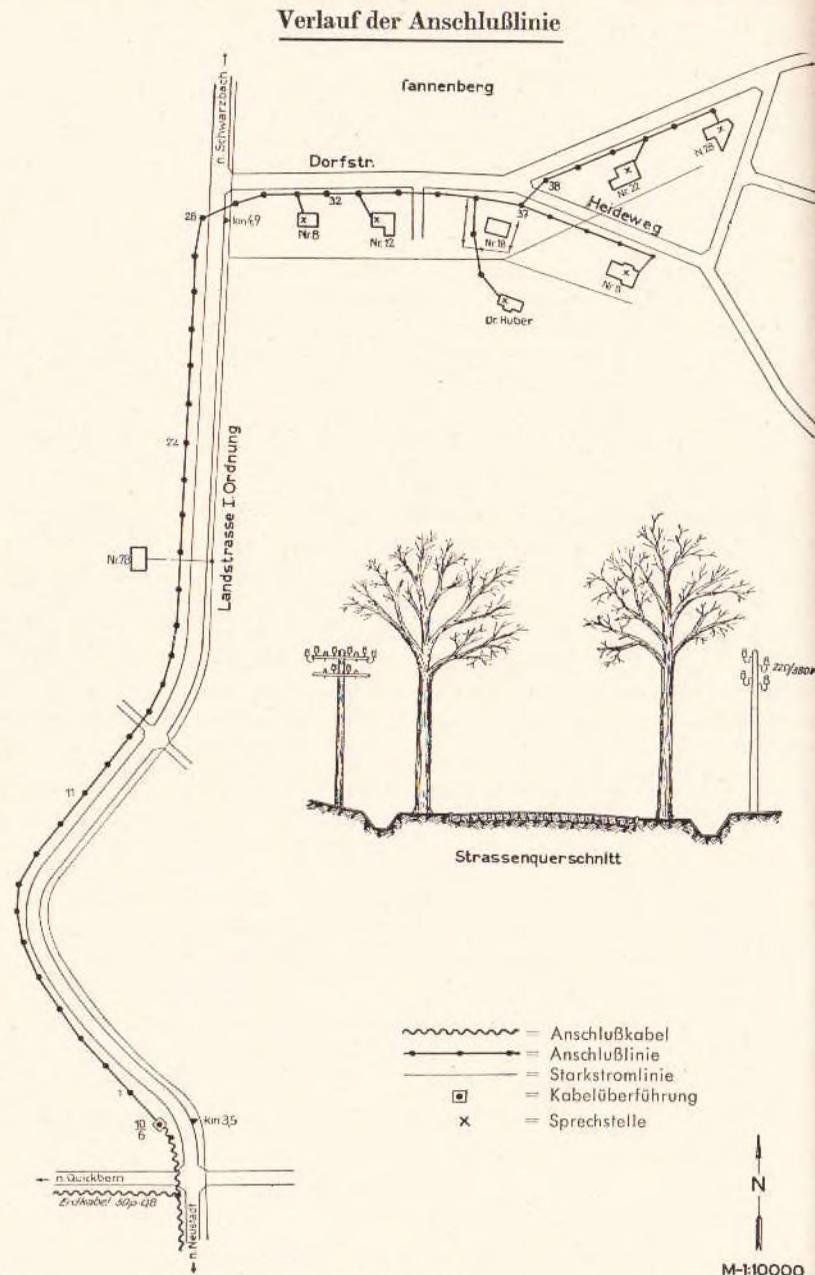
Bei der Aufstellung des Wegeplanes sind die gesetzlichen Vorschriften zu beachten. Das sind

das Telegraphenwegegesetz (TWG) vom 18. 12. 1899 mit seinen Ausführungsbestimmungen vom 26. 1. 1900 und

das Gesetz zur Vereinfachung des Planverfahrens vom 24. 9. 1935 mit der Durchführungsverordnung vom 10. 10. 1935.

Je sorgfältiger diese Vorarbeiten ausgeführt werden, um so reibungsloser wickeln sich nachher die praktischen Bauarbeiten ab.

Zweck des **Wegesicherungsverfahrens** ist es, die Wegeunterhaltungspflichtigen (Straßenbauämter, Gemeinden), die Anlieger und sonst interessierte Personen über die beabsichtigten Baumaßnahmen zu verständigen und ihnen Gelegenheit zu geben,



ihre Forderungen und Wünsche vorzutragen. In unserem Beispiel zieht der BzBf zur Auskundung die Vertreter des Straßenbauamtes (Straßenmeister) und der Gemeinde hinzu und wird sich mit ihnen über die Linienführung einig. Wenn die Vertreter des Wegeunterhaltungspflichtigen schriftliche Benachrichtigung und einen Wegeplan verlangen, muß das sogenannte vereinfachte Planfeststellungsverfahren nach dem Gesetz zur Vereinfachung des Planverfahrens vom 24. September 1935 durchgeführt werden. Die 14tägige Einspruchsfrist, die das Gesetz zur Vereinfachung des Planverfahrens vorsah, ist durch die Verwaltungsgerichtsordnung (VwGO) vom 21. 1. 1960 nicht mehr gültig. Die Einspruchsfrist beträgt danach 1 Monat. Verzichten die Vertreter des Wegeunterhaltungspflichtigen auf schriftliche Vorabklärung, dann ist mit ihrer Zustimmung zur Linienführung dem Gesetz Genüge getan, wenn der BzBf darüber einen Aktenvermerk fertigt.

Bei der Auskundung einer neuen Linie und der Auswahl der Plätze für die Masten ist jeweils folgendes zu beachten:

- a) Wir wählen möglichst den **kürzesten Weg**; er ist in der Regel am wirtschaftlichsten.
- b) Wir bevorzugen **Verkehrswege**, weil die DBP nach dem TWG das **Recht** hat, diese zur Führung der Fernmeldelinien zu benutzen. Eisenbahnen erschweren die Bauarbeiten und die Störungsbeseitigung (Elektrische Zugförderung, Benutzung von Kraftwagen).
- c) Wir benutzen an **Landstraßen** möglichst die den vorherrschenden **Winden zugekehrte** Straßenseite, damit durch Sturm umgelegte Bäume und abgebrochene Zweige usw. möglichst nicht auf die Fernmeldelinie fallen können.
- d) Wir setzen an **Eisenbahnen** und an **Straßen**, an denen keine Bäume stehen, die Masten nach Möglichkeit auf die der vorherrschenden Windrichtung **abgekehrte** Seite des Bahn- oder Straßengeländes, um zu verhüten, daß umbrechende Masten auf die Schienen oder die Straße fallen können.
- e) Wir vermeiden, soweit möglich, **Kreuzungen und Näherungen** mit **Starkstromfreileitungslinien** und benutzen deshalb andere Wege oder die andere Straßenseite.
- f) Wir vermeiden Privatgrundstücke, weil die Störungsbeseitigung erschwert wird und eine gesetzliche Handhabe zur Benutzung der Grundstücke nur so lange besteht, als Fernmeldeeinrichtungen darauf vorhanden sind.
- g) Wir versperren nicht die Zufahrten zu den Feldern und halten die Zugänge zu den Grundstücken für die übliche Benutzung frei.
- h) Wir nehmen Rücksicht auf **Bäume, Baudenkmäler** und **Landschaftsbilder** und wählen einen möglichst unauffälligen Stand für unsere Masten.

### 3.1. Der Verlauf der neuen Anschlußlinie

In unserem Beispiel (vgl. Abb. 36) ist die bei km 3,5 an der Landstraße von Neustadt nach Schwarzbach neu zu errichtende KÜf Ausgangspunkt der neuen Anschlußlinie. Wir wollen hier aus dem nach Quiekborn verlaufenden 50paarigen Anschlußkabel 10 Reserveadern herausführen. Die Landstraße ist 8 Meter breit, auf beiden Seiten stehen Bäume. Da auf der östlichen Straßenseite eine Starkstromfreileitungslinie verläuft, müssen wir die andere Seite benutzen. Das ist wegen der in dieser Gegend vorherrschenden Westwinde günstig. Auch ist jenseits des Grabens auf der Feldseite auf einem Rasenstreifen Platz zum Aufstellen der Masten und zum Anbringen von Ankern und Streben.

### 3.2. Länge und Durchmesser der Masten

Nun ist zu überlegen, welche Masten für die neue Linie gewählt werden müssen. Ihre **Länge** richtet sich nach den **örtlichen Verhältnissen**, ihr **Durchmesser** nach der **Belastung der Linie**.

Für die Wahl der richtigen **Länge** sind folgende Vorschriften zu beachten:

1. Länge so gering wie möglich bemessen.
2. **Abstand** des untersten Blankdrahtes vom Erdboden an der Stelle des größten Durchhangs (Hinzutritt neuer Leitungen berücksichtigen!)
  - a) neben **Straßen und Wegen 3,5 m**,
  - b) neben **Eisenbahnstrecken** ohne elektrische Zugförderung **2,5 m**,
  - c) über **Straßen, Wegen und Einfahrten 5,0 m** über Straßenoberfläche,
  - d) über **Eisenbahnstrecken** ohne elektrische Zugförderung **6,0 m** über Schienenoberkante,
  - e) über **Flüssen 5,0 m** über Wasserspiegel.
3. Abstand bei **Kreuzung und Näherung von Starkstromleitungen** beachten (s. Abschnitt 9.).
4. **Übergang** von niederen zu höheren Masten und umgekehrt (z. B. an Wegekrenzungen) darf **nicht plötzlich** erfolgen. Der Leitungsdraht muß vom Isolator getragen werden und darf diesen nicht anheben.

Bei Berücksichtigung dieser Regeln werden im allgemeinen folgende Längen ausreichen:

- |                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>6-m-Masten</b>             | Für Linien mit nur 1 bis 2 Doppelleitungen an Gebirgsstraßen, auf Privatgrundstücken und für abgelegene Anschlüsse.                                   |
| <b>7-m-Masten</b>             | Für Linien an Landstraßen und Eisenbahnen – abgesehen von Wegeübergängen und Bahnhofsanlagen.   |
| <b>8-m-Masten und längere</b> | Für Linien mit stärkerer Belastung (größere Eingrabetiefe), wenn die örtlichen Verhältnisse es erfordern (hohe Bäume, Überqueren von Gewässern usw.). |

Für die Wahl des **Mastdurchmessers** ist die **Belastung** des Mastes zu berechnen. Sie ist von folgenden Faktoren abhängig:

- a) bei **Masten in gerader Linie (Tragmast)**  
vom **Winddruck**, der sich aus der Drahtzahl und dem Drahtdurchmesser ergibt.

- b) bei **Masten in Winkelpunkten (Mast mit Anker, Mast mit Strebe oder A-Mast)**

vom **Winddruck** (wie oben) und

vom **resultierenden Leitungszug**, der sich aus der Drahtzahl, dem Drahtdurchmesser, dem Drahtwerkstoff und dem Linienwinkel errechnet.

Bei Bahn- und Straßenkreuzungen gelten die neuen Bestimmungen der FBO 7. Hier wird für Blankdrahtleitungen eine **Bauweise mit erhöhter Sicherheit** gefordert.

Bei der „Bauweise mit erhöhter Sicherheit an Bahnen“ sind folgende Vorschriften zu beachten:

1. Kreuzung möglichst rechtwinklig ausführen; Leitungsfeld  $\leq 50$  m.
2. Es dürfen nur neue, aus einem Stück bestehende Drähte verwendet werden.
3. Querträger mit RMK 130 für Bz II 2 und mit RMk 75 für Bz II 1,5 ausrüsten.
4. Der Durchhang richtet sich nach den Angaben in den Kurven tafeln bei erhöhter Sicherheit in FBO 7.
5. Kreuzungsmasten zusätzlich gegen Umbruch sichern (Anker, Streben).
6. Abstand der Leitung bei größtem Durchhang 6 m von Schienenoberkante.

Bis 1966 war für Bahnkreuzungen die Verwendung von E-Cu 3 vorgeschrieben. Diese Leitungsdrähte werden neu nicht mehr beschafft. Bei notwendigen Auswechslungen sind sie durch Bz II 2 bzw. Bz II 1,5 zu ersetzen. – Wo ausnahmsweise noch Fernlinien mit E-Cu-3-Drähten vorhanden sind, sind für Bahnkreuzungen – soweit noch beim FZA vorrätig – E-Cu-Drähte zu verwenden, andernfalls Bz II 2.

Die „Bauweise mit erhöhter Sicherheit an Straßen“ schreibt vor:

1. Die Kreuzung ist möglichst im rechten Winkel auszuführen.
2. Es dürfen nur neue, aus einem Stück bestehende Drähte – für Fernleitungen E-Cu 3 (soweit noch vorrätig) und Bz II 2 und für Anschlußleitungen Bz II 1,5 – verwendet werden.
3. Drähte an Isolatoren RMk 130 für E-Cu 3 und Bz II 2 und an RMk 75 für Bz II 1,5 auf Querträgern befestigen (Vorschriften des Abschnitts 4.8.2 beachten).
4. Der Durchhang soll größer als in den angrenzenden Feldern sein.
5. Bei Kreuzungen, die gleichzeitig Hauszuführungen sind, dürfen am Haus an Stelle von Querträgern Hakenstützen H 100 mit Iso-

latoren RMk 75 eingebaut werden. Das Kreuzungsfeld darf nicht länger als 30 m sein.

6. Kreuzungsmasten durch Streben und Anker verstärken.
7. Abstand von Wegeoberkante 5 m.

Das Überkreuzen von **elektrischen Bahnen aller Art und Bundesautobahnen** ist **unzulässig**. Ausgenommen hiervon sind Gleichstrombahnen mit Fahrleitungs-Nennspannungen unter 1500 Volt.

Berechnungsbeispiele für die Belastung der Masten sollen hier nicht angeführt werden. Sie können in der FBO 5, §§ 7 und 8, nachgelesen werden.

Für unsere neue Anschlußlinie mit ihren 6 Anschlußleitungen, die sich bei Bedarf auf 10 Anschlußleitungen erhöhen können, nehmen wir Masten  $8 \times 18$ . Die Länge von 8 m wurde mit Rücksicht auf die häufigen Kreuzungen von Feldwegen gewählt, der Durchmesser von 18 cm ergibt sich aus der Belastung der Linie mit 10 Doppelleitungen im Endausbau.

### 3.3. Abstand und Standort der Masten

Mit Rücksicht auf die Standsicherheit und die Wirtschaftlichkeit der Fernmeldelinien ist ein mittlerer **Stützpunktabstand auf gerader Linie von 50 m** einzuhalten. In Krümmungen, an steilen Berghängen oder in Gegenden mit starker Rauhreifbildung müssen die Leitungsfelder je nach Bedarf verringert werden. Rauhreif, Rauheis und Schnee sind Zusatzlasten, die durch starken Leitungszug zu Drahtbrüchen und auch zu Linienumbrüchen führen, wenn die Drahtstärken und das Material der Leitungen für die **Grenzspanweiten** nicht ausreichen. Eine Aufgabe des FBAudienstes ist es, die Gebiete mit Rauhreifbildung festzustellen. Je nach der Stärke des Rauhreifansatzes (**Eiszylinderdurchmesser**) sind für die verschiedenen Drähte die Grenzspanweiten festgelegt.

#### Beispiel:

Für Bronzedraht Bz II 1,5 mm beträgt die Grenzspanweite bei einem Eiszylinderdurchmesser von 40 mm nur 15 m.

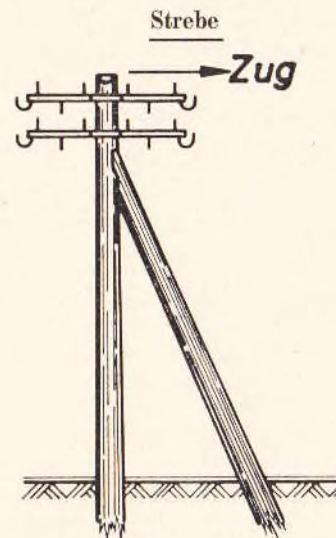
Man sieht, daß die Mastabstände bzw. das Leitungsmaterial wesentlich durch die Eisbelastung beeinflußt werden.

Der **Standort der Masten** ist so zu wählen, daß die Masten nicht unmittelbar an den Fundamenten von Mauern, Zäunen und Bauwerken oder an Felswänden anliegen. Der Abstand muß mindestens 100 mm betragen.

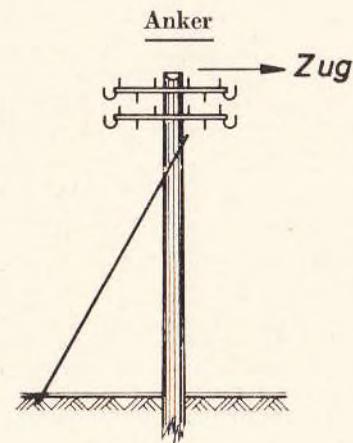
In unserem Beispiel ist mit Zusatzlasten durch Rauhreif nicht zu rechnen. Die Maste werden in einem Abstand von 50 m aufgestellt.

### 3.4. Verstärkungsmittel

Beim Festlegen der Plätze für die Masten ermitteln wir gleichzeitig die anzubringenden Verstärkungsmittel. **Strebe** und **Anker** sind die einfachsten Verstärkungsmittel. Weicht eine Linie von der geraden Führung ab, so muß der im Winkelpunkt stehende Mast verstärkt werden. Ob eine



(Abb. 37)



(Abb. 38)

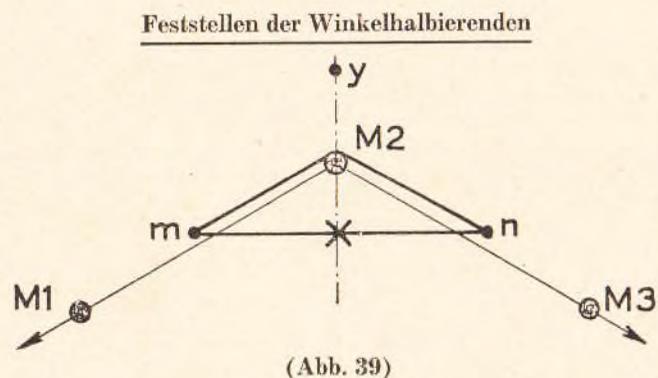
Strebe oder ein Anker anzubringen ist oder etwa ein A-Mast aufgestellt werden muß, richtet sich nach den örtlichen Verhältnissen und dem Drahtzug. Eine **Strebe** wird **auf Druck** beansprucht, d. h. sie muß der Kraft, die sie zu zerdrücken oder zu zerknicken sucht, entgegenwirken, also Widerstand leisten. Daher wird eine Strebe immer in Richtung des Drahtzuges angebracht (Abb. 37).

Beim **Anker** ist die Wirkung umgekehrt. Ein Anker wird **auf Zug** beansprucht, d. h. er muß dem Zerreißen Widerstand bieten. Ein Anker wird somit immer auf der dem Drahtzug abgewendeten Seite angebracht (Abb. 38).

Wo Anker und Strebe wegen der örtlichen Verhältnisse nicht anzubringen sind oder ein einfacher Mast nicht widerstandsfähig genug ist, z. B. in Winkelpunkten stark belasteter Linien, wird ein **A-Mast**, früher Spitzbock genannt, aufgestellt (Abb. 44).

### 3.5. Strebe und Anker

Eine Strebe muß **in Winkelpunkten in Richtung der Mittelkraft der Drahtzüge** gesetzt werden. Das ist bei gleichen Mastenfeldern zu beiden Seiten genau die Mitte des Winkels oder die Winkelhalbierende (Abb. 39). Wir stellen sie folgendermaßen fest:



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

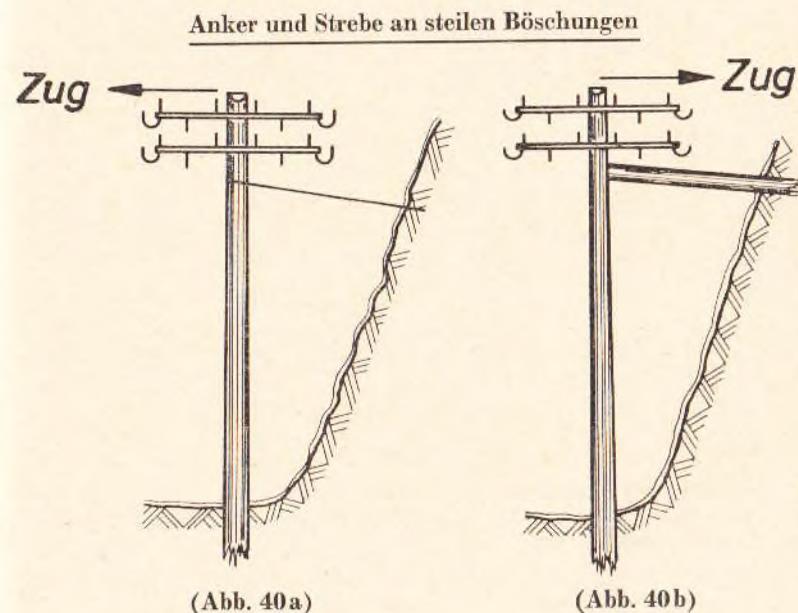
Müssen wir einen Anker setzen, so verlängern wir die Linie X — M 2 nach hinten, schlagen in der Verlängerung einen Hilfsstab (Holzpfahl) ein und haben so den

Punkt Y, also die Mittellinie für den Fußpunkt des Ankers gefunden. Wir können auch die Felder M 1 — M 2 und M 3 — M 2 nach hinten verlängern und in gleicher Weise wie bei der Strebe die Mittellinie feststellen.

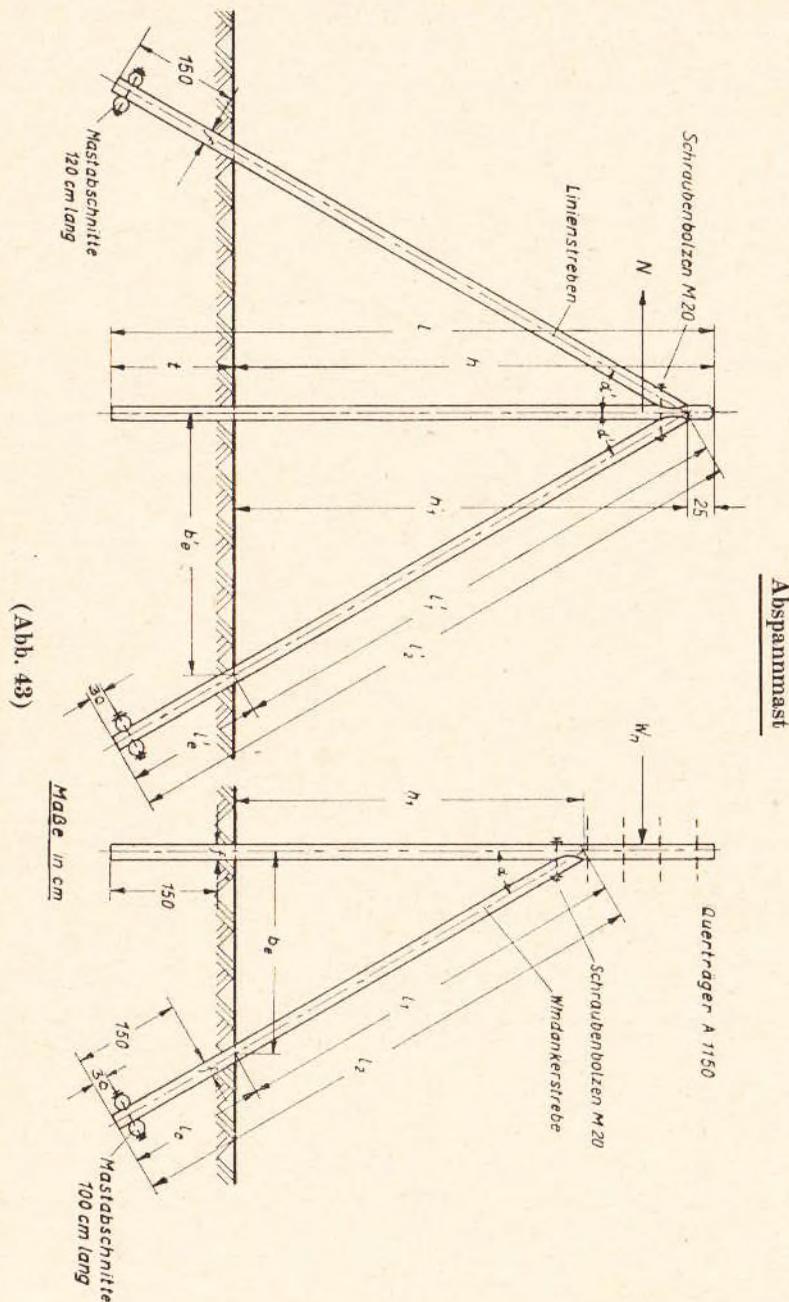
Wie bringen wir nun die Strebe an, wenn die Leitungsfelder vor und hinter dem Winkelmast verschieden lang sind oder der Winkelpunkt gleichzeitig ein Abzweigmast ist? Auch hier gilt die Regel, daß die Strebe in Richtung der Mittelkraft und der Anker entgegengesetzt angebracht wird. Mit Hilfe der Tabellen in der FBO 5 lassen sich die Zugkräfte errechnen, die den Winkelpunkt belasten. Durch das Aufzeichnen eines **Kräfteparallelogramms** ist die Richtung der Mittelkraft und ihre Stärke zeichnerisch zu ermitteln.

Anker und Strebe sind möglichst hoch am Mast anzubringen. Ihre Wirkung ist am größten, wenn sie waagrecht verlaufen, also mit der Richtung des Drahtzuges eine gerade Linie bilden. Das ist aber nur an steilen Böschungen, Felsen, Wänden usw. möglich (Abb. 40a und b).

In den meisten Fällen bilden Anker und Strebe mit dem Mast einen spitzen Winkel. Dieser Winkel zwischen Anker bzw. Strebe und Mast soll grundsätzlich etwa  $30^\circ$  betragen. Er ist meistens von dem zur Verfügung stehenden Platz, also von den örtlichen Verhältnissen, abhängig. Je waagerechter die Verstärkungsmittel angebracht sind, je mehr der Winkel zwischen Mast und Strebe einem rechten Winkel näherkommt, um so besser ist die Wirkung. Steht der Fußpunkt zu weit vom Mast entfernt,



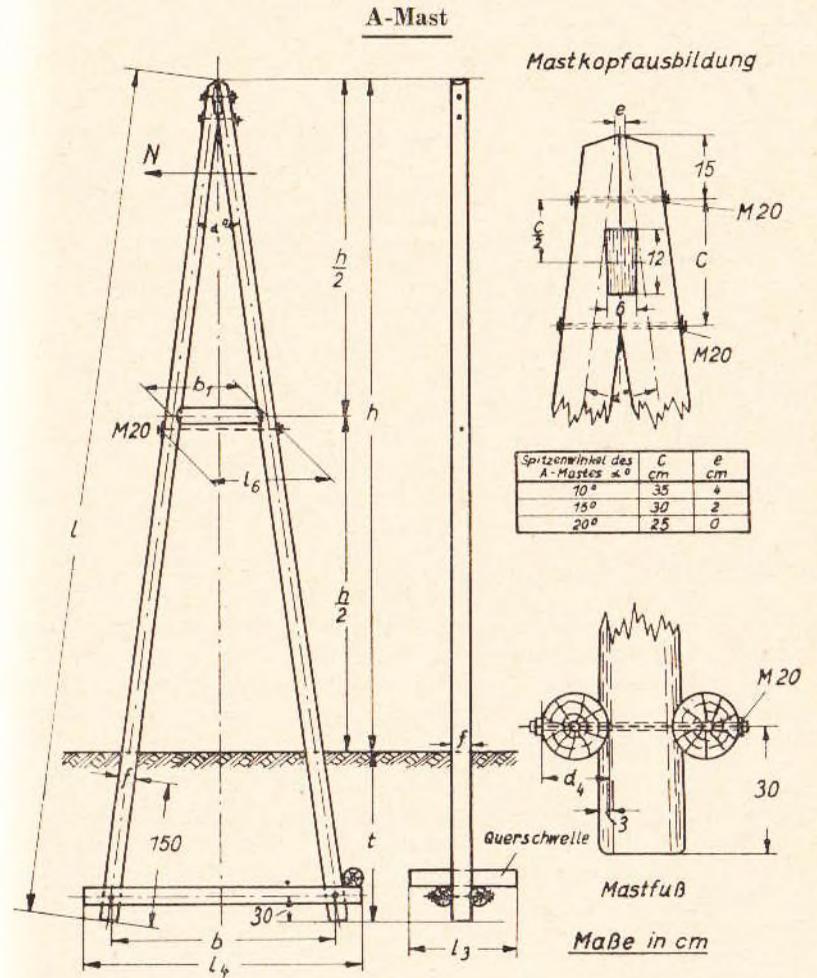




(Abb. 43)

4. Als **Linienstrebe bei Abspannmasten**, früher **Linienfestpunkt** genannt (Abb. 43), um bei Drahtbrüchen und Mastumbrüchen den plötzlich auftretenden einseitigen Leitungszug aufzunehmen und dadurch ein reihenweises Umbrechen und Überweichen der folgenden Masten zu verhüten. Neben den beiden Linienstreben bekommt der Abspannmast noch eine Windstrebe als Sicherung gegen Seitenwinde.

Abspannmaste werden nur an geraden Strecken und nicht in Kurven errichtet. Sie sollen in Abständen von ungefähr 1 km (20 Spannfelder von je



(Abb. 44)



den. Der BTrf verständigt das zuständige **Elektrizitäts-Versorgungsunternehmen (EVU)** durch die Absendung einer sog. **Mängelmeldung**. Das EVU wird daraufhin die Würgestelle durch eine vorschriftsmäßige Verbindung ersetzen.

**Keineswegs darf eine unvorschriftsmäßige Bauweise in Kreuzungsfeldern der Starkstromfreileitungen beibehalten werden.**

Beim Abgang zur Siedlung kreuzen wir die Landstraße und die Starkstromlinie. Hier müssen wir mit unseren Leitungen **mindestens 5 m über der Straße und 1 m unter den Starkstromleitungen** bleiben. Da dies nach Lage der Dinge nicht möglich ist, bleibt in diesem Fall nichts anderes übrig, als die Starkstromleitungen höher zu legen und den nächststehenden Starkstrommast durch das zuständige Elektrizitätswerk auf unsere Kosten gegen einen längeren Mast auswechseln zu lassen.

Wir gehen entlang der Dorfstraße weiter mit der Linie in Richtung zur neuen Siedlung. Es stellt sich heraus, daß wir die Masten zweckmäßigerweise auf dem südlichen Bürgersteig an der Grundstücksgrenze aufstellen. Da wir Feldwege und Auffahrten zu Grundstücken kreuzen, setzen wir längere Masten (8 × 19). Auf der südlichen Straßenseite verläuft die Starkstromlinie hinter den Häusern; wir brauchen hierauf also keine Rücksicht zu nehmen. Im ersten Hause rechts, Dorfstraße Nr. 8, ist beim Milchbauern Schulte ein Hauptanschluß (H) einzurichten. Wir können somit von dem Mast Nr. 31, der vor dem Hause steht, mit der Leitungszuführung an die Hauswand heranspringen und so auf dem kürzesten Weg den Laden erreichen, wo die neue Sprechstelle eingerichtet werden soll.

Den zweiten Anschluß bekommt der Anstreicher Hagedorn, Dorfstraße Nr. 12. Damit wir mit der Zuführung direkt an die seitliche (westliche) Giebelwand des Hauses Nr. 12 herangehen können, müssen wir das Feld zwischen den Masten 32 und 33 um etwa 10 m verkürzen. Ein der Linie im Weg stehender Obstbaum, der mit seinem Stamm auf dem Privatgrundstück steht, mit der Baumkrone aber über die öffentliche Straße hinausragt, muß ausgeästet werden; **hierbei müssen wir sehr vorsichtig sein**. Um allen Beschwerden aus dem Weg zu gehen, halten wir uns genau an die Vorschriften des TWG und fordern zunächst den Baubesitzer selbst auf, das Ausästen zu übernehmen. Hat dieser hierzu keine Zeit bzw. fordert er uns auf, so erledigen wir diese Arbeit fachmännisch und sorgfältig. Es ist darauf zu achten, daß **unnütze Schädigungen des Baumwuchses vermieden werden**. Die Zweige sollen **mindestens 60 cm** im Umkreis von den Leitungen entfernt sein; **Ausästungen über 1 m dürfen nicht vorgenommen werden**.

Der nächste Anschluß soll in dem Sommerhaus des Dr. med. Huber eingerichtet werden. Das Haus liegt abseits der Straße und ist nur über das Grundstück Dorfstraße Nr. 18 zu erreichen. Auf das Grundstück muß ein Mast gestellt werden, weil die Entfernung von der Anschlußlinie nach dem Grundstück des Dr. Huber zu lang ist. Nach Rücksprache mit dem Hausbesitzer gibt uns dieser die Erlaubnis. Er ist hierzu nicht verpflichtet, denn das TWG hat hier keine Gültigkeit, und eine Erklärung des Grundstückseigentümers, die nach den Bestimmungen der **Fernsprechordnung (FeO)** vor der Einrichtung eines Fernsprechanschlusses vom Grundstückseigentümer beigebracht werden muß, liegt nicht vor, weil auf seinem Grundstück noch kein Fernsprechanschluß besteht.

Nach dem TWG hat die DBP das Recht, alle öffentlichen Wege, Plätze, Brücken und die öffentlichen Gewässer nebst deren Ufer für die Herstellung ihrer Fernmeldeanlagen im Luftraum und in der Erde zu benutzen. Danach dürfen wir also an der Landstraße und an der Dorfstraße Masten aufstellen. Bei der Benutzung von Privatgrundstücken müssen wir unterscheiden zwischen Grundstücken mit und ohne Fernsprechanschluß. Mit der Anmeldung eines Fernsprechanschlusses muß der Antragsteller eine **Erklärung des Grundstückseigentümers beibringen**. Darin gestattet der Eigentümer der DBP, auf seinem Grundstück und in den darauf befindlichen Ge-

bäuden alle Vorrichtungen, wie Masten, Kabel, Endverzweiger usw., anzubringen, die zur Herstellung von Fernmeldeanlagen, also auch von Gemeinschaftsumschaltern für Zweieranschlüsse, Wählsternschaltern usw., **auf dem Grundstück selbst** und auch für Erweiterungen der Fernmeldeanlagen erforderlich sind. So muß es z. B. ein Grundstückseigentümer dulden, daß ein Endverzweiger (EVza) an seinem Hause als Schalterpunkt für Leitungen zu Fernsprechanschlüssen auf anderen Grundstücken benutzt wird. Bei Grundstücken ohne Fernsprechanschluß, wie hier das an der Dorfstr. Nr. 18, und nicht öffentlichen Wegen (Privatwegen) muß eine mündliche oder besser schriftliche Vereinbarung mit dem Eigentümer über die Benutzung des Grundstückes getroffen werden. Das TWG gibt uns nur das Recht, den **Luftraum** über fremden Privatgrundstücken zu benutzen, wenn das Grundstück nicht betreten und sein Gemeingebrauch nicht beeinträchtigt wird.

Bei der Auskundung der übrigen drei neu zu legenden Anschlüsse ergeben sich keine Schwierigkeiten, so daß wir auf nähere Einzelheiten nicht einzugehen brauchen.

### 3.9. Das Ergebnis der Auskundung

Fassen wir die Ergebnisse unserer bisherigen Feststellungen zusammen, so ist folgendes festzuhalten:

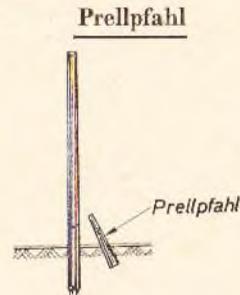
Die KÜf erhält die Nr. 0 und wird durch eine Linienstrebe verstärkt. Nur für eine KÜf zu 20 DA, die es heute noch in einzelnen Linien gibt, erfordern die Leitungszüge einen End-A-Mast nach Abb. 42.

Das 10paarige Verzweigungskabel wird vom Kabellöttrupp der Bauabteilung Neustadt ausgelegt und eingelötet. Also brauchen wir uns darum nicht zu kümmern.

Wir verwenden Masten 8 × 18 auch für Streben, die keinen geringeren Fußdurchmesser als der Mast haben dürfen. Wenn eine Linie aus neuen Masten errichtet wird, sind auch die Streben aus neuen Leitungsmasten herzustellen. An alten Masten dürfen auch durch Abbruch gewonnene, noch brauchbare Leitungsmasten als Strebenhölzer verwendet werden, wenn diese nach ihrem Zustand unbedenklich auch als Stützpunkt eingebaut werden könnten. An sich würden hier 7-m-Masten genügen, um den Mindestabstand von 3,5 m zwischen unterem Leitungsdraht und Erdboden bei Linien an Landstraßen zu wahren, auch bei drei Querträgern. Mit Rücksicht auf Kreuzungen von Straßen und Feldwegen setzen wir jedoch 8 m lange Masten. Zur Entlastung der KÜf vom Drahtzug verkürzen wir das erste Feld auf 30 m und vergrößern den Durchhang.

Je nach den Platzverhältnissen sehen wir Streben oder Anker als Verstärkungsmittel für die Masten vor, wobei wir Streben aus den bekannten Gründen bevorzugen. Bei den Masten 3 und 5 bis 9 setzen wir Streben, Mast 11 rüsten wir dagegen zur seitlichen Linienverstärkung mit einer Windstrebe, die als Ankerstrebe ausgeführt wird, aus; die Masten 14 bis

17 erhalten Anker. Der auf gerader Strecke stehende Mast 22 wird als Abspannmast (Linienfestpunkt) und Mast 28, in einem scharfen Winkel an der Straßenkreuzung stehend, als A-Mast ausgebaut. Auf die im weiteren Verlauf der Linie anzubringenden Verstärkungsmittel einzugehen, erübrigt sich für die Beschreibung der Bauweise.



(Abb. 46)

Zur Sicherung gegen Beschädigungen – Anfahren des Mastes durch Fahrzeuge usw. – setzten wir vor den Mast 29 an der Straßenecke einen **Prellpfahl** (Abb. 46); ein Prellstein dürfte den angestrebten Zweck nicht erreichen.

Im Weideland würden wir um den Mast noch **Scheuerpfähle** setzen, damit ihn das Vieh nicht durch Scheuern in Schwingungen versetzen kann. Dadurch werden die Leitungen in Schwingungen versetzt und rufen durch Berührung Störungen hervor.

Die Masten werden mit 2 Querträgern A 1150 ausgerüstet. Der obere Querträger wird mit 4 Doppelleitungen voll bestückt. Der untere Querträger wird zunächst nur mit 2 Leitungen – zur Wahrung des Gleichgewichts 1 Leitung rechts und 1 Leitung links vom Mast auf den Innenplätzen – belegt. Für die KÜf verwenden wir 2 Querträger A 1350. An Isoliervorrichtungen sehen wir gerade und U-förmig gebogene Isolatorstützen G 130 und U 150 mit Isolatoren RMk 75 vor; als Leitungsdraht Bronzedraht Bz II 1,5. Nur an der KÜf sind alle Isoliervorrichtungen mit U-förmig gebogenen Isolatorstützen U 170 und Isolatoren RMk 130 auszurüsten.

Von Mast 37 bis zum Hause Heideweg Nr. 6 setzten wir Masten  $6 \times 15$  mit Hakenstützen, weil hier keine Neuanschlüsse zu erwarten sind und weder Bäume noch Auffahrten die Linienführung behindern. Zum Bau der Sprechstellen Dorfstraße Nr. 22 und Nr. 28 benützen wir Masten  $7 \times 18$ , die für späteren Zuwachs mit Querträgern ausgerüstet werden. Nach der Auskundung stellt der BTrf nunmehr das erforderliche Fernmeldebauelement (FBZ) zusammen und bestellt es beim Fernmeldezeugant (FZA). Hierbei muß sehr sorgfältig und wohlüberlegt verfahren werden, damit nichts vergessen wird und alles FBZ rechtzeitig zur Stelle ist.

In Süddeutschland bestehen noch Linien mit abweichender Bauweise; hierauf kann an dieser Stelle naturgemäß nicht eingegangen werden; neue Linien werden jetzt aber einheitlich nach den allgemein gültigen Vorschriften gebaut.

### 3.10. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 3.

1. Welchen Zweck hat das Wegesicherungsverfahren? 2. Warum bevorzugen wir die öffentlichen Wege für unsere Linien? 3. An welcher Seite einer Landstraße sollen die Linien möglichst nicht gebaut werden? 4. Nach welchen Überlegungen werden Länge und Durchmesser unserer Masten ausgewählt? 5. Wie groß ist der Regelabstand unserer Masten? 6. Welche Verstärkungsmittel sind bei der DBP gebräuchlich? 7. Wann wenden wir Verstärkungsmittel an? 8. Wie stellen wir in Winkelpunkten die Richtung für die Verstärkungsmittel fest? 9. Was sind Sicherungsmittel und wann werden sie angebracht? 10. Welche Spitzenwinkel gibt es bei A-Masten? 11. Wie sind A-Masten in bezug auf die Linienrichtung zu stellen? 12. Was sind Mittelriegel, Unterriegel und Querschwellen bei einem A-Mast? 13. Wie weit dürfen Ausrüstungen vorgenommen werden? 14. In welchem Winkel sollen Mast und Strebe zueinander stehen? 15. Was besagt die nach der FeO vorgeschriebene „Erklärung des Grundstückseigentümers“? 16. Wodurch unterscheiden sich A-Mast und End-A-Mast? 17. In welchem Abstand vom Fußende wird bei einem A-Mast der Unterriegel angebracht? 18. Was sagt die Bezeichnung „A-Mast  $8 \times 18/15$ “ aus? 19. Wann werden Streben angebracht? 20. Welchen Winkel sollen Mast und Strebe bilden? 21. Wie kann man die Größe des Strebenwinkels in etwa ermitteln? 22. Was ist der Unterschied zwischen einem Prellpfahl und einem Scheuerpfahl? 23. Wann sollen Abspannmasten gesetzt werden?

## 4. Der Bau einer oberirdischen Anschlußlinie

Das vom BTrf beim FZA bestellte FBZ ist inzwischen vom Rundfahrtwagen des FZA in die FBTr-Unterkunft in Neustadt gebracht worden. Es ist vollzählig vorhanden. Nun kann mit dem Bau der Linie begonnen werden. Der Fernmeldebaustrupp (FBTr), bestehend aus einem Vormann (Vorm) und 12 Fernmeldehandwerkern (FHandw), ist als Streckenbaustrupp mit einem Baustrupplastkraftwagen (BTrLkw) mit Einachsanhänger für FBZ und Mastenbeförderung ausgerüstet.

Der BTrf hat etwa in der Mitte der neuen Baustrecke an der Landstraße im Haus Nr. 78 einen verschließbaren Raum gemietet, der als Lagerraum für das FBZ usw. dienen soll. Das ist bei größeren Bauvorhaben notwendig, damit das FBZ und FBG sicher aufbewahrt und nicht unnötig hin- und hergefahren wird. Auf der Baustrecke selbst wird jeweils nur so viel FBZ verteilt, wie am gleichen Tag verarbeitet werden kann. Dabei ist auf das wertvolle FBZ (Bronzedraht usw.) besonders Obacht zu geben. Mit einem Teil des FBTr fährt der BTrf auf die Strecke und beginnt zunächst mit dem Graben der Mastlöcher. Der Vorm holt inzwischen mit dem Rest des Trupps Masten aus dem Mastenlager am Güterbahnhof in Neustadt ab.

## 4.1. Der Einbau von Holzmasten

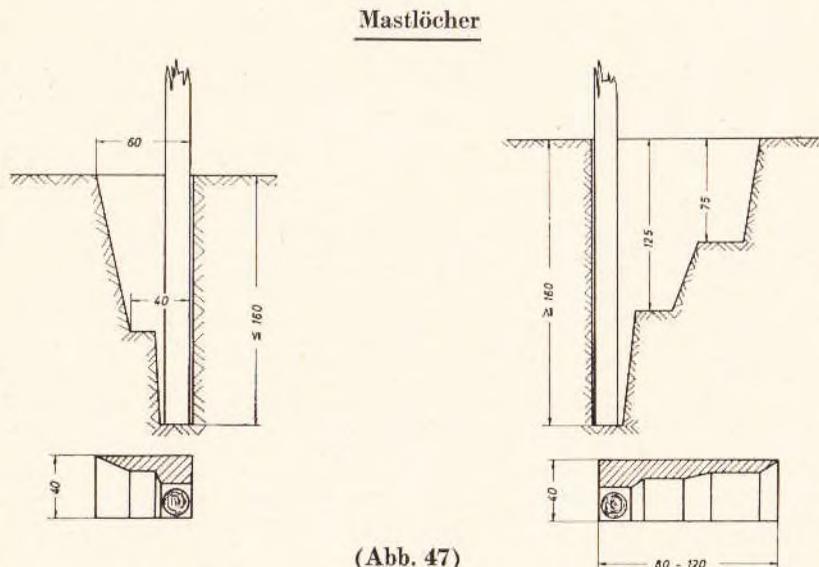
### 4.1.1. Herstellen der Mastlöcher

Das Herstellen der Mastlöcher mit dem Spaten ist auch heute noch verhältnismäßig zeitraubend. Es wird deshalb angestrebt, die Mastlöcher durch Verwendung von Erdbohrern schneller und damit billiger herzustellen. Das ist aber nur bei dafür geeigneten Böden möglich.

Grundsätzlich sind immer nur so viele Mastlöcher auszuheben, wie noch am selben Tag mit Masten besetzt werden können. Ausnahmsweise offenbleibende Löcher müssen nach den Vorschriften der Straßen-Verkehrs-Ordnung über Nacht mit Brettern zugedeckt und erforderlichenfalls auch beleuchtet werden.

#### 4.1.1.1. Das Graben der Mastlöcher

Bevor mit dem Graben der Mastlöcher begonnen werden kann, müssen die genauen Standorte der Masten festgelegt werden; dies geschieht auf gerader Strecke mit Hilfe von Meßblättern oder Holzstangen. Zweckmäßig werden auf gerader Strecke der erste und letzte Mast zuerst aufgestellt. Die dazwischenliegenden Masten lassen sich dann sehr genau einfluchten. Rasennarben sind vorher sorgfältig abzuheben und seitwärts aufzuschichten. Ist Pflasterung oder eine Decke von Kies oder Schlacke vorhanden, so werden diese Stoffe abgehoben, gesondert gelagert und nach dem Zuwerfen der Mastlöcher wieder aufgebracht. Die Mastlöcher werden rechtwinklig angelegt. Da die Maste einen festeren Stand erhalten, wenn sie nach zwei Seiten hin gegen gewachsenen Boden angelehnt werden, ist die eine Ecke des gegrabenen Lochs



dementsprechend senkrecht anzustechen. Bis zu einer Tiefe von 1,60 m werden die Mastlöcher einstufig, darüber hinaus zweistufig gegraben (s. Abb. 47). Die Länge von 60 cm beim einstufigen Mastloch reicht nur aus, wenn mit Stoßeisen und Grubenschaufel gearbeitet wird. Sonst ist eine Länge von mindestens 80 cm notwendig. Die Mastlöcher werden in gerader Linie und ebenem Gelände in Richtung der Linie, an Böschungen und steilen Hängen quer zur Linie angelegt.

In felsigem, sehr festem und eventuell auch sehr feuchtem (Moor-) Boden ist es oft vorteilhaft, das Mastloch auszusprengen. In Moorböden bietet dieses Verfahren den besonderen Vorteil, daß das Wasser aus dem zylindrischen Mastloch verdrängt wird. Zum Sprengen dürfen nur Arbeiter herangezogen werden, die damit vertraut sind und die polizeiliche Erlaubnis dazu besitzen.

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

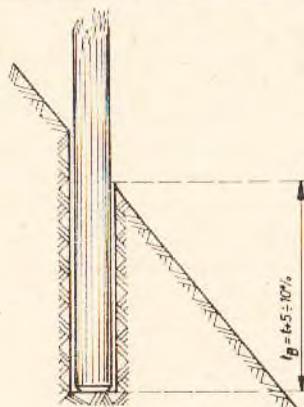
Die **Tiefe der Mastlöcher** richtet sich nach der Mastlänge. Die Maße sind Erfahrungswerte, die bei Umbruchversuchen in rolligen und bindigen Böden ermittelt werden. Für die Maste an Straßen- und Bahnböschungen sind 5 bis 10% zur angegebenen Eingrabetiefe zuzuschlagen. Bei Triebssand (Fließsand), Schlick- oder Moorboden sind zur Erhöhung der Standsicherheit – neben anderen Mitteln – größere Eingrabetiefen, etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  der Mastlänge, zu wählen. Bei Felsboden genügt eine Eingrabetiefe von etwa  $\frac{1}{7}$  der Mastlänge. Für **Tragmaste** und **Maste mit Anker** gibt die nachstehende Tabelle die Eingrabetiefe an:

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

Für Masten mit Strebe und A-Masten sind Eingrabetiefen vorgeschrieben, die unwesentlich von den in der Tabelle angegebenen Maßen abweichen.

Das mit Spaten, Schaufel und Hacke herzustellende Mastloch erfordert bei harten und steinhaltigen Böden viel Zeit. Der Zeitaufwand wäre nicht so groß, wenn das Mastloch mit geringerer Tiefe, Breite und Länge ausgehoben werden könnte. Mit Spaten, Schaufel und Spitzhacke läßt sich das in zu harten oder steinhaltigen Böden aber nicht erreichen, denn der Arbeiter muß ja in das Mastloch hineinsteigen, um das tieferliegende Erdreich auszuheben. Um dieses Hineinsteigen in das Mastloch unnötig zu machen und gleichzeitig mit einem kleineren Mastloch auszukommen, wurden die **Grubenschaufel** und das **Stoßeisen** entwickelt (s. Abb. 24), Geräte, mit denen rationeller gearbeitet werden kann, als dies bisher der Fall gewesen ist. Beim Benutzen dieser Gerätschaften wird beim Graben des Mastloches zunächst mit einem gewöhnlichen Spaten mit dem Aus-

#### Mastloch an Grabenböschungen



(Abb. 48)

heben eines etwa quadratischen Loches begonnen, dessen Seitenlänge 30 cm bei Einstelltiefen bis zu 1,60 m und 35 cm bei größeren Tiefen beträgt. Dann wird auf der etwa 50 cm tiefen Sohle des Mastloches das Erdreich mit dem Stoßeisen gelockert und mit der Grubenschaufel herausgehoben. Abwechselnd wird dann mit Stoßeisen und Grubenschaufel so lange gearbeitet, bis die erforderliche Tiefe erreicht ist. Damit Tiefen bis zu 2 m erreicht werden können, sind diese Geräte mit Stielen aus Eschenholz bis zu 2,10 m Länge versehen.

#### 4.1.1.2. Das Bohren der Mastlöcher

Zum Ausheben von zylinderförmigen Mastlöchern wird ein besonderer **Erdbohrer** verwendet (Abb. 23).

Bei Verwendung des Erdbohrers werden die Mastlöcher mit dem **geringsten Erd-aushub** und auch dem **kleinsten Zeitaufwand** hergestellt.

Dieser Bohrer hat 300 mm Schaufeldurchmesser. Im allgemeinen wird der Erdbohrer von zwei Arbeitern bedient; er kann unmittelbar auf der Erdoberfläche – nachdem eine etwa vorhandene Grasnarbe entfernt wurde – angesetzt werden. Wenn bis zu 20 cm Tiefe gebohrt worden ist, wird abgesetzt und das Erdreich mit dem Bohrer herausgehoben. Bohren und Erdausheben sind so lange zu wiederholen, bis die gewünschte Einstelltiefe erreicht ist. Der Erdbohrer kann nur in leichtem bis mittlerem, möglichst steinfreiem Boden verwendet werden. Durch die in Abb. 23 dargestellten Zusatzgeräte (Stoßeisen, Erdkraule, Stützzyylinder und Mastabgleiter) wird die Arbeit mit dem Erdbohrgerät erleichtert.

#### 4.1.2. Das Befördern der Masten zur Baustelle

Die Masten werden mit Kraftfahrzeugen (Kfz) vom Mastenlager an die Baustelle befördert. Dafür stehen zur Verfügung

- a) Lkw (Zugwagen) mit Einachsenanhänger,
- b) BTr-Lkw für Streckenbautrupps (geschlossener Kastenaufbau) mit Universal-Einachsanhänger,
- c) VW-Transporter mit Langmaterial-Anhänger (wegen der geringen Nutzlast können nur wenig Masten gleichzeitig geladen werden).

Der Vorm hat inzwischen mit seinen Leuten den Lkw für die Mastenbeförderung hergerichtet. Zu diesem Zweck ist auf dem Zugwagen ein Drehschemel eingesetzt worden, auf dem die Fußenden der Masten gelagert werden. Die Seitenwände des Zugwagens sind heruntergeklappt und festgelegt, etwa vorhandene seitliche Kastenbänke entfernt worden. Der Lkw und der Anhänger sind gegen Selbstbewegung durch Anziehen der Bremsen oder Festlegen der Räder zu sichern. Die Zopfenden der Masten werden auf dem Einachsanhänger, der ebenfalls mit einem Drehschemel ausgerüstet ist, gelagert. Die verladenen Masten müssen so festgezurrert werden, daß sie durch Stöße und Erschütterungen nicht verschoben werden können.

Das Mastenlager liegt so, daß es sowohl für die mit der Bahn ankommenden, als auch für die mit Lkw abzufahrenden Masten leicht zugänglich ist. Am Lager sind nur mit Chromarsensalz getränkte Masten vorrätig. Zum Aufladen der Masten legen die Arbeiter den Schulerschutz an, der die Haut und die Kleidung schont und mögliche Druckstellen mildert.

Die Arbeiter stellen sich nun der Schulterhöhe nach geordnet auf und tragen den Mast alle auf der gleichen Schulter. Beim Ablegen nehmen sie ihn in die Arme und legen ihn langsam und gleichmäßig nieder. Alle Arbeitsvorgänge werden gleichzeitig und auf Zuruf des letzten Mannes ausgeführt. Das Auf- und Abladen der Masten muß ruhig und ohne Hast erfolgen, damit Unfälle vermieden werden. Die Masten dürfen insbesondere nicht geworfen und gerollt werden. Die Masten werden in der Reihenfolge, wie sie auf der Strecke gebraucht werden, aufgeladen; der Mast für die KÜf wird besonders ausgesucht. Er muß gerade gewachsen und besonders kräftig sein. Nachdem der Wagen vollgeladen ist, wird am

längsten Mast hinten eine rote Fahne (bei Nebel oder Dunkelheit eine rote Laterne) als Warnungszeichen angebracht. **Der Aufenthalt seitlich von den Masten oder das Sitzen auf den Masten ist zur Vermeidung von Unfällen streng verboten.** Der Vorm und seine Leute nehmen nunmehr in der Führerlaube und auf der Kastenbank an der Stirnseite des Wagens Platz. Hier kann nichts passieren, weil der Drehschemel eine Schutzwand hat; sollte sie bei älteren Wagen fehlen, so ist die Benutzung der Bank streng verboten.

Die BTr-Lkw für Streckenbautrupps haben einen geschlossenen Kastenaufbau. Der dazugehörige Einachsanhänger ist so eingerichtet, daß die Masten zwischen seinen Rungen in ganzer Länge aufgelegt und festgespannt werden können, wobei das Gewicht nach beiden Enden gleichmäßig verteilt wird. Die Deichsel erhält eine Verlängerung, mit der der Anhänger lang an das ziehende Fahrzeug angekoppelt werden kann.

Und nun geht es zur Baustelle. Die Masten werden dort abgeladen und auf der anderen Grabenseite mit dem Fußende am Mastloch niedergelegt; die Masten für die Streben ebenfalls.

#### Merke:

Beim Tragen der mit Teeröl imprägnierten Masten sind Kopf und Hals mit der von der DBP gelieferten Schutzkleidung zu schützen. Beim Umgehen mit teeröl- und mit salzgetränkten Masten ist besondere Vorsicht geboten: Schütze die Hände durch Handschuhe und die Haut durch Hautschutzmittel, die dafür von der DBP beschafft werden. Mit beschmutzten Händen darf nicht gegessen und das Gesicht nicht berührt werden. Von Teeröl benetzte Hautstellen sind vor Sonnenbestrahlung zu schützen (Entzündungsgefahr).

#### 4.1.3. Das Aufstellen der Masten

Das Aufstellen der Masten  $8 \times 18$  bereitet keine Schwierigkeiten. An die glatte Seite des Loches wird zu diesem Zweck ein Brett gelehnt oder der Mastableiter (s. Abb. 23) eingehängt. Der Mast wird mit dem Fußende über das Loch gelegt. Hierauf heben die Arbeiter das Zopfende an und richten den Mast, auf das Loch zugehend, langsam auf; irgendwelche Hilfsmittel sind dabei nicht erforderlich, weil genügend Leute anpacken können. Bei längeren und bei zusammengesetzten Masten ist das Aufrichten zweckmäßig durch ein am Zopfende zu befestigendes Zugtau zu erleichtern. Um ein seitliches Ausweichen des Mastes beim Ziehen zu verhüten, sind noch zwei **Halteseile** erforderlich, mit denen der Mast geleitet werden kann.

Während des Aufrichtens drückt ein Arbeiter das Fußende des Mastes nieder; andere helfen am Zopfende mit kräftigen Holzstangen von 3 bis 4 m Länge oder mit einer Leiter nach. Für das Niederdrücken des Mastes am Fußende sind bei langen und schweren Masten eiserne Aufrichtgabeln

oder ähnlich gebaute Druckgabeln zu verwenden. Spaten dürfen dafür nicht benutzt werden. Ebenso darf das Fußende des Mastes nicht dadurch festgelegt werden, daß ein Arbeiter darauf tritt. Nach dem Aufrichten wird der Mast so gedreht, daß die Bezeichnungsnägel zur Straße zeigen, die Firstkante also quer zur Linie steht. Der Mast wird dann durch Ausloten senkrecht gestellt und in gerader Linie mit den übrigen Masten eingefluchtet. Der Boden wird eingeworfen und gleichmäßig festgestampft, dann wird der Rasen wieder aufgebracht. Das Stampfen hat ganz besonders sorgfältig zu geschehen, damit der Boden gut fest und späteres Setzen vermieden wird. Bereitet das Aufrichten der Masten erhebliche Schwierigkeiten, so empfiehlt es sich, **Windeböcke** einzusetzen.

#### 4.1.4. Das Anbringen der Blitzschutzdrähte

Auf Strecken, die der Blitzgefahr erfahrungsgemäß in besonderem Maße ausgesetzt sind, müssen an den Masten **Blitzerdungen** angebracht werden. Im allgemeinen genügt es, **jeden 20. Mast** mit einer Blitzerdung aus verzinktem Stahldraht von 4 mm Durchmesser auszurüsten. Der Stahldraht ist hierbei feldseitig hochzuführen und mit Krampen am Mast zu befestigen. Das den Erder bildende Ende des Drahtes ist in möglichst dauernd feuchtes Erdreich in etwa 40 cm Tiefe (am besten in den trockenen Straßengraben) je 4 bis 5 m vom Fuß des Mastes nach zwei Seiten gradlinig zu verlegen. Der Draht muß den Mastfirst um 15 cm überragen; er darf an der dachartigen Abschrägung zur Firstkante nicht abgebogen werden.

**Der Draht wird so geführt, daß er mit den Querträgern und Ziehbändern nicht in Berührung kommt.** Wenn nämlich der Blitz die Blitzerdung trifft, fließt in der Erdleitung ein starker Blitzstrom. Da die Blitzerde einen verhältnismäßig hohen Ohmschen Widerstand hat, tritt an dieser während des Stromflusses ein beträchtlicher Spannungsabfall auf. Wäre der Querträger mit dem Blitzschutzdraht verbunden, so würde diese hohe Spannung auch über Querträger, Stütze und Isolator gegen die Fernmeldeleitung auftreten. Das führt in der Regel zu Überschlägen vom Querträger über den Isolator auf die Leitung, wenn diese ihrer Schaltung nach geerdet ist.

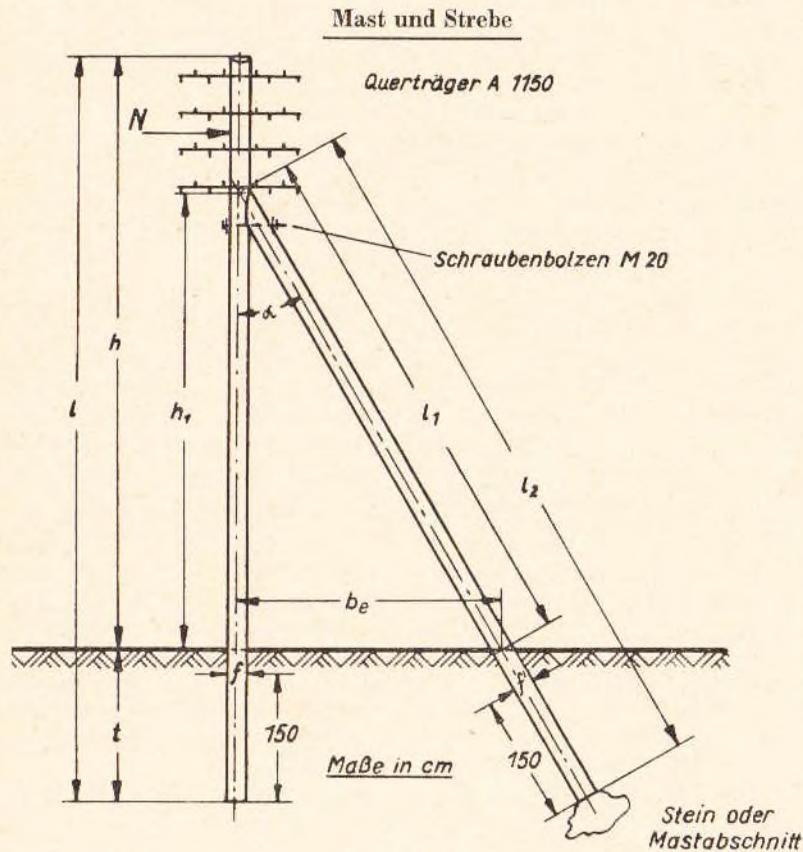
Hat der Mast einen Anker, so ist der Blitzschutzdraht mit der Schlaufe des Ankerseils an den Mast festzulegen.

Jeder Endmast (KÜf) und jeder Untersuchungsmast erhält eine Erdung aus verzinktem Bandstahl. Maste, die an Gebäudemauern, Felswänden usw. verankert sind sowie Maste am Rande einer Ortschaft, sind stets mit einer Blitzerdung aus 4 mm Stahldraht auszurüsten.

## 4.2. Verstärkungsmittel

### 4.2.1. Strebe

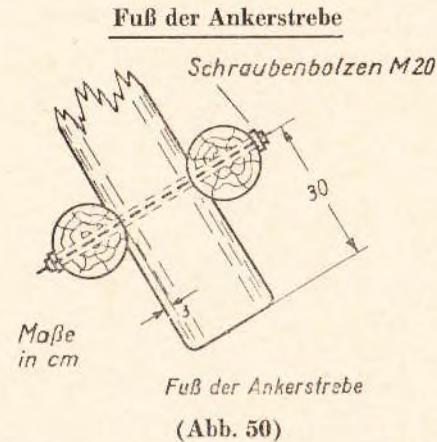
Bevor eine **Strebe** angebracht wird, ist in der bekannten Weise (s. S.42) die Richtung der Mittelkraft, auf die der Fußpunkt der Streben gesetzt wird, festzustellen. Die Strebenlöcher werden in der Böschung der dem Mast gegenüberliegenden Grabenseite ausgeworfen, weil dadurch ein günstiger Winkel, also ein besserer Angriffspunkt der Strebe am Mast erzielt wird. Die Streben finden in der Böschung ein gutes Widerlager. Die Löcher werden etwa 90 cm tief ausgehoben. Die Eingrabetiefe der Strebe richtet sich nach dem Strebenwinkel, der Mastennenngröße und nach der Anzahl der anzubringenden Querträger. Sie beträgt zwischen



(Abb. 49)

0,70 und 1,10 m. Damit die Strebe infolge des Druckes nicht in den Boden einsinken kann, muß der Fußpunkt entsprechend gesichert werden. In den meisten Fällen wird es bei einigermaßen festem Boden genügen, den Fuß der Strebe gegen einen flachen Stein mit möglichst großer Druckfläche zu stützen (s. Abb. 49). An Stelle eines Steines kann den Druckstreben eine feste Auflage auch durch einen am Fußende untergelegten Mastabschnitt von etwa 1 bis 1,2 m Länge gegeben werden.

**Ankerstreben** sind Streben, die sowohl auf Druck als auch auf Zug beansprucht werden. Sie sind durch entsprechend lange Mastabschnitte gegen das Herausziehen aus dem Erdboden gesichert (s. Abb. 50). Die Querschwellen werden mit Schraubenbolzen M 20 etwa 30 cm vom Fußende der Strebe entfernt befestigt. Die Querschwellen sind je nach Belastung der Strebe 0,6 bis 1,2 m lang.



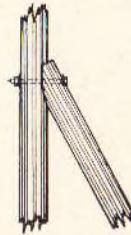
Das obere Ende der Strebe wird entsprechend der Mastrundung mit dem **Hohldecksel** ausgearbeitet. Die ausgearbeitete Stelle wird dann mit **Karbolineum** satt getränkt und die Strebe durch einen **durchgehenden** Schraubenbolzen M 20 kurz unterhalb des untersten Querträgers mit dem Mast verbunden (s. Abb. 51). Die Durchbohrung des Strebenzopfes und des Mastes – sie ist ebenfalls mit Karbolineum satt zu tränken – ist auf die Festigkeit des Mastes in der Hauptbelastungsrichtung ohne Einfluß.

### 4.2.2. Anker

Es ist wichtig für den Anker, daß er im Boden einen festen Halt findet. Das Loch für den Anker wird deshalb so gegraben, daß sich der Ankerklotz in Richtung des Zuges gegen gewachsenen Boden lehnt. Die Tiefe ist hierbei einheitlich auf 1,30 m festgesetzt worden. Der Betonklotz mit

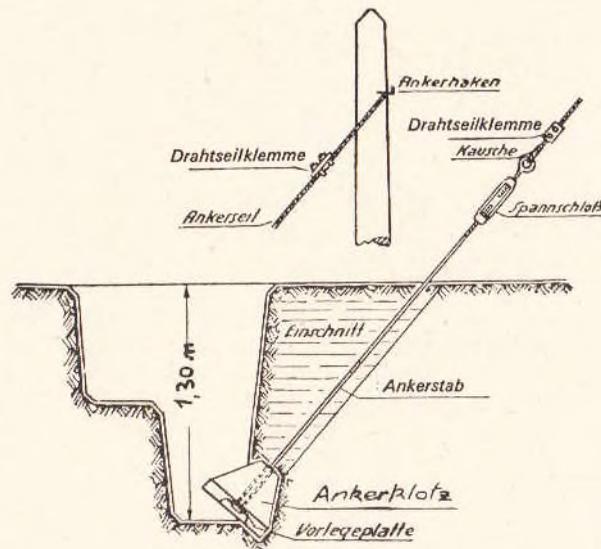
dem 2,16 m langen Ankerstab mit Vorlegeplatte wird, wie aus Abb. 52 ersichtlich, in den Erdboden eingebettet. Dabei wird für den Ankerstab nur ein schmaler Schlitz (Einschnitt) eingestochen. Beim Zufüllen des Loches wird der Boden lagenweise fest eingestampft. Auf das aus dem Boden herausragende Gewindeende des Ankerstabes schrauben wir nunmehr ein Spannschloß auf. Dann legen wir das obere Ende des Ankerseiles möglichst hoch, etwa im Angriffspunkt der Mittelkraft und nötigenfalls zwischen den Querträgern um den Mast und schließen es mit einer Seilklemme zur Schlaufe (Abb. 53). Der **Ankerhaken** soll das Abrutschen des Seiles verhindern.

#### Strebe mit Schraubenbolzen



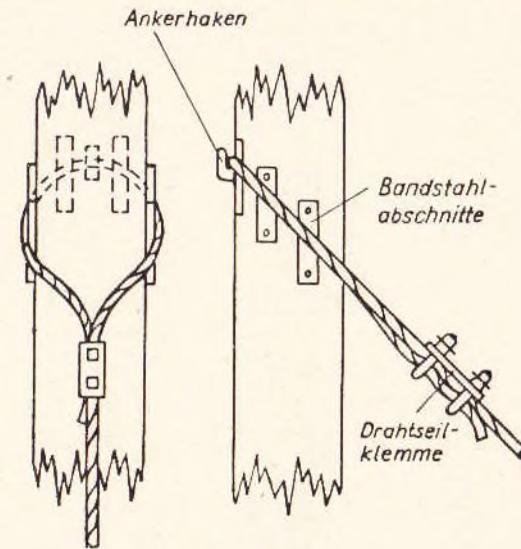
(Abb. 51)

#### Anker



(Abb. 52)

#### Ankerschleufe mit Schutzstreifen aus Bandstahl

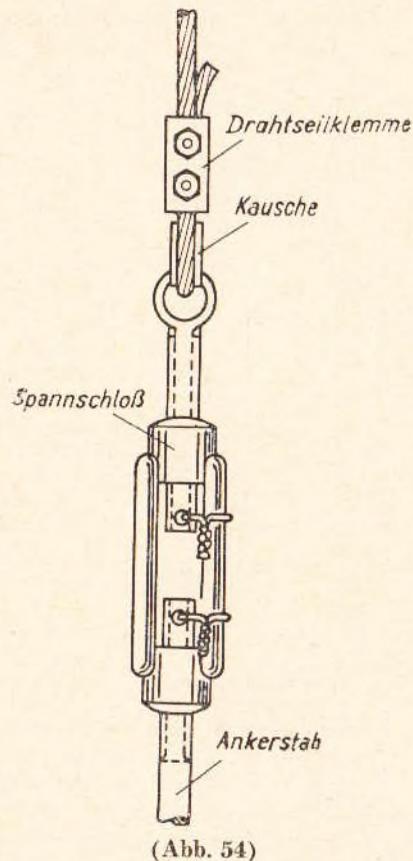


(Abb. 53)

Wenn bei stark beanspruchten Anker die Gefahr besteht, daß das Holz des Mastes von dem Ankerseil eingeschnitten werden könnte, schützen wir die Auflagestellen des Seiles am Mast mit Streifen aus Bandstahl.

Das andere Ende des Ankerseiles stecken wir zusammen mit einer Kausche durch das Auge des Spannschlusses, legen es in die Vertiefung der Kausche und befestigen es mit einer **Drahtseilklemme** (Abb. 54). Die Drahtseilklemme besteht aus einer schmiedeeisernen Klemmplatte mit zwei Öffnungen, durch die von unten her je eine **Klemmöse** gesteckt wird. Über die Schraubengewinde der Klemmösen wird ein **Stützring** gehoben, darauf eine **Scheibe** gelegt und eine **Mutter** aufgeschraubt. Beim Anziehen der Muttern wird das doppelt durch die Klemmösen gesteckte Drahtseil gegen die Klemmplatte gepreßt und so unverrückbar festgehalten. Damit das Drahtseil bei späteren Unterhaltungsarbeiten mühelos von der Drahtseilklemme gelöst werden kann, darf das Ende des Seiles nicht als sog. „Bubikopf“ um die Klemmöse gebogen werden. Es empfiehlt sich, das freie Ende des Drahtseiles etwa 30 cm lang um die Kausche zu legen, dann die Drahtseilklemme anzubringen und bis auf einen Draht des Seiles alle anderen soweit abzukneifen, daß das freie Drahtseilende noch ca. 15 cm aus der Drahtseilklemme herausragt. Der etwa 30 cm lange Einzeldraht wird dann am Ende des Seiles umgebogen. Mit mehreren, nebeneinanderliegenden Windungen wird nun das freie Seilende mit dem langen Einzeldraht am Ankerseil befestigt. Bei dieser Methode braucht

### Spannschloß mit Drahtsicherung



man keinen besonderen Stahldraht, um das freie Ende des Ankerseils so festzulegen, daß sich niemand an den scharfkantigen Drahtenden verletzen kann.

Das Ankerseil wird straff gespannt, indem wir das Spannschloß so drehen, daß sich Ankerstab und Spindel in das Spannschloß hineinschrauben. Um ein Lockern des Ankers durch Unbefugte zu verhindern, werden Spindel und Rundeisenstab durch je einen 4 mm dicken Stahldraht am Spannschloß festgebunden (Abb. 54). Das Ankerseil soll straff gespannt sein, darf den Mast aber nicht schieziehen.

### 4.3. Bau eines Endmastes

An der KÜf geht das Erdkabel auf die Freileitung über. Das von der VSt kommende Kabel wird an dem Endmast hochgeführt und in einem **Überführungsendverschluß (ÜEVs)** abgeschlossen. Die Verbindung zwischen Blankdrahtleitung und ÜEVs wird mit **Einführungsdrähten (2YY-Drähten)** ausgeführt.

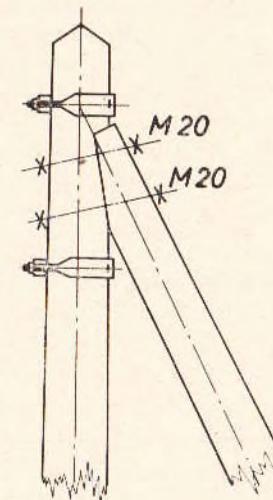
Die Bauart der KÜf richtet sich nach der Zahl und dem Durchmesser der hier endenden Freileitungen. Wie schon erwähnt, reicht im allgemeinen eine Strebe als Verstärkungsmittel für die KÜf aus, weil heute nur noch ÜEVs zu 10 DA beschafft werden. Für eine KÜf zu 20 DA erfordern dagegen die Gesamtleitungszüge einen in Richtung der Linie gesetzten End-A-Mast (s. Abb. 42).

Wie ein Mast mit Strebe gebaut wird, wurde schon beschrieben. Hier soll nun der Bau eines End-A-Mastes erklärt werden (s. Abb. 42).

Der Endmast wird am Boden liegend zusammengesetzt, dann zum Mastloch getragen und darin aufgerichtet.

Das obere Ende der Strebe greift zwischen dem ersten und zweiten Querträger am Mast an (s. Abb. 55). Es wird mit dem Hohldechsel ausgehauen, so daß es gut am Mast anliegt, und satt mit Karbolineum getränkt. Mast und Strebe werden mit zwei Schraubenbolzen verbunden. Alsdann bringen wir die aus zwei Mastabschnitten bestehende Unterriegel an. Sie werden dem Mast und der Strebe mit dem Hohldechsel

#### Mastkopf des End-A-Mastes



(Abb. 55)

angepaßt und durch Schraubenbolzen mit den Fußenden von Mast und Strebe fest verschraubt. Da der einseitige Drahtzug bestrebt ist, den Mast herauszuziehen, legen wir quer auf das Ende des Unterriegels am Mast einen Mastabschnitt (Querschwelle) von etwa 1,30 m Länge. Erfahrungsgemäß gibt der Endmast bei Belastung durch Drahtzug nach. Wir setzen ihn daher etwas auf Zug; er wird dann beim Spannen der Drähte in die senkrechte Lage gezogen. Dann wird der Mittelriegel, der ein Knicken der Strebe verhindern soll, an seinen beiden Enden sauber ausgearbeitet und bündig zwischen die beiden Masten eingesetzt. Er muß genau in der Mitte des freien Schenkels der Strebe über den Erdboden eingepaßt werden, weil die Knickgefahr hier am größten ist. Unmittelbar unterhalb des Mittelriegels ziehen wir einen ca. 1,60 bis 1,80 m langen Schraubenbolzen ein, um den Riegel in seiner Lage festzuhalten.

Das früher übliche Durchbohren des Riegels in seiner Längsrichtung und die hierdurch verursachte Schwächung und Fäulnisgefährdung ist nicht zulässig.

Die Bohrlöcher für den Bolzen sowie alle bearbeiteten Teile von Mast, Strebe, Rundhölzern und Querriegel werden auch hier vor dem Zusammenbau mit Karbolineum satt gestrichen.

## 4.4. Ausrüsten des Mastkopfes

### 4.4.1. Das Anbringen von Querträgern

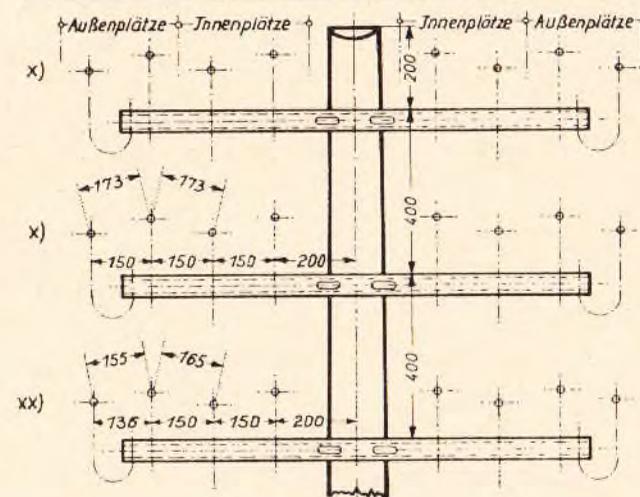
Die Querträger werden zweckmäßig bereits in der BTr-Unterkunft mit geraden und U-förmig gebogenen Isolatorstützen paarweise ausgerüstet. Die Anordnung der Querträger und Stützen mit Isolatoren zeigt Abb. 56. Die U-förmig gebogenen Isolatorstützen werden so eingesetzt, daß sie nach der offenen Seite des Querträgers ausladen; die beiden äußeren stehen rechtwinklig zur Linie. Für Endmaste werden grundsätzlich Querträger A 1350 (mit gleichem Stützenabstand) verwendet, bei dem alle Stützen von der Größe U 170 in gleicher Richtung – zur Linie hin – angebracht werden.

Vor dem Besteigen des Mastes bindet der Arbeiter den Sicherheitsgürtel um und legt den Riemen um den Mast. Er achtet darauf, daß der Sicherheitsschraubverschluss am Karabinerhaken bis zum letzten Gewindengang (Anschlag) festgeschraubt ist. Die Werkzeugtasche befestigt er am Sicherheitsgürtel.

Beim Besteigen des Mastes nimmt der Arbeiter das Ende einer dünnen Zugleine mit nach oben, an der er die Querträger hochzieht. An der KÜf werden die Querträger so befestigt, daß sie vom Drahtzug gegen den Mast gedrückt werden. Diese Lage des Querträgers ist dann an mindestens drei der nachfolgenden Stützpunkte beizubehalten. Der Abstand des

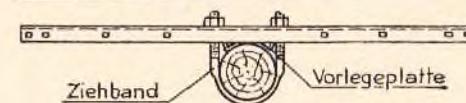
obersten Querträgers vom First beträgt 20 cm, von Querträgeroberkante zu Querträgeroberkante 40 cm (Abb. 56). Der Querträger wird mit der offenen Seite dem Mast zugekehrt. Zwischen Mast und Querträger wird eine M-förmige Vorlegeplatte (s. Abb. 11) eingelegt, die sich mit ihrer Rundung dem Mast anpaßt, dem Querträger einen festen Halt gibt und ein Einschnitten in den Mast verhindern soll. Die Querträger werden nach Augenmaß unter Mitwirkung eines Kollegen waagrecht und gleichzeitig auch rechtwinklig zur Linie ausgerichtet. Ein Ziehband preßt Querträger und Vorlegeplatte gegen den Mast (Abb. 57). Wir verwenden Ziehbänder der Größe 170, die für Masten bis zu 170 mm Durchmesser ausreichen.

### Anordnung der Querträger und Isoliervorrichtungen



(Abb. 56)

### Befestigung eines Querträgers am Mast



(Abb. 57)

\*) E-Cu 3 oder Bz II 2 (Fernleitungen) auf RMK 130 oder Rmd 120

\*\*\*) Bz II 1,5 (Anschlußleitungen) auf RMK 75

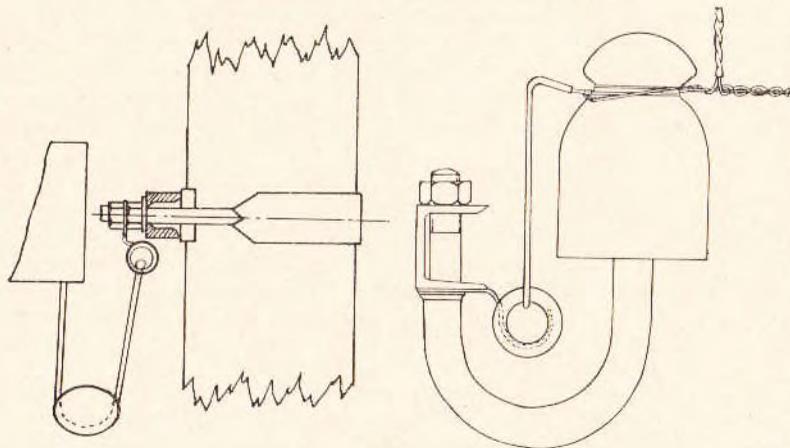
Der Endmast der in unserm Beispiel gewählten Anschlußlinie wird wie die übrigen Masten mit zwei Querträgern ausgerüstet. Sie werden, wie schon oben erklärt, an der dem Drahtzug abgewandten Seite befestigt.

Wird mit ausnahmsweise starken Leitungszügen gerechnet, können doppelte Querträger am Endmast angebracht werden. Zur gleichmäßigen Verteilung des Drahtzuges auf beide Querträger ist der Leitungsdraht um den Hals des ersten, der Linienrichtung zugewandten Isolators herumzuschlingen, wie üblich zu binden und am zweiten Isolator abzuspannen.

Die Querträger eines Endmastes werden ausschließlich mit Stützen U 170 und mit Isolatoren RMk 130 ausgerüstet (Abb. 58). Gerade Stützen würden Hebelarme bilden und durch einseitigen Drahtzug den Querträger in seiner Längsrichtung verdrehen. Daher werden die U-förmig gebogenen Isolatorstützen so eingeschraubt, daß sie sämtlich in Richtung zur Leitung stehen, damit der Drahtzug bei Überlast die Stützen aufbiegen kann. An jeder U-förmig gebogenen Isolatorstütze und an jedem Ziehbandchen wird eine Isolierrolle mit Halter zur isolierten Führung des 2YY-Drahtes angebracht (s. Abb. 58). Der Halter der Isolierrolle wird bei der Stütze zwischen Querträger und dem Bund der Isolatorstütze, bei den Ziehbändern zwischen Ziehbandmutter und einer besonderen Gegenmutter eingeschoben und durch Anziehen der Mutter bzw. Gegenmutter festgeklemmt (s. auch unter 4.8.6.).

An Stelle der RMk 130 wurden an Kabelüberführungen RMü eingebaut, wenn sie des Spannungsschutzes wegen erforderlich sind (Aufnahme des UsAg Form C mit Halter). Bei Neuanlagen ist diese Bauweise nicht mehr anzuwenden.

#### Einführung der Freileitung am Endmast

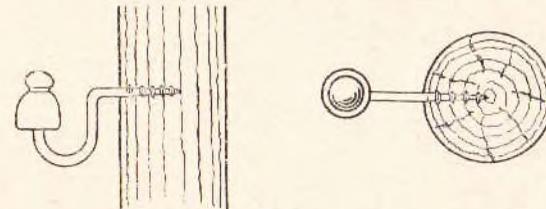


(Abb. 58)

#### 4.4.2. Das Anbringen von Hakenstützen

Die im Heideweg aufzustellenden Masten werden mit Hakenstützen ausgerüstet. Diese schrauben wir bereits vor dem Aufrichten der Masten ein. Die Stützenlöcher bohren wir mit dem Stützenbohrer auf etwa **Dreiviertel der Schraubenlänge** senkrecht zur Mastachse (Abb. 59). Der Durchmesser des Loches darf nicht zu groß sein, damit das Gewinde beim Eindrehen in das gewachsene Holz einschneidet und so fest sitzt, daß die Stütze auf Zug beansprucht werden kann. Vor dem Einschrauben ist das

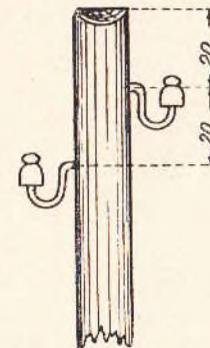
#### Anbringen einer Hakenstütze



(Abb. 59)

Bohrloch mit Karbolineum zu tränken. Die erste Hakenstütze bringen wir 20 cm unterhalb des Zopfendes an, die zweite 20 cm tiefer auf der gegenüberliegenden Seite (Abb. 60).

#### Anordnung der Hakenstützen



(Abb. 60)

Die am Anfang der Linie gewählte Anordnung der Isolatorstützen ist beizubehalten. Ein Wechsel in der Mastseite ist unzulässig, auch wenn die Linie z. B. unterwegs auf die andere Straßen- oder Bahnseite übergeht. Eine einseitige Gruppierung ist nur in Ausnahmefällen statthaft.

Mit mehr als zwei Paar Hakenstützen sind die Masten nicht auszurüsten. Aus Sicherheitsgründen sind beim Überkreuzen von belebten Straßen Hakenstützen nicht mehr zu verwenden. Hier bieten Isoliervorrichtungen auf Querträgern bessere Sicherheit.

#### 4.5. Die Kabelüberführung, Übergang Kabel/Blankdrahtleitung

##### 4.5.1. Die Aufgaben des ÜEVs

Der Überführungsendverschluß hat die Aufgabe, das Erdkabel abzuschließen und die Kabeladern mit der Blankdrahtleitung so zu verbinden, daß die Kabeladern vor zu hohen Spannungen und Strömen geschützt werden. Die hohen Ströme und Spannungen können durch galvanische Verbindung der Fernmeldeleitungen mit Starkstromleitungen (gerissene Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen liegen auf den Blankdrähten) oder durch induzierte Spannungen auftreten (atmosphärische Entladungen, Hochspannungsnetze mit unmittelbar geerdetem Sternpunkt, Wechselstrombahnen).

Gegen zu hohe Ströme schützen wir uns durch Stromsicherungen, die als Grobstromsicherungen (4 A Nennstromstärke) eingesetzt werden. – Zu hohe Spannungen werden über den Spannungsgrobschutz (Funkenstrecke für 2000 V) und Spannungseinschutz (gasgefüllte Überspannungsableiter, ÜsAg für 230 V) zur Erde abgeleitet.

##### Erinnern wir uns:

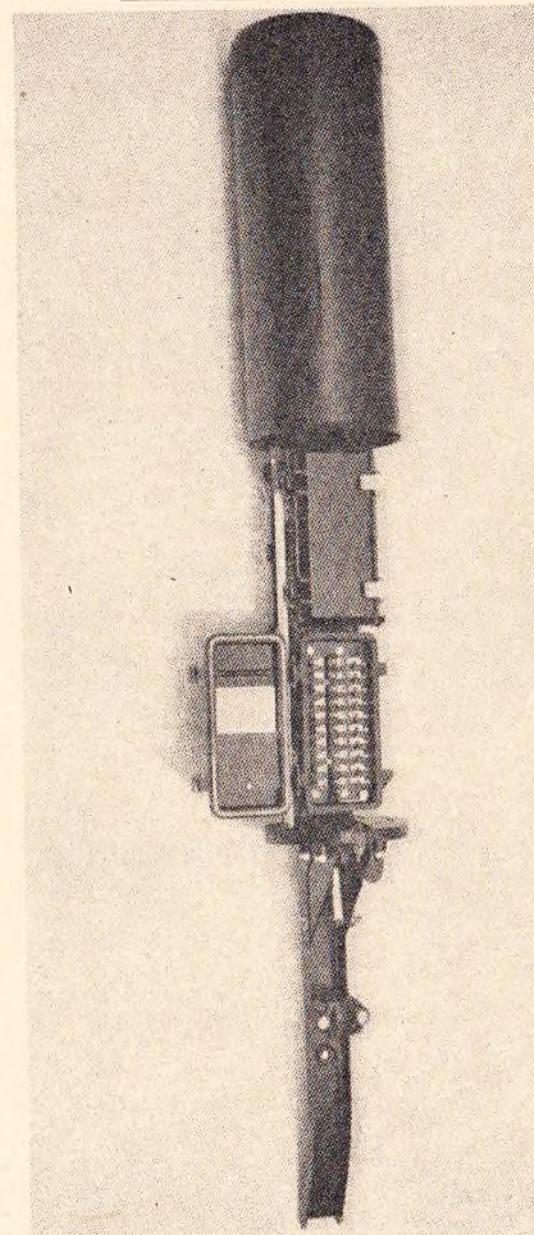
Die **Stromsicherung** ist in die zu schützende **Leitung** zu schalten, der **Spannungsschutz** zwischen die zu schützende **Leitung** und **Erde**.

Für einen wirksamen Spannungsschutz ist eine Erdleitung sorgfältig herzustellen und in gutem Zustand zu halten. Eine schadhafte Stromsicherung führt sofort zur Unterbrechung des Fernsprechetriebes, aber fehlerhafte Spannungssicherungen machen sich erst bemerkbar, wenn es zu spät ist, d. h. wenn die Überspannung das Kabel oder technische Einrichtungen beschädigt hat.

Durch welche Sicherungen die Kabel zu schützen sind, ist in den Bauvorschriften festgelegt. Grundsätzlich sind im ÜEVs Grobstromsicherung und Spannungsgrobschutz vorgeschrieben. Außerdem ist ein Spannungseinschutz in den folgenden Fällen vorgeschrieben:

- a) in besonders blitzgefährdeten Gebieten,
- b) vor Wählsternschaltern,
- c) in Beeinflussungsbereichen von Wechselstrombahnen und Hochspannungsnetzen mit unmittelbarer Sternpunktterdung,

#### ÜEVs-01 50, Ausführung II



(Abb. 61)

- d) im Anschlußbereich von Vermittlungsstellen, deren Hauptverteiler mit Trennleisten 55 bestückt sind – hier zum Schutz der technischen Einrichtungen.

Für den **Stromgrobschutz** sind in jedem ÜEVs die Stromsicherungen mit 4 A Nennstromstärke (früher 8 A<sub>max</sub>) einzusetzen. Der **Spannungsgrobschutz** (Funkenstrecke) ist ebenfalls in jedem ÜEVs fabrikmäßig eingebaut. Der Abstand zwischen der Erdschiene (mit der Erdleitung der KÜf verbunden) und den Erdschrauben im ÜEVs (mit den Blankdrähten verbunden) ist von der Herstellungsfirma justiert und darf nicht verändert werden. Der **Spannungseinschutz** wird bei den verschiedenen ÜEVs unterschiedlich ausgeführt. Bei den ÜEVs-OI 50 wurde ein ÜsAg, Form C 230 V in einen Überführungsisolator (RMü) eingebaut, weil dafür im ÜEVs-OI 50 kein Platz vorgesehen war. Beim neueren ÜEVs 59 ist der Spannungseinschutz als ÜsAg, Form A 230 V im Sicherungs- und Schaltraum untergebracht.

Nun sollen die z. Z. bei der DBP gebräuchlichen Überführungsendverschlüsse für Ortsleitungen (ÜEVs-OI) kurz beschrieben werden. Auf die Überführungsendverschlüsse für Fernleitungen (ÜEVs-Fl) wird nicht eingegangen, weil sie sich nicht wesentlich von den ÜEVs-OI unterscheiden und der ÜEVs 59 sowohl für Ortsleitungen als auch für Fernleitungen verwendet werden kann. ÜEVs-Fl werden nicht mehr beschafft und sind nur noch selten in unseren Linien anzutreffen.

Nach einer längeren Erprobungszeit hat sich der ÜEVs 59 so gut bewährt, daß nur noch dies Gerät beschafft wird. Auf die Beschreibung der älteren ÜEVs soll verzichtet werden. Sie werden im Zuge der Verkabelungen und Instandsetzungen langsam aus unseren Linien verschwinden. Dafür sollen der ÜEVs 59 und seine Montage ausführlicher behandelt werden.

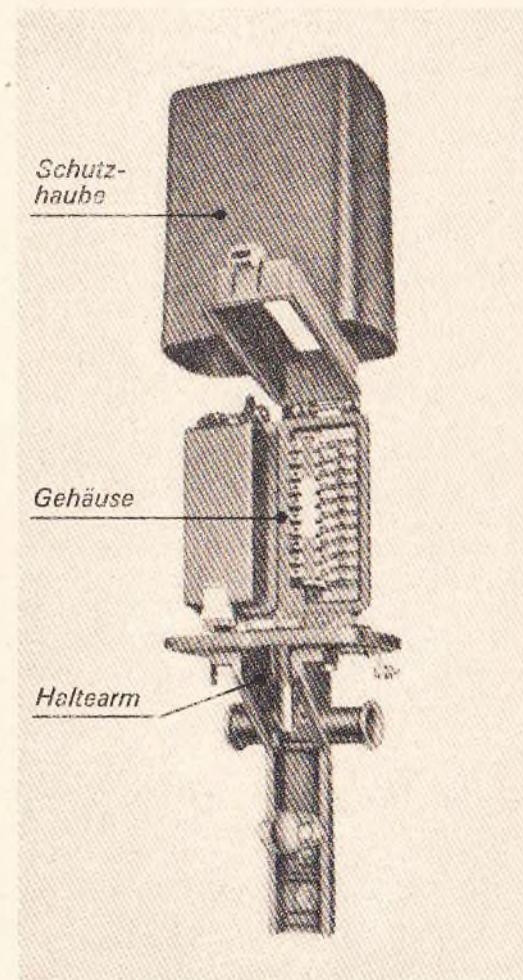
#### 4.5.2. Der ÜEVs 59

Der ÜEVs 59 ist eine Weiterentwicklung des ÜEVs-OI 50, weist aber konstruktiv größere Änderungen auf. Seitdem sich das FTZ entschlossen hat, die bisher üblichen Sicherungsleisten am Hauptverteiler (HVt), die einen Strom- und Spannungseinschutz aufnahmen, nicht mehr zu beschaffen und dafür den HVt mit Trennleisten ohne jeden Sicherungsschutz auszurüsten

– nur durch Wechselstrombahnen und Hochspannungsnetze mit unmittelbarer Erdung des Sternpunktes gefährdete Leitungen werden an der Trennleiste durch ÜsAg Form E geschützt (Spannungseinschutz) –

mußte der Sicherungs-Feinschutz in den ÜEVs verlegt werden. Der ÜEVs 59 hat eine Funkenstrecke für 2000 V (Spannungsgrobschutz), Überspannungsableiter Form A (ÜsAg A) als Spannungseinschutz und z. Z. noch in der Entwicklung befindliche träge Stromsicherungen 0,15 A. Der Spannungseinschutz (ÜsAg A) ist also beim ÜEVs 59 in das Gehäuse aufgenommen worden.

#### ÜEVs 59

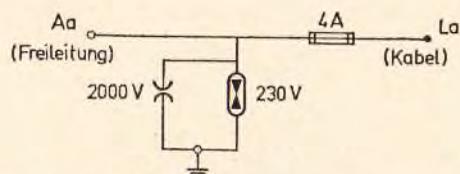


(Abb. 62)

Der ÜEVs 59 besteht aus dem Gehäuse, dem Haltearm und der Schutzhäube. Diese Teile sind aus korrosionsfestem Kunststoff mit hoher mechanischer Festigkeit hergestellt, so daß die bei den bisherigen Blechgehäusen zur Pflege üblichen Farbanstriche entfallen.

Der ÜEVs 59 wird nur in einer Größe (10 DA) geliefert. Seine Schaltung ist in nachstehender Skizze dargestellt. Der Übersichtlichkeit halber

ist nur eine Ader abgebildet; in gleicher Weise sind alle Einzeladern abgesichert.



Wir erkennen, daß von der Leitungsseite aus gesehen vor dem Kabel zunächst eine Grobfunkenstrecke (Spannungsgrobschutz) liegt. Ihr ist parallel geschaltet ein Spannungsfenschutz, der hier aus einem ÜsAg Form A besteht. Der Spannungsschutz muß natürlich zwischen Leitung und Erde geschaltet sein, d. h. er liegt an der Leitung. Dem Spannungsschutz nachgeschaltet in der Leitung liegend befindet sich eine Stromsicherung (Grobstromsicherung 4 A).

#### 4.5.3. Das Anbringen eines Überführungsendverschlusses

An unserem Endmast bringen wir einen ÜEVs zu 10 DA auf der dem **Drahtzug abgekehrten Seite** zwischen den beiden Querträgern an. Die Zuführungen zu den Freileitungen werden auf diese Weise kurz gehalten. Der ÜEVs wird mit den beiden Befestigungsstücken in der gleichen Weise am Mast befestigt wie die Querträger. Das Kabel wird auf der dem Drahtzug abgewandten Seite am Mast angebracht. Zum Schutz gegen mechanische Beschädigungen decken wir es in ganzer Länge mit **Kabelschutzeisen für Überführungen (Halbrohr)** ab. Vollrohr darf wegen der Gefahr der Kabelbeschädigung durch Eispressung nicht verwendet werden.

#### 4.5.4. Montage eines ÜEVs 59

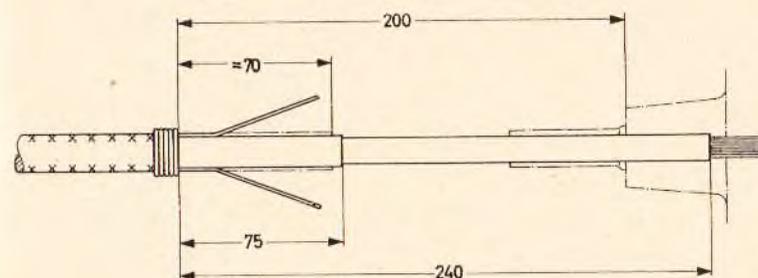
Den ÜEVs 59 gibt es in zwei Ausführungen. Beide unterscheiden sich lediglich in der Art der Einführung des Kabels in den Abschlußraum. Bei der Erstaussage des ÜEVs 59 mußte das Kabel mit einem Lötstutzen verlötet werden; die neuere Ausführung hat statt dessen eine Stopfbuchsen-Einführung. Diese ermöglicht es, auch Kunststoffkabel abzuschließen. Zur neueren Ausführung wird außerdem eine Schutzschelle geliefert, die das bisher freiliegende und besonders gefährdete Kabelstück zwischen dem Kabelschutzeisen am Mast und der Kabelabfangvorrichtung am ÜEVs schützen soll.

Die in der nachstehenden Montagebeschreibung in Klammern gesetzten Zahlen beziehen sich auf die in den Abb. 63 durch Ziffern gekennzeichneten Einzelteile.

Zunächst muß der ÜEVs mit dem Kabel beschaltet werden. Diese Arbeit wird zweckmäßigerweise am Erdboden verrichtet, bevor das Kabel am Mast befestigt ist. Das Kabel ist zunächst auf das Einbaumaß abzuschneiden.

**Bewehrtes Bleimantelkabel** ist nach Abb. 63a herzurichten. Es ist wichtig, daß die Bewehrungsdrähte (13) ca. 70 mm über den Abbund hinausragen.

#### PMbc – Kabelende für ÜEVs 59



(Abb. 63a)

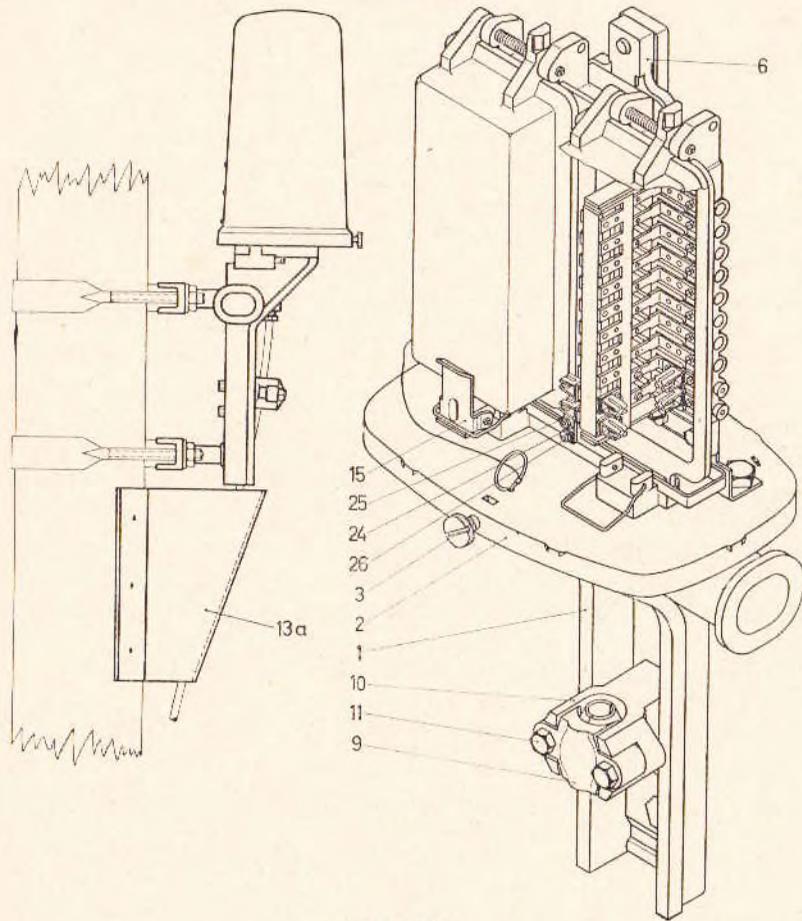
Sie dienen hinterher in der Kabelabfangvorrichtung (10) zur Zugentlastung des Kabels. Der Bleimantel ist gut zu reinigen und dort, wo er in den Lötstutzen eingelötet wird, bzw. wo er bei der neuen Ausführung des ÜEVs 59 von der Erdungs- u. Abfangschelle umfaßt wird, metallisch blank zu machen; hierauf ist die Kabelseele abzubrühen (Abbrühmasse FA, Verarbeitungstemperatur 120 °C).

**Kunststoffkabel** ist so abzusetzen, daß nach dem Anlegen der Adern an die Lötflammen der Kunststoff-Außenmantel des Kabels unmittelbar unterhalb der Erdungs- u. Abfangschelle endet. Der Kupferschirm unter dem Außenmantel ist nur so weit abzuschneiden, daß noch mindestens 10 mm herausragen. Er muß von der Erdungs- u. Abfangschelle gut umfaßt werden. Der Kunststoff-Innenmantel ist 2 bis 3 mm vor dem Kupferschirm abzusetzen.

Nachdem der ÜEVs zur Aufnahme des Kabels vorbereitet ist (Haltearm (1) vom Gehäuse (2) abschrauben, Schutzhaube (4) abziehen, Deckel (6) des Abschlußraumes einschließlich Führungsschiene abschrauben), wird das Kabel durch den Lötstutzen bzw. die Stopfbuchse eingeführt. Beim Lötstutzen ist das Kabel durch Einlegen von Bleistreifen in den Stutzen einzupassen. Bei der Stopfbuchse ist vorher die Druckschraube mit dem Dichtring und den Druckscheiben auf das einzuführende Kabelende aufzureihen (für dickere Kabel liegt der Dichtring mit 13 mm Innendurchmesser bei).

Bei den ÜEVs 59 mit Lötstutzen werden nun das Kabel und der Lötstutzen miteinander verlötet. Bei der neuen Ausführung des ÜEVs mit Stopfbuchsen-Einführung ist das Bleikabel bzw. der Kupferschirm des kunststoffisolierten Kabels in die Erdungs- u. Abfangschelle einzulegen und festzuschrauben. Die Druckschraube ist dabei noch nicht fest anzuziehen. Das geschieht erst nach dem Anlöten und Ausformen der Adern. Jetzt werden die Adern an die Lötösen (7) im Abschlußraum angelegt.

**ÜEVs 59**



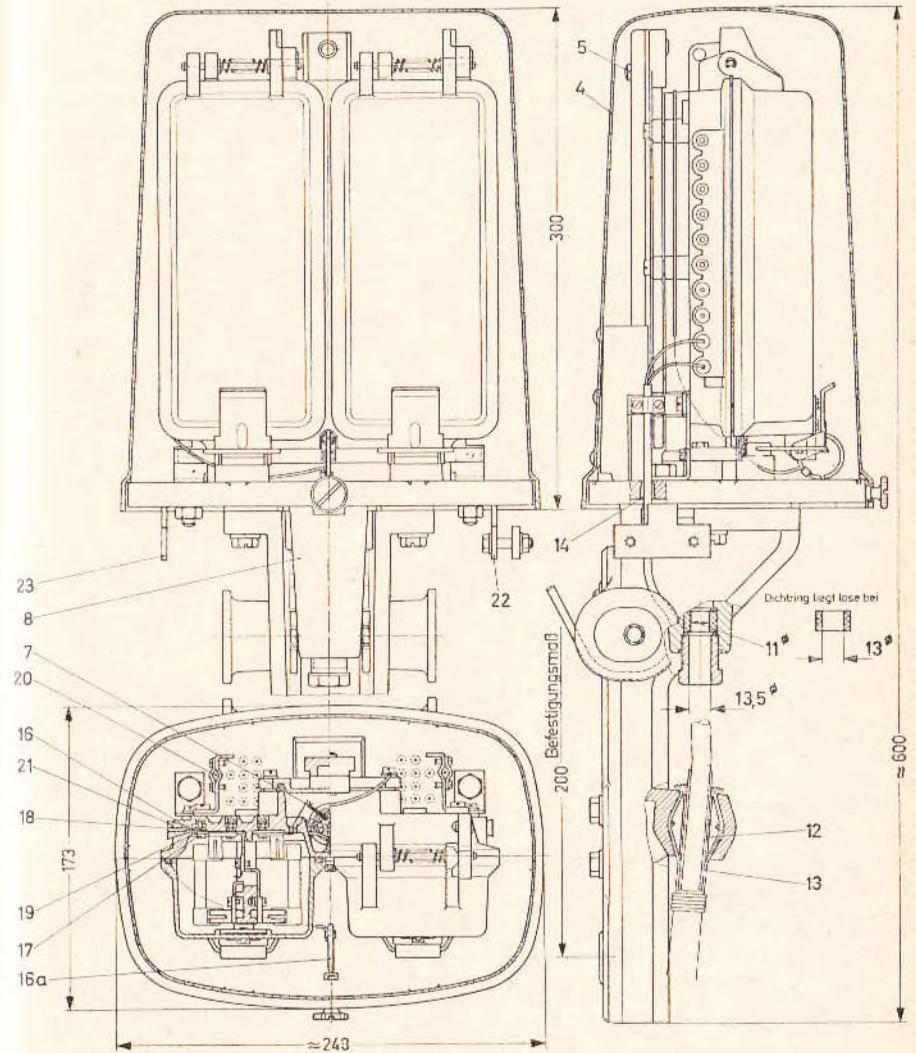
(Abb. 63b)

Auf die Zählweise ist deshalb besonders zu achten, weil die DA 1 bis 5 beim Blick in den Abschlußraum auf der rechten Lötstiftreihe abzuschließen sind (Abb. 63d).

Die Kabeladern sind dabei wie üblich abzuisolieren, papierisolierte Adern sind abzubinden (Mastwurf). Die Leiterenden sind in die Schlitz der Lötflächen einzulegen, flach anzudrücken und mit Röhrenlötzinn anzulöten. Die Adern sind nach dem Anlöten zur Mitte des Abschlußraumes hin gleichmäßig auszuformen und an zwei Stellen mit abgebrühtem Nesselband abzubinden.

Der Abschlußraum ist zu säubern. Bei den ÜEVs 59 mit der Stopfbuchsen-Einführung ist die Druckschraube fest anzuziehen. Nun wird die untere Kammer (8) des Abschlußraumes ausgegossen. Hierfür ist der ÜEVs senkrecht aufzuhängen. Die helle Füllmasse FH (Verarbei-

**ÜEVs 59 mit Stopfbuchsen-Einführung**



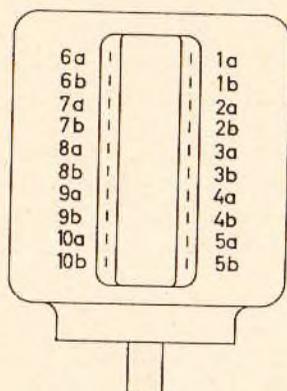
(Abb. 63c)

temperatur 135 °C) ist so lange nachzugießen, bis sich der Massepiegel nicht mehr senkt und die Kammer randvoll gefüllt ist. Nach dem Abkühlen der Füllmasse ist der Deckel des Abschlußraumes mit der Dichtung aufzusetzen und festzuschrauben. Beim Einführen von Kunststoffkabeln entfällt das Vergießen der unteren Kammer des Abschlußraumes mit der hellen Füllmasse FH.

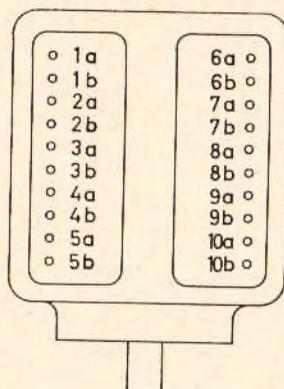
Der ÜEVs ist jetzt mit dem Kabel beschaltet und muß am Mast befestigt werden. Dazu sind zunächst die Befestigungsstücke am Haltearm anzuschrauben. Mit Ziehbandern und Vorlegeplatten ist der Haltearm dann am Mast festzuklemmen. Nun wird die Schelle (9) von der Kabelabfangvorrichtung (10) nach Lösen der beiden Schrauben (11) abgenommen. Achtung, die losen Klemmkonen (12) können herunterfallen! Das Ge-

#### Zählweise der Kabeladern

##### im Abschlußraum



##### im Schaltraum

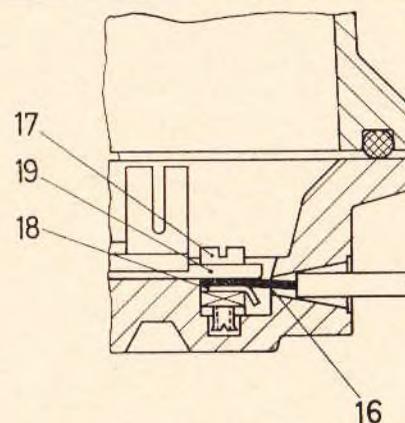


(Abb. 63d)

häuse des ÜEVs ist auf den Haltearm aufzusetzen. Der Lötstutzen bzw. die Stopfbuchse ist zwischen die beiden Winkel des Haltearms zu schieben, dann sind Haltearm und Gehäuse miteinander zu verschrauben. Damit der Lötstutzen bzw. die Stopfbuchse entlastet wird, ist das Kabel in die Kabelabfangvorrichtung einzulegen. Die Klemmkonen werden um das Kabel gelegt. Die Bewehrungsdrähte sind über die Klemmkonen zu biegen und mit dem Kabel in die Abfangvorrichtung einzulegen. Die Schelle ist wieder aufzusetzen und festzuschrauben.

Der ÜEVs kann nunmehr mit den Einführungsdrähten (2YY) oder mit Installationskabel beschaltet werden. Dazu ist die Drahtführung (14) in der Grundplatte von oben her zu durchstoßen. Etwaiger Grat ist mit einer Rundfeile oder dem Kabelmesser zu beseitigen. Der Schaltraum ist zu

#### Beschaltung des ÜEVs 59 mit 2YY-Draht



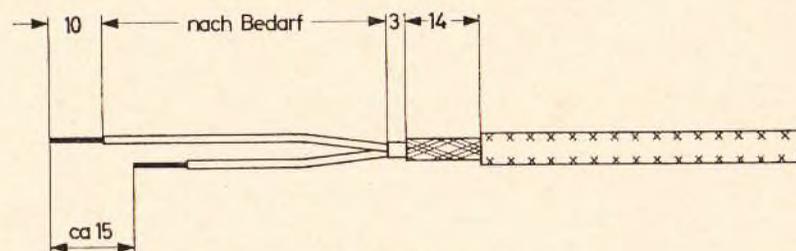
(Abb. 63e)

öffnen. Soweit die Einführungsdrähte anzulegen sind, ist das Preßstoffhäutchen (16) mit dem Werkzeug (16a), das jedem ÜEVs 59 beiliegt, aus dem Einführungskonus herauszustößen.

Die Anschlußschraube (17) wird ca. 2 mm herausgeschraubt und der auf 12 mm abisolierte Einführungsdraht der Form 2YY zwischen das Klemmstück (18) und der Kontaktschiene (19) bis zum Anschlag in den Preßstoffkonus eingeführt. Nun ist die Anschlußschraube fest anzuziehen.

Installationskabel ist auf gleiche Weise anzuschließen. Es ist zuvor herzurichten, wie es in der Abb. 63f dargestellt ist. Die Flachdrahtbewehrung ist dabei unter der Mantelschelle (20) festzuklemmen. Über die Ader ist ein konischer Gummistopfen (21) zu schieben (Abb. 63g), der in ausreichender Anzahl jedem ÜEVs beigegeben ist. Nachdem die Ader durch

#### Herrichten des Installationskabels

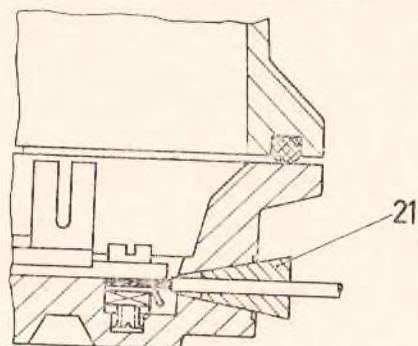


(Abb. 63f)

die Anschlußschraube fest angezogen ist, muß der Gummistopfen in die Einführungsöffnung fest eingedrückt werden.

Zuletzt ist die Bandstahlerde an die Anschlußklemme (22) oder (23) anzuschließen, je nachdem an welcher Seite des Mastes der Bandstahl hochgeführt ist.

#### Beschaltung des ÜEVs 59 mit Installationskabel



(Abb. 63 g)

Wenn die Stromgrobsicherungen und die ÜsAg, Form A eingesetzt sind, ist der ÜEVs betriebsfertig. Es sind stets soviel ÜsAg einzubauen als Kabeladern im ÜEVs abgeschlossen sind, unabhängig davon, ob alle Adern beschaltet sind. Das ist wegen des Blitzschutzes für das Kabel notwendig. In der Regel sind also 20 Stück ÜsAg, Form A einzusetzen.

Zuletzt wird die Kunststoffabdeckung (13a) über das Kabel geschoben und am Mast angenagelt. Diese Kunststoffabdeckung gehört zur Regelausstattung des neuen ÜEVs 59 mit der Stopfbuchsen-Einführung und schützt das zwischen der Unterkante des Haltearms und dem Mast freiliegende Kabelstück.

#### 4.5.5. Herstellen der Erdungsanlage an Überführungsstellen

Diejenigen Überführungsstellen, die vor Überspannungen geschützt werden müssen (ÜEVs, ÜfD mit Sicherungsschutz), sind mit einer **Erdungsanlage** auszurüsten. Wir wollen hier nur die Erdungsanlagen im oberirdischen Leitungsnetz betrachten. Sie bestehen aus dem **Erder** (Oberflächen- oder Tiefenerder) und der **Erdungsleitung**. Die Erdungsleitung ist die Verbindung zwischen dem Erder und dem zu erdenden Teil der Fernmeldeanlage. Damit die Erdungsleitung bei atmosphärischen Entladungen gegenüber dem Erdreich keine unzulässig hohen Spannungen führt, darf der **Erdungswiderstand** nur gering sein. An denjenigen Überführungsstellen, die mit einem Überspannungsschutz ausgerüstet

sein müssen, darf der Erdungswiderstand **höchstens 10 Ohm** betragen. Der Erdungswiderstand ist die Summe von Ausbreitungswiderstand des Erders und Widerstand der Erdungsleitung.

Zunächst betrachten wir den **Oberflächenerder**. Er besteht in der Regel aus verzinktem **Bandstahl 30 × 2,5 mm**, der 0,5 bis 1,0 m tief möglichst in dauernd feuchtes und frostfreies Erdreich einzulegen ist. Er soll gestreckt ausgelegt und eingestampft, erforderlichenfalls eingeschlämmt werden. Es ist darauf zu achten, daß bei einer Kabelüberführungsstelle der Bandstahl möglichst nicht zusammen mit dem Kabel im gleichen Graben verlegt wird. Wenn durch einen 50 m langen Oberflächenerder der geforderte Erdungswiderstand nicht zu erreichen ist, können Strahlen- oder Ringerder, Netz- oder Flächenerder als Oberflächenerder zu besseren Ergebnissen führen.

Das FTZ ist z. Z. mit der Ausarbeitung neuer Bauvorschriften für Erdungen und Sicherungen (FBO 14) beauftragt.

Es hat sich in den letzten Jahren gezeigt, daß je nach den örtlichen Gegebenheiten **Tiefenerder** wirtschaftlicher herzustellen sind als Oberflächenerder. Tiefenerder bestehen aus zusammensetzbaren **Erderstäben**, die maschinell oder von Hand in das Erdreich eingetrieben werden. Beim Eintreiben wird der erste Stab mit einer Spitze versehen; das obere Ende der Stäbe wird durch einen Schlagkopf gegen Verformung geschützt. Der letzte Erderstab muß mindestens 20 cm, bei bewirtschafteten Böden 60 cm unter der Erdoberfläche liegen. Unmittelbar an Gebäudewänden (z. B. bei oberirdischen Sprechstellenzuführungen) kann der Erder bis zu 20 cm aus dem Erdboden herausragen.

Als **Erdungsleitung** dient verzinkter **Bandstahl 30 × 2,5 mm**. Er ist am Endmast auf der Feldseite gegen das Kabel um 90° versetzt hochzuführen und in Abständen von etwa 1 m mit verzinkten Bandeisenkrampfen am Mast zu befestigen. Das 15 cm über den First des Mastes hinausragende, durch einen Schrägschnitt zugespitzte Ende des Bandstahles, dient als Auffangspitze für atmosphärische Entladungen. Zwischen der Erdanschlußklemme am ÜEVs und der Erdungsleitung wird die leitende Verbindung ebenfalls mittels Bandstahl 30 × 2,5 hergestellt. Dieses Verbindungsstück soll möglichst ohne scharfe Knicke geführt sein, was allgemein für die Erdungsleitungen gilt. Für die Verbindung dieses Bandstahlstückes mit der Bandstahl-Erdungsleitung verwenden wir **Bandstahlverbinder**.

Nach der Fertigstellung sind die Erdungsanlagen zu messen. Dafür verwenden wir eine Wechselstrommeßbrücke (z. B. Geohm).

#### 4.5.6. Das Messen von Erdungswiderständen

Erdungsanlagen sollen eine niederohmige Verbindung zwischen Fernmeldeanlagen und dem Erdreich ermöglichen, um u. a.

1. das Erdreich als Teil eines Betriebsstromkreises zu verwenden,
2. die Funktion von Schutzeinrichtungen zu ermöglichen,
3. störende und gefährdende Ströme in das Erdreich abzuleiten.

Im o. i. Linienbau können störende oder gefährdende Ströme hervorgerufen sein durch atmosphärische Entladungen (z. B. Blitz), Beeinflussung durch Hochspannungsleitungen und Wechselstrom-Bahnen und durch Stromübergang bei galvanischer Verbindung (Drahtbruch).

Die Spannung am Erder ist das Produkt aus den abzuleitenden Strömen und dem Erdungswiderstand. Sie soll möglichst klein gehalten werden, um nicht selbst zu gefährden. Das kann man erreichen durch einen niedrigen Erdungswiderstand. Der Erdungswiderstand soll bei den Kabelüberführungen und bei Sprechstellen mit o. i. Einführung nicht größer als 10 Ohm sein. Ob dieser Wert eingehalten wird, muß durch Messung festgestellt werden. Das kann geschehen

1. durch den Beamten am Prüftisch der VSt, wenn dafür die technischen Einrichtungen vorhanden sind und
2. durch örtliche Messung mit einer Erdungsmeßbrücke.

Das Messen des Erdungswiderstandes mit einer Erdungsmeßbrücke soll hier kurz beschrieben werden. – Der zu messende Erder ist mit der Meßleitung an die Klemme E1 (bei elektrisch kurzer Zuleitung) bzw. an E2 (bei elektrisch langer Zuleitung) an die Erdungsmeßbrücke anzuschließen. In ausreichendem Abstand von dem zu messenden Erder (ca. 50 m) ist eine Sonde (Erdspeiß) in den Erdboden einzutreiben und an die Klemme S des Meßgerätes anzuschließen. In weiterem Abstand von ca. 50 m von der Sonde ist die Hilfserde (Erdspeiß) in den Boden einzutreiben und an die Klemme HE anzuschließen. Sonde und Hilfserde sind möglichst in gleicher, gerader Richtung vom Erder aus gesehen herzustellen. Wenn diese großen Abstände zwischen dem zu messenden Erder und der Sonde und zwischen Sonde und Hilfserde eingehalten werden, ist das Meßergebnis im allgemeinen richtig. Außerdem ist darauf zu achten, daß die Isolation der Meßleitungen einwandfrei ist und daß die Meßleitungen einadrig verlegt sind, da sonst die Kopplungen zwischen den Meßleitungen das Meßergebnis verfälschen.

Jetzt ist das Meßgerät abzugleichen. Der Zeiger des Galvanometers soll beim Durchdrehen des Abgleichwiderstandes möglichst 10 Teilstriche nach links und rechts ausschlagen, dann sind die Meßbedingungen in bezug auf die Erdungswiderstände der Sonde und des Hilfsersers erfüllt. Sonst ist Abhilfe zu schaffen durch längere Erdspeiße oder durch Bewässerung des die Erdspeiße umgebenden Erdreichs.

Nach dem Abgleich wird die Messung vorgenommen. Ist der geforderte Wert von 10 Ohm noch nicht erreicht, dann muß die Erdungsanlage verbessert werden. Die erste Messung soll möglichst durch eine zweite Mes-

sung bestätigt werden, bei der der Abstand von Sonde und Hilfserde zur zu messenden Erdungsanlage vergrößert wird oder Sonde und Hilfserde in anderer Richtung eingebracht werden.

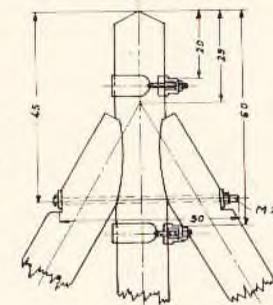
Um die einmal hergestellte Erdungsanlage auf ihre Brauchbarkeit hin zu überwachen, wird eine Untersuchungs- und Meßkarte aufgestellt. Aus ihr geht die örtliche Lage, die Art und Form des Erders und seine Abmessung hervor. Nach Fertigstellung wird das Meßergebnis des Erdungswiderstandes eingetragen. In regelmäßigen Abständen ist die Erdungsanlage zu prüfen und zu messen. Diese Meßergebnisse sind auf der Untersuchungs- und Meßkarte einzutragen.

#### 4.6. Der Bau eines Abspannmastes (Linienfestpunkt)

Im Verlauf des Baues unserer Linie wird Mast 22 als Linienfestpunkt ausgebaut. Die als Abspannmaste bestimmten Maste erhalten in der Richtung der Leitungen zu beiden Seiten **Linienstreben** (s. Abb. 64). Diese müssen so bemessen sein, daß sie eine plötzlich auftretende einseitige Beanspruchung, wie sie beim Bruch sämtlicher Leitungen in einem Feld auftritt, sicher aufnehmen. Der Winkel zwischen Mittelmast und Streben wird zweckmäßigerweise zu  $30^\circ$  gewählt, um eine zu große Strebenlänge und die damit verbundene Knieckgefahr zu vermeiden.

Die Linienstreben greifen zwischen dem ersten und zweiten Querträger am Mast an und werden mit diesem durch einen durchgehenden Schraubenbolzen M20 verbunden (s. Abb. 64). Den Angriffspunkt höher zu legen (etwa bis an den Mastzopf), ist wegen der größeren Länge und Beanspruchung der Streben nicht zweckmäßig. Die Befestigung tiefer zu legen ist untersagt, weil im Belastungsfall der Mast sonst am Befestigungspunkt der Streben abbricht.

Mastkopf eines Abspannmastes mit Linienstreben



(Abb. 64)

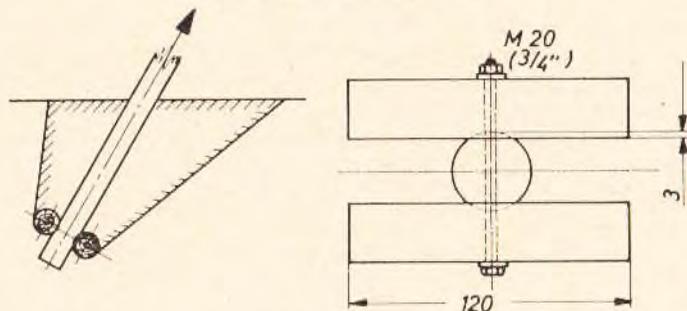
Die Streben dürfen keinen geringeren Zopfdurchmesser als der zu stützende Mast haben. Muß die Strebe aus irgendeinem Grunde verkürzt werden, so ist das entbehrliche Stück vom Zopfende abzuschneiden.

Die auf die Streben einwirkenden Zug- und Druckkräfte müssen abgefangen werden. Bei Belastung darf die auf Zug beanspruchte Strebe nicht herausgezogen und die mit Druck belastete nicht in den Boden hineingedrückt werden. Zur einwandfreien Übertragung der in den Streben auftretenden Zug- und Druckkräfte auf den Erdboden werden die Streben daher als **Ankerstreben** ausgeführt (s. Abb. 50). Die beiden etwa 1,20 m langen Mastabschnitte lassen wir entsprechend ihrer Rundung etwa 3 cm tief in die Streben ein.

Die Abspannmaste werden außerdem gegen Umbruch durch eine dritte Ankerstrebe gesichert. Diese Strebe wird am Mast dicht unterhalb des untersten Querträgers mit einem durchgehenden Schraubenbolzen M 20 befestigt. Wir setzen den Fußpunkt in die Grabenböschung, also auf die den vorherrschenden Winden abgekehrte Seite.

Einzelheiten über die Abmessungen und den Zusammenbau der Abspannmaste sind nötigenfalls aus der beim BTrf vorliegenden FBO 5 zu ersehen.

Fußpunkt einer Linie



(Abb. 65)

#### 4.7. Der Bau eines A-Mastes

Bei der Auskundung war vorgesehen worden, den Mast 28 als A-Mast zu bauen (Abb. 44). Das zu diesem Zweck als rechteckige Grube auszuhebende Loch wird in Richtung des resultierenden Drahtzuges angelegt (s. Abb. 45). Breite, Länge und Tiefe des Loches richten sich nach der Größe des A-Mastes. Wir stellen einen A-Mast mit einer Gesamtlänge von

8 m und einem Spitzenwinkel von 10 Grad auf und verwenden dafür zwei Masten 8×19. Ein A-Mast dieser Größe führt die Bezeichnung „A-Mast 8×19/10“. Die nachstehend angegebenen Maße für die einzelnen Mastteile usw. haben wir aus der Anl. 10 der FBO 5 entnommen. Vgl. hierzu bitte die Abb. 44.

Ob wir einen A-Mast setzen oder einen Mast mit Strebe bzw. Anker, richtet sich allein nach dem zulässigen Nutzzug und der baulichen Möglichkeit. Ein Strebenmast mit einem vorgeschriebenen Strebenwinkel von 30° bis 40° läßt sich wegen der großen Spreizung an der Erdoberfläche nicht überall einbauen. Dann ist ein A-Mast mit 10° Spitzenwinkel oftmals besser aufzustellen.

#### Maße für den A-Mast 8×19/10

1. Spitzenwinkel	$\alpha = 10^\circ$
2. Mastlänge im ganzen	$l = 8,00 \text{ m}$
3. Mastlänge über Erde	$h = 6,00 \text{ m}$
4. Spreizung am Unterriegel	$b = 1,34 \text{ m}$
5. Spreizung am Mittelriegel	$b_1 = 0,53 \text{ m}$
6. Länge des Bolzens für den Mittelriegel	$l_6 = 0,80 \text{ m}$
7. Eingrabetiefe	$t = 2,00 \text{ m}$
8. Mindestdurchmesser des Unterriegels	$d_4 = 18,0 \text{ cm}$
9. Länge der Querschelle	$l_3 = 1,20 \text{ m}$
10. Länge des Unterriegels	$l_4 = 2,40 \text{ m}$

Während zwei Mann das Mastloch in einer dem Unterriegel entsprechenden Länge von 3,00 m, Breite von 0,70 m und Tiefe von 1,80 m ohne Stufen auswerfen, zimmern zwei andere den A-Mast nach den angegebenen Maßen; sie achten darauf, daß die Unterriegel dem Loch zugekehrt sind. Dort, wo die Mastfüße stehen werden, heben wir noch Vertiefungen von 0,20 m aus. Der Mastkopf wird nach Abb. 44 gebaut. Dabei werden bei unserem A-Mast mit 10° Spitzenwinkel die beiden Schenkel fast bis zur Hälfte ihres Durchmessers – genau  $\frac{d}{2} + 20 \text{ mm}$  – geschwächt, wobei die Berührungsflächen oben 500 bis 600 mm lang sein müssen. In diese Flächen wird mit je 30 mm Tiefe ein Hartholzdübel genau und stramm eingepaßt. Durch diesen Dübel wird der Mastkopf gegen ein eventuelles Verschieben der Schenkel versteift. Der Hartholzdübel hat für alle A-Masten die gleiche Größe 60×120 mm. Die Masten werden dann durch Schraubenbolzen miteinander verbunden.

Auch hier sind alle bearbeiteten Flächen satt mit Karbolineum zu streichen und die Bohrlöcher mit Karbolineum auszugießen.

Die Stirnflächen des **Mittelriegels** werden mit dem Hohldechsel ausgekehlt und in der halben freien Masthöhe zwischen die beiden Mastschenkel eingesetzt. Darunter ziehen wir einen Schraubenbolzen ein, der den Riegel

in seiner Lage festhält. Hierbei achten wir darauf, daß die beiden Mast-schenkel weder durch den Riegel nach außen noch durch den Zug des Schraubenbolzens nach innen durchgebogen werden. Ein Durchbohren des Mittelriegels in seiner Längsrichtung kommt hier ebensowenig wie beim Endmast für eine KÜf in Frage.

Für den Fußpunkt des A-Mastes verwenden wir **Unterriegel** aus Mast-abschnitten. Sie sind so bemessen, daß für die gebräuchlichsten A-Masten bei normalen Bodenverhältnissen und bei Einhaltung der in der Tabelle angegebenen Eingrabetiefen keine Querswellen benötigt werden.

Bei leichtem Boden ist, wenn die Standsicherheit durch die Unterriegel allein nicht erreicht wird, zusätzlich eine Querschwelle von 15 cm Durchmesser und etwa 1,20 m Länge auf der Zugseite des A-Mastes anzubringen. Die Befestigung geschieht zweckmäßig durch eine mehrfache Bindung aus Stahldraht von 4 mm Dicke, die die Querschwelle, den Mastfuß und die Unterriegel kreuzweise umfaßt. Bei besonders leichtem Boden empfiehlt es sich, je eine Querschwelle auf beiden Seiten des A-Mastes vorzusehen, wobei die Querschwelle auf der Druckseite des Mastes unterhalb der Unterriegel anzuordnen ist.

An Böschungen ist darauf zu achten, daß das für die Standsicherheit des Mastes erforderliche auflastende Erdreich auch tatsächlich vorhanden ist. Mindestens der gezogene Schenkel des A-Mastes muß auf die vorgeschriebene Tiefe eingegraben werden. Da es sich hier um mittleren Boden handelt, können wir auf die Querschwelle verzichten.

Beim Aufrichten des A-Mastes werden zwei Gleitbretter an die gegenüberliegende senkrechte Seite des Loches gestellt und die beiden Mastenden über das Loch gelegt. Der Mastkopf wird angehoben und das Aufrichten mit Mastgabeln oder Leitern unterstützt. Der stehende A-Mast wird zur Linie und nach der Winkelhalbierenden ausgerichtet. Dann stampfen wir den Boden beim Verfüllen des Loches sehr sorgfältig fest. An erster Stelle bringen wir am A-Mast den Querträger A 1150 mit einem Ziehband von 200 mm an, an zweiter Stelle einen Querträger für A-Masten für 4 Doppelleitungen C 1330. Dieser wird mit zwei Schraubenbolzen am Mast befestigt. Das Anbringen von Ankern oder Streben ist an einem ordnungsgemäß hergestellten A-Mast zur Erhöhung der Standsicherheit nicht erforderlich.

## 4.8. Der Bau einer Blankdrahtleitung

### 4.8.1. Das Auslegen der Leitungen

**Leitungsdraht, einerlei, ob es sich um Bronze- oder Hartkupferdraht handelt, gehört zu dem wertvollen FBZ, das gegen Diebstahl besonders geschützt werden muß.** Deshalb nehmen wir nur den täglich erforderlichen Draht mit auf die Baustelle. Hier muß er stets unter Aufsicht und Verschuß gehalten werden.

Als Leitungsdraht verwenden wir Bronzedraht II von 1,5 mm Durchmesser. Der Drahttring wird auf einen Drahtspindel gelegt, der von zwei Mann die Baustrecke entlang getragen wird, wobei sich der Draht abwickelt. Begonnen wird mit dem außenliegenden Ende des Drahtwickels. Der Draht wird auf der Seite der Linie ausgezogen, auf der die Leitung auf dem Querträger zu liegen kommt. Der Fernmeldedraht ist zunächst möglichst neben den Masten auf den Erdboden zu legen und hiernach von Hand oder mit der Drahtgabel auf den für ihn bestimmten Platz zu legen. Beim Abwickeln achten wir darauf, daß keine Schleifen und Knicke entstehen und die Ziehhaut nicht durch Schleifen auf steinigem Boden verletzt wird. Die Windungen dürfen nicht nacheinander abgehoben werden, weil dadurch der Draht verdreht und durch die entstehenden Knicke die Bruchgefahr erhöht wird. **Beim Auslegen entlang der Straße und an Wegekreuzungen ist dafür zu sorgen, daß keine Unfälle verursacht und alle zum Schutze des Verkehrs notwendigen Maßnahmen getroffen werden. Wir stellen Warnposten mit roter Flagge auf, die den Draht mit langen Stangen hochhalten und Personen und Fahrzeuge warnen. Am besten wird hier der Draht gleich hochgebracht und an den Stützen behelfsmäßig festgebunden, damit die ausgelegten Drähte nicht von Fahrzeugen befahren oder beschädigt werden können.**

Wenn an **vorhandenen Linien** Leitungen nachzubauen sind, müssen folgende Regeln beachtet werden:

Verständigen Sie vorher die zuständige Entstöungsstelle.

Vermeiden Sie Störungen des Betriebes in anderen Leitungen; verständigen Sie die Teilnehmer, deren Leitungen gestört werden könnten.

Untersuchen Sie die Masten vor dem Besteigen auf ihre Standfestigkeit (ausreichende Eingrabetiefe, Fäulnis, Insektenfraß oder Beschädigung durch Anfahren).

Prüfen Sie den Durchhang der vorhandenen Leitungen und regeln Sie ihn neu – wenn nötig.

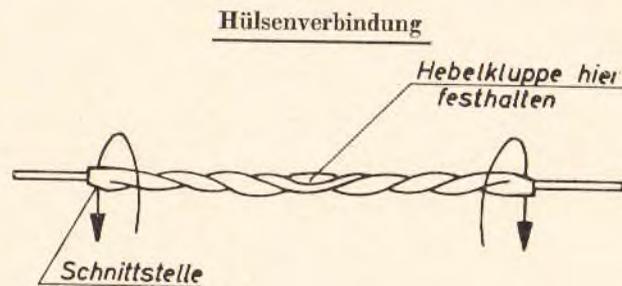
Wechseln Sie schadhafte Isolatoren aus, reinigen Sie verschmutzte Isolatoren und versehen Sie die dachförmige Abschrägung am Mastkopf mit einem neuen Bitumenanstrich – wenn nötig.

Verwenden Sie stets das dienstlich gelieferte Werkzeug, damit die Drähte an ihren Außenflächen nicht beschädigt werden und dadurch leichter brechen.

Bei Dienstschuß und nach Beendigung der Arbeiten ist die Betriebsfähigkeit der vorhandenen Leitungen, für die Störungen möglich sind, zu prüfen.

#### 4.8.2. Das Verbinden des Leitungsdrahtes

Die Leitungsdrähte werden vor dem Hochlegen auf den Querträger durch Drahtverbindungshülsen miteinander verbunden; wir verwenden dazu Kupferhülsen. **Die Hülsenverbindungen werden mit größter Sorgfalt hergestellt**, weil mangelhafte Verbindungsstellen häufig die Ursache von Kontaktfehlern (zeitweiligen Unterbrechungen) oder Widerstandsänderungen sind, die die Übertragungsgüte der Leitungen erheblich beeinträchtigen. Die zu verbindenden Drahtenden sind deshalb metallisch blank zu machen. Die Drahtenden werden sodann von jeder Seite so tief in die Hülse gesteckt, daß sie etwa 5 mm vom entgegengesetzten Ende entfernt bleiben. Die Mitte der Hülse wird nun mit einer Kluppe festgehalten (Abb. 30). Mit einer zweiten Kluppe wird erst das eine und dann das andere Ende in einer Entfernung von 10 bis 15 mm vom Hülsenrand gefaßt und in beiden Fällen je zweimal in der gleichen Richtung herumdrehend (Abb. 66). Wir achten hierbei darauf, daß der Hülsenbund nicht verkrümmt wird oder an den Ansatzstellen der Kluppen einreißt. Die Drahtenden erhalten durch diese Drehung miteinander und mit der Hülse eine innige Verbindung. Bei Fernmeldedrähten Bz II 1,5 dürfen an Stelle



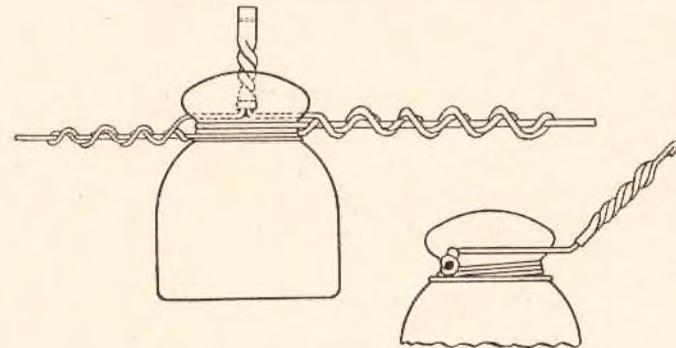
(Abb. 66)

der Kluppen auch Flachzangen für Blankdrähte (Telegraphenzangen) verwendet werden. Wir kneifen nunmehr die nicht mit beiden Drähten ausgefüllten Enden der Hülse mit einer Beißzange schräg ab, wobei darauf zu achten ist, daß der Leitungsdraht nicht beschädigt und die Hülse an der Schnittstelle gut geschlossen wird. **Abgekniffene Draht- und Hülsenreste werden nicht weggeworfen**; sie können Verletzungen bei Menschen und Tieren verursachen. Wir sammeln sie in der Werkzeugtasche.

Drähte unterschiedlicher Dicke werden nur an Isolatoren miteinander verbunden. Die Drähte sind je für sich am Isolator abzuspannen (s. unter 4.8.5.) und ihre freien Enden mit einer halben Verbindungshülse zu verwürgen. Die halbe Drahtverbindungshülse ist so weit über die beiden, zuvor metallisch blank gemachten Drähte zu schieben, daß am freien

Ende der Hülse ein leerer Raum von etwa 5 mm Länge verbleibt. Hier-nach ist die Hülse mit 2 Umdrehungen zu verwürgen. Das freie Ende der Hülse ist zusammenzudrücken und gegen das Eindringen von Regenwasser umzubiegen. Zum Schluß ist die Drahtverbindung schräg aufwärts und vom Mast wegzubiegen (Abb. 67).

#### Verbindung verschieden dicker Drähte



(Abb. 67)

#### 4.8.3. Das Aufbringen des Leitungsdrahtes

Nach dem Auslegen ist der Draht von Hand oder mit der Drahtgabel auf den für ihn bestimmten Platz zu legen. Das vorherige Recken des Drahtes, wie es früher einmal vorgeschrieben war, ist nach neuen Vorschriften nicht mehr durchzuführen. Wenn das Auflegen auf den bestimmten Platz wegen vorhandener Leitungen, wegen Baumbestände oder wegen anderer Hindernisse nicht möglich ist, darf der Draht über die Querträger oder die U-förmigen Öffnungen der Isolatorstützen unter der Voraussetzung hinweggezogen werden, daß die Außenhaut des Drahtes gegen Beschädigungen durch Führen über Gleitvorrichtungen (s. Abb. 32) geschützt wird.

Beim Auslegen von Fernmeldedrähten über vorhandene Leitungen müssen Störungen in den Betriebsleitungen möglichst vermieden werden. In diesem Falle werden die Drähte sogleich nach dem Auflegen oder Ausziehen an den Halslagern der Isolatoren lose geheftet. Die lose Heftung mit dem später zu verwendenden Bindedraht ist bei der nachfolgenden Regulierung des Durchhangs nicht hinderlich.

#### 4.8.4. Regeln des Leitungsdurchhangs

Das sorgfältige Regulieren des Durchhangs bzw. des Drahtzuges der Leitungen ist von großer Wichtigkeit, hängt hiervon doch die Störungsfreiheit der Fernmeldeeinrichtungen weitgehend ab.

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

Mit zunehmender Wärme dehnt sich der Draht, und der Durchhang wird größer; mit abnehmender Temperatur zieht sich der Draht zusammen, und der Durchhang verringert sich. Je kürzer die Felder sind, um so genauer muß der Durchhang unter Beachtung der herrschenden Lufttemperatur geregelt werden. Aus den Drahtzug- und Durchhangtafeln für Fernmeldeleitungen der FBO 7 sind der Drahtzug und der Durchhang bei den einzelnen Drahtsorten und -dicken und bei den verschiedenen Mastabständen und Temperaturen zu ersehen.

An Tagen hoher Lufttemperatur werden die Drähte häufig zu straff gespannt, weil bei oberflächlicher Prüfung die Leitungen anscheinend zu tief durchhängen. Diese Drähte reißen leicht in der kalten Jahreszeit. Umgekehrt nehmen die an Tagen niedriger Lufttemperatur nicht genügend straff gespannten Drähte an warmen Tagen einen zu großen Durchhang an und verursachen dann Berührungen und Drahtverschlingungen.

Unsere Berechnungen legen wir in unserem Beispiel die normale Spannweite von 50 m und eine Drahtwärme von + 10 Grad Celsius zugrunde. Aus der Tabelle der FBO 7 entnehmen wir für Bronzedraht II und 1,5 mm Dicke einen Durchhang von 25,7 cm. Bei ungünstigen Verhältnissen, z. B. scharfen Winkelpunkten und in Rauhegebieten, ist die Spannung zu verringern, d. h. der Durchhang so weit zu vergrößern, wie es im Hinblick auf mögliche Leitungsberührungen noch zulässig ist.

#### 4.8.4.1. Anwendung der Durchhanglehre

Der richtige Durchhang läßt sich am zuverlässigsten mit der **Durchhanglehre** messen. Hierzu werden mindestens 2 Durchhanglehren benötigt. Je eine wird mit ihrem oberen Ende dicht neben dem Isolator auf den Leitungsdraht zweier benachbarter Stützpunkte eingehängt (s. Abb. 35). Der Draht ist dann so lange zu spannen oder nachzulassen, bis der tiefste Punkt des Drahtbogens in die Schlinie der beiden entsprechend eingestellten Visierschenkel-Schlitze der Lehren fällt.

#### 4.8.4.2. Prüfen des Durchhanges mit der Meßlatte

An dem oberen Ende einer leichten Stange (**Meßlatte**) legen wir mit einer verschiebbaren Einstellung (Abb. 33) den nach der Durchhangtafel notwendigen Durchhang fest. Das sind in unserem Beispiel 25,7 cm. Genau in der Mitte des zu prüfenden Feldes oder, bei günstigen örtlichen Verhältnissen (ebenem Gelände), in der Mitte des zu prüfenden Linienabschnittes, hält ein Arbeiter zur Prüfung des Durchhanges die Meßlatte senkrecht so weit hoch, bis die Spitze in der Schlinie zwischen den beiden Isolatoren liegt. Die auf den Masten befindlichen Arbeiter regeln den Durchhang so lange, bis der Draht die eingestellte Marke berührt, dann binden sie ihn an den Isolatoren fest. – Als deutlich sichtbare Marke eignet sich z. B. ein dicker Nagel oder eine verschiebbare Knagge.

#### 4.8.4.3. Bestimmen des Durchhanges mit der Federwaage

Bei dem Verfahren wird die Drahtzugkraft gemessen. Das eine Ende der Federwaage ist mit einer Paralleלקlemme zu verbinden, die auf den Lei-

tungsdraht gesetzt wird. Das andere Ende der Federwaage wird unter Zwischenschalten eines Spannschlusses am Querträger des Mastes befestigt, von dem aus die Leitungen gespannt werden sollen. Wird die Zugspannung für eine größere Anzahl von Feldern gleichzeitig geregelt, so ist die Federwaage ungefähr in der Mitte des Linienabschnittes anzubringen und während des Anziehens probeweise an die Leitungsdrähte anzulegen. Hat der Draht den vorgesehenen Wert der Zugkraft ungefähr erreicht, so bleibt die Federwaage dauernd eingeschaltet; durch Verkürzen oder Verlängern des Spannschlusses wird der Draht genau eingeregelt und dann am Isolator festgebunden. Bei größeren Höhenunterschieden ist die Federwaage am höherstehenden Mast anzulegen.

Das Verfahren hat den Vorteil, daß es sich bei großen Leitungsdurchhängen und für das gleichzeitige Regeln in mehreren Feldern anwenden läßt. Außerdem können Drahtzüge gemessen werden.

Für Anschlußlinien ist das Verfahren zu umständlich und zu arbeitsaufwendig.

#### 4.8.4.4. Die Wanderwellenprobe (Wellenschlag)

Ist der Durchhang einer Leitung mit Meßlatte oder Durchhanglehre genau festgelegt, so werden die anderen Drähte nach dieser Leitung reguliert. Der Arbeiter versetzt zwei benachbarte Leitungen, die bereits eingeregelt und eine zu prüfende, gleichzeitig durch einen leichten Schlag in Längsschwingungen. Diese Wellen pflanzen sich auf dem Draht bis zum nächsten Stützpunkt fort, werden zurückgeworfen und kehren zum Ausgangspunkt zurück. Die Hände bleiben lose auf den Drähten liegen, um das Wiedereintreffen der Wellen abzuwarten. Treffen diese auf dem zu prüfenden Draht früher ein als auf dem regulierten Draht, so ist ersterer zu straff gespannt; treffen sie später ein, dann ist sein Durchhang zu groß.

Der Durchhang der zweiten Leitung ist so lange zu ändern, bis die Wellen in beiden Drähten zur gleichen Zeit wieder eintreffen. Die Wellenbewegung läßt sich vom Erdboden aus gut beobachten. Dieses Verfahren ist einfach und wird in der Praxis am meisten angewendet. Durch die mechanische Wanderwelle läßt sich nicht nur der Durchhang zweier Drähte miteinander vergleichen; die Methode eignet sich auch zur Feststellung des Durchhanges selbst. Die Laufzeit von 10 Hin- und Rückwellen ist dabei mit einer Stoppuhr zu messen. Eine Tabelle in der FBO 7 gibt dann an, welcher Durchhang zu einer bestimmten Laufzeit der Welle gehört. So ist z. B. der Durchhang 25 cm, wenn die Laufzeit von 10 Hin- und Rückwellen genau 9,0 sec beträgt.

Das Prüfverfahren mittels Wanderwellen ist unabhängig von der Spannweite und eignet sich besonders bei unbetretbarem Gelände und großen Spannweiten.

#### 4.8.5. Das Binden und Abspannen des Leitungsdrahtes

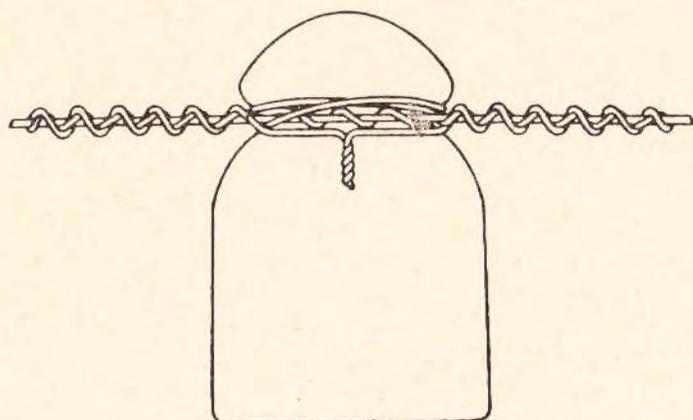
Der Fernmeldedraht wird im Halslager des Isolators je nach der Notwendigkeit abgespannt oder gebunden.

Leitungs-Abspannungen sind am Anfang und Ende einer Leitungsführung, bei Hauszuführungen – am Abgangsmast und an den Einführungsisolatoren – und dann erforderlich, wenn Linien zum Schutz gegen Störungen durch Induktion oder für Untersuchungszwecke unterteilt werden müssen. Ferner sind Abspannungen erforderlich bei Bahnkreuzungen – nur bei Bz II 2 und Bz II 1,5 –, bei Umgruppierungen und Abgängen von Leitungen sowie bei sonstigen Übergängen auf Blankdrähte anderer Drahtdicken und auf isolierte Drähte. Zur Leitungsabspannung ist der seitlich an das Halslager gelegte Fernmeldedraht zweimal um den Hals des Isolators zu winden und in 6 Windungen und ebensoviel Gegenwin-

Tabelle der Bindedrähte

Fernmeldedraht aus	Bindedraht Durchmesser mm	Länge des Bindedrahtes je Bindung m
Bz II 1,5	1,5	0,85
Bz II 2,0	1,5	0,90
E-Cu 3	2,0	1,20

Binden eines Blankdrahtes am Isolator



(Abb. 68a)

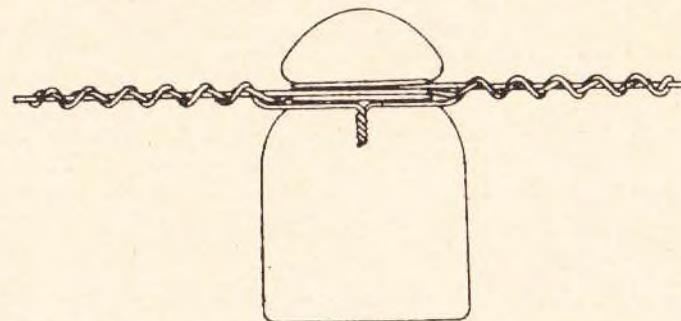
dungen um den herangeführten Teil des Drahtes zu wickeln (s. Abb. 69). Bei Bz II 1,5 sind je 4 Windungen und Gegenwindungen ausreichend. Starke Durchbiegungen des in die Linie führenden Drahtes müssen vermieden werden, weil zu scharf gebogene Drähte brechen können. Das überstehende Drahtende ist so lang zu bemessen, daß es zur Verbindung mit anderen Leitungen ausreicht.

Zum Binden der Blankdrähte sind Bindedrähte aus geglühtem Kupfer nach vorstehender Tabelle zu verwenden.

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

Der Bindedraht ist mit seiner Mitte in drei rechts umlaufenden, engen Schlägen um den Teil des durchführenden Leitungsdrahtes zu wickeln,

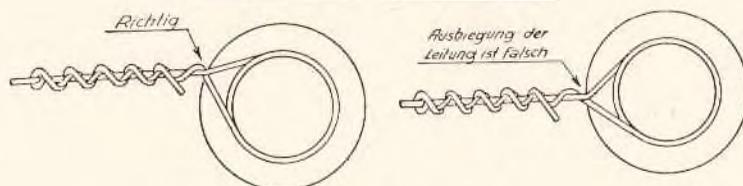
Binden eines im Halslager des Isolators festgelegten Blankdrahtes Bz II 1,5 (Kopfschlag)



(Abb. 68b)

mit dem dieser am Isolator anliegen wird. Hiernach ist das linke Ende des Bindedrahtes im Halslager einmal fest um den Isolator herumzulegen und in 6 vom Isolator weg- und 6 rücklaufenden, auseinanderggezogenen Schlägen (Gegenwindungen) fest um den von links kommenden Fernmeldedraht zu wickeln. Das rechte Ende des Bindedrahtes wird ebenfalls um den Hals des Isolators einmal herumgelegt und in 6 Windungen und Gegenwindungen um den nach rechts durchlaufenden Leitungsdraht gewickelt. Hierbei soll der Abstand von Windung zu Windung etwa das 10fache der Drahtdicke betragen, z. B. bei Bz II 1,5  $10 \times 1,5 = 15$  mm. Die Enden des Bindedrahtes werden dann vor dem Isolator zusammengenommen und 2 cm lang miteinander verwürgt (s. Abb. 68a). Das Binden muß bis auf das Verwürgen der Bindedrahtenden von Hand geschehen.

### Abspannung von Blankdrähten



(Abb. 69)

Um ein Durchgleiten noch sicherer auszuschließen, können Blankdrähte Bz II 1.5 vor dem Regeln des Durchhangs und vor dem Binden nach Abb. 68b zusätzlich um den Hals des Isolators gelegt werden (Kopfschlag). Das kommt in Betracht

- an Kreuzungen von Straßen und Wegen, die mit Kraftfahrzeugen befahren werden,
- bei großen Höhenunterschieden der Stützpunkte,
- an Masten in ausgeprägten Winkelpunkten und
- an Linienfestpunkten, soweit sie mindestens 10 Leitungsfelder voneinander entfernt stehen.

Bei b) bis d) kann der Kopfschlag entfallen, wenn durch die örtlichen Verhältnisse das Durchgleiten des Leitungsdrahtes bereits durch die Bindung nach Abb. 68a verhindert wird.

#### 4.8.6. Verbinden der Blankdrahtleitung mit dem Überführungsendverschluß (ÜEVs)

Die Einführungsdrähte – einadrige, mit Kunststoff umhüllte Kupferdrähte von 1 mm Durchmesser (2YY-Drähte) – werden in den ÜEVs eingeführt und an die betreffende Schraubklemme angelegt. Die Einführungsdrähte werden dann wie in Abb. 58 gezeigt, an die Isolatoren herangeführt. Die Isolierrollen ermöglichen eine saubere, übersichtliche Drahtführung. Eine Berührung der Einführungsdrähte mit Metallteilen wird vermieden und ein schnelles Trocknen der Drähte nach Regen und Nebel erreicht. Den Halter der Isolierrolle klemmen wir zwischen Stütze und Querträger oder am Ziehband zwischen Mutter und Gegenmutter fest (Abb. 58).

Die Verbindung mit der Blankdrahtleitung geschieht wie folgt: Der Einführungsdraht wird auf einer Länge von etwa 50 cm abisoliert und blank gemacht, in einem kleinen nach oben geführten Bogen an den Isolator herangeführt, zweimal um den Hals des Isolators herumgelegt, mit zwei Windungen um den eigenen Draht gewickelt und mit einer halben Ver-

bindungshülse mit der Blankdrahtleitung verbunden. Bei der ersten Beschaltung eines neuen ÜEVs ist darauf zu achten, daß die Reihenfolge der Plätze auf den Querträgern (oberster Querträger Platz 1...4, zweiter Querträger Platz 5...8) mit der Reihenfolge der Stifte im ÜEVs (Stift 1...4 für obersten Querträger, Stift 5...8 für 2. Querträger) übereinstimmen. Bei späteren Umgruppierungen der Blankdrahtleitungen, die durch den Nachbau von Leitungen für Neuanschlüsse notwendig werden, ist wegen der damit verbundenen umfangreichen Schaltarbeiten und Berichtigung der Stützpunktnachweise und Beschaltungskarten nicht an diesem starren Schema festzuhalten. Am ÜEVs sind n. F. die Einführungsdrähte auf andere Stifte zu klemmen, damit Schaltarbeiten am KVz, LVz oder HVt erspart bleiben.

Die nicht benutzten Öffnungen im Schaltraum verschließen wir mit einem Gummistopfen, damit die Feuchtigkeit keinen Zutritt hat. Die Gummistopfen werden mit jedem neuen ÜEVs vom Hersteller geliefert.

## 4.9. Abschlußarbeiten beim Bau einer o. i. Linie

### 4.9.1. Das Benummern der Maste

Alle Stützpunkte einer Linie werden mit einer laufenden Nummer versehen. Wir gehen von der KÜf aus, die die Nr. 0 erhält. Wenn von der Hauptlinie Nebenlinien abzweigen, so müssen auch diese mit einer Nummer versehen werden. Der erste Mast der Nebenlinie erhält die Nr. 1, der zweite die Nr. 2 usw. Sollten mehrere Nebenlinien von einer Hauptlinie abzweigen, so werden diese nach dem Verlauf ihrer Richtung, z. B. „Abgang Jagdstraße“ oder „Abgang Weststraße“ bzw. mit der Leitungsnummer (= Rufnummer des Fernsprechteilnehmers) bezeichnet und jede für sich benummert wie oben beschrieben.

Die früher mit weißer Farbe aufgemalten Nummern waren vor allem bei frischen mit Teeröl imprägnierten Masten nach kurzer Zeit nicht mehr zu erkennen. Seit längerer Zeit werden deshalb Ziffern aus Kunststoff beschafft (weiße, rechteckige Grundfläche mit erhabenen, schwarzen Ziffern). Mit 4 Messingstiften werden die Ziffern an den Mast genagelt und zu den Stützpunktnummern zusammengesetzt. Die Nagelung geschieht so, daß man bei der Vorbeifahrt von der Straße oder vom Weg aus lesbar aus einer Richtung die geraden und aus der anderen die ungeraden Nummern erkennen kann. Sie werden also nicht mehr direkt zur Straße hin, sondern von Mast zu Mast wechselnd um 45° nach links und rechts versetzt in etwa 1,5 m Höhe angebracht.

### 4.9.2. Aufräumen der Baustrecke

Die Linie ist nun fertig, so daß nur noch die Baustrecke aufzuräumen ist. Die Strecke wird zu diesem Zweck abgegangen und sorgfältig nach zurückgebliebenem Werkzeug und Bauzeug abgesucht, vor allem nach

Drahtabfällen, die eingesammelt und auf den BTr-Lkw aufgeladen werden. Es sei daran erinnert, daß Drahtenden nicht auf die Erde geworfen werden dürfen. Selbst kurze Drahtstücke sind nach dem Abknipfen sofort in der Werkzeugtasche zu verwahren und abzuliefern. Durch solche Drahtstücke hat schon manches Stück Vieh Schaden erlitten, wenn es bei der Nahrungssuche die Drahtreste aufgenommen hat.

#### 4.9.3. Das Aufstellen des Stützpunktnachweises

Nach Beendigung der Arbeiten stellen wir den **Stützpunktnachweis** und die **Stückliste** auf. Der Stützpunktnachweis enthält folgende Angaben:

**Nummer, Standort, Verwendungszweck und Art des Stützpunktes** (z. B. M = Mast, einfach (Holz) oder Em = Endmast (KÜf),

**Anzahl der Anker und Streben,**

**Mastdaten** (Länge, Fußmaß, Einstelljahr, Imprägnierung, Art und Jahr der Nachpflege),

**schematische Darstellung der Linie mit Zu- und Abgängen und Starkstrom-Gefahrenstellen** sowie

**Mastbilder für End-, Abschnitts- und Grenzmaße.**

In den Stützpunktnachweisen werden die **Standorte** der Stützpunkte an Verkehrswegen mit Kilometersteinen durch die Kilometerangaben der Steine bezeichnet. Bei Verkehrswegen ohne Besteinung kann der Standort nach Straßen und Hausnummern oder geeigneten Geländepunkten festgelegt werden.

Das **Einstelljahr** ist stets das Jahr der **erstmaligen** Einstellung eines Mastes in eine Linie, **nicht** das Jahr der Aufstellung eines wiederverwendeten Mastes.

Auf der Rückseite des Stützpunktnachweises kann auf dem freien Raum bei übersichtlichen Linienverzweigungen deren Verlauf und Ineinandergreifen durch eine einfache Skizze festgehalten werden. Darunter sind vom BTrf die an den Linien und Leitungen durchgeführten letzten planmäßigen Unterhaltungsarbeiten, vom BzBf die mindestens einmal jährlich durchzuführenden Überprüfungen der Stützpunktnachweise (einschließlich der zugehörigen Stücklisten) zu vermerken.

Bei den planmäßigen Unterhaltungsarbeiten unterscheiden wir zwischen

- a) Untersuchen von Stützpunkten in Bodenlinien,
- b) Instandsetzen von Stützpunkten auf Grund des Untersuchens,
- c) Instandhalten von Stützpunkten in Bodenlinien nach dem äußeren Befund,
- d) Instandhalten von Leitungen.

In welchen Fristen die planmäßigen Unterhaltungsarbeiten durchzuführen sind, ist im Abschnitt 10. beschrieben.

Zu jedem Stützpunktnachweis gehört eine Stückliste, aus der u. a. auch die Belegung der KÜf sowie die Länge der oberirdischen Leitungen zu ersehen sind. Einzelheiten über Stützpunktnachweise und Stücklisten sind in der FBO 19 § 2 nachzulesen.

Nach einer Wartezeit von etwa vier bis sechs Wochen begeht der BTrf oder der Vorm die Linie erneut, um nachträglich aufgetretene Mängel festzustellen und sie dann beseitigen zu lassen. In der Regel handelt es sich bei diesen Arbeiten darum, daß Leitungen nachreguliert, übergewichene Masten gerichtet oder andere Mängel beseitigt werden müssen.

#### 4.10. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 4.

1. Wie lassen sich auf gerader Strecke die Masten am besten einfluchten? 2. Wie groß ist die Eingrabetiefe für einen Holzmast  $7 \times 15$ ? 3. Wie ist ein Mastloch anzulegen? 4. Was sind Blitzschutzdrähte, wie und wo werden sie angebracht? 5. Aus welchen Einzelheiten besteht ein Anker und wie wird er angebracht? 6. Wie ist eine Strebe anzubringen? 7. Wie sind bei einem A-Mast die beiden Schenkel zu verbinden? 8. An welcher Seite sollen bei einem Endmast die Querträger angebracht werden? 9. Welchen Abstand hat der erste Querträger vom Mastzopf und wie groß sind die Abstände zwischen den Querträgern? 10. Welche Querträger und Isoliervorrichtungen sind bei einem Endmast zu verwenden? 11. Wie wird ein ÜEVs am Mast befestigt? 12. Was ist bei der Herstellung einer Erdungsanlage für die KÜf zu beachten? 13. Welche ÜEVs kennen wir und worin bestehen die Unterschiede in der Bauweise? 14. Welchen Zweck hat ein Abspannmast und wann wird er eingebaut? 15. Wie soll der Leitungsdraht ausgelegt werden? 16. Wie wird eine Hülsenverbindung ausgeführt? 17. Wie läßt sich der Durchhang einer Leitung bestimmen? 18. Was verstehen wir unter Wanderwellenprobe? 19. Welcher Unterschied besteht zwischen einer Bindung und Abspannung? 20. Wie werden die Blankdrähte mit dem ÜEVs verbunden? 21. Wie lang ist ein Bindedraht für die Bindung von Bz II 1,5 und für Bz II 2,0? 22. Was ist eine Querschelle und wann und wie ist sie zu bauen? 23. Wie werden die Linien benummert? Wie sind die Nummern anzubringen? 24. Welche Angaben enthalten der Stützpunktnachweis und die Stückliste zum Stützpunktnachweis? 25. Was ist eine Kopfschlagbindung? Wann und wie wird sie gebaut? 26. Wann und wie wird eine Blankdrahtleitung abgespannt? 27. Aus welchen Einzelteilen besteht eine Drahtseilklemme? 28. In welchen Abständen sind Hakenstützen einzudrehen? 29. Wie wird der Erdungswiderstand gemessen? 30. Welche Erderarten kennen Sie?

## 5. Installationskabel

Von den Endeinrichtungen zu den Sprechstellen werden Tragseil-Luftkabel (Kunststoff), Blankdrähte (meistens Bz II 1,5 mm) oder **Installationskabel** verlegt. Das Installationskabel wird in der Ausführungsform J-Y(St)Y verwendet.

Früher war für das Installationskabel die Bezeichnung Schlauchdraht bzw. Schlauchleitung gebräuchlich.

Betrachten wir hier das **Installationskabel mit Zugentlastung**, das für kurze oberirdische Linien oft sehr wirtschaftlich ist. Die Kurzbezeichnung dieses Installationskabels lautet I-Y(Z)Y bzw. neuerdings I-2Y(Z)Y. Welche Bedeutung haben die Buchstaben der Kurzbezeichnung? Das I vor dem Bindestrich weist auf Installationskabel hin. Die weiteren Buchstaben bezeichnen in der Reihenfolge des Kabelaufbaues von innen nach außen die Adernisolierung und den Aufbau des Kabels. Es bedeuten:

- Y = Kunststoff-Isolierung der Ader aus Polyvinylchlorid-Hülle (PVC-Hülle),
- 2Y = Kunststoff-Isolierung der Ader aus Polyäthylen-Hülle (PE-Hülle),
- (St) = Statischer Schirm aus Metall-Folie,
- (Z) = zugfestes Stahldrahtgeflecht, verzinnter oder verzinkter, flachgeformter Stahldraht (Flachdrahtgeflecht). Das Stahldrahtgeflecht ist zugleich statischer Schirm; nur bei Installationskabeln mit Zugentlastung,
- Y = Kunststoffaußenmantel aus besonders wetterfester PVC-Hülle.

Installationskabel mit Zugentlastung wird auf Grund neuer Erkenntnisse bei langjährigen Bewitterungsversuchen nur noch in der Form I-2Y(Z)Y beschafft. Die PE-Hülle für die Adernisolierung hat sich gegenüber der PVC-Hülle als witterungsbeständiger herausgestellt. Durch Rußbeimischung ist der PVC-Außenmantel bei den Installationskabeln mit Zugentlastung I-2Y(Z)Y in seiner Wetterfestigkeit bedeutend verbessert worden. Diese Kabel werden daher nur noch in schwarzer Farbe geliefert. Die Versuche, ein dauerhaftes Installationskabel zu entwickeln, gehen weiter. Der praktische Fernmeldebaudienst soll dabei das FTZ unterstützen und alle Fälle bekanntgeben, in denen Installationskabel mit Zugentlastung durch Unbrauchbarwerden des PVC-Außenmantels vorzeitig ausgewechselt werden mußten.

Beim Installationskabel der Form I-Y(St)Y, das zur festen Verlegung innerhalb von Gebäuden, aber auch im Freien an Gebäuden vorgesehen ist, stehen neuerdings die Kabel mit 2, 4, 6, 10, 16, 20, 24, 30, 40, 50, 60, 80 und 100 DA zur Verfügung. Das Installationskabel mit Zugentlastung I-2Y(Z)Y gibt es in 2-, 4-, 6- und 10paariger Ausführung. Anderspaariges Installationskabel wird nicht mehr beschafft. Die Installationskabel haben 0,6 mm starke Kupferadern. Sie sind paarverseilt. Zur Zählweise dienen verschiedene Färbungen der Isolierhüllen:

bei 2paarigen Installationskabeln

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1. Paar a-Ader | <i>rot</i>     |
| b-Ader         | <i>schwarz</i> |
| 2. Paar a-Ader | <i>weiß</i>    |
| b-Ader         | <i>gelb</i>    |

bei mehrpaarigen Installationskabeln

- |        |   |
|--------|---|
| a-Ader | <i>weiß</i>                               |
|        | beim 1. Paar jeder Lage (Zählader) jedoch |
|        | <i>rot</i>                                |

b-Adern abwechselnd *blau, gelb, grün, braun, schwarz*.

Die PVC-Kunststoffmäntel werden mit abnehmender Temperatur härter. Deshalb sollen Installationskabel bei Lufttemperaturen unter  $-5^{\circ}\text{C}$  nicht ausgelegt werden. In Ausnahmefällen können sie bei Temperaturen zwischen  $-5^{\circ}$  und  $-10^{\circ}\text{C}$  verlegt werden, wenn dabei starke Biegungen und schlagartige Beanspruchung vermieden werden. Unter  $-10^{\circ}\text{C}$  ist die Auslegung ohne Schaden für das Installationskabel nicht möglich. — Über  $+50^{\circ}\text{C}$  soll das Installationskabel nicht ausgelegt werden, weil die PVC-Hüllen dann zu weich und gegen lange einwirkende stellenweise Druckbeanspruchung empfindlich sind.

Die zulässige Spannweite für Installationskabel beträgt 50 m. Der Durchhang ist auf 1% der Spannweite bei  $-5^{\circ}\text{C}$  zu bemessen. Dieser Wert vergrößert sich um 0,1% für je  $10^{\circ}$  Temperaturerhöhung.

**Beispiel:**

Spannweite 40 m; Auslegungstemperatur  $15^{\circ}\text{C}$ .

Bei  $-5^{\circ}\text{C}$  beträgt der Durchhang 1%; bei  $+15^{\circ}\text{C}$ , das sind  $2 \times 10^{\circ}$  Temperaturerhöhung, kommen 0,2% hinzu. Der Durchhang beträgt also 1,2% von der Spannweite.

$$1 \text{ \% von } 40 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

$$1,2 \text{ \% von } 40 \text{ m} = 40 \times 1,2 = 48 \text{ cm}$$

Wegen der im Vergleich zur Blankdrahtleitung und zu Kabeln höheren Dämpfung ist die höchstzulässige Länge des Installationskabels auf 500 m in der Anschlußleitung zwischen HVt und Sprechstelle begrenzt. Im übrigen ist der Einbau von Installationskabeln oft teurer als Erdkabel oder Blankdrahtleitungen, so daß er die Blankdrahtleitung oder das Kabel nicht ersetzen, sondern nur in geeigneten Fällen ergänzen kann.

Als **Freileitung** kann das Installationskabel in kurzen Längen in folgenden Fällen Vorteile bringen:

- bei starkem Baumbestand,
- bei Sprechstellenzuführungen,
- bei Kreuzungen von Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen (bis 380 V) und
- bei Zeitanschlüssen.

Im **Erdboden** können Installationskabel zum Herstellen von Sprechstellenzuführungen und bei Hochspannungskreuzungen vorteilhaft sein.

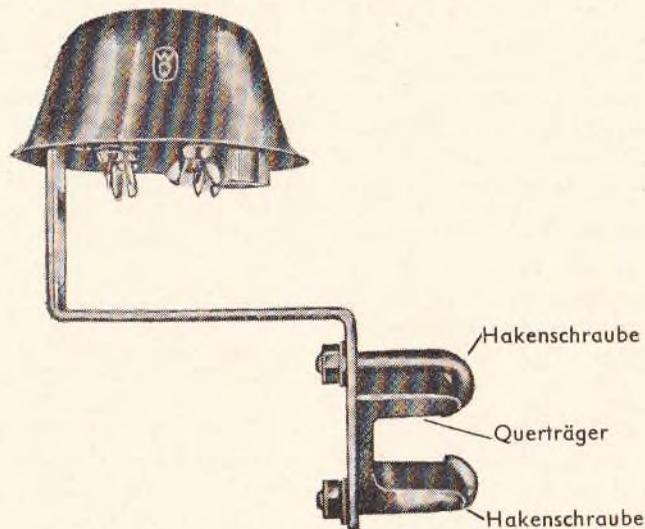
Für das Verbinden und Verzweigen von Installationskabeln sind die Verbindungs- und Verzweigdosen (VVD) zu 2, 6 und 10 DA entwickelt wor-

den. Abgeschlossen wird das Installationskabel durch Überführungsdosen (mit und ohne Sicherungsschutz) bzw. ÜEVs oder Endverzweiger (EVz.)

### 5.1. Die Überführungsdose (ÜfD)

Die Überführungsdose ermöglicht bautechnisch den **Übergang von Blankdrähten auf Installationskabel**. Wir finden in unseren Linien die Überführungsdose 55 ohne Sicherungsschutz (Abb. 70) und die Überführungsdose zu 2 DA mit Sicherungsschutz (Abb. 71). Seitdem die Verbindungs- und Verzweigungsdose bei der DBP eingeführt ist, wird auf die Überführungsdose (ÜfD) ohne Sicherungsschutz verzichtet. Es ist bei der VVD gegenüber der ÜfD ohne Sicherungsschutz kein unmittelbarer Übergang von der Blankdrahtleitung auf das Installationskabel möglich. Hier muß zunächst die Blankdrahtleitung mit einem Einführungsdraht (2YY) verbunden werden (s. Abschnitt 4.8.6). Der Einführungsdraht wird an die VVD herangeführt und über die Klemmen mit den Adern des Installationskabels verbunden. Weil die ÜfD ohne Sicherungsschutz nicht mehr neu beschafft wird, soll auf eine ausführliche Beschreibung verzichtet werden.

Überführungsdose 55 für 1 und 2 Doppeladern  
ohne Sicherungsschutz (alt ÜDs)

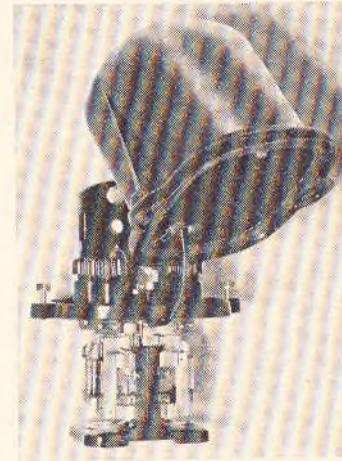


(Abb. 70)

Wenn an der Übergangsstelle der Blankdrahtleitung auf ein Installationskabel ein Sicherungsschutz erforderlich ist, müssen ÜfD mit Sicherungsschutz (Abb. 71) oder ÜEVs eingesetzt werden.

ÜfD mit Sicherungsschutz sind zweckmäßig bei Hochspannungskreuzungen (Zwischenkabel aus T-2Y(Z)Y), wenn wegen der Länge des Kabels oder in blitzgefährdeten Gebieten die Absicherung des Installationskabels notwendig ist. Als weiteres Beispiel für den Einsatz der ÜfD mit Sicherungsschutz sei der Übergang von 1 oder 2 Blankdrahtleitungen auf ein Erdkabel genannt. Hier ist es wirtschaftlicher, an Stelle eines ÜEVs das Erdkabel mit einem EVz am Mast abzuschließen, vom EVz ein kurzes Stück Installationskabel zur ÜfD mit Sicherungsschutz hochzuführen und hier den Übergang zur Blankdrahtleitung herzustellen. Diese Bauweise ist aber nur möglich, wenn höchstens 2 Blankdrahtleitungen auf Erdkabel zu überführen sind (oberirdische Anschlußlinie zu abgelegenen Einzelsprechstellen).

ÜfD zu 2 DA mit Sicherungsschutz



(Abb. 71)

Die ÜfD zu 2 DA mit Sicherungsschutz ist gegen Witterungseinflüsse durch eine Kunststoffhaube geschützt, die mit ihrer Gummidichtung auf der Grundplatte festgeschraubt wird. Unter der Haube auf der Grundplatte sind an einem Sockel aus Kunststoff die Messerkontakte für die Stromgrobsicherungen, die ÜsAg, Form A und die Anschlußklemmen für die a- und b-Adern angeschraubt. Als Spannungsgrobschutz sind Grobfunkentrecken vorhanden, die im Herstellungswerk durch Stellschrauben auf den richtigen Abstand justiert werden. Eine Lackschicht sichert die Stellschrauben gegen Verdrehen und damit gegen eine Veränderung der Grobfunkentrecke.

Die ÜfD ist mit ihrem Haltearm durch 8-mm-Schrauben am Mast oder an der Gebäudewand zu befestigen. Die Installationskabel bzw. die Ein-

führungsdrahte werden über Stopfbuchsen von unten in die ÜFD eingeführt. Vier Stopfbuchsen-Einführungen sind vorhanden. Über jeder Stopfbuchse befindet sich im Innern des Gehäuses eine Mantelschelle, die zum Festlegen der eingeführten Leitungen dient. Über die Mantelschelle wird beim Installationskabel auch der statische Schirm geerdet.

Der Blankdraht ist nicht unmittelbar einzuführen. Zwischen der Abspannung am Isolator und der ÜFD ist ein Einführungsdraht der Form 2YY zu verlegen, wie in Abb. 58 dargestellt. Die a- und b-Leitung einer Schleife sind gemeinsam durch eine Stopfbuchse zu führen. Über die Einführungsdrähte der a- und b-Leitung ist zuvor das Weichgummi der Stopfbuchse zu schieben. Löcher im Weichgummi mit verschiedenen Durchmessern sollen für die richtige Abdichtung aller Kabelstärken sorgen. Jeder ÜFD sind Weichgummistopfen beigelegt.

Der **Einführungsdraht** von der Blankdrahtleitung ist stets an die **untere** Anschlußklemme anzulegen; die **Adern der Installationskabel** werden unter die **oberen** Anschlußklemmen gelegt. Nur bei dieser Beschaltung ist der Spannungsschutz der Stromsicherung vorgeschaltet.

Auf die gleiche Weise wie der Einführungsdraht ist auch das Installationskabel einzuführen. Es ist vorher so herzurichten, wie in der Abb. 74 dargestellt. Der Ringschnitt ca. 4 mm vor dem Ende der Außenhülle ist so breit zu wählen, daß das Installationskabel in die Mantelschelle richtig eingelegt werden kann. Die Mantelschelle hat dann Kontakt mit dem Stahldrahtgeflecht (statischer Schirm) und legt gleichzeitig das Kabel fest.

Die Stromsicherungen und die Überspannungsschutzgeräte werden nunmehr eingesteckt; die Stromgrobsicherungen zu 4 A sind hierbei in die äußeren, die ÜsAg, Form A in die inneren Messerleisten einzuführen. Eine betriebssichere Erdungsanlage ist herzustellen (s. Abschnitt 4.5.5.) und über die Erdanschlußschraube mit der ÜFD zu verbinden.

## 5.2. Verbindungs- und Verzweigungs-dosen (VVD)

Verbindungs- und Verzweigungs-dosen (VVD) werden in verschiedenen Ausführungen und Größen hergestellt. Das Gehäuse und der Deckel sind aus hochwertigem Isolierpreßstoff, die Schrauben, Kontaktklemmen und Erdungseinrichtung aus Messing hergestellt. Einführungsstopfen und Dichtungsmittel bestehen aus Weichgummi.

Die VVD dienen zum Verbinden oder zum Verzweigen von Installationskabeln. Beim „Verbinden“ werden zwei gleichpaarige Installationskabel zusammengefügt (siehe z. B. Abb. 73), beim „Verzweigen“ wird ein höherpaariges Installationskabel in mehrere niedrigpaarige aufgeteilt.

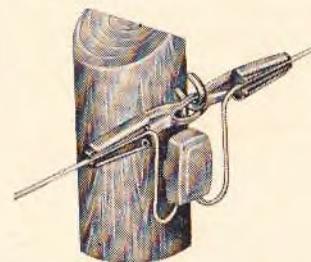
Auch Blankdrähte können durch eine VVD in Installationskabel überführt werden. Die Verbindung zur Blankdrahtleitung wird durch Einführungsdrähte (2YY-Drähte) hergestellt.

### Verbindungs- und Verzweigungs-dose VVD 2



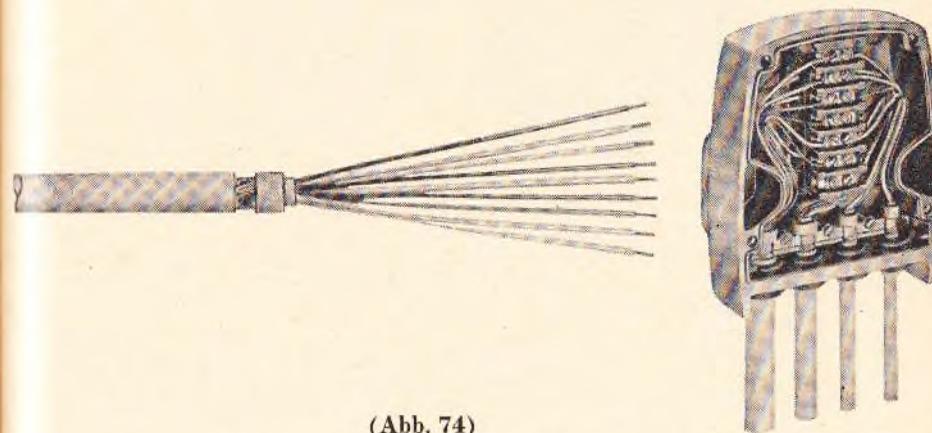
(Abb. 72a)

(Abb. 72b)



(Abb. 73)

### Verbindungs- und Verzweigungs-dose VVD 6



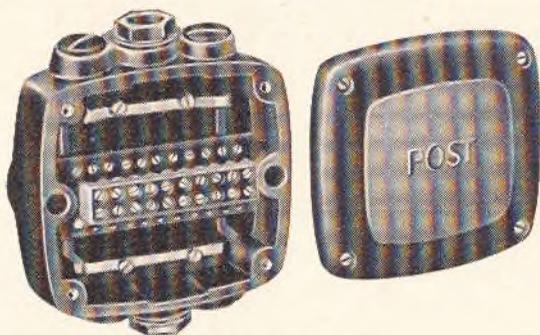
(Abb. 74)

Wir unterscheiden nach der Anzahl der abzuschließenden DA 3 verschiedene Größen der VVD:

- VVD 2 für 1 und 2 DA (Abb. 72),
- VVD 6 für 3 bis 6 DA (Abb. 74),
- VVD 10 für 8 und 10 DA (Abb. 75).

Die VVD bestehen aus dem Gehäuse und dem Deckel. Im Innern befinden sich Klemmkörper mit Kontaktklemmen und eine Erdungsschiene (bei VVD 2 und VVD 6) oder ein Erdungsring (bei VVD 10). Erdungsring oder Erdungsschiene sind über den Eintrittsöffnungen für die Installationskabel als Erdungsschellen mit Klemmstreifen ausgebildet. In den Erdungsschellen muß das Flachdrahtgeflecht des Installationskabels mit Zugentlastung bzw. der Cu-Beidraht des statischen Schirms von Installationskabeln ohne Zugentlastung festgeklemmt werden. Die Einführungsöffnungen sind durch Einführungsstopfen oder Vollstopfen aus Gummi gegen das Eindringen von Feuchtigkeit abzuschließen. Die Einführungsstopfen und Vollstopfen sind unterschiedlich bei den verschiedenen Größen der VVD. Durch die Bohrung der Einführungsstopfen werden die Installationskabel gezogen; nicht benutzte Einführungsöffnungen sind mit einem Vollstopfen zu verschließen.

Verbindungs- und Verzweigungsdose zu 10 DA



(Abb. 75)

Die VVD aller Größen lassen sich sowohl an Masten (Abb. 73) als auch an Wänden befestigen. Die frühere VVD 5 wird nicht mehr beschafft und ist deshalb hier nicht weiter beschrieben.

Weil sich die VVD 10 in der Praxis nicht bewährt hat – durch die seitlichen Öffnungen konnte Regenwasser eindringen, der Erdungsring war zu schwach ausgeführt –, ist eine neue Dose entwickelt worden. Sie entspricht in ihrem Aufbau den VVD 2 und 6 und führt die Bezeichnung VVD 10/65.

## 5.3. Befestigungsvorrichtungen

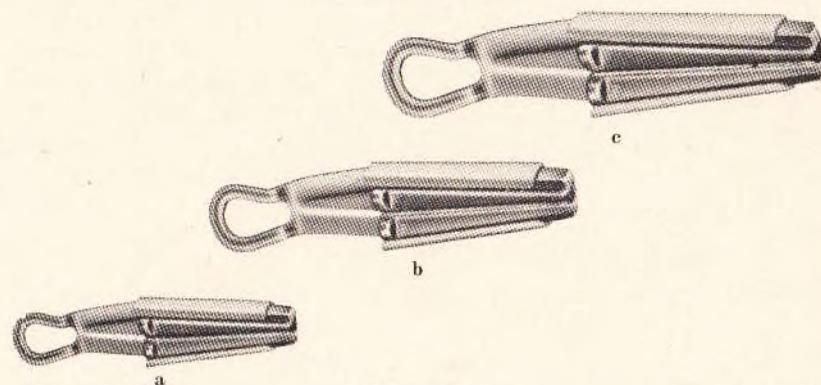
### 5.3.1. Abspannklemmen (AKI)

Zum Abspannen beziehungsweise zum Aufhängen von Installationskabeln mit Zugentlastung dient die Abspannklemme (AKI); sie wird in drei Größen geliefert:

- AKI 2** Spannungsbereich: 5,5 – 8,5 mm Durchmesser für Installationskabel mit 1 und 2 DA (Abb. 76a)
- AKI 3-5** Spannungsbereich: 8,5 – 13,0 mm Durchmesser für Installationskabel mit 4 und 6 DA (Abb. 76b)
- AKI 10** Spannungsbereich: 12,5 – 17,5 mm Durchmesser für Installationskabel mit 6 bis 10 DA (Abb. 76c)

Das Gehäuse der Abspannklemme besteht aus feuerverzinktem Stahlblech, die Spannbacken aus hochwertigem Isolierpreßstoff. Zum Aufhängen der AKI werden in Holzmasten Haken mit Holzgewinde eingeschraubt. An Mauerwerk werden Mauerhaken und Metallgewinde in Spreizdübeln oder mit Steinschraubenansatz eingebaut. Ankerhaken dürfen nicht benutzt werden, weil sich die AKI zu leicht aushakt.

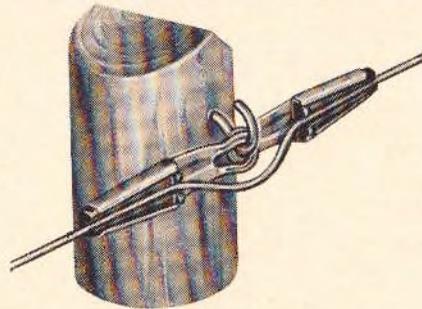
Abspannklemmen



(Abb. 76)

Die Abb. 77 zeigt eine Anwendungsmöglichkeit der Abspannklemme. An der Tragstelle werden zwei AKI verwendet, zwischen denen eine kleine Leitungsschleife belassen wird, in der sich Schwingungen der Leitungsfelder ausgleichen können, ohne Störungen oder Leitungsbrüche zu verursachen. Die Leitungsschleife kann vorausschauend für einen späteren Einbau einer VVD auch größer bemessen werden (etwa 40 cm).

### Anwendungsmöglichkeit der Abspannklemme



(Abb. 77)

In die an den Endpunkten an Masten oder Mauern angebrachten Befestigungshaken wird jeweils **eine** AKI eingehängt, und zwar so, daß ihr Gehäuserücken nach oben zeigt, damit sich nicht Schmutzablagerungen auf den Klemmbacken festsetzen und späteres Lösen erschweren.

#### 5.3.2. Befestigungshaken

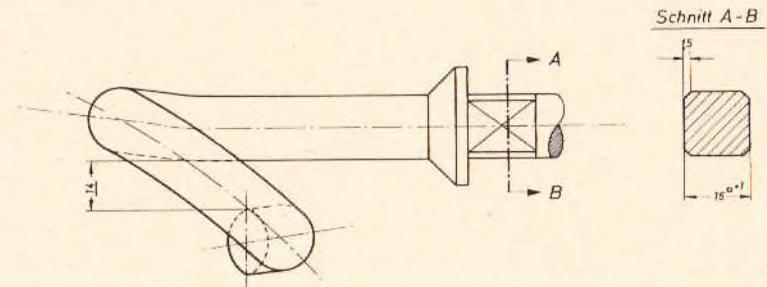
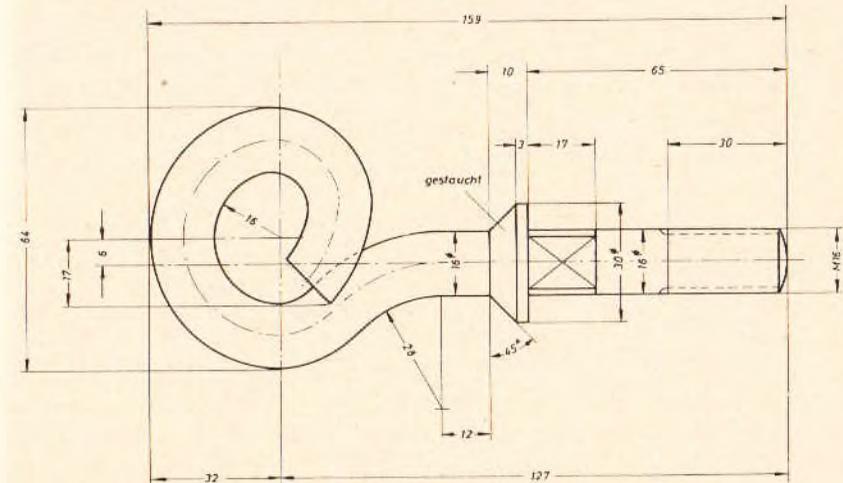
Die Befestigungshaken sind zu unterscheiden nach ihrer Verwendung als Traghaken oder Abspannhaken. Traghaken sollen, wie der Name sagt, das Installationskabel bzw. Tragseil-Luftkabel tragen. An Endmasten sind zur Aufnahme des einseitigen Zuges Abspannhaken einzusetzen. Abspannhaken sind außerdem an Winkelpunkten einzubauen, wenn der Haken durch Zugkräfte aus dem Mast herausgezogen werden könnte. Als Traghaken werden verwendet

- a) Haken mit Holzgewinde (Abb. 77) und
- b) Haken für Querträger (Abb. 77a).

Der Haken für Querträger wird von unten in ein freies Stützenloch eingesetzt. Ist kein freies Stützenloch vorhanden, so wird der Haken mit einem Bügel für Querträger (Abb. 77b) am Querträger befestigt. Der Haken wird immer so weit nach außen am Querträger eingebaut, daß das Installationskabel bzw. Luftkabel mit dem Mast nicht in Berührung kommen kann. Die im Querträger eingebauten Haken können sowohl zum Tragen als auch zum Abspannen der Kabel ausgenutzt werden.

Ein Abspannhaken (Abb. 89b) wird am Endmast ohne Querträger angebracht, wenn höchstens 2 Installationskabel abzuspinnen sind. Mehrere Installationskabel oder höherpaarige Tragseil-Luftkabel (mehr als 20 DA) sollen an einem Querträger abgespannt werden, der mit Haken für Querträger ausgerüstet ist. Es ist nicht zulässig, den Mast mehrfach für Ab-

### Haken für Querträger



(Abb. 77a)

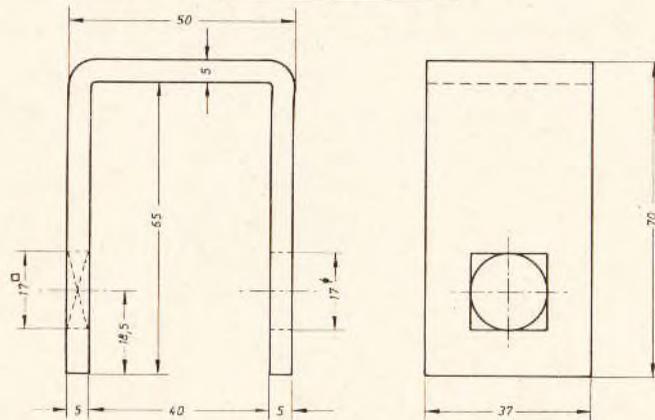
spannhaken zu durchbohren, er würde dadurch geschwächt und der Pilzbefall würde gefördert.

Für das Herstellen von Hauseinführungen können Haken im Mauerwerk eingebaut werden. Hierzu eignen sich

- Haken mit Holzgewinde in Verbindung mit Kunststoffdübeln,
- Mauerhaken mit Metallgewinde in Verbindung mit RPZ-Spreizdübeln,
- Mauerhaken mit Steinschraubenansatz.

Welche Befestigung gewählt wird, richtet sich nach Art und Festigkeit des Mauerwerks.

### Bügel für Querträger



(Abb. 77b)

## 5.4. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 5.

1. Was bedeutet die Bezeichnung I-2Y(Z)Y? 2. Wie sind die Adern beim 2paarigen Installationskabel gekennzeichnet? 3. Bei welcher Temperatur darf Installationskabel mit PVC-Mantel nicht mehr verarbeitet werden? 4. Wie groß soll der Durchhang beim Installationskabel sein? 5. Wie werden Installationskabel verbunden und verzweigt? 6. Wie wird Installationskabel mit einer Blankdrahtleitung verbunden? 7. Wie wird das Installationskabel am Mast befestigt? 8. Wie sind die Abspannklemmen an den Endpunkten in die Befestigungshaken einzuhängen? 9. Warum dürfen Ankerhaken zum Einhängen von Einhängen nicht benutzt werden? 10. Wie ist Installationskabel in die VVD einzuführen? 11. Welche Befestigungshaken kennen Sie? 12. Wie wird ein Haken für Querträger angebracht? 13. Wo ist die ÜFD mit Sicherungsschutz wirtschaftlich einzusetzen? 14. Wie ist das Installationskabel mit Zugentlastung für die Einführung in eine VVD herzurichten? 15. AKI gibt es in drei Größen. Nennen Sie die Bezeichnungen und die Installationskabel, für die die einzelnen Größen bestimmt sind.

## 6. Der Bau einer oberirdischen Fernlinie

Wir haben nicht die Absicht, im Rahmen der jetzt folgenden Ausführungen den Bau einer oberirdischen Fernlinie in all seinen Einzelheiten zu beschreiben, wie es z. B. bei der Anschlußlinie geschehen ist. Dies ist nicht erforderlich, weil neue Fernlinien heute nur noch selten errichtet werden; geschieht es in Ausnahmefällen doch noch einmal, so handelt es sich dann meistens um Linien mit einfachen Masten, deren

Bauweise sich von der der Anschlußlinien nicht sehr unterscheidet. Natürlich müssen die Fernlinien stabiler gebaut und entsprechend gesichert werden; so verwenden wir bei dem Bau dieser Linien z. B. Masten mit einem Fußdurchmesser von 18 bis 22 cm und nehmen als Querträger die gleichen Träger wie für Anschlußleitungen (A 1150 DIN 48320), die wir dann mit Isoliervorrichtungen für Fernleitungen ausrüsten (gerade Isolatorstützen G 160 und U-förmig gebogene Isolatorstützen U 170 mit Isolatoren RMk 130). Wenn wir das über den Bau einer oberirdischen Fernlinie wissen, so dürfte dies im allgemeinen für den FHandw genügen. Auf einige andere, in diesem Zusammenhang noch wichtige Punkte wird nachfolgend hingewiesen.

### 6.1. Induktionsschutz

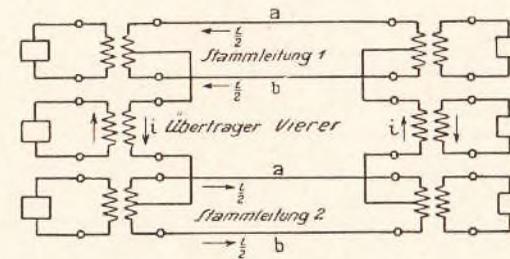
Die oberirdischen Fernleitungen werden, soweit das möglich ist, wie die Bezirks- und Fernkabel mit DM-Verseilung, mehrfach ausgenutzt, damit sich die hohen Anlagekosten bezahlt machen. Aus zwei Stammleitungen wird ein sogenannter „Vierer“ gebildet (Abb. 78). Der Vierer wird auch als Phantomstromkreis bezeichnet, weil er ja tatsächlich als Draht nicht greifbar ist. Zwei Vierer lassen sich wieder zu einem Achter zusammenfassen. Die Vierer- und Achterbildung geschieht durch Fernleitungsübertrager, mit denen die Fernleitungen an den Endstellen abgeschlossen werden. Der Achter wird nur noch für Telegraphenleitungen ausgenutzt, weil im Fernsprechbetrieb das Mitsprechen vom Achter auf die Stämme wegen der unzureichenden Symmetrie zwischen den vier Stammleitungen zu groß wäre.

In dieser Schaltung sind die Leitungen nur auf kurzen Strecken zum Sprechen zu gebrauchen. Bei längeren Leitungen wird die **Induktion** so groß, daß Gespräche, die auf der einen Leitung geführt werden, den Betrieb auf anderen Leitungen störend beeinflussen. Diese Störungen bezeichnen wir mit **Übersprechen** und **Mitsprechen**.

**Übersprechen** ist die störende Beeinflussung zwischen zwei Stammleitungen; **Mitsprechen** ist die Beeinflussung zwischen dem Viererkreis und den Stammleitungen.

Durch die gegen die Querträgerebene geneigte Anordnung der Doppelleitungsschleifen ist zwar die Induktion zwischen nebeneinanderliegenden Doppelleitungen, das Übersprechen, ziemlich klein, die Beeinflussung aus den Viererstromkreisen auf die Stammleitungen, das Mitsprechen, aber meist sehr groß. Auch vermehrt die enge Anordnung der Drähte die Empfindlichkeit der Fernsprechstromkreise gegen eine Induktion aus benachbarten Stromkreisen aller Art. Verläuft z. B. eine

### Viererschaltung

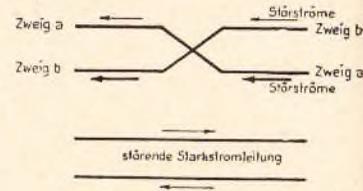


(Abb. 78)

### Durch Starkstrom gestörte Fernmeldeleitung Einbau einer Schleifenkreuzung in die gestörte Leitung



(Abb. 79)



(Abb. 80)

Starkstromleitung in der Nähe von Blankdrahtleitungen, so ruft sie darin Induktionsströme hervor (Abb. 79). Diese würden sich gegenseitig aufheben, wenn sie in beiden Zweigen der Blankdrahtleitung gleich groß wären. Wegen des ungleichen Abstandes von der induzierenden Leitung (Starkstromleitung) ist das aber nicht der Fall, so daß durch die Differenz (Unterschied) zwischen den beiden Induktionsströmen ein Störstrom entsteht. Dieser läßt sich nur dadurch beseitigen, daß die beiden Drähte (a- und b-Zweig) einer Leitung in regelmäßiger Wiederkehr miteinander vertauscht (gekreuzt) werden (Schleifenkreuzung) (Abb. 80). Die induzierten Ströme sind dadurch in beiden Zweigen gleich und heben sich somit gegenseitig auf, so daß keine Nebengeräusche mehr auftreten können. Aus dem gleichen Grunde müssen die Stammlösungen eines Viererkreises in bestimmten Abständen auch ihren Platz am Gestänge wechseln (Platzwechsel).

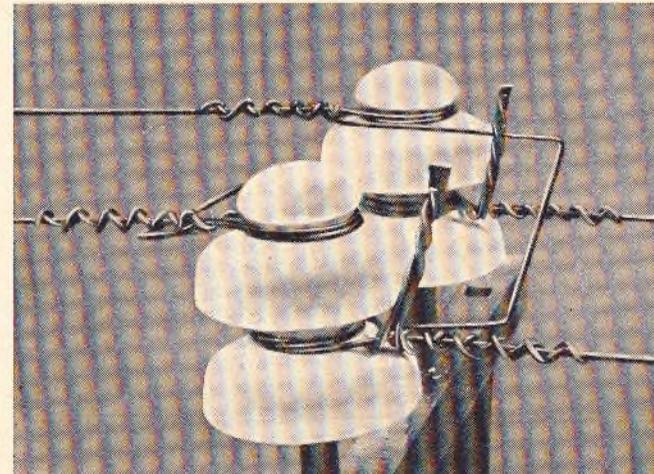
## 6.2. Schleifenkreuzung, Platzwechsel und Untersuchungsstellen

Kreuzungen und Platzwechsel werden nach einem bestimmten Plan, dem **Induktionsschutzplan**, in die Leitungen 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 Induktionsschutz eingebaut wird, ist in der FBO 7 festgelegt.

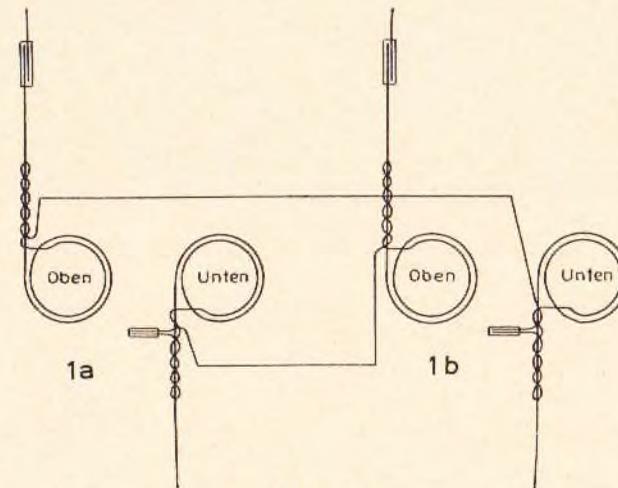
Die Masten, an denen Kreuzungen und Platzwechsel eingebaut werden, heißen **Abschnittsmasten**; die Strecke zwischen zwei aufeinanderfolgenden Abschnittsmasten heißt **Kreuzungsabschnitt**. Ein Kreuzungsabschnitt ist 1 oder 5 km lang.

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 Abschnitten 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 die Schutzwirkung bei dieser Abschnittslänge gegen die induktive Beeinflussung größer ist.

## Schleifenkreuzung



(Abb. 81)



(Abb. 82)

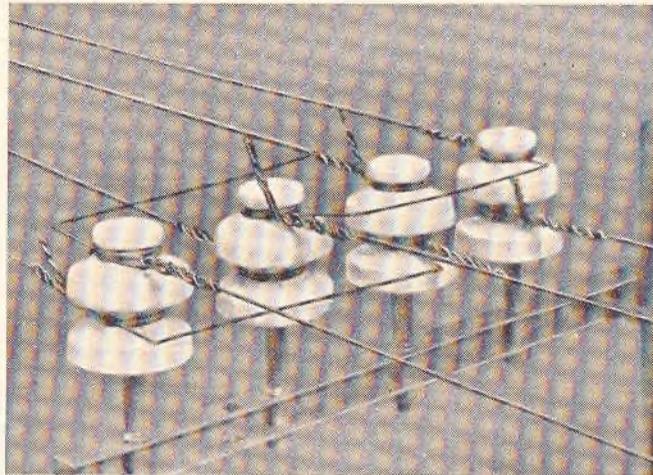
In solchen Linien ist dann alle 16 km die gleiche Kreuzungs- und Platzwechselfolge vorhanden.

Abb. 81 und 82 zeigen die Schleifenkreuzung einer Blankdrahtleitung. Abb. 83 und 84 den Platzwechsel nebeneinander verlaufender Leitungen. Die in Abb. 83 im Bild nach vorne führende Leitung 2a wird von dem Draht 1b verdeckt. Es ist lediglich die Wickelstelle der abgespannten Leitung 2a sichtbar.

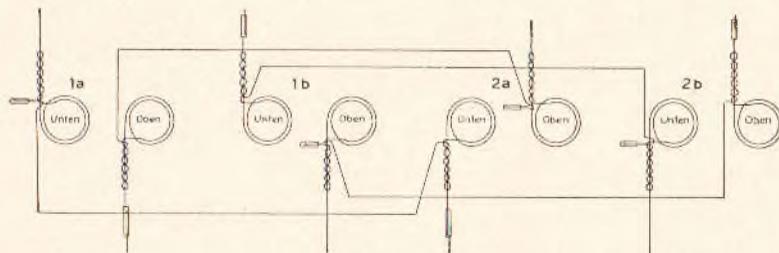
Für Schleifenkreuzungen und Platzwechsel verwenden wir Isolatoren mit doppeltem Halslager RMD 120 auf geraden Stützen und einem Querträger A 1350, bei dem der Abstand zwischen den Stützenlöchern für sämtliche Stützen gleich groß (150 mm) ist (siehe Abb. 5a). Bei dem Querträger in Abb. 83 ist der Abstand von 150 mm für

die äußeren Stützenlöcher dadurch erreicht worden, daß ein Verlängerungsstück angeschweißt wurde. Die Schweißarbeit oder auch das Anschrauben eines fertigen Verlängerungsstückes können wir sparen, wenn beim FZA rechtzeitig ein 1350 mm langer Querträger bestellt worden ist.

### Platzwechsel



(Abb. 83)



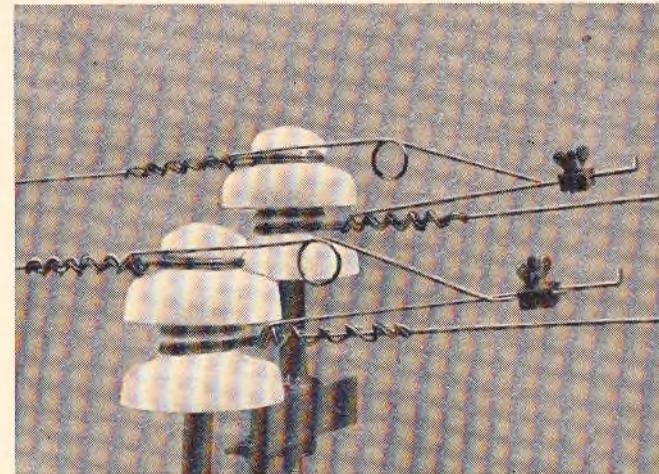
(Abb. 84)

Die Leitungen werden an der dem Mast abgewandten Seite des Isolators abgespannt und dazu zweimal um den Hals des Isolators herumgelegt. Dann spannen wir die beiden Leitungsdrähte aus der einen Richtung am oberen Halslager, die aus der anderen Richtung am unteren Halslager ab. Die Drähte beider Richtungen werden dann, wie die Abbildungen zeigen, durch Drahtbügel verbunden, wobei die Bügel

vom äußeren Rand der Isolatoren 4 cm entfernt sein müssen. 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 führen wir die Leitungen mit dem stärkeren Drahtzug an das untere Drahtlager heran.

In einigen langen Fernlinien finden wir noch **Untersuchungsstellen** (Abb. 85). Sie dienen bei langen Fernlinien zum Eingrenzen von Fehlern in Störungsfällen. Hier lassen sich Meßverbindungen herstellen (Leitungen trennen, schleifen oder erden).

### Untersuchungsstelle



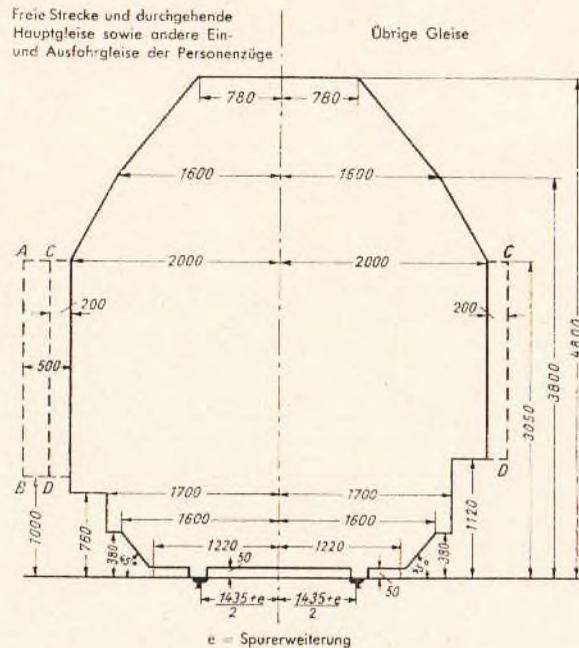
(Abb. 85)

## 6.3. Regellichtraum bei Eisenbahnen

Die Masten sollen längs der Eisenbahn zur Vermeidung von Unfällen und Betriebsstörungen möglichst weit von den Gleisen, mindestens 3,0 m von der Gleismitte bis zum äußersten bahnsseitigen Isolator, aufgestellt werden. In Ausnahmefällen kann auf freier Strecke ein lichter Raum von 2,5 m, in Bahnhöfen von 2,20 m zugelassen werden. In jedem Falle muß jedoch der Regellichtraum (Abb. 86) freigehalten werden. Die Masten dürfen insbesondere die Sicht auf Signalzeichen der Deutschen Bundesbahn und höhengleiche Wegeübergänge nicht behindern.

Kreuzungen von Eisenbahnen sollen möglichst rechtwinklig ausgeführt werden; das Kreuzungsfeld darf hierbei nicht mehr als 50 m betragen. Die Kreuzungsmasten sind durch Streben oder Anker gegen Umbrüche nach dem Kreuzungsfeld hin zu sichern. Weitere Bauvorschriften bei Bahnkreuzungen s. Abschnitt 3.2.

### Regellichraum



(Abb. 86)

#### 6.4. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 6.

1. Weshalb muß bei oberirdischen Fernlinien ein Induktionsschutz eingebaut werden?
2. Auf welche Weise kann man die Fernleitungen mehrfach ausnutzen?
3. Was ist eine Schleifenkreuzung und wie ist sie auszuführen?
4. Welchen Abstand sollen die Drahtbügel vom Isolator haben?
5. Was verstehen wir unter einem Platzwechsel?
6. Welche Bedeutung hat der Regellichraum bei Eisenbahnen?

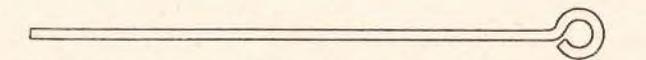
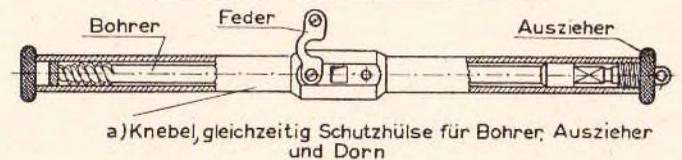
## 7. Der Zuwachsbohrer und seine Anwendung

In der Forstwirtschaft wird zur Feststellung des Wachstums der Bäume der sogenannte **Zuwachsbohrer** verwendet. Dasselbe Gerät benutzen wir im Fernmeldebaudienst dazu, um durch **Bohrproben** ein Bild vom Zu-

stand des Holzes im Innern der Masten und damit von der **Standfestigkeit** der Masten zu gewinnen. Mit diesem Gerät wollen wir uns nunmehr etwas näher befassen.

Die Bodenzone, zu der etwa 50 cm oberhalb und unterhalb der Erdaustrittsstelle des Mastes gehören, ist die am meisten gefährdete Stelle am Mast; es bilden sich bei ihr als Folge des ständigen Wechsels von Nässe und Trockenheit durch Fäulnis leicht Pilze. Ferner kann die Standsicherheit der Masten durch Bohrgänge der Insektenlarven herabgesetzt werden, die im allgemeinen bis zu einer Höhe von 2 Meter über dem Erdboden anzutreffen sind. Die Masten und Streben sind daher bei den regelmäßigen Instandsetzungsarbeiten auf das Vorhandensein von Fäulnis und Insektenfraß besonders zu prüfen. Die an der Erdaustrittsstelle auftretende Außenfäule ist leicht zu erkennen; Kernfäule (im Innern des Mastes) ist dagegen nicht so ohne weiteres wahrzunehmen. Sie entsteht dadurch, daß durch Risse, Bohrlöcher der Insekten usw. Pilze in das Holz eindringen, die dann das Innere des Mastes zersetzen. Fluglöcher ausgeschlüpfter Insekten sind sichere Anzeichen dafür, daß der Mast durch Insektenfraß geschwächt ist. Die Oberfläche der so beschädigten Masten erscheint 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.

#### Die Einzelteile des Zuwachsbohrers



(Abb. 87)

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

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

In gewissen Zeitabständen wird vor dem Besteigen eines Mastes, auch beim Ausführen der geringsten Arbeit, 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. 87 zeigt die einzelnen Teile des Zuwachsbohrers, Abb. 88 den betriebsfertigen Bohrer. In der Mitte von Abb. 88 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 so lange gedreht, bis das Gewinde in das Holz eingedrungen ist. Dann wird ohne Druck bis zur Mitte des Mastes weitergebohrt. Nun wird der Auszieher vorsichtig zwischen Innenrand des Bohrers und Kern bis zur ganzen Länge eingeführt, wobei seine gezähnte Seite (Länge 4,5 cm) gegen den Kern gerichtet ist. Dadurch wird der Kern festgeklemmt. Wir drehen den Bohrer dann ein wenig zurück, um den Bohrkern vom Mast zu lösen. Den Auszieher mit dem Bohrkern ziehen wir nun langsam und vorsichtig heraus. Dabei halten wir ein Stück Papier unter die Öffnung, damit der leicht zerbrechliche Bohrkern möglichst unversehrt aufgefangen werden kann. An seiner Beschaffenheit erkennen wir den Zustand des Mastes. Ein zusammenhängender fester Bohrkern kennzeichnet im allgemeinen den gesunden Mast. Zerfällt er in kleine Stücke oder Holzmehl oder ist er schwammig, so ist der Mast verfault oder durch Insektenfraß zerstört. Nach dieser Feststellung drehen wir den Bohrer aus dem Mast heraus. **Das Bohrloch verschließen wir mit einem Hartholzpflöck**, der vorher in Karbolineum eingetaucht worden ist. Wir drehen ihn mit der Hand möglichst weit in das Bohrloch hinein und treiben ihn schließlich mit einem Hammer fest.

## Der betriebsfertige Zuwachsbohrer



(Abb. 88)

**Von der guten und pfleglichen Behandlung hängt die Gebrauchsfähigkeit des Zuwachsbohrers 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 ordnungsgemäßen Prüfung der Masten auf Standfestigkeit hängen Gesundheit und Leben des Arbeiters ab.

### 7.1. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 7.

1. Welche Einzelteile gehören zum Zuwachsbohrer? 2. Welche Zone am Holzmast ist am meisten fäulnisgefährdet? 3. Wie stellt man die Kernfäule eines Holzmastes fest? 4. Beschreiben Sie die Benutzung des Zuwachsbohrers! 5. Worin unterscheiden sich die Bohrkern eines faulen und eines gesunden Mastes? 6. Wie ist das Bohrloch gegen Fäulnis und Insekten zu schützen?

## 8. Das Aufhängen eines Tragseil-Luftkabels (Kunststoff)

Die Versuche, durch den Einsatz von Luftkabeln den Ausbau des Fernmeldenetzes wirtschaftlicher zu gestalten, sind schon alt und erst jetzt zu einem gewissen Abschluß gekommen.

Zuerst ersetzte man an vorhandenen oberirdischen Linien die Blankdrahtleitungen durch Bleikabel, wenn die Belastungsfähigkeit den Bau neuer Leitungen nicht mehr zuließ. Das Bleikabel wurde an Tragseilen aufgehängt und lag in Tragringen, die durch Haken an das Tragseil eingehängt wurden. Schon bald zeigte es sich jedoch, daß diese Bauweise sehr störungsanfällig war (Einschnitte der Tragringe, Schrottschüsse, interkristalline Brüchigkeit). Zwischenzeitlich wurden selbsttragende Luftkabel entwickelt, deren Bewehrungsdrähte die Zugkräfte des hängenden Kabels aufnahmen.

Neuerdings hat der Kunststoff zu einer Weiterentwicklung der Luftkabel beigetragen. Man verwendet keine Bleikabel mehr, sondern umschließt ein Kunststoffkabel und ein Tragseil mit einer gemeinsamen Kunststoffhülle und erhält dadurch wieder ein selbsttragendes Luftkabel. Die Bauweise eines solchen Luftkabels wird hier beschrieben.

Das Kabel wird heute als „Tragseil-Luftkabel (Kunststoff)“ bezeichnet und 6-, 10-, 20-, 30-, 40- und 50paarig in der Ausführung A-2Y(T)2Y mit Sternvierern in Bündelverseilung beschafft. Zwischenzeitlich wurde das Luftkabel in der Form A-02Y(St)TY eingebaut und als „Leichtbau- oder Kunststoff-Luftkabel mit Stahltragseil (LKS/T)“ bezeichnet.

Was sagen die Buchstaben der Kurzbezeichnungen aus? Die VDE-Kurzzeichen bedeuten:

- I = Installationsleitung
- A = Außenkabel
- Y = Isolierhülle oder Mantel aus PVC
- 2Y = Isolierhülle oder Mantel aus Voll-PE
- 02Y = Isolierhülle aus Zell-PE
- St = Schirm aus Metallband
- Z = Zugfestes Traggeflecht
- T = Tragseil

Die Form A-02Y(St)TY unterscheidet sich vom neueren Typ A-2Y(T)2Y durch die Isolierung der Adern, den statischen Schirm und den Außenmantel aus PVC. Außerdem unterscheiden sie sich in der Verseilung. Die neue Form des Tragseil-Luftkabels (Kunststoff) ist bündelverseilt, die ältere Form hat die konzentrische Lagenverseilung der Sternvierer.

Die neue Form des Tragseil-Luftkabels (A-2Y(T)2Y) ist durch die Verwendung von Voll-PE für die Isolierhülle der Kupferleiter gegen Feuchtigkeitseinflüsse besser geschützt als die Form mit der Isolierhülle aus Zell-PE. Das hat bei der Montage den Vorteil, daß der Einführungsstutzen bei den Haubenmuffen usw. nicht mehr mit Gießharz ausgegossen zu werden braucht. Außerdem ist durch den besseren

Feuchtigkeitsschutz die Möglichkeit geringer, daß bei Beschädigung des Kabelmantels Isolationsfehler eintreten.

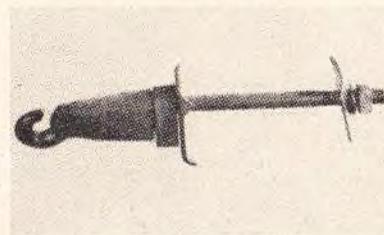
Leichtbauluftkabel mit Tragseil sollen allgemein für den Ortsnetzausbau verwendet werden. Im Bzk- und Fk-Netz werden heute in der Regel keine Luftkabel mehr eingebaut. Das BPM hat ermittelt, daß beim ON-Ausbau in bestimmten Fällen an Stelle eines Erdkabels oder einer Freileitungslinie der Bau eines Kunststoff-Luftkabels wirtschaftlicher ist. Neben den wirtschaftlichen Überlegungen (teuere Kabelgräben wegen ungünstiger Boden- oder Preisverhältnisse) kann der Bau eines Tragseil-Luftkabels (Kunststoff) auch aus technischen Gründen gerechtfertigt sein (große Störungsanfälligkeit der Freileitungen durch Baumwuchs oder Rauhreif, notwendige geringe Masthöhe usw.).

### 8.1. Fernmeldebauzeug und Fernmeldebaugerät

Als Stützpunkte für das Luftkabel werden Holzmasten der bekannten Abmessungen gewählt. Wir unterscheiden **Tragmasten** und **Abspannmasten**. An **Tragmasten** wird das Luftkabel nur **unterstützt** (getragen), an **Abspannmasten** wird das Tragseil **festgelegt** (abgespannt). Wenn in dieser Beschreibung des Luftkabelbaues von Abspannmasten die Rede ist, dann handelt es sich **nicht** um Linienfestpunkte (s. unter 4.6.), sondern um Masten, an denen das Tragseil des Luftkabels abgespannt ist. Z. Z. gibt es die gleiche Bezeichnung für zwei verschiedene Begriffe.

Nach ihrer Verwendung als Trag- oder Abspannmasten unterscheiden wir **Traghaken** und **Abspannhaken**. Sie dienen zum Einhängen der **Trag- oder Abspannarmaturen**. **Traghaken** (Abb. 89a) bestehen aus dem Haken, zwei Mastschutzplatten, einem Bolzen von 230 mm Länge, einer Mutter und für Masten mit einem Zopfdurchmesser < 11 cm aus einem 20 mm langen Abstandsstück für Traghaken. Neuerdings werden billigere Traghaken mit Holzgewinde verwendet, wenn der Abstand zwischen Mast

Traghaken



(Abb. 89a)

Abspannhaken



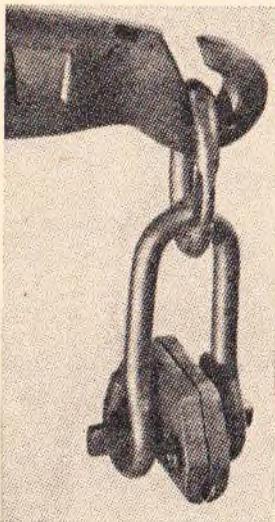
(Abb. 89b)

und Luftkabel groß genug ist und damit ein Durchscheuern des Kabels ausgeschlossen ist.

Bei den Abspannmasten werden die Tragseile an Abspannhaken (Abb. 89b) festgelegt. Die Trag- und Abspannhaken werden mit ihren Bolzen in ein Bohrloch durch den Mast hindurch gesteckt und durch Muttern fest angeschraubt. In die Haken werden die Trag- und Abspannarmaturen eingehängt.

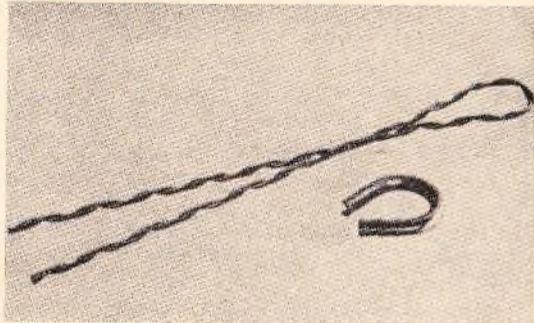
Als **Tragarmatur** zum Aufhängen des Tragseil-Luftkabels am **Tragmast** dient die **Hängeklemme mit Pendelöse, lang** (Abb. 90a). Die neue Hängeklemme mit Pendelöse (kurz) ist ähnlich, hat jedoch ein kürzeres Pendel und wird nicht mit Inbus-Schrauben, sondern mit einfachen Sechskantschrauben zusammengepreßt. An **Abspannmasten** müssen **Abspannarmaturen** eingebaut werden, die aus einer **Abspannschraube für Tragseile** mit einer **Kausche** bestehen (Abb. 90b).

Hängeklemme mit Pendelöse (lang)



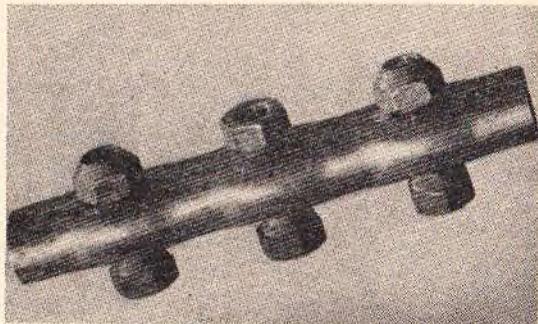
(Abb. 90a)

Abspannschraube für Tragseile mit Kausche



(Abb. 90b)

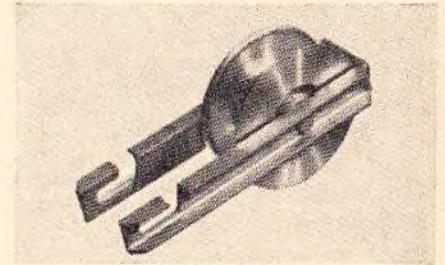
Schraubverbinder für Tragseile



(Abb. 90c)

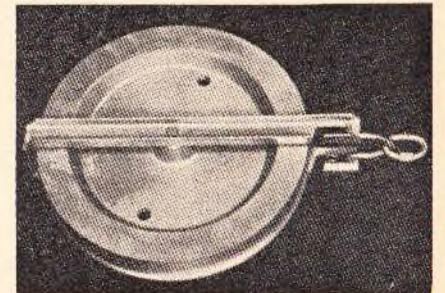
Schließlich benötigen wir noch **FBZ** für das Verbinden, das Verzweigen und den Abschluß des Luftkabels sowie für die Übergänge von Blei- auf Kunststoffkabel. Zum Verbinden der Tragseile werden entweder **Schraubverbinder für Tragseile** (Abb. 90c) verwandt oder neuerdings einfach zwei Drahtseilklemmen. Für das Kabel selbst ist eine **Haubenmuffe** (Abb. 91) entwickelt worden. Zur Montage der Haubenmuffe wird folgendes **FBZ**

Verlegerolle



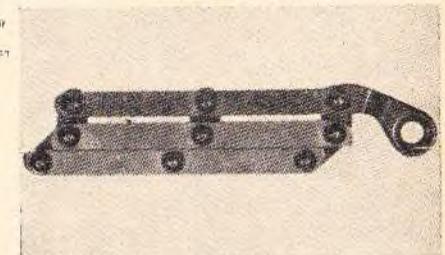
(Abb. 92)

Umlenkrolle



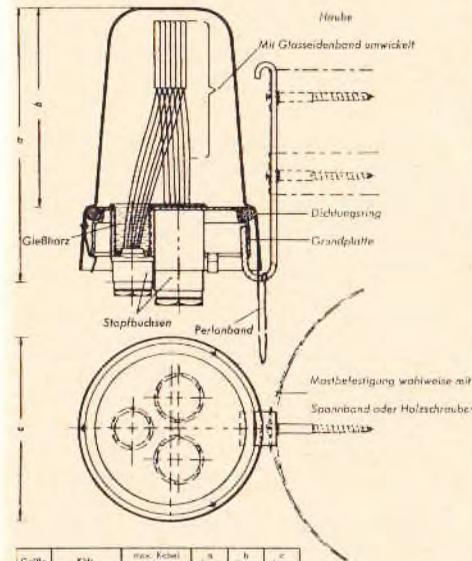
(Abb. 93)

Montageklemme



(Abb. 94)

Haubenmuffe



Größe	KNr.	max. Kabel- Ø mm	a Ø mm	b Ø mm	c Ø mm
I	734.625.002	15/15/15	75	100	100
II	734.625.004	20/20/15	125	135	130
III	734.625.006	25/20/25	125	135	130

(Abb. 91)

benötigt: Kleber, Isolierrohre aus Polyäthylen, Glasseidenband, Isolier- und Dichtungskitt und Gießharz, Härter für Gießharz. Der Vollständigkeit halber muß erwähnt werden, daß es die Abspannschrauben für Tragseile, die Haubenmuffen und die Schraubverbinder für Tragseile in jeweils 3 Größen gibt, den Durchmessern der Kabel und Tragseile entsprechend.

Neben dem allgemein notwendigen Werkzeug wie Schrägschneider, Kabelmesser, Abisolierer, Steigeisen, Sicherheitsgurte, Stangenbohrer, Flaschenzüge usw. ist noch folgendes FBG für den Bau eines Tragseil-Luftkabels (Kunststoff) erforderlich:

- Verlegerollen mit festen bzw. lösbaren Schenkeln (Abb. 92),
- Umlenkrollen mit Bügel und Pendelöse (Abb. 93),
- Montageklemme (Abb. 94),
- Inbus-Winkelschlüssel 6 mm Schlüsselweite (für Hängeklemmen mit langer Pendelöse),
- Trommelbock mit Welle,
- Ziehstrumpf (je nach Kabeldurchmesser) und ein
- Nietstock mit Dorn.

## 8.2. Auslegen und Abspannen des Luftkabels

Neue Linien oder Linienabschnitte sollen als reine Luftkabeln gebaut werden. Blankdrähte sollen daneben nicht bestehenbleiben. In **vorhandenen** Linien kann man zu den Blankdrähten am untersten Querträger ein Tragseil-Luftkabel aufhängen. – Der mittlere Abstand der Stützpunkte soll auch bei einer Luftkabelnlinie ca. 50 m betragen. Bei dieser Spannweite ist die Montage des Luftkabels mit möglichst geringem Aufwand möglich. Größere Spannweiten sind beim Tragseil-Luftkabel ohne Schwierigkeiten zu überbrücken, hier kommt es nur auf die Einhaltung des erforderlichen Durchhangs und des höchstzulässigen Seilzugs an. Eine Zusammenstellung der Durchhangs- und Seilzugwerte für alle eingeführten Typen von Tragseil-Luftkabeln enthält die neue FBO 6 „Oberirdische Kabelanlagen“. – Werden Tragseil-Luftkabel als Sprechstellenzuführung gebaut (6- oder 10paarig), dann darf die Spannweite nicht länger als 30 m sein. Bei längeren Zuführungen hält die Befestigung im Mauerwerk den auftretenden Belastungen nicht stand.

Der Kabeltyp A-2Y(T)2Y kann wegen seines PE-Mantels praktisch bei allen in unseren Breiten vorkommenden Temperaturen ausgelegt werden (von  $-20$  bis  $+50^{\circ}\text{C}$ ). Anders verhält es sich beim Kabeltyp mit dem PVC-Mantel (A-02Y(St)TY), der bei Temperaturen unter  $-5^{\circ}\text{C}$  wegen der dann auftretenden Brüchigkeit nicht ausgelegt werden darf.

Im übrigen sind keine höheren Anforderungen an die Stützpunkte bei Tragseil-Luftkabeln zu stellen als bei o. i. Linien mit Blankdrahtleitungen. Es wird heute nicht mehr damit gerechnet, daß das Tragseil des Luftkabels reißt, so daß der bisher vorgeschriebene Bau von Linienfestpunkten im Abstand von höchstens 500 m entfällt. Linienfestpunkte sind beim Bau einer langen Luftkabelnlinie in gleichen Abständen einzusetzen wie bei Blankdrahtlinien (Abschnitt 3.5.).

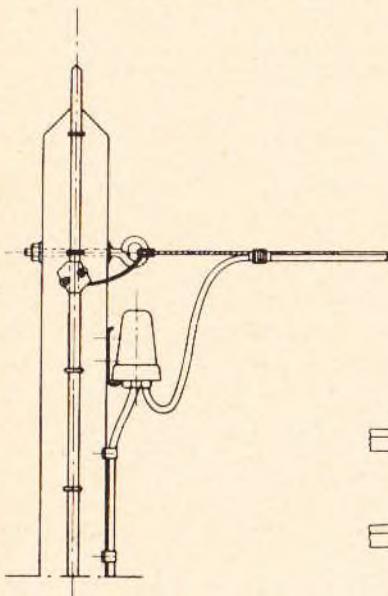
Bevor mit dem Bau des Luftkabels begonnen wird, muß festgelegt sein, an welchen Stützpunkten das Kabel abgespannt werden soll. Das muß dann geschehen, wenn einseitige Zugkräfte (Endpunkte), seitliche Zugkräfte (Winkelpunkte u. Abgänge) oder besondere Belastungen (Höhenunterschiede, Linienfestpunkte) auftreten können. – An Endmasten werden Abspannhaken (Abb. 89b) oder Haken für Querträger (Abb. 77a) angebracht. Mit Abspannhaken können 2 Tragseil-Luftkabel bis 10 DA oder 1 Tragseil-Luftkabel mit 20 und mehr DA am Stützpunkt abgespannt werden. Wenn an einem Stützpunkt mehrere Tragseil-Luftkabel oder Installationskabel mit Zugentlastung abzuspinnen sind, dann verwenden wir Querträger 500 mit der erforderlichen Anzahl von Haken. – Bei Winkelmasten – das sind Stützpunkte, bei denen die Leitungsführung um mehr als  $10^{\circ}$  von der Geraden abweicht – ist das Tragseil-Luftkabel an einem Querträger zu befestigen, der mit 2 Haken auszurüsten ist (Abb. 96). Ebenso werden Masten ausgerüstet, wenn Tragseil-Luftkabel nach zwei Seiten abzuspinnen sind (Linienfestpunkt, bei Höhenunterschieden). – Die übrigen Stützpunkte sind mit Traghaken auszurüsten. Bei neu zu erstellenden Linien können zur Arbeitserleichterung die Abspann- und Traghaken bereits am Boden eingebaut werden, bevor die Masten aufgestellt sind.

Nachdem die Befestigungsvorrichtungen angebracht sind, werden die Verlegerollen eingehängt. Die bisher gebräuchliche Verlegerolle mit festem Schenkel (Abb. 92) wird bei Tragemasten an der Hängeklemme mit Pendelöse in die beidseitig befindlichen Nocken eingehängt. Die neu eingeführte Verlegerolle mit lösbarem Schenkel wird über den Schaft des Traghakens mit Holzgewinde gehängt. Das Aufbringen des Luftkabels wird durch den lösbaren Schenkel erleichtert, weil das Kabel seitlich neben der Linie ausgezogen werden kann und erst dann in die Verlegerolle eingelegt zu werden braucht. Bei der alten Verlegerolle mit festem Schenkel muß das Kabel über die Verlegerollen eingezogen werden. – An Abspannmasten (Endmasten, Winkelmasten usw.) sind die Verlegerollen seitlich am Mast mit Drahtschlaufen zu befestigen. – Bei einer Einbaulänge von 1000 m werden etwa 25 Verlegerollen benötigt. Umlenkrollen (Abb. 93) sind, soweit vorhanden, an starken Winkelpunkten einzusetzen. Sie unterscheiden sich von den Verlegerollen durch den größeren Durchmesser der Rolle (300 mm). Der größere Durchmesser verhindert ein Abknicken des Kabels. Weil die Umlenkrolle für niederpaarige Luftkabel zu groß und

damit unvorteilhaft ist, wird sie für die DBP künftig nicht mehr beschafft. Die gesamte Fertigungslänge (bis zu 1000 m) ist möglichst in einem Zug auszulegen. Die aufzubockende Kabeltrommel, von der das Kabel in Leitungsrichtung gesehen von oben ablaufen soll, muß n. F. gebremst werden können, wenn der Seilzug bei großen Spannweiten zu stark wird. Der Kabelanfang wird in einen Ziehstrumpf gelegt. Als Zugseil verwendet man ein Hanfseil (10 bis 15 mm Durchmesser).

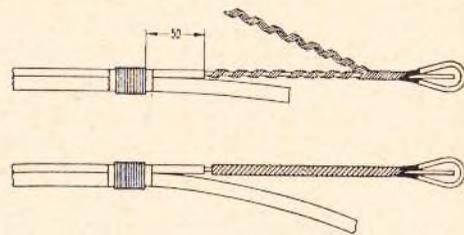
Die mit dem Tragseil-Luftkabel (Kunststoff) gelieferten, aufgeschweißten Kunststoffkappen können nach dem Entfernen nicht wieder zum Verschließen der Kabel benutzt werden. Müssen Kabel fest verschlossen werden, weil sie längere Zeit lagern sollen, dann sind dafür künftig Kunststoffkappen zu verwenden, die sich wahlweise den verschiedenen Außendurchmessern der Kunststoffkabel anpassen und auch wiederverwendet werden können. Das Kabelende kann auch mit einem mehrlagigen Wickel aus selbstverschweißendem Band und einem darüberliegenden Schutzwickel aus PVC-Band abgedichtet werden, wenn keine Kunststoffkappen

#### Endabspannung des Tragseil-Luftkabels



(Abb. 95a)

#### Montage der Abspannspirale



(Abb. 95b)

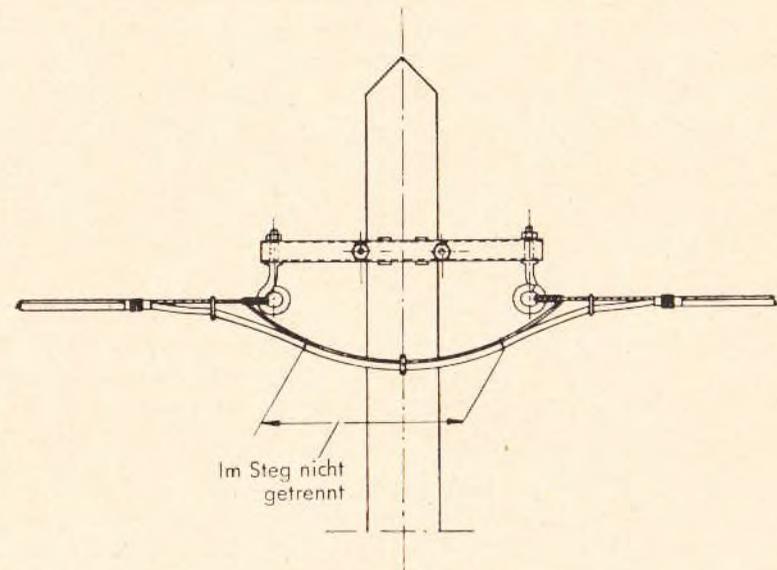
\*) Die Abb. 95a, 96 und 99 sind mit freundlicher Genehmigung der Schriftleitung den „Unterrichtsblättern der DBP, Ausgabe B“ entnommen.

zur Verfügung stehen. Kabel und Tragseil sind in jedem Falle zu trennen. Die Reste des Steges sind dabei mit Messer und Feile sorgfältig zu entfernen, damit beim Bewickeln auch der geringste Luftspalt vermieden wird.

Nach dem Auslegen des Kabels über die Verlegerollen wird der Durchhang von Abspannfeld zu Abspannfeld reguliert. Dazu wird das Kabel an einem Ende mit der Abspannarmatur (Abspannspirale und Kausche) festgelegt. Mit einer Beißzange werden vorher Kabel und Tragseil in der Mitte des Steges getrennt (etwa 1 bis 2 m lang). Soweit die Abspannspirale das Tragseil umfaßt, ist die Kunststoffhülle vom Tragseil zu entfernen (Abb. 95b). Nachdem die Abspannarmatur mit der Kausche in den Abspannhaken eingehängt ist (Abb. 95a), muß das Luftkabel bis zum nächsten Abspannpunkt mit Hilfe eines Flaschenzuges so weit herangeholt werden, bis der richtige Durchhang nach FBO 6 erreicht ist.

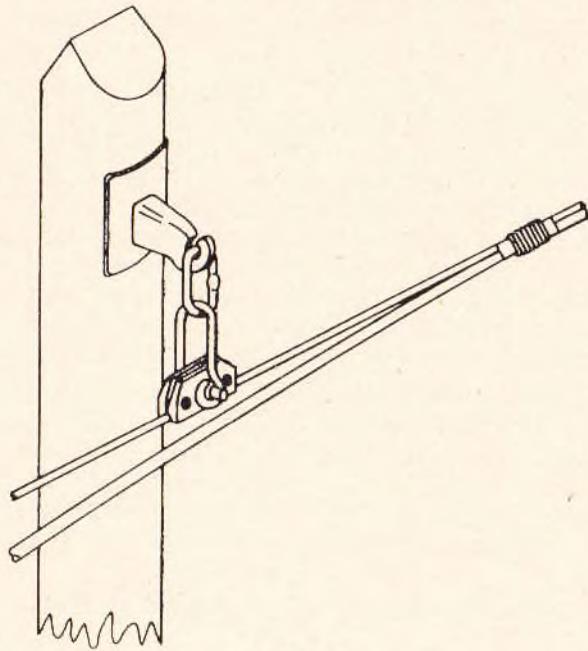
Er beträgt z. B. bei einer Spannweite von 50 m und einer Temperatur von  $+20^{\circ}\text{C}$  für das 10paarige Luftkabel 34 cm. Der Durchhang wird zweckmäßigerweise unter Anwendung der Durchhanglehre oder einer Meßplatte geprüft. Bei höherpaarigen Luftkabeln kann die Feinregulierung des Durchhangs mit einem zwischen Abspannspirale und Abspannhaken einzusetzenden Spansschloß erfolgen. Das Luftkabel muß mit Hilfe eines

#### Zwischenabspannpunkt des Leichtbau-Luftkabels



(Abb. 96)

### Tragmast des Leichtbau-Luftkabels



(Abb. 97)

Flaschenzuges gespannt werden. Es wird hierbei mit der Montageklemme am Tragseil gefaßt (Abb. 94). Ist der richtige Durchhang erreicht, ist das Luftkabel wie am fernen Ende mit einer Abspannarmatur festzulegen. An den Zwischen-Abspannpunkten dürfen das Tragseil und das Kunststoffkabel nicht geschnitten werden. Zum Anbringen der Spirale an den Zwischen-Abspannpunkten wird das Tragseil in einer Länge von 1 bis 2 m vom Kabel getrennt (Abb. 96).

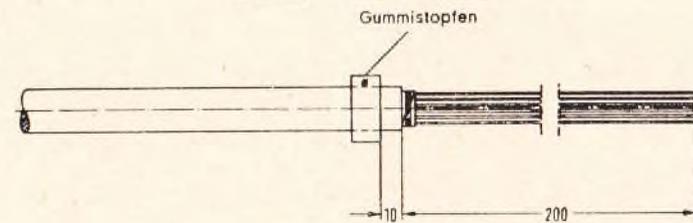
Zwischen den Abspannhaken des ankommenden und des weiterführenden Feldes ist das Luftkabel zugentlastet zu führen und in der Mitte (etwa auf Mastdicke) nicht vom Tragseil zu trennen. Jeweils am Ende des aufgetrennten Steges ist ein Wickelbund aus PVC-Band und isoliertem Draht anzubringen. Der Steg kann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

Nachdem das Kabel abgespannt wurde, muß es an den Tragmasten in die Tragarmaturen eingehängt werden. Bei der früher vorgeschriebenen Montage wurde das Tragseil vom Kabel getrennt und in der Hängeklemme befestigt. Es hat sich herausgestellt, daß durch diese Befestigungsart bei starken Stürmen das Kabel angehoben wurde und durch das Herabfallen das sogenannte Peitschen des Kabels entstehen konnte. Dagegen wirkt das **Verdrallen** des Luftkabels. Starke Schwingungen können dann nicht mehr auftreten, so daß übermäßige Belastungen für das Kabel und die Befestigungsvorrichtungen vermieden sind. Aus diesem Grunde soll künftig das Abtrennen des Tragseils vom Kabel an den Tragpunkten entfallen (Abb. 97). Neuerdings wird das Tragseil am Tragmast ohne Auftrennung des Steges zwischen Tragseil und Kabel in die Hängeklemme eingeklemmt, nachdem es an jedem zweiten Mast verdrallt wurde. Die Verdrallung soll für je 10 bis 12 m Kabellänge  $360^\circ$  betragen, d. h. daß bei jedem zweiten Mast etwa 8 bis 9 volle Umdrehungen des Kabels auszuführen sind, bevor es festgeklemmt wird.

### 8.3. Verbindungen, Abzweigungen, Übergänge

Nun ist nur noch zu beschreiben, wie **Kunststoffkabel verbunden, abgezweigt und mit anderen Kabeln oder Freileitungen verbunden werden**. Dafür werden die **zweiteiligen Haubenmuffen** benutzt. Sie eignen sich für die Einführung von Kabeln mit Blei- und Kunststoffmantel. Die Haubenmuffe ist sowohl an Holzmasten als auch an Wänden anzuschrauben. **Die Haubenmuffen müssen zugentlastet bleiben und dürfen daher nur an Abspannpunkten montiert werden.** Für das Herstellen der Einführung in die Haubenmuffe und für die Spleißstelle muß das Luftkabel auf einer Länge von 1 bis 2 m getrennt werden (Tragseil und Kabel in Stegmitte). Für eine Verbindungsstelle ist schon beim Auslegen des Kabels die notwendige Mehrlänge zu berücksichtigen. Die Kabelenden werden dann angepaßt und abgesetzt (Abb. 98)

#### Kabelende (papierisolierte Adern) für Spleißstelle in Haubenmuffe Größe III



(Abb. 98)

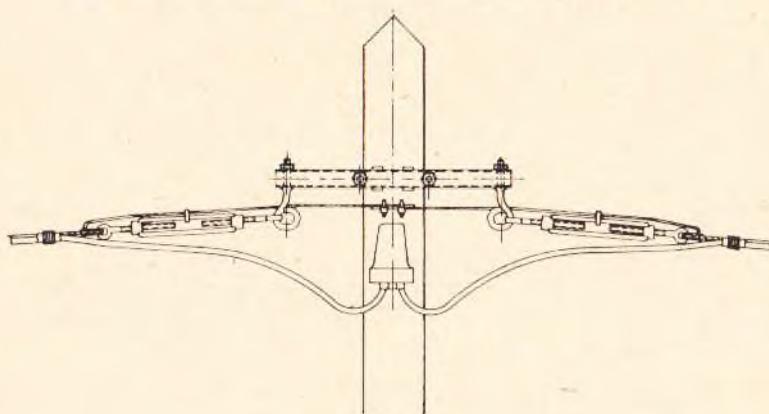
Die Kabel werden von unten in die Grundplatte durch eine Stopfbuchse eingeführt (Abb. 91). Diese Durchführung muß wasserdicht sein. Das wird durch folgende Arbeitsgänge erreicht:

1. Stegreste am Kabel entfernen,
2. Kabelmantel und Innenfläche der Einführungsstutzen mit Lösungsmittel (Methylenchlorid) gut reinigen,
3. Ringmutter und eine Unterlegscheibe sowie angepaßten Universal-Gummistopfen über das Kabelende schieben,
4. freies Kabelende mit Kleber VH 40 bestreichen,
5. zweite Unterlegscheibe überstreifen,
6. Kabel in Stopfbuchse einführen und Ringmutter fest anziehen,

Der Spleiß wird in bekannter Weise als Spitzspleiß in der herkömmlichen Weise oder in der neuen abisolierungsfreien Technik ausgeführt. Als Isolierrohrchen sind Polyäthylenrohrchen zu verwenden. Papierisolierte Kabeladern sind vorher mit Polyäthylen-Isolierrohrchen oder PE-Schlauch in ganzer Länge bis in den Stutzen der Stopfbuchsendurchführung zu überziehen.

Nach Fertigstellung ist der Spleiß zum Schutz vor Berührungen mit der Blechhaube mit Glasseidenband zu umwickeln. Danach wird bei Haubenmuffen mit eingeführten papierisolierten Adern der Kabelstutzen mit Gießharz bis an den Rand ausgegossen. Die Gebrauchsanweisung für Gießharz ist auf der Verpackung angegeben und genau zu beachten. Nicht be-

#### Haubenmuffe als Abzweigmuffe an einem Holzmast



(Abb. 99)

legte Kabelstutzen werden nicht ausgegossen, sondern durch eine Dichtungsscheibe abgeschlossen und mit Isolier- und Dichtungskitt ausgefüllt. Wenn nur kunststoffisolierte Adern (Voll-PE) in der Haubenmuffe gespleißt sind, dann wird auf das Ausgießen mit Gießharz verzichtet.

**Für den Abschluß des Tragseil-Luftkabels (Kunststoff) werden in der Regel Haubenmuffen verwendet, ggf. in Verbindung mit EVza 59 oder ÜEVs 59. ÜEVs 59 sind beim Übergang von Freileitungen auf Luftkabel, EVza 59 beim Übergang von Installationskabel mit Zugentlastung auf Luftkabel zu benutzen.** Wird das Luftkabel in ÜEVs 59 oder EVza 59 abgeschlossen, dann ist die Kabeleinführung dieser Abschlußgeräte in gleicher Weise wie bei den Haubenmuffen herzustellen.

**Zum Schutz gegen Korrosion sind die alten Tragseile an den Stellen, wo sie absichtlich (Abspannpunkte) oder durch Unachtsamkeit ohne PVC-Hülle blank liegen, mit Streichharz einzustreichen.** Streichharz ist nach Gebrauchsanweisung anzumischen. Bei den Luftkabeln der Form A-2Y(T)2Y sind die Drähte des Tragseils stark verzinkt und die Hohlräume mit Massefüllung vollgepreßt. Hierbei wird auf die Schutzvorkehrung (Streichharz) verzichtet.

**Das Tragseil ist am Anfang und Ende der Strecke bzw. bei Einführung in Gebäude zu erden und mit dem Masterder (Bandstahlder) zu verschrauben. Lötverbindungen sind unzulässig.** An den Verbindungspunkten werden die Tragseile des ankommenden und des weiterführenden Kabels durch Schraubverbinder miteinander verbunden (Abb. 90e).

#### 8.4. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 8.

1. Tragseil-Luftkabel (Kunststoff) wird heute in der Form A-2Y(T)2Y bei der DBP beschafft. Was sagt diese Bezeichnung aus? 2. Wodurch unterscheiden sich die Luftkabel der Form A-02Y(St)TY und A-2Y(T)2Y? 3. Wann werden Tragseil-Luftkabel wirtschaftlich eingesetzt? 4. Wie wird ein Tragseil-Luftkabel am Tragmast befestigt? 5. Welches FBZ ist für die Abspannung eines Luftkabels erforderlich? 6. Wie wird eine Abspannschraube am Tragseil befestigt? 7. Wie wird die Verlegerolle an der Hängesklemme befestigt? 8. Welches FBG wird speziell für den Bau von Tragseil-Luftkabeln (Kunststoff) benötigt? 9. Wie wird das Luftkabel bei Zwischenabspannungen befestigt? 10. Wie wird das Luftkabel ausgelegt? 11. Wie wird ein Luftkabel für eine längere Lagerzeit vor dem Eindringen von Feuchtigkeit geschützt? 12. Wie wird der Durchhang reguliert? 13. Wie kann man bei höherpaarigen Luftkabeln die Feinregulierung des Durchhangs vornehmen? 14. Warum soll das Luftkabel verdreht werden? 15. Wie erreicht man die Verdrehung? 16. Wie ist der Spleiß in einer Haubenmuffe auszuführen? 17. Wodurch unterscheiden sich die Einführungen in die Haubenmuffe von papierisolierten und kunststoffisolierten Adern? 18. Wodurch unterscheiden sich die Tragseile der beiden Luftkabeln A-02Y(St)TY und A-2Y(T)2Y? 19. Wie wird das Tragseil gerundet? 20. Wie werden die Tragseile untereinander verbunden?

## 9. Zusammentreffen zwischen Fernmeldeanlagen und Starkstromanlagen

### 9.1. Einteilung der oberirdischen Starkstromanlagen

Es hat sich als zweckmäßig herausgestellt, die Starkstrom-Freileitungen in **Gruppen einzuteilen**, um für jede Gruppe die erforderlichen Schutzmaßnahmen angeben zu können.

So unterscheidet man **Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen bis 380 V** (Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen), die vornehmlich der unmittelbaren Versorgung der Energieabnehmer dienen. Als Energieabnehmer kommen Haushalte, gewerbliche Betriebe usw. in Betracht. Die Anlagen werden meistens mit Drehstrom 220/380 V betrieben; sehr vereinzelt trifft man noch auf Anlagen mit einer Gleichspannung von 110/220 V oder 220/440 V. Von den oberirdischen Stammleitungen oder Hauptleitungen werden die einzelnen Hausanschlußleitungen abgezweigt.

**Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen über 380 V, aber unter 1000 V** kommen nur selten vor; sie werden z. B. für industrielle Zwecke oder als Speise- und Fahrleitungen für Straßenbahnen oder Oberleitungsomnibusse benutzt.

**Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen von 1 kV und darüber** werden im allgemeinen Sprachgebrauch als **Überland-Freileitungen** bezeichnet. Sie leiten die in den Kraftwerken erzeugte elektrische Energie über mittlere und große Entfernungen an die Umspannstationen der Starkstromortsnetze und anderer Großverbraucher oder an die Unterwerke der Deutschen Bundesbahn weiter.

Bei den Überland-Freileitungen, welche die Umspannstationen der Ortsnetze und Großverbraucher speisen, handelt es sich um dreiphasige Drehstromleitungen mit Nennspannungen von im allgemeinen 15000, 20000, 30000, 60000, 110000, 220000 oder sogar 380000 Volt und einer Frequenz von 50 Hertz.

Die der Versorgung der Bahnunterwerke dienenden Überland-Freileitungen, die man als **Bahnstromleitungen** bezeichnet, werden mit einer Nennspannung von 110000 Volt betrieben. Die Bahnstromleitungen übertragen allerdings nicht dreiphasigen Drehstrom, sondern einphasigen Wechselstrom, dessen Frequenz  $16\frac{2}{3}$  Hertz beträgt und dessen Spannung in den Unterwerken auf die Fahrleitungsspannung von 15000 Volt herabgesetzt wird.

Eine **Sonderform** der Starkstrom-Freileitungen mit Nennspannungen über 1000 Volt bilden die **Fahrleitungen** der elektrisch betriebenen Bundesbahnstrecken, die, wie bereits angedeutet, eine Nennspannung von

15000 Volt bei  $16\frac{2}{3}$  Hertz führen. Auch die Fahrleitungen einiger Industriebahnen werden mit Nennspannungen über 1000 Volt betrieben, so z. B. mit Wechselstrom von 6000 Volt bei 50 Hertz oder mit Gleichstrom von 1200 Volt.

Im Bereich der Landwirtschaft setzen sich **Elektro-Zaunanlagen** immer mehr durch. Die gegen Erde isolierten Zaundrähte erhalten über eine besondere Zuleitung Spannungsimpulse, die nach Stärke und Dauer so bemessen sind, daß Menschen und Tiere nicht gefährdet werden können.

### 9.2. Allgemeine Bauweise von Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen

Jeder Fernmeldehandwerker muß über die allgemeine Bauweise von Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen unterrichtet sein, damit er sich beim Bau oberirdischer Fernmeldelinien nicht leichtsinnig in Gefahr begibt. Jeder Fernmeldehandwerker ist verpflichtet, offensichtlich erkennbare Mängel an Starkstrom-Anlagen seinem Bautruppführer zu melden. Dieser fertigt eine besondere **Mängelmeldung** aus und leitet sie über die vorgesetzte Dienststelle an den zuständigen Starkstrom-Unternehmer zur Behebung des Schadens.

Die Anzahl der Leiter ist von der Art der Starkstromanlage und dem Leistungsbedarf der Abnehmer abhängig. Im allgemeinen werden **ein Nulleiter und ein, zwei oder drei Phasenleiter** benötigt.

Als Leitermaterial werden verschiedene Metalle in Form von Einzeldrähten oder Seilen verwendet. Die Leiter werden mit Binddraht oder Endbunden an den Isolatoren befestigt. Bei gerader Leitungsführung liegt der Leiter stets an der dem Mast zugekehrten Seite des Isolators. In Winkelpunkten hingegen muß der Leiter so befestigt werden, daß die Bindung nicht auf Zug beansprucht wird; der Leiter soll sich also gegen den Isolator legen.

Als Stützpunkt für den Leiter dienen vorwiegend Dachständer oder Bodenmaste. Letztere werden aus Holz, Beton oder Stahl hergestellt. Starkstrom-Holzmaсте müssen wie die Leitungsmasten der DBP stets imprägniert sein.

Die Spannweite zwischen den einzelnen Stützpunkten beträgt in geschlossenen Ortschaften bis zu 50 m, in den Randbezirken der Städte oder in ländlichen Gegenden bis zu 100 m. Von besonderer Bedeutung sind auch bei Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen die **Mindestabstände**. Von Bäumen oder Bauwerken ist ein senkrechter Abstand von 2,5 m und nach unten oder zur Seite ein solcher von 1,25 m vorgeschrieben; vom Erdboden ist ein Abstand von 5 m und von Fahrwegen von 6 m einzuhalten.

### 9.3. Kreuzungen von Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen und Fernmeldeleitungen

Werden vorhandene Fernmeldeanlagen durch neue Starkstrom-Freileitungen überkreuzt, so müssen letztere in jedem Fall die oben genannten Forderungen der allgemeinen Bauweise erfüllen. Außerdem dürfen sie keine, bei bestehenden Anlagen je Leitung nur eine Verbindungsstelle

im Kreuzungsfeld enthalten. Die Verbindungsstelle darf nicht verwürgt oder gelötet werden, sondern ist mit Hilfe eines fabrikmäßig hergestellten Verbinders zu fertigen.

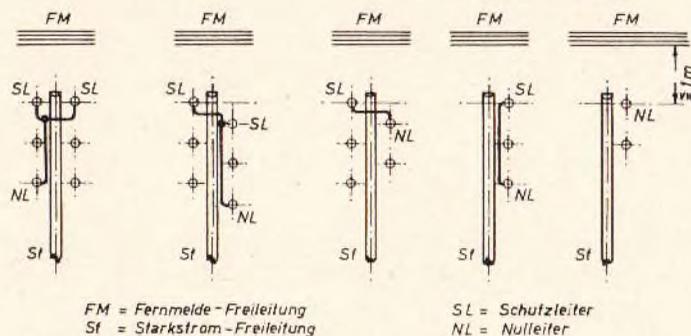
Bei Spannweiten über 50 m werden sowohl auf gerader Strecke als auch in Winkelpunkten zur Befestigung jedes Leiters zwei Isolatoren verwendet. Bei Holzmasten kann auch ein Isolator in Verbindung mit einem Sicherheitsbügel benutzt werden.

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

Neue Starkstrom-Freileitungen sollen nach Möglichkeit nicht unter vorhandenen Fernmelde-Blankdrahtleitungen hindurchgeführt werden. Ist dies in Ausnahmefällen nicht zu vermeiden, so kommen als Schutzmaßnahmen geerdete Schutzleiter in Betracht, die so angebracht sein müssen, daß eine gerissene Fernmelde-Blankdrahtleitung gut geerdet wird, bevor sie den spannungsführenden Starkstromleiter berühren kann. Verschiedene Ausführungsformen sind in Abb. 100 wiedergegeben.

In jedem Falle sind die Schutzleiter mit dem Nulleiter verbunden, sofern nicht der Nulleiter senkrecht oberhalb des spannungsführenden Leiters verlegt ist und damit gleichzeitig als Schutzleiter dienen kann.

#### Unterkreuzen einer Fernmelde-Blankdrahtleitung



Unterkreuzen einer Fernmelde-Freileitung  
(geerdete Schutzleiter über Starkstrom-Freileitung)

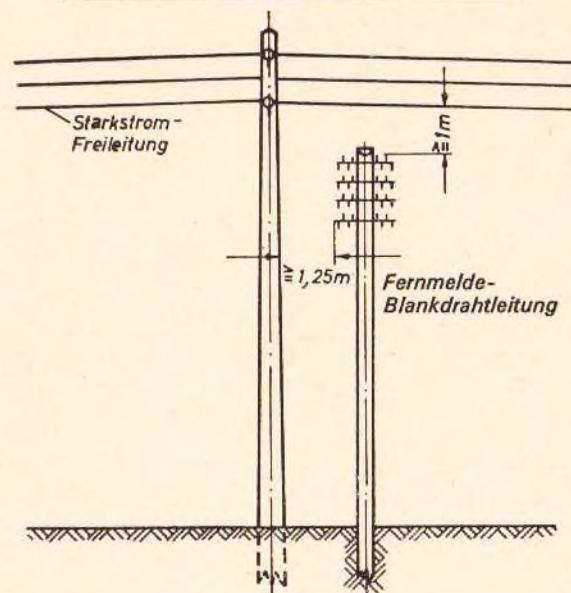
(Abb. 100)

Besteht die vorhandene Fernmeldeleitung aus einem Luftkabel und ist sichergestellt, daß die Fernmeldeleitung später nicht mehr durch Blankdrahtleitungen ergänzt wird, so können Starkstrom-Freileitungen ohne besondere Schutzmaßnahmen das Luftkabel unterkreuzen. Die vorgeschriebenen Mindestabstände sind jedoch unbedingt einzuhalten. Ebenso können Installationskabel ohne besondere Schutzmaßnahmen bei Einhaltung der Mindestabstände unterkreuzt werden.

**Überkreuzungen von vorhandenen Starkstrom-Freileitungen durch neue Fernmelde-Blankdrahtleitungen sind unbedingt zu vermeiden.**

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

#### Mindestabstände beim Überkreuzen einer Fernmelde-Blankdrahtleitung durch eine Starkstrom-Freileitung



(Abb. 101)

Nachstehende Mindestabstände sind bei oberirdischen Kreuzungen einzuhalten:

1. Senkrechter Abstand bei obenliegender Starkstrom-Freileitung :
 

bei blanken Fernmeldedrähten .....	1,0 m
bei Installationskabeln oder Luftkabeln der Bundespost .....	0,5 m
zwischen Fernmeldemasten unmittelbar unter Starkstrom-Freileitungen .....	1,5 m
2. Senkrechter Abstand bei obenliegender Fernmelde-Blankdrahtleitung bei größtem Durchhang :
 

bei blanken oder isolierten Starkstrom-Leitern .....	1,0 m
bei Installationskabeln oder Luftkabeln der Bundespost .....	0,5 m
3. Waagerechter Mindestabstand .....

1,25 m

In den Abbildungen 101 und 102 sind für zwei Beispiele die Mindestabstände dargestellt. Sinngemäß ist in ähnlichen Fällen zu verfahren.

#### 9.4. Näherungen von Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen und Fernmeldeleitungen

Nicht nur Kreuzungen von Starkstrom-Freileitungen und Fernmeldeleitungen, sondern auch Näherungen zwischen beiden bedürfen besonderer Beachtung. Gefährdungsmöglichkeiten bestehen nämlich dadurch, daß Leitungsmaste umbrechen oder Leitungen reißen.

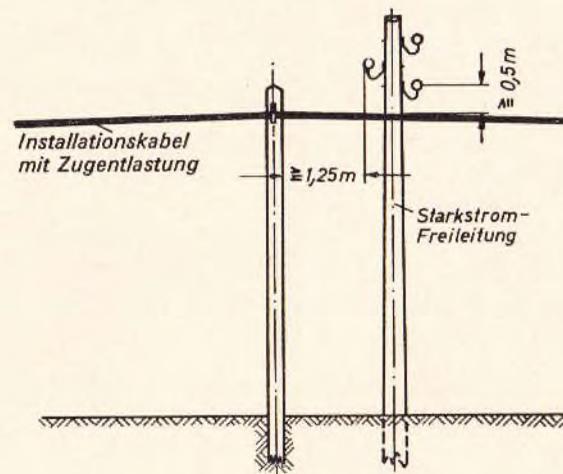
In Abb. 103 ist eine Näherung zwischen einer Starkstrom-Freileitung und einer Fernmelde-Blankdrahtleitung dargestellt. Beim Umbruch des Fernmeldemastes können die blanken Drähte beider Anlagen sich nicht berühren; es besteht keine Gefahr. Bricht dagegen der Starkstrommast, dann können schleudernde Drähte an die Fernmeldedrähte oder an das Ankerseil schlagen und zu einer Gefahr werden. An dem Starkstrommast muß daher zur Erhöhung der Standfestigkeit ein Anker oder eine Strebe angebracht werden; diese Vorschrift gilt für einfache Starkstrom-Holzmasten. Dem Starkstromunternehmer ist jedoch nahezuzulegen, auch bei Eisenbeton- oder Stahlmasten eine ausreichende Sicherung gegen Gefährdung der Fernmeldeleitung vorzusehen.

Wenn ein einfacher Fernmeldemast oder blanken Fernmeldedrähte infolge eines Umbruches unter Spannung stehende Teile der Starkstromanlage berühren können, so sind alle Fernmeldemaste, die eine derartige Gefährdung verursachen könnten, gegen Umbrechen zu sichern. Dies geschieht in der üblichen Weise durch Anker oder Streben (Abb. 104).

Von diesen Verstärkungen kann abgesehen werden, wenn es sich um Winkelpunkte handelt und sich der Mast beim Umbrechen durch den

Drahtzug von der fremden Anlage wegneigen würde. Ebenso ist nicht anzunehmen, daß die Maste beider Anlagen gleichzeitig gegeneinander umbrechen werden.

#### Mindestabstände beim Überkreuzen eines Installationskabels durch eine Starkstrom-Freileitung



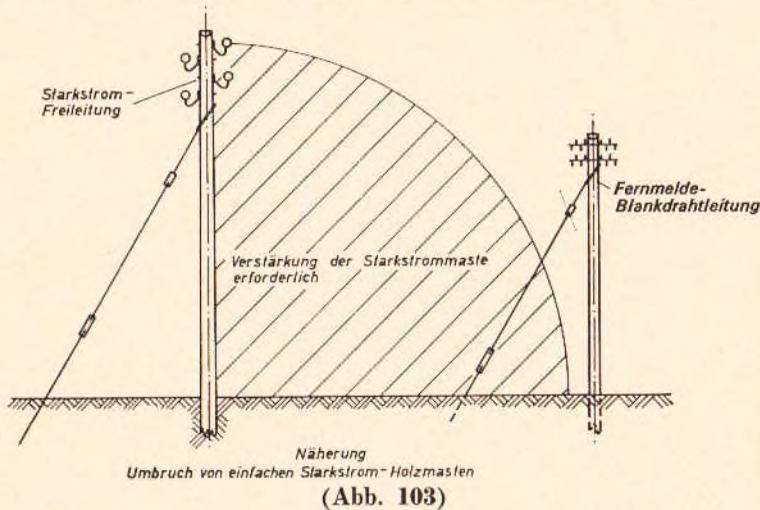
Mindestabstände beim Überkreuzen eines Installationskabels durch eine Starkstrom-Freileitung

(Abb. 102)

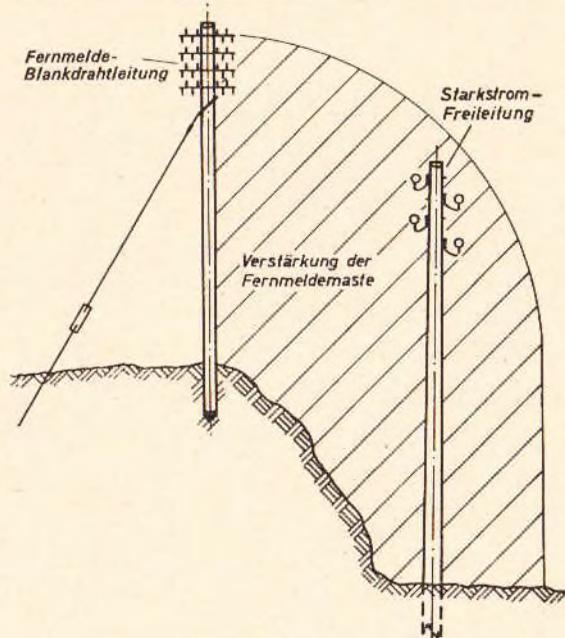
Muß damit gerechnet werden, daß Fernmeldedrähte beim Zerreißen Teile der Starkstromleitung berühren, so ist die Fernmeldeleitung innerhalb des Näherungsbereiches mit erhöhter Sicherheit zu bauen. Die erhöhte Sicherheit ist gegeben, wenn

- a) die Spannweite der einzelnen Felder nicht größer als 50 m ist,
- b) nur neue, aus einem Stück bestehende Drähte – für Fernleitungen E-Cu 3 und Bz II 2 und für Anschlußleitungen Bz II 1,5 – verwendet werden,
- c) die Drähte an Isolatoren RMk 130 für E-Cu 3 und Bz II 2 und an RMk 75 für Bz II 1,5 auf Querträgern befestigt werden, wobei die Bindungen nach Abschnitt 4.8.5. herzustellen sind, und
- d) der Durchhang größer (Drahtzug geringer) als in den übrigen Feldern ist.

### Näherung; Umbruch von einfachen Starkstrom-Holzmasten



### Näherung; Umbruch von einfachen Fernmelde-Holzmasten



(Abb. 104)

Bei Näherungen, die gleichzeitig Hauseinführungen sind, dürfen am Haus an Stelle von Querträgern Hakenstützen H 100 mit Isolatoren RMk 75 verwendet werden, wenn das Näherungsfeld nicht länger als 30 m ist.

### 9.5. Kreuzungen von Starkstrom-Überland-Freileitungen und Fernmeldeleitungen

**Starkstrom-Überland-Freileitungen** sind schon äußerlich daran zu erkennen, daß alle Masten den **roten Blitzpfeil** tragen. Alle anderen Erkennungsmerkmale, wie Größen der Isolatoren oder Stärke der Leiter, können zu Irrtümern führen und vermögen für sich allein nicht die Frage zu beantworten, ob es sich um eine Starkstromanlage über oder unter 1000 V handelt.

Für die Auswahl der Schutzmaßnahmen im Bereich von Kreuzungen und Näherungen mit Starkstrom-Überland-Freileitungen ist daher nur der **Bezirksauführer** oder der **Starkstrom-Sachbearbeiter des FA/FBA** zuständig. Diesen Beamten obliegt dann die Planung der Schutzmaßnahmen oder bei neuen Starkstromanlagen die Feststellung, ob der vorgesehene Ausführung zugestimmt werden kann. Sie haben weiter die Verhandlungen mit den Besitzern der Starkstromanlagen zu führen und nach Herstellung der Anlagen zu prüfen, ob alle Vorschriften und Vereinbarungen beachtet wurden.

Folgende Richtlinien gelten bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen:

**Unterkreuzungen** von oberirdischen Fernmelde-Anlagen durch Überland-Freileitungen sind grundsätzlich zu vermeiden. **Überkreuzungen** von Fernmelde-Anlagen durch Überland-Freileitungen kommen nur in Betracht, wenn eine der folgenden Schutzmaßnahmen durchgeführt wird:

- Ausführung der Überland-Freileitungen nach besonderen Richtlinien (VDE-Vorschrift 0210 § 35), die eine erhöht sichere Bauweise gewährleisten und Leitungsbruch oder Mastbruch praktisch ausschließen,
- Verkabelung der oberirdischen Fernmeldeanlage im Gefahrenbereich.

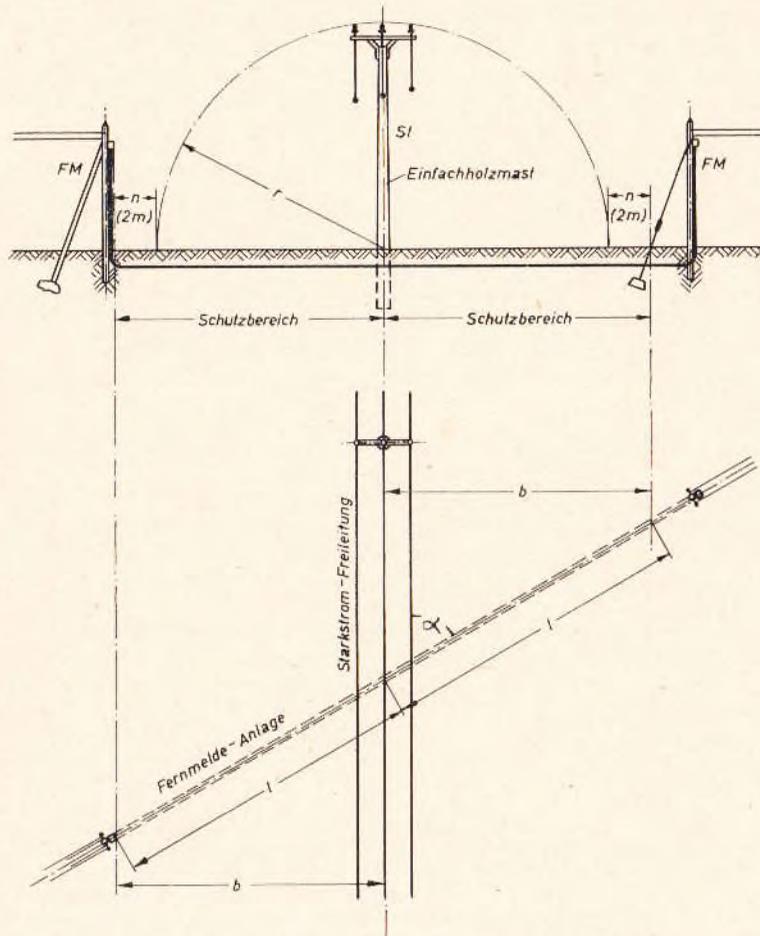
Für die Durchführung der Verkabelung sind genaue Vorschriften erlassen worden. So muß innerhalb des ganzen Schutzbereiches die Fernmeldeanlage verkabelt werden. Die Breite des Schutzbereiches nach jeder Seite hin entspricht der lichten Höhe  $r$  des Starkstrommastes; hinzu kommt noch ein Sicherheitszuschlag von  $n = 2$  m. Der kürzeste Abstand der Überführungsmaste von der Starkstrom-Anlage muß daher mindestens  $r + n = b$  Meter betragen (Abb. 105).

Verläuft die Kreuzung zwischen beiden Anlagen nicht unter einem rechten Winkel, so kann man die tatsächliche Länge  $l$  der Verkabelungstrecke

aus dem Abstand  $b$  und dem Kreuzungswinkel ermitteln. Es gilt dann die trigonometrische Beziehung:

$$\sin \alpha = \frac{b}{l} \text{ oder } l = \frac{b}{\sin \alpha}$$

### Erforderlicher Schutzbereich bei Kreuzungen mit Starkstrom-Überland-Freileitungen auf einfachen Holzmasten



Erforderlicher Schutzbereich bei Kreuzungen mit Starkstrom-Überland-Freileitungen auf einfachen Holzmasten

(Abb. 105)

## 9.6. Gefahrenstellen zwischen unterirdischen und oberirdischen Anlagen

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

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

Dieser Schutz muß mindestens 0,5 m über die gefährdete Stelle hinausragen. Wenn die Annäherung zwischen der oberirdischen Anlage und den unterirdischen Starkstrom- bzw. Fernmelde-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 ist wegen der Querriegel keine Kabelauslegung zulässig.

## 9.7. Schutzmaßnahmen an Fernmeldeanlagen im Bereich von Wechselstrombahnen und Hochspannungsnetzen mit starr geerdetem Nullpunkt

Seit einigen Jahren haben die Schutzmaßnahmen in Fernmeldeanlagen gegen zu hohe Beeinflussung durch Wechselstrombahnen oder Hochspannungsnetze mit starr geerdetem Nullpunkt besondere Bedeutung erlangt. Die Deutsche Bundesbahn elektrifiziert mehr und mehr ihre Hauptstrecken. Es handelt sich dabei um ein erdunsymmetrisches System, d. h. der Strom fließt einerseits über den Fahrdraht, andererseits durch die Schiene bzw. das Erdreich. Die Folge ist ein mehr oder weniger ausgedehntes elektromagnetisches Feld, welches in der Nähe befindliche oberirdische und unterirdische Fernmeldeleitungen beeinflussen und Störungen oder Gefährdungen hervorrufen kann. Deswegen sind bei der Umstellung von Bahnstrecken auf elektrischen Betrieb oder beim Verlegen ober- und unterirdischer

Fernmeldeanlagen in der Nähe von elektrifizierten Bahnstrecken umfangreiche Vorermittlungen oder Schutzmaßnahmen erforderlich. Die Vorermittlungen durch Berechnung und Messung werden durch den Starkstromsachbearbeiter des FA/FBA vorgenommen. Die Schutzvorkehrungen werden dann in Verbindung mit dem Fernmeldetechnischen Zentralamt in Darmstadt festgelegt und eingebaut. Neben Überspannungsableitern, Überspannungs-Schutzgeräten und Kopplungsspulen kommen besondere Kabelbewehrung, Verlegen der Kabeltrasse, besondere Übertragungen und andere Schutzmaßnahmen in Frage. Dadurch ist es möglich, Störungen und Gefährdungen in einem erträglichen Ausmaß zu halten.

**Elektrische Bahnen aller Art, wie z. B. elektrifizierte Bundesbahnstrecken, elektrische Vorort- und Straßenbahnen sowie Oberleitungs-Omnibuslinien, dürfen von oberirdischen Fernmeldelinien grundsätzlich nicht gekreuzt werden.**

Vorhandene oberirdische Kreuzungen an den Bundesbahnstrecken, deren Elektrifizierung geplant ist, sind im 10-m-Bereich beiderseits der Bahnstrecke zu verkabeln.

Um eine unzulässige Beeinflussung durch das elektrische Feld (Influenz) der Fahrleitung zu vermeiden, ist folgendes zu beachten:

**Im 10-m-Bereich beiderseits einer elektrifizierten oder zur Elektrifizierung vorgesehenen Bundesbahnstrecke oder einer anderen, mit Wechselstrom betriebenen Bahnanlage dürfen keine oberirdischen Fernmeldelinien errichtet werden. Vorhandene oberirdische Linien im 10-m-Bereich sind zu verkabeln oder so zu versetzen, daß sie außerhalb des genannten Bereichs liegen. Im 40-m-Bereich beiderseits einer mit Wechselstrom betriebenen Bahnstrecke sind nur reine Blankdrahtleitungen ohne Anschluß an Erd-, Röhren- oder Luftkabel zu versetzen oder zu verkabeln.**

Eingefügte oder angeschlossene Kabelstrecken leiten die in der Freileitung influieren Ladungen infolge der verhältnismäßig großen Kapazität Ader-Erde gut ab.

Bei gemischter Leitungsführung im 40-m-Bereich ist darauf zu achten, daß bei galvanischer Trennung von Blankdrahtleitung und Kabelader während der Bauarbeiten die Blankdrahtleitung an der Verbindungsstelle geerdet wird.

Unabhängig von der Beeinflussung durch das elektrische Feld (Influenz) ist der zu erwartende Einfluß des magnetischen Feldes (Induktion) zu berücksichtigen. Die hierfür erforderlichen Untersuchungen werden vom Starkstromsachbearbeiter des FA/FBA durchgeführt.

Aus betrieblichen und technischen Gründen gehen die Elektrizitätswerke mehr und mehr dazu über, den Nullpunkt ihrer Drehstrom-Höchstspannungsnetze unmittelbar zu erden. Der bisher in die Erdleitung eingeschaltete induktive Widerstand zur Löschung eines in einer fehlerbehafteten Leitung fließenden Erdschlußstromes fällt

weg. Im Falle eines Erdschlusses eines Leiters wird die Hochspannungsleitung zu einem erdunsymmetrischen System mit einem sehr hohen Kurzschlußstrom. Wenn auch Schnellschalter in den Elektrizitätswerken für sofortiges Abschalten sorgen, so können doch kurzfristig in oberirdischen und unterirdischen Fernmeldeleitungen Spannungsstöße erzeugt werden, die mehrere hundert Volt hoch sein können. Werden daher in der Nähe von Hochspannungssystemen neue Fernmeldeanlagen errichtet oder neue Hochspannungsleitungen im Bereich bereits vorhandener Fernmeldeanlagen geplant, so ist in jedem Fall der Starkstromsachbearbeiter zu verständigen. Dieser wird dann in Zusammenarbeit mit dem Fernmeldetechnischen Zentralamt mit der Planung geeigneter Schutzmaßnahmen beauftragt; er hat auch den sachgemäßen Einbau zu überwachen.

Auch hier kommen verschiedene Formen von Überspannungsableitern, eingebaut bei den Teilnehmern, den Schaltstellen oder am Hauptverteiler, besondere Leitungsführung oder andere Schutzmaßnahmen in Frage.

## 9.8. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 9.

1. Welchen Mindestabstand sollen Starkstrom-Ortsnetz-Freileitungen vom Erdboden und über Fahrwegen haben? 2. Auf welcher Seite muß die Starkstrom-Ortsnetz-Freileitung am Isolator angelegt sein? 3. Welche Stützen müssen eingebaut sein, wenn die Möglichkeit besteht, daß der Leitungszug die Isoliervorrichtung der Starkstromleitung aus dem Holzmast herauszieht? 4. Welche senkrechten und waagrechteten Abstände sind beim Unterkreuzen einer Starkstrom-Ortsnetz-Freileitung mit einer Fernmeldeleitung einzuhalten? 5. Wie groß muß der Abstand sein zwischen einem Holzmast einer Fernmeldelinie und einer direkt darüber hinwegführenden Starkstrom-Ortsnetz-Freileitung? 6. Wann sprechen wir von einer Näherung? 7. Welche Schutzmaßnahmen sind zu treffen bei einer Näherung zwischen einer Fernmeldelinie und einer Starkstrom-Ortsnetz-Freileitung? 8. Was hat mit oberirdischen Fernmeldelinien zu geschehen, die im 10-m-Bereich einer zur Elektrifizierung vorgesehenen Bundesbahnstrecke liegen? 9. Welche oberirdischen Fernmeldelinien, die im 40-m-Bereich einer zur Elektrifizierung vorgesehenen Bundesbahnstrecke liegen, sind zu versetzen oder zu verkabeln?

## 10. Unterhaltungsarbeiten an Holzmastlinien

Die Holzmastlinien der DBP stellen einen großen Vermögenswert dar. Sie befinden sich häufig an Landstraßen und Wegen, die nur selten vom Personal des Fernmeldebau- und Entstörungsdienstes befahren werden; eine ständige Kontrolle der Linien ist also nicht gegeben. Witterungseinflüsse, Insekten- und Pilzbefall greifen die Linien an, so daß sie zu einer Verkehrsgefahr werden können. Die Linien müssen daher in regel-

mäßigen Abständen überprüft und instand gesetzt werden. Nur so ist sichergestellt, daß die DBP rechtzeitig Maßnahmen ergreifen kann, die die Standsicherheit und Betriebssicherheit der oberirdischen Linien gewährleisten.

Das BPM hat aus dieser Erkenntnis Vorschriften erlassen, die genau die Fristen für die Untersuchung und die durchzuführenden Arbeiten regeln. Ältere Vorschriften aus dem Jahre 1956 sind durch neue ersetzt, die im Frühjahr 1965 erlassen wurden. Diese sind hier beschrieben.

Die Unterhaltungsarbeiten selbst werden zum größten Teil durch beauftragte Firmen ausgeführt. Es ist aber für die Baubeobachter wichtig, daß sie mit den Vorschriften für die Unterhaltungsarbeiten vertraut sind. Wir unterscheiden zwischen

#### **Holzmastlinien ohne besondere Garantie und Holzmastlinien mit besonderer Garantie.**

Bestimmte größere Linienbereiche (FA/FBA-Gebiete) werden auf Grund vom FTZ abgeschlossener Verträge von Auftragnehmern untersucht, beurteilt, ggf. nachgeschützt und in Garantie genommen. Diese Linien sind Holzmastlinien mit besonderer Garantie. Alle anderen Linien sind Holzmastlinien ohne besondere Garantie.

Beim Unterhalten unserer Linien **ohne** besondere Garantie unterscheiden wir folgende Arbeiten:

- Untersuchen** von Holzmasten durch eigene Kräfte,
- Nachschützen** der salzgetränkten Holzmasten,
- Instandsetzen** von Stützpunkten,
- Instandhalten** von Stützpunkten,
- Instandhalten** von Blankdrahtleitungen.

Beim Unterhalten unserer Linien **mit** besonderer Garantie unterscheiden wir folgende Arbeiten:

- Untersuchen und Nachschützen** durch Auftragnehmer,
- Untersuchen** durch eigene Kräfte,
- Instandsetzen** von Stützpunkten,
- Instandhalten** von Stützpunkten,
- Instandhalten** von Blankdrahtleitungen.

Hinzu kommt das Instandhalten von Luftkabeln und Installationskabeln mit Zugentlastung, für das keine festen Fristen vorgeschrieben sind. Nach Erfordernis, möglichst gemeinsam mit dem Instandsetzen oder Instandhalten von Stützpunkten, sind schadhafte Kabellängen und Befestigungsvorrichtungen zu ersetzen und der Durchgang nachzuregeln.

Welche Arbeiten beim Untersuchen, Nachschützen, Instandsetzen und Instandhalten auszuführen sind, soll nun näher beschrieben werden.

Wir betrachten zunächst die Holzmastlinien **ohne** besondere Garantie. Alle Holzmasten (Masten und Streben) sind mindestens einmal in 4 Jahren durch eigene Kräfte auf ihren Holzzustand zu **untersuchen**. Die Holzmasten werden auf mechanische Beschädigungen, Insektenbefall und Fäulnisschäden durch Pilzbefall (Außenfäule/Randfäule oder Innenfäule) hin überprüft. Die freie Mastlänge und der unterirdische Mastteil sind dabei bis zu 50 cm unter der Erdgleiche zu untersuchen. Als Untersuchungsgeräte stehen Stichel (Schraubenzieher) oder Messer, Zuwachsbohrer und Hammer zur Verfügung. Die Prüfung ist durch eigenes Personal vorzunehmen. Nur für Nebenleistungen (Angraben der Masten, Wiederverfüllen und Verdichten des Erdreichs, Karbolinieren der beschädigten Teile) sind Auftragnehmer heranzuziehen.

Äußerlich ist der Insektenbefall durch eiförmige Fluglöcher auf der Mastoberfläche zu erkennen. Pilzbefall erkennt man äußerlich am würfelförmigen Zerfall des Holzes. Nasse und feuchte Pilzbefallstellen sind sehr weich beschaffen. Ein Insektenbefall im Mastinnern ist durch Bohrkernentnahme mit einem Zuwachsbohrer oder ausnahmsweise durch die Klangprobe unter Anschlagen mit einem etwa 1 kg schwerem Hammer festzustellen. Das an den Mast gelegte Ohr vernimmt bei einem Mast ohne Insektenbefall einen klaren Ton, bei einem befallenen Mast einen dumpfen Ton. Bei anhaltendem Klopfen stäubt außerdem Bohrmehl aus Fluglöchern und Luftrissen.

Nach dem Untersuchen der Holzmasten folgt das **Instandsetzen von Stützpunkten**, d. h. daß die Linien ebenfalls alle 4 Jahre instand zu setzen sind. Das geschieht in der Regel durch Auftragnehmer. Zum Instandsetzen gehören der Behelfsnachschutz (Karbolineumanstrich), das Auswechseln von Masten, Verstärkungsmitteln und Querträgern sowie kleinere Linienverbesserungen. Masten sind dann auszuwechseln, wenn ihre Standfestigkeit bis zur nächsten Instandsetzung nicht mehr gewährleistet ist.

Das **Instandhalten von Stützpunkten** ist im Wechsel mit dem Instandsetzen mindestens einmal in 4 Jahren durchzuführen. Hierbei sind alle sichtbaren Mängel an den Stützpunkten, z. B. Überweichen von Masten, Schäden an Masten und Verstärkungsmitteln, Schäden und Mängel an Querträgern zu beseitigen. Die Holzmasten sind dabei im allgemeinen nicht anzugraben. Die Arbeiten für das Instandhalten sind also nicht so umfangreich wie beim Instandsetzen von Stützpunkten.

Das **Instandhalten von Blankdrahtleitungen** soll möglichst gleichzeitig mit dem Instandsetzen und Instandhalten von Stützpunkten erfolgen. Es ergibt sich daraus für diese Arbeit ein 2-Jahres-Rhythmus. Zum Instandhalten der Blankdrahtleitungen gehören sämtliche erforderlichen Arbeiten an den Leitungen, z. B. Ersetzen schadhafter Leitungsdrähte, Erneuern von Bindungen und Verbindungsstellen, Auswechseln von Isoliervorrichtungen, Nachregeln des Durchhangs und das Ausästen. Isoliervorrichtungen sind nur ausnahmsweise zu reinigen.

Zu den regelmäßigen Unterhaltungsarbeiten der Linien ohne besondere Garantie gehört der **Nachschutz der Holzmasten**. Alle mit **Salzgemischen**

getränkten Holzmasten sind einmal in 8 Jahren in Verbindung mit dem Untersuchen und Instandsetzen durch ein **Bandagen- oder Impfstichverfahren** nachzuschützen. Diese Arbeiten sind Auftragnehmern zu übertragen. Ausgenommen von dem Nachschutz sind alle mit Steinkohlenteeröl getränkten Masten und Streben.

Nähere Einzelheiten über die auszuführenden Arbeiten sind enthalten in der „Vorläufigen Anweisung für das Untersuchen und Beurteilen von Holzmasten in Fernmeldelinien der DBP“ und in der „Vorläufigen Richtlinie für das Durchführen von Nachschutzarbeiten an Holzmasten durch Auftragnehmer ohne Übernahme einer besonderen Garantie für die Wirksamkeit des Nachschutzmittels“.

Jetzt wenden wir uns den **Unterhaltungsarbeiten an Holzmasten mit besonderer Garantie** zu. Wie schon oben angeführt, werden bestimmte größere Linienbereiche (FA/FBA-Bereiche) auf Grund vom FTZ abgeschlossener Verträge von Auftragnehmern untersucht, beurteilt, ggf. nachgeschützt und in Garantie genommen. Die Untersuchungsfristen (Nachschutzperioden) richten sich nach den Vertragsunterlagen. Die Nachschutzperioden umfassen 8 Jahre.

In den Verträgen ist geregelt, daß nicht jeder Mast ohne weiteres nachzuschützen ist. Zunächst muß die Nachschutzwürdigkeit beurteilt werden. Darauf wird später noch eingegangen. Die nicht nachgeschützten Masten sind alle 4 Jahre nach der Untersuchung durch den Auftragnehmer durch eigene Kräfte auf ihren Holzzustand zu untersuchen. Nachgeschützte Masten werden nicht untersucht. Für die Untersuchung durch eigenes Personal gelten die gleichen Vorschriften wie bei den Linien ohne besondere Garantie.

Nach dem Untersuchen und Nachschützen durch den Auftragnehmer müssen die Holzmastlinien mit besonderer Garantie einmal in 8 Jahren instand gesetzt werden. Dabei sind die gleichen Arbeiten auszuführen, wie sie bereits für das Instandsetzen von Stützpunkten ohne besondere Garantie beschrieben wurden. Ebenso gelten bezüglich des Instandhaltens von Stützpunkten und Blankdrahtleitungen in Holzmastlinien mit besonderer Garantie und der dabei einzuhaltenden Fristen die Vorschriften wie für die Holzmastlinien ohne besondere Garantie.

**Stark belastete Linien** (mit mehr als 2 Querträgern) an verkehrsreichen Straßen und in rauhreif- oder windbruchgefährdeten Gebieten sind jedoch **einmal jährlich zu unterhalten**. Entsprechend den Erfordernissen (Instandsetzen oder Instandhalten) sind die Arbeitsfolgepläne zu ergänzen. In Zusammenhang mit dem Instandsetzen der Stützpunkte, d. h. also in 4- oder 8jähriger Arbeitsfolge ist ein **Behelfsnachschutz** auszuführen. Der Behelfsnachschutz besteht aus einem **Karbolineum-Anstrich** der nicht nachschutzzfähigen und der nicht nachschutzwürdigen **salzgetränkten Holzmasten**.

Nachstehend sind die Arbeitsfolgepläne schematisch dargestellt.

#### Arbeitsfolgeplan für Holzmastlinien ohne besondere Garantie

Jahr:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Untersuchungen von Holzmasten durch eigene Kräfte	×				×				×
Nachschützen von Holzmasten durch Auftragnehmer	×								×
Instandsetzen von Stützpunkten	×				×				×
Instandhalten von Stützpunkten			×				×		
Instandhalten von Blankdrahtltg.	×		×		×		×		×

#### Arbeitsfolgeplan für Holzmastlinien mit besonderer Garantie

Jahr:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Untersuchungen und Nachschützen von Holzmasten durch Auftragnehmer	×								×
Untersuchungen nicht nachgeschützter Holzm. durch eigene Kräfte					×				
Instandsetzen von Stützpunkten	×								×
Instandhalten von Stützpunkten			×		×		×		
Instandhalten von Blankdrahtltg.	×		×		×		×		×

Der Güteprüfdienst hat bei der Abnahme der getränkten Masten darauf zu achten, daß die dachartigen Abschrägungen an den Zopfenden einen dicht aufliegenden, geschlossenen Bitumenanstrich tragen. Weil dieser erste Aufstrich nicht unbegrenzt haltbar ist, muß er bei den Instandsetzungsarbeiten ergänzt werden.

Es wurde schon darauf hingewiesen, daß nicht jeder Mast ohne weiteres nachzuschützen ist. Die **Nachschutzwürdigkeit** der Leitungsmaste und Streben ist vor der Ausführung von Nachschutzarbeiten zu beurteilen. Das geschieht im Rahmen des Untersuchens. Es muß festgestellt werden, ob der Aufwand für die Nachschutzmaßnahmen vertretbar ist.

Nachgeschützt werden nur die **standsicheren** Maste. Hiervon ausgenommen sind folgende Gruppen:

- a) Steinkohlenteerölgetränkte Masten und Streben,
- b) Maste und Streben, die einen quadratischen Fußnagel mit der Prägung 8 tragen (mit Teeröl getränkter Mastfuß),
- c) alle Maste solcher Stützpunkte, die nach der FBO nicht zur Regelbauweise gehören (z. B. Kuppelmaste, angeschuhte Maste),
- d) Maste und Streben, die am Fuß gekürzt worden sind.

**Nicht mehr standsicher** und daher alsbald auszuwechseln sind folgende Maste:

1. mit erheblichen mechanischen Beschädigungen, z. B. durch Anfahren,
2. mit Fluglöchern von Insekten,
3. mit einer Rand- bzw. Außenfäule von über 1 cm Tiefe (radial gemessen),  
– wenn es sich um Maste handelt, die mehr als 7,5 m Länge über der Erdgleiche besitzen, an der Erdaustrittsstelle nur einen Durchmesser bis zu 18 cm aufweisen und mit mehr als 8 Einzeldrähten belegt sind, darf die Fäulniszone höchstens 0,7 cm Tiefe aufweisen –
4. mit Innenfäule,
5. mit dem Bezeichnungsnagel „C“ (Flunax-Maste).

Die nicht mehr standsicheren Maste sind in kürzester Frist auszuwechseln. Alle bei der Untersuchung beschädigten Mastteile sind, sofern sie nicht vom Nachschutzmittel überdeckt werden, satt mit Karbolium zu überstreichen. Das gilt auch für Beschädigungen an solchen Masten, deren Holzzustand nach Überprüfung einen Nachschutz nicht mehr rechtfertigt. Die durch Bohrkernentnahme entstandenen Bohrlöcher sind mit getränkten Holzdübeln zu verschließen.

Das **Kennzeichnen der Maste** geschieht nach dem Durchführen des Nachschutzes und der Wiederherstellung der Wegeoberfläche durch einen Bezeichnungsnagel 50 cm oberhalb der Erdgleiche. In die Bezeichnungsnägel sind das Kennzeichen des Nachschutzmittel-Herstellers und die beiden letzten Zahlen des Nachschutzjahres eingeprägt. Der Auftragnehmer, der den Nachschutz durchführt, hat die Bezeichnungsnägel vom Hersteller des Nachschutzmittels zu beziehen.

Wenn die als auswechslungsreif beurteilten Maste nicht sogleich ausgetauscht werden können, sind sie vom Auftragnehmer unmittelbar im Anschluß an die Untersuchung etwa 5 cm unterhalb der Mastnummer mit einem 2 bis 3 cm breiten roten Farbring zu versehen. Maste, bei denen nach Feststellung des Baubeobachters eine unmittelbare Gefahr für die Stand- und Verkehrssicherheit besteht, werden zusätzlich noch mit einem liegenden roten Kreuz gekennzeichnet, dessen Balken den roten Ring durchschneiden und dessen Mittelpunkt auf dem Ring liegt. Diese Maste sind vordringlich auszuwechseln.

Im Stützpunktnachweis ist zu vermerken, wenn ein Mast nachgeschützt worden ist.

## 10.1. Wiederholungsfragen zum Abschnitt 10.

1. Was verstehen Sie unter Holzmastlinien mit besonderer Garantie? 2. Welche Unterhaltungsarbeiten müssen ausgeführt werden an Holzmastlinien ohne besondere Garantie und an solchen mit besonderer Garantie? 3. Welche Fristen sind für die einzelnen Unterhaltungsarbeiten vorgeschrieben? 4. Worauf ist bei der Untersuchung einer Holzmastlinie zu achten? 5. Wie ist ein Insektenbefall äußerlich zu erkennen? 6. Welche Arbeiten gehören zum Instandsetzen von Stützpunkten? 7. Welche Arbeiten gehören zum Instandhalten von Stützpunkten? 8. Worauf ist bei der Instandhaltung von Blankdrahtleitungen zu achten? 9. Wie werden Holzmasten nachgeschützt? 10. Welche Unterhaltungsarbeiten sind an stark belasteten Linien an verkehrsreichen Straßen usw. durchzuführen? 11. Was verstehen Sie unter der Nachschutzwürdigkeit eines Holzastes? 12. Welche Masten werden nachgeschützt? 13. Was hat mit den nicht mehr standsicheren Masten zu geschehen? 14. Wie wird der Nachschutz am Mast gekennzeichnet?

**Handbuch für den mittleren fernmeldetechnischen Dienst**

**13** wichtige Lehr- und Lernwerke zur Vorbereitung auf den Grundlehrgang Ft 2, die verschiedenen Aufbaulehrgänge BFt und den Abschlußlehrgang BFt

Band A/B — Allgemeine Berufskunde (3 Teile)

Band G — Grundlagen der Fernmeldetechnik (2 Teile)

Band E — Fachbereich Entstörungstechnik (2 Teile)

Band L — Fachbereich Linientechnik

Band V — Fachbereich Vermittlungstechnik (2 Teile)

Band T — Fachbereich Telegraphentechnik

Band U — Fachbereich Übertragungstechnik

Band Fu — Fachbereich Funktechnik

Umfang je Band etwa 180 Seiten

— Weitere Lehrbücher siehe 2. und 3. Umschlagseite —

Sämtliche Lehrwerke können bestellt werden bei  
**Deutsche Postgewerkschaft, Verlag GmbH**  
6 Frankfurt — Savignystraße 29

- Band C 1** — **Werkstoffkunde und Werkstoffbearbeitung**  
Werkstoffe der Fernmeldetechnik und ihre Bearbeitung — Werkzeuge und Werkzeugmaschinen — Werkstoffprüfung — Oberflächenschutz der Metalle — Nichtmetallische Werkstoffe — Isolierstoffe — Kunststoffe
- Band C 2** — **Der oberirdische Linienbau**  
FBG und FBZ im oberirdischen Linienbau — Planung und Bau oberirdischer Anschluß- und Fernlinien — Installationskabel und Luftkabel
- Band C 3** — **Der unterirdische Linienbau**  
Gestaltung der Fernmeldenetze — Fernmeldekabel — Aufgaben und Aufbau der Bauteile im Anschlußnetz — Schaltungen in Verzweigungseinrichtungen — Druckluftprüfeinrichtungen
- Band C 4** — **Fernsprechapparate und Zusatzeinrichtungen**  
Aufbau, Schaltung und Wirkungsweise der Fernsprechapparate und Zusatzeinrichtungen
- Band C 5** — **Die Wählvermittlungstechnik**  
Grundzüge der Wählvermittlungstechnik — Bauelemente und ihre Verwendung — Gliederung und Aufbau der Ortswählvermittlungen — Vorfeldeinrichtungen — Stromversorgung und Erdungsanlagen
- Band C 6** — **Die Nebenstellenanlagen**  
(mit Beiheft) Zweck der Nebenstellenanlagen — Baustufen — Stromversorgung — Schaltungsaufbau der kleinen Nebenstellenanlagen; Reihenanlagen und kleine Schrankanlagen — Grundaufbau der mittleren und großen Wählernebenstellenanlagen
- Band C 7** — **Der Sprechstellenbau**  
Bauftrag — Einrichtungs- und Änderungsgebühren — Teilnehmer-einrichtungen — Fernmeldebauzeug — Bauausführung
- Umfang je Band rund 140 Seiten**

## Wichtig zur Vorbereitung auf Eignungsfeststellungen und Prüfungen

**Deutschlehre**  
(mit Beiheft)

Rechtschreibung — Wortlehre — Satzlehre — Zeichenschrift — Stil- und Aufsatzkunde — Übungsaufgaben — Unterrichts-diktate — Lösungen

Umfang rund 200 Seiten

Preis 5,— DM

**Rechenlehre**

Rechnen — Raumlehre — Sortenverwandlung — Übungs-  
Prüfungsaufgaben — Lösungsheft

Umfang rund 190 Seiten

Preis

**III AB**

— Weitere Lehrbücher siehe 2. und 4. Umschlagseite —

**181**