

Fernlehrgang



ÜBER DAS STOFFGEBIET DES EINFACHEN FERNMELDEBAUDIENSTES

Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft, Hauptvorstand Frankfurt/Main · Verlag: Deutsche Post

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

2. Auflage

Lehrbrief 3

DEZEMBER 1953

*Liebe Kollegen! Bevor wir heute beginnen, wünschen wir
allen unseren Lehrgangsteilnehmern
und Mitarbeitern ein recht*

*Frohes Weihnachtsfest
und ein
Glückliches neues Jahr!*

Die Lehrgangsleitung

Dortmund, Weihnachten 1953

I. Fernmeldebau

A. Oberirdischer Fernmeldebau

1. Wir bauen eine oberirdische Anschlußlinie

Vortrag des BzBf Böckle über Starkstromschutz

Heute steigt der bereits angekündigte Vortrag über **Starkstromschutz**. Der FBTr ist vollzählig in der Unterkunft versammelt, denn der BzBf Böckle will uns einmal einen zusammenhängenden Überblick über die Einwirkungen der Starkstromanlagen (St-Anlagen) auf unsere Fernmeldeanlagen (FM-Anlagen) und die erforderlichen Schutzmaßnahmen geben. Auf diesem Gebiet weiß unser Kollege Heinrich Korte nur wenig Bescheid. Er hat nur festgestellt, daß der BTrf Peters bei Bauarbeiten in der Nähe von St-Anlagen besondere Vorsichtsmaßnahmen anwendet. Wir werden also jetzt erfahren, was wir beim Zusammentreffen mit St-Anlagen zu beachten haben. Der BzBf hat verschiedene Bauzeichnungen mitgebracht, die er uns während seines Vortrages zum besseren Verständnis zeigen will. Jetzt beginnt er mit seinen Ausführungen:

„Mindestens ebenso ausgedehnt wie unsere FM-Anlagen sind auch die St-Anlagen der Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU). Es bleibt daher gar nicht aus, daß wir bei unseren Fernmeldebauarbeiten auf St-Anlagen stoßen. In jedem Fall muß es dann für uns heißen:

Halt, Starkstromanlage, besondere Schutzmaßnahmen!

Korte fragt: „Was gehört denn überhaupt alles zu den St-Anlagen?“ Der BzBf antwortet: „Wir kommen gleich auf die grundsätzliche Einteilung der Starkstromanlagen zu sprechen.“

1) Einteilung der Starkstromanlagen

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

a) Starkstrom-Freileitungen

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

Zunächst sehen wir uns die St-Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 250 Volt gegen Erde an. Sie dienen zur Versorgung der Wohnungen, der Straßenbeleuchtungen und der Kleinbetriebe mit elektrischem Strom. Bei uns in Deutschland werden diese St-Ortsnetz-Freileitungen fast stets als Drehstrom-Vierleiteranlagen mit

380/220 Volt Betriebsspannung gebaut. Die allgemein üblichen Formen sind in der Abb. 43 dargestellt.

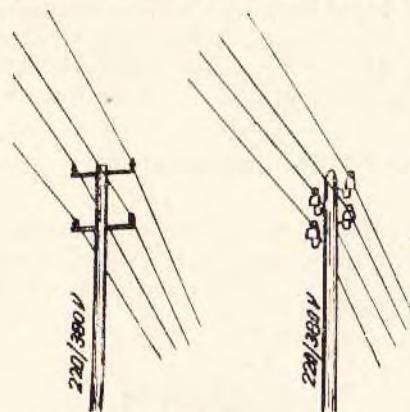


Abb. 43

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

Wie schon aus der Bezeichnung hervorgeht, gehören zu der Anlage 4 Leiter, und zwar 3 Phasenleiter und ein Nulleiter. Der Nulleiter ist vielfach daran erkennbar, daß er einen geringeren Querschnitt als die Phasenleiter hat oder aus anderem Material besteht. Zwischen den 3 Phasenleitern beträgt die Spannung 380 Volt, und zwischen den Phasenleitern und dem geerdeten Nulleiter 220 Volt. Für die Kennzeichnung bei derartigen Anlagen ist die **Spannung gegen Erde** maßgebend. Daher gehört die **Drehstrom-Vierleiteranlage mit 380/220 Volt Betriebsspannung zu den Anlagen unter 250 Volt gegen Erde.**

Die Hausanschlüsse bestehen in der Regel aus einem Phasen- und einem Nulleiter in der Anordnung nach Abb. 44, sofern keine Anschlüsse für Stromverbraucher mit höherer Leistung, z. B. Drehstrom-Motoren, erforderlich sind. Wenn noch Ortsnetze mit Gleichstrom betrieben werden, so sind diese nur vereinzelt vorhanden und werden in den meisten Fällen von den EVU umgebaut.



Abb. 44

Starkstrom-Ortsnetz-Freileitung f. Hausanschlüsse

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

Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen über 250 Volt gegen Erde bis 1000 Volt kommen nur selten vor. Zum Beispiel gehören dazu Speiseleitungen zu den Fahrleitungen der Straßenbahnen und der O-Bus-Linien (elektrisch betriebener Oberleitungsomnibus).“ BTrf Peters unterbricht den Vortrag an dieser Stelle und fragt: „Herr Böckle, mir sind noch die Bezeichnungen Niederspannungs- und Hochspannungsanlagen bekannt. Davon haben sie noch gar nicht gesprochen!“ „Diese Begriffe

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

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

Wir werden uns jetzt den Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber zuwenden. Es ist üblich, diese Leitungen als **St-Überland-Freileitungen** zu bezeichnen. Wie schon

Abb. 45

Starkstrom-Überland-Freileitung mit 2 System 110 kV und 220 kV

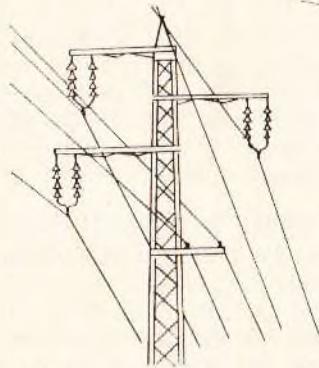
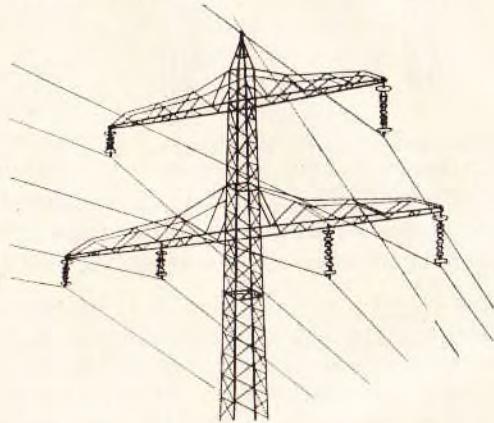


Abb. 46

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

30 kV, 50 kV oder 110 kV zwischen den Phasenleitern. Vereinzelt treffen wir auch auf Großanlagen von 220 kV und 380 kV.

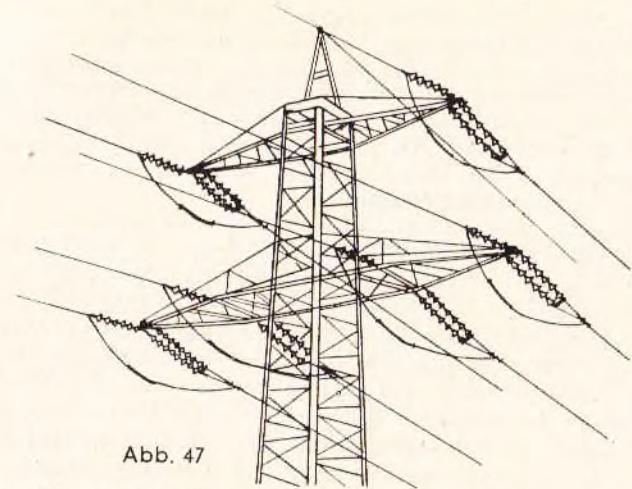


Abb. 47

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

b) Starkstrom-Kabel

Im Gegensatz zu den St-Freileitungen kennen wir bei den **Starkstromkabeln in Hinsicht auf den Starkstromschutz keine besondere Unterteilung nach der Höhe der Spannungen**. Starkstromkabel werden in erster Linie für die Ortsnetzversorgung verwendet, kommen aber auch für kurze Überlandverbindungen in Frage.

c) Elektrische Bahnen

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

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

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

2) Einwirkungen der Starkstromanlagen auf Fernmeldeanlagen

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

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

Korte, Sie sehen mich so fragend an, sind Sie nicht damit einverstanden?" „Doch“, meint Korte, „nur wollte ich noch wissen, ob wir diese Bezeichnungen bei Freileitungen allein anwenden?“, „Nein“, fährt der BzBf fort, „Gefahrstellen gibt es genau so bei den unterirdischen Anlagen. Sie müssen sich diese Bezeichnungen einprägen, denn im Dienstgebrauch und beim Verkehr mit den Starkstromleuten werden Sie immer wieder darauf stoßen. Diesen Gefahrstellen gilt nun unsere ganze Aufmerksamkeit, denn hier können Schäden auftreten, die die weitgehendsten Folgen nach sich ziehen.

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

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

Eine Einwirkungsmöglichkeit der St-Freileitungen auf unsere FM-Anlagen will ich noch erwähnen, über die ihr euch aber nicht den Kopf zu zerbrechen braucht. Bei längeren Näherungsstrecken mit St-Überland-Freileitungen über 60 kV einschließlich der Kreuzungen können **auf induktivem oder kapazitivem Weg Fremdspannungen auf unsere FM-Anlagen** übertreten, so daß der Fernsprechtbetrieb gestört und sogar das Fernmeldepersonal gefährdet wird. Wie schon gesagt“, wiederholt der BzBf ausdrücklich, „ihr sollt nur wissen, daß **auch ohne unmittelbare Berührung unsere FM-Anlagen durch Starkstrom beeinflusst werden können**.

Wir fassen also zusammen: Durch die Einwirkungen der St-Anlagen können entstehen,

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

3) Schutzmaßnahmen

Wir müssen also Vorkehrungen treffen, um unsere FM-Anlagen gegen diese Gefahren zu schützen. Wie gehen wir da wohl am besten vor, was meinen Sie, Strack?“ fragt der BzBf. „Wir fangen mit dem Schutz unserer Freileitungen an, Herr Böckle.“ „Richtig“, fährt der BzBf fort, „und zwar betrachten wir zunächst die Schutzmaßnahmen bei den St-Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 1 kV.

a) Starkstrom-Freileitungen

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

Hier sind es wieder die zahlreichen St-Ortsnetz-Freileitungen mit einer Betriebsspannung unter 250 Volt gegen Erde, die uns zu schaffen machen. Sie wissen sicher schon aus eigener Erfahrung, daß zwischen diesen St-Freileitungen und unserem oberirdischen Fernmeldenetz Gefahrstellen zu Tausenden bestehen. Wir müssen daher genau wissen, wie diese K und N bei den vorhandenen Anlagen auszusehen haben oder welche Schutzmaßnahmen bei der Errichtung neuer St-Freileitungen und oberirdischer FM-Anlagen zu treffen sind.

Wenn unsere oberirdische FM-Anlage (FM-Drähte, Behelfsleitungen, Luftpfeiler) von der St-Anlage oberhalb gekreuzt wird, dann kommt für diese St-Anlage der erhöht sichere Bau in Betracht.

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

Besondere Merkmale des erhöht sicheren Baues sind folgende:

- a) Als Stützpunkte dienen Holzmasten, Stahlmasten, Stahlbetonmasten, Dachgestänge oder Rohrausleger an Gebäuden. Die Holzmasten müssen wie unsere Fernmeldemasten imprägniert sein. Rohe Holzmasten dürfen verwendet werden, wenn sie mit besonderen Erdfüßen aus Beton, Stahl oder imprägniertem Holz versehen sind, ferner, wenn sie in der Fäulniszone mit Holzschutzbandagen geschützt sind.
- b) Im Kreuzungsfeld richtet sich der Querschnitt der St-Leitungen nach der Spannweite. Je größer die Spannweite, desto größer muß auch der Querschnitt sein. In Ortschaften beträgt die

Spannweite etwa bis zu 60 m. Beim Weitspannsystem liegen die Spannweiten sogar über 1000 m (Abb. 43). Als Leitungsmaterial kommen hauptsächlich Kupferdrähte oder Seile aus Kupfer- oder Aluminiumdrähten in Betracht. Bei Hauszuführungen mit Spannweiten bis 35 m sind auch Kupferdrähte von 6 mm² zugelassen.

- c) Neue Leitungen müssen aus einem Stück ohne Verbindungsstelle bestehen. Bei Behebung von Störungen und ebenfalls bei schon bestehenden Anlagen ist im Kreuzungsfeld **eine** Verbindungsstelle je Leitung zugelassen. Das EVU ist gehalten, hier handelsübliche Leitungsverbinder zu verwenden. Abzweigungen dürfen dagegen im Kreuzungsfeld nicht angebracht werden.
- d) Die Isolatorstützen können unmittelbar am Mast oder auf Querträgern befestigt werden. In Holz befestigte, auf Zug beanspruchte Isolatorstützen müssen zur Sicherung gegen Lockern und Herausziehen als durchgehende Stützen mit Mutter und Unterlegscheibe nach Abb. 48 c ausgebildet sein.

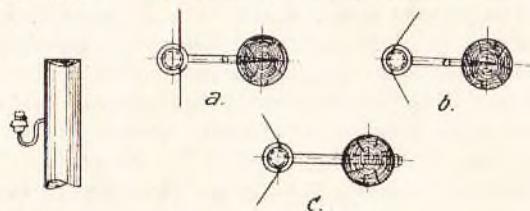


Abb. 48

Befestigung der Starkstromleitungen am Isolator

- e) Bei einer Spannweite bis 50 m im Kreuzungsfeld genügt es, wenn auf gerader Strecke die St-Leitungen auf der dem Mast zugekehrten Seite der Isolatoren nach Abb. 48 a befestigt werden. In Winkelpunkten müssen sich die Leitungen nach Abb. 48 b und c unter dem Einfluß des Zuges gegen die Isolatoren legen. Bei dieser Spannweite sind auch Einfach- und Doppelholzmasten zugelassen.
- f) Bei einer Spannweite über 50 m im Kreuzungsfeld dürfen bei der Verwendung von Holzmasten nur A-Masten eingebaut werden, außerdem sind für die Befestigung der St-Leitungen besondere Maßnahmen nach Abb. 49 a bis c vorzusehen. Der Sicherheitsbügel nach Abb. 49 a hat den Zweck, die Leitung bei Isolatorbruch von der Stütze oder dem Querträger aufzufangen. Gegen ein Herabfallen sind die Leitungen zuverlässiger gesichert, wenn sie nach Abb. 49 b doppelt aufgehängt oder nach Abb. 49 c an je 2 Isolatoren abgespannt werden.

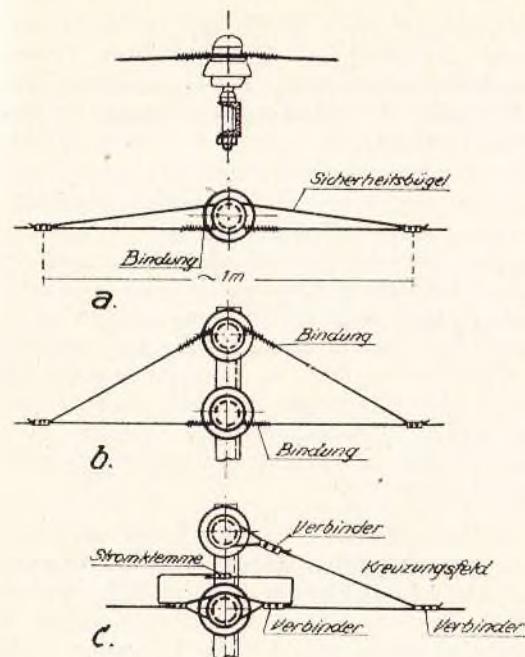


Abb. 49

Leitungsbefestigung mit „erhöhter Sicherheit“

Damit haben wir die besonderen Merkmale des **erhöht sicheren** Baues der St-Freileitungen kennengelernt. Diese Ausführungsform wird fast in jedem Fall angewendet, wenn unsere oberirdischen FM-Anlagen oberhalb gekreuzt werden. In Ausnahmefällen — zum Beispiel bei besonders ungünstigen örtlichen Verhältnissen — kann schon einmal die Verkabelung der St-Leitungen bzw. die unterirdische Verlegung der FM-Anlagen in Frage kommen.“ „Ich habe aber schon festgestellt“, sagt der Fernmeldebauhandwerker Strack, „daß an solchen K-Stellen an der FM-Anlage oberhalb Maschennetze angebracht sind. Diese dienen doch auch als Starkstromschutz, Herr Böckle?“ „Bei älteren Anlagen finden wir noch derartige Schutznetze“, antwortet der BzBf, „aus wirtschaftlichen Gründen und wegen der unzureichenden Sicherheit bei dieser Bauausführung ist man aber ganz davon abgekommen. Ihr könnt euch merken: **Schutznetze und Schutzdrähte sind an FM-Anlagen nicht zu verwenden.**“

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

Deshalb haben wir darüber auch so eingehend gesprochen.

Ihr werdet aber auch schon festgestellt haben, daß die St-Leitungen bisweilen unterhalb der FM-Leitungen verlaufen. **Diese Unterkreuzungen der FM-Anlagen lassen sich leider nicht vermeiden. Das EVU muß in diesen Fällen über den Starkstromleitungen Schutzleitungen** (zumeist aus Draht) **anbringen**.

Diese sind zu erden oder zu nullen und so anzuordnen, daß eine herabfallende Fernmeldeleitung aufgefangen und gleichzeitig geerdet oder genullt wird, bevor sie mit der gefährdenden St-Leitung in Berührung kommt. Falls ein Nulleiter vorhanden ist, sind somit die Schutzleitungen mit diesem zu verbinden. Wenn der Nulleiter oberhalb der anderen St-Leitung liegt, kann er auch als Schutzleitung mitverwendet oder allein verwendet werden. So ist zum Beispiel bei einer Hauszuführung, die aus einer Phase und einem darüberliegenden Nulleiter nach Abb. 50 besteht, keine weitere Schutzmaßnahme erforderlich.

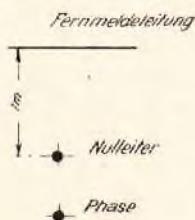


Abb. 50
Starkstromkreuzung
Fernmeldeleitung
oberhalb

In ganz seltenen Fällen kommt es schon vor, daß **FM-Freileitungen über St-Leitungen in erhöht sicherem Bau** geführt werden. Diese Bauweise kommt aber nur dann in Betracht, wenn sich die FM-Leitungen nicht unterhalb der St-Leitungen führen lassen, die Anbringung von Schutzdrähten über den St-Leitungen auf Schwierigkeiten stößt und

die Verkabelung der FM-Freileitungen aus wirtschaftlichen oder betrieblichen Gründen nicht zugänglich ist. Bei dem **erhöht sicheren Bau** der FM-Anlage ist zu beachten, daß

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

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

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

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

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

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

- Die Holzmasten müssen in ihrer ganzen Länge imprägniert sein. Wie bei den St-Ortsnetz-Freileitungen sind auch hier bei einer Spannweite über 50 m A-Masten zu verwenden.
- Die St-Freileitungen müssen aus Seilen bestehen und nach den Abb. 49 a bis c befestigt werden.
- In Hinsicht auf die Verbindungsstellen und Abzweigungen im Kreuzungsfeld gilt das gleiche wie bei den St-Ortsnetz-Freileitungen.

Luftkabel und Schlauchleitungen mit Zugentlastung

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

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

Die von der DBP jetzt eingeführten Schlauchleitungen mit Zugentlastung lassen sich auch bei Starkstromkreuzungen gut verwenden, wenn die Betriebsspannung der Starkstromanlage nicht mehr als 250 V gegen Erde beträgt. Da die Schlauchleitungen mit Zugentlastung eine gegen die Betriebsspannung der Starkstromanlage ausreichende isolierende Umhüllung zu den Schlauchleitungsadern haben und das Schlauchleitunginnere durch ein geerdetes Geflecht

aus verzinkten Stahldrähten geschützt ist, brauchen an Kreuzungsstellen von Schlauchleitungen mit Zugentlastung und Starkstrom-Freileitungen mit Betriebsspannungen bis höchstens 250 Volt gegen Erde — einerlei, welche Leitungen oberhalb liegen — keine zusätzlichen baulichen Maßnahmen angewendet zu werden.

Leitungsführungen in Schlauchleitungen ohne Zugentlastung, Rohrdrähten, Feldkabeln, Feldfernkabeln u. dgl. stellen Behelfsbauweisen dar, die man bei Überkreuzungen von Starkstrom-Freileitungen unbedingt vermeiden muß und heute auch vermeiden kann. In Ausnahmefällen muß aber die Aufhängung mit Hilfe von Tragdrähten von 4 mm Durchmesser (Stahldrähten) durchgeführt werden, weil sonst die Isolierhülle der Rohrdrähte, Feldkabel usw. durch das ständige Hin- und Herschwingen unter dem Einfluß des Windes schon nach kurzer Zeit durchscheuern würde.

Abstände

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

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

- a) bei Betriebsspannungen bis höchstens 250 V gegen Erde
 1. von Fernmeldedrähten und Luftkabeln mindestens 1 m,
 2. von Schlauchleitungen mit Zugentlastung mindestens 0,5 m,
- b) bei Betriebsspannungen bis 1000 V mindestens 1,5 m entfernt sein.

Wenn an St-Anlagen **Schutzleitungen** angebracht sind oder der Nulleiter als Schutzvorrichtung verwendet wird, beträgt die Abstand zu der FM-Anlage **mindestens 1 m** (Abb. 50).

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

Näherungen

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

St-Freileitungen mit Betriebsspannungen unter 1 kV eine untergeordnete Rolle. Da die grundsätzliche Forderung besteht, St- und FM-Anlagen möglichst weit voneinander zu errichten, werden nur selten Gefährdungen durch Näherungen entstehen. Schutzvorkehrungen sind nur dann erforderlich, wenn bei Umbrüchen von Leitungsmasten aus Holz oder beim Bruch und Abtrieb der höher liegenden Leitungen sich St- und FM-Leitungen berühren können. Dabei braucht der gleichzeitige Umbruch von Masten gegeneinander oder der gleichzeitige Bruch und Windabtrieb der St- und FM-Leitungen gegeneinander nicht in Betracht gezogen zu werden. Bei einer Gefährdungs-

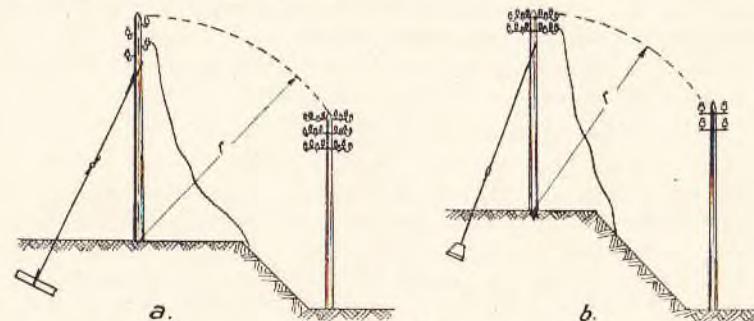


Abb. 51

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

möglichkeit durch Mastumbruch sind die jeweils höher liegenden Stützpunkte besonders standfest durch Verwendung von Anker oder Streben nach Abb. 51 a und b zu bauen.

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

Damit sind wir am Ende eines besonders für euch wichtigen Abschnittes des Starkstromschutzes angelangt, denn gerade ihr trefft bei den Fernmeldebauarbeiten auf derart zahlreiche Gefahrstellen mit St-Freileitungen unter 1 kV Betriebsspannung, daß ihr euch jederzeit über die erforderlichen Schutzvorkehrungen im klaren sein müßt. Weit weniger werdet ihr auf die sogenannten St-Überland-Freileitungen stoßen. Dementsprechend gibt es auch eine viel geringere Anzahl von Gefahrstellen über 1 kV. Dagegen sind die Schutzvorkehrungen, die an einer solchen Anlage berücksichtigt

werden müssen, wesentlich weitgehender. Das könnt ihr euch sicher auch gut vorstellen, denn **je höher die Spannungen bei den St-Freileitungen liegen, desto größer können die Gefahren sein und entsprechend umfangreicher muß auch der Starkstromschutz durchgeführt werden.**

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

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

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

Bei Überkreuzungen unserer oberirdischen FM-Anlagen werden als Starkstromschutzmaßnahmen

a) **die Bauausführung der St-Überland-Freileitung mit erhöhter Sicherheit nach § 35** oder

b) **die Erdverkabelung der oberirdischen FM-Anlage angewendet.**

Ob die Ausführung zu a) oder b) gewählt wird, richtet sich überwiegend nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Im allgemeinen ist es so, daß bei den niedrigen Spannungen der **erhöht sichere** Bau billiger ist als eine Verkabelung der FM-Anlage, deshalb wird auch hier die Bauausführung mit **erhöhter Sicherheit** vorzuziehen sein. Bei den hohen Spannungen — zum Beispiel bei 60 kV, 110 kV und 220 kV — ist die Verkabelung der oberirdischen FM-Anlage die gegebene Schutzmaßnahme, wenn nicht die EVU ihre Anlagen sowieso schon mit **erhöhter Sicherheit nach § 35** ausführen."

„Sie erwähnen immer den § 35, Herr Böckle; wo kommt der eigentlich her?“ fragte der FArb Korte. „Dieser Paragraph ist aus den **VDE-Vorschriften** entnommen“, antwortet der BzBf. „VDE heißt

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

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

Zu der Bezeichnung **erhöht sicher nach § 35** möchte ich noch sagen, daß früher dafür die Bezeichnung **bruchsicher** üblich war. Die Alteren unter euch werden sich noch darauf besinnen können. Beide Bezeichnungen bedeuten das gleiche, nur die Bezeichnung **bruchsicher** soll jetzt nicht mehr verwendet werden.

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

a) Die Kreuzungsmasten sind als **Abspannmasten** (Abb. 47) — also stärker als auf der freien Strecke — auszuführen. Neben Stahl- und Stahlbetonmasten kommen bei St-Anlagen bis 30 kV und bei gerader Leitungsführung auch A-Masten aus Holz in Betracht. Diese müssen in ganzer Länge gegen Fäulnis geschützt sein. Einfache und Doppelholzmasten sind nur als Tragmasten zur Unterteilung des Kreuzungsfeldes zugelassen. Alle Masten, auch die außerhalb des Kreuzungsfeldes, sollen durch einen roten Blitzpfeil gekennzeichnet sein. Dieser Pfeil bedeutet:

Achtung — Hochspannung — Lebensgefahr!

b) Die Holzmastanlagen baut man meistens mit Spannweiten bis zu 80 m, während bei den Anlagen mit Betriebsspannungen von 60 kV und darüber das Weitspannsystem mit durchschnittlich 250 m Spannweite angewendet wird. **Im Kreuzungsfeld ist die Spannweite in der Regel geringer als in den Nachbarfeldern.** An den Stützpunkten sind bisweilen Systeme mit verschiedenen Betriebsspannungen und auch Betriebsfernmeldeleitungen unterhalb der Phasenleiter angebracht (vgl. Abb. 45, 46).

c) Die Starkstromleitungen bestehen hauptsächlich aus Kupfer- oder Stahlluminiumseilen. Sie sind entweder an **je 2 nebeneinander anzuordnenden Stützenisolatoren unter zusätzlicher Verwendung eines 1 m langen Hilfsseils oder an je 2 Isolatorketten abzuspannen**

(vgl. Abb. 47). Von der Abspannung der Leitungen im Kreuzungsfeld kann abgesehen werden, wenn die Leitungen in gerader Richtung verlaufen und an senkrecht hängenden Doppelketten so befestigt sind, daß die Ketten bei einem Leitungsbruch im Nachbarfeld als Abspannketten wirken können.

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

An den Kreuzungen kommt noch als weitere Schutzmaßnahme, wie ich euch schon sagte, die

Erdverkabelung der oberirdischen FM-Anlagen

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

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

Außerdem wird in

Näherungsfällen

aber auch noch die Verlegung der St- bzw. der FM-Anlage mit **erhöhter Sicherheit** angewendet. In diesem Fall braucht die St-Überland-Freileitung nur **nach § 33 erhöht sicher** ausgeführt zu werden; es ist also zum Unterschied zu den Richtlinien über Postkreuzungen nach § 35 die einfachere Bauweise, wie sie mit Rücksicht auf den Straßenverkehr gefordert wird, ausreichend. Die FM-Anlage braucht nur dann **erhöht sicher** gebaut zu werden, wenn die

Gefahr besteht, daß durch Mastumbrüche oder Zerreißen der FM-Leitungen eine Berührung der beiden Anlagen eintreten kann. In den meisten Fällen wird eine Verstärkung der FM-Masten durch Anker oder Streben ausreichen.

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

dd) Grundsätzliche Bestimmungen

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

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

FM-Freileitungen der Post dürfen aus Gründen der Sicherheit und zur Abgrenzung der Verantwortung bei Unfällen grundsätzlich nicht mit St-Freileitungen an einem Gestänge befestigt werden. Hierunter fallen auch die Bauteile elektrisch geladener Weidezäune und deren Zuleitungen. Die Elektrozaune müssen deutlich sichtbar durch Warnungsschilder mit der Aufschrift **Vorsicht — Elektrozaun!** gekennzeichnet sein. Bei der Auslegung von FM-Leitungen über vorhandene Elektrozaune oder über deren Zuleitungen muß die Zaunanlage abgeschaltet werden, um die Arbeiter auf den Fernmeldemasten nicht durch Schockwirkung zu belästigen. Zwischen **Elektrozäunen und FM-Leitungen** ist der **senkrechte** Abstand dadurch gegeben, daß an K- und N-Stellen eine Bauhöhe der Elektrozaune von 2 m nicht überschritten werden darf. Ein waagerechter Mindestabstand der **Elektrozaune** von den FM-Masten, ihren Ankern und Streben ist nicht festgelegt.

Bei **Elektrozaun-Zuleitungen** müssen für Über- und Unterkreuzungen von FM-Leitungen folgende Abstände gewahrt sein:

- a) in **senkrechter** Richtung
 1. bei Fernmeldedrähten, Feldkabeln, Feldfernkabeln und ähnlichen Behelfsleitungen **1 m**,
 2. bei Luftkabeln und Schlauchleitungen mit Zugentlastung **0,5 m**,
- b) in **waagerechter** Richtung von den Bauteilen der FM-Leitungen **1 m**.

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

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

Mit diesen Einzelbestimmungen schließen wir den wichtigsten und umfangreichsten Abschnitt des Starkstromschutzes ab. Ich möchte noch einmal ausdrücklich hervorheben, daß gerade

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

Aus diesem Grund müssen wir auch diesen Gefahrstellen unsere besondere Aufmerksamkeit zuwenden, damit Starkstromschäden irgendwelcher Art gar nicht auftreten können. Die Voraussetzung dafür ist aber, daß ihr die eben besprochenen Bestimmungen über die Starkstromschutzvorkehrungen einwandfrei beherrscht. Werden Sie sich auch die verschiedenen Angaben merken, Korte?" „Doch, Herr Böckle, der grundsätzliche Zusammenhang ist mir jetzt bekannt“, meint Korte.

b) Starkstrom-Kabel

Der BzBf fährt fort: „Dann können wir uns also dem nächsten Abschnitt, und zwar den beim Zusammentreffen der FM- und St-Kabel vorzusehenden Schutzmaßnahmen, zuwenden. FM-Kabel und St-Kabel sind möglichst weit voneinander zu verlegen. Immer wird sich dies aber nicht durchführen lassen, so daß sich ebenso wie bei den Freileitungen auch beim Zusammentreffen der St- und FM-Kabel

Gefahrstellen ergeben. Als Gefahrstellen sind **alle Kreuzungen** und solche Näherungen anzusehen, bei denen die beiden Kabelanlagen in einem geringeren Abstand als 0,3 m nebeneinander verlaufen. An diesen Gefahrstellen müssen unsere FM-Kabel, wie ich bereits eingangs erwähnte, gegen mechanische Beschädigungen und gegen die bei Überlastung der St-Kabel auftretenden Wärmewirkungen geschützt werden.

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

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

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

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

Die dem St-Kabel zugewandte Seite des FM-Kabels ist dann mit Kabelschutzhauben zu versehen. Die Schutzvorkehrungen müssen ebenfalls wie vorher mindestens 0,5 m über die Gefahrstelle hinausragen. Dieser Schutz gegen Wärmeeinwirkung kann auch an dem St-Kabel angebracht werden. Die einzelnen Formen der Schutzvorkehrungen sind in den Abb. 52 und 53 dargestellt.

Befinden sich die FM-Kabel in Kanälen, ist ein Schutz gegen Wärme- und mechanische Einwirkungen nicht erforderlich. Liegt aber das St-Kabel oberhalb des Kanals, so ist es gegen mechanische Beschädigungen abzudecken. Die St-Kabel dürfen nicht in unsern Kanalanlagen untergebracht und unmittelbar auf unsern Kabelformstücken gelagert werden. Bei Parallelführungen mit unserem Kanalzug sind die St-Kabel mindestens in einem Abstand von **20 cm** auszulegen. Die Verlegung von St- und FM-Kabeln in einem gemeinsamen Graben ist zu vermeiden. Nur wenn sich dadurch wesentliche Kosten

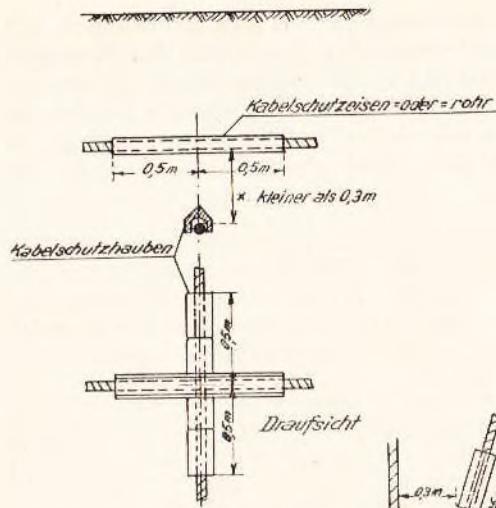
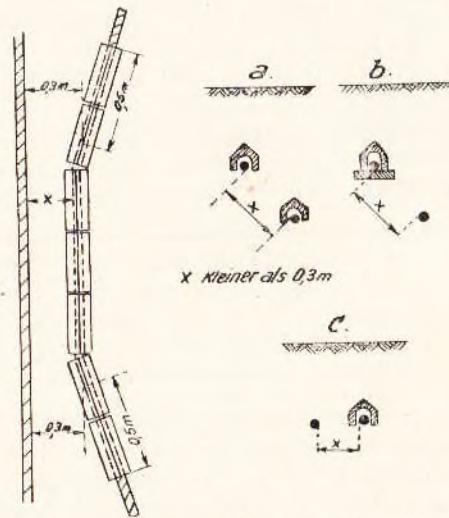


Abb. 52
Erdkabelkreuzung

Abb. 53
Erdkabelnäherungen



ersparen lassen, kann ausnahmsweise nach vorhergehender Überprüfung durch die vorgesetzten Dienststellen davon Gebrauch gemacht werden.

c) Verlegung von FM-Leitungen in Gebäuden

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

so soll der Abstand zwischen den Bauteilen der beiden Anlagen 10 mm betragen.

Wenn sich die losen Schnüre von Fernsprechapparaten und Tischlampen, Heizkörpern usw. kreuzen, dann ist der Fernsprechteilnehmer auf die Gefahren hinzuweisen, die durch schlecht isolierte Leitungen entstehen können. Besonders vorsichtig müßt ihr euch bei unter Putz verlegten St-Leitungen verhalten. Bevor ihr in solchen Räumen mit der Arbeit beginnt, erkundigt euch vorher beim Hausbesitzer über den Verlauf der St-Leitungen, sonst könnt ihr euch durch das Einschlagen von Nägeln oder dgl. gefährden und außerdem noch die fremde Anlage beschädigen.

d) Gefahrstellen zwischen unterirdischen und oberirdischen Anlagen

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

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

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

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

Zwischen Doppelmasten und A-Masten kommt eine Kabelauslegung wegen der Erdschwelle nicht in Frage.

Damit haben wir den Starkstromschutz beim Zusammentreffen unserer FM-Kabel mit St-Anlagen ausreichend behandelt. Wenn die

Bestimmungen auch nicht so umfangreich sind wie bei den oberirdischen Anlagen, so sind sie doch ebenso wichtig und müssen auch unbedingt bei unseren Fernmeldebauarbeiten beachtet werden.

e) Elektrische Bahnen

Als nächste und letzte St-Anlage sehen wir uns die elektrischen Bahnen an. Welche Anlagen dazu gehören, haben wir bereits eingangs besprochen. Die Schutzvorrichtungen für unsere FM-Leitungen sind in großen Zügen die gleichen wie bei den anderen St-Anlagen.

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

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

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

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

4) Schlußbetrachtungen

Abschließend wollen wir uns nochmals einen Überblick über das gesamte Gebiet des Starkstromschutzes verschaffen. Zunächst stellen wir fest, was für St-Anlagen es gibt und welche Einwirkungen von diesen Anlagen auf unsere FM-Anlagen auftreten können. Danach

teilen wir dann auch die Starkstromschutzvorkehrungen ein. Wir unterscheiden drei Abschnitte:

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

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

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

Leider wurde in den Kriegsjahren und in der darauffolgenden Zeit eine Reihe von St- und auch von FM-Anlagen nicht nach diesen Vorschriften ausgeführt, so daß in **Hinsicht auf den Starkstromschutz noch weitgehende Mängel bestehen**. Wir müssen daher nicht nur bei der Errichtung neuer Anlagen, sondern auch bei den bereits bestehenden Anlagen **unbedingt darauf achten, daß die Starkstromschutzbestimmungen eingehalten werden**. Die Schäden und vor allen Dingen die Unfälle, die bei nachlässiger Handlungsweise unter Umständen eintreten, können nicht wiedergutzumachende Folgen nach sich ziehen. Wenn ihr selbst noch keinen Starkstromunfall erlebt habt, so werdet ihr aber bereits davon gehört oder gelesen haben.“ „Herr Böckle“, unterbricht hier der BTrf, „ich erinnere mich eines Unfalls, der für uns vom Fernmeldebau in seinen Auswirkungen sehr aufschlußreich ist.“ „Gut“, sagte der BzBf, „erzählen Sie.“ Der Bautruppführer beginnt:

„Angehörige eines FBTr waren damit beschäftigt, in einer längs einer Straße verlaufenden Anschlußlinie eine Leitung zu ziehen. Parallel zur Straße liegt eine Kleinbahnstrecke, und auf dieser verläuft eine private Fernmeldelinie. Aus dieser Fernmeldelinie zweigten vier Drähte ab, kreuzten unterhalb unserer Anschlußlinie die Straße rechtwinklig und führten zum Giebel eines Hauses. Zwei dieser Drähte waren blanke FM-Leitungen der Bahnfernsprechanlage, während die beiden anderen Drähte isoliert waren und die Stromzuführung für die Lichtanlage des Hauses bildeten. Leider haben die Angehörigen des FBTr diese isolierten Drähte auch als FM-Leitungen angesehen, so daß sie beim Ziehen der Anschlußleitungen alle Vorsichtsmaßnahmen außer acht ließen. Die Folge davon war, daß ein

Fernsprechdraht, der an unseren Masten festgelegt werden sollte, mit der Phasenleitung der St-Anlage in Berührung kam. Die St-Leitung hatte zwar eine Isolierhülle, aber diese war nicht fest genug, um ein Einschneiden durch den aufliegenden FM-Draht zu verhindern. Infolgedessen trat der Starkstrom auf den FM-Draht über. Der FArb M. arbeitete auf einem Mast, der unglücklicherweise mit einem Erdungsdraht versehen war. M. berührte den unter Strom stehenden FM-Draht und sackte in seinem Gurt zusammen. Seine Arbeitskameraden brachten ihn, nachdem sie den Phasenleiter mit einer isolierten Zange durchgeschnitten hatten, sofort in ein Krankenhaus. Dort konnte aber nur noch der Tod des M. festgestellt werden.“

„Diesen Fall mit einem derart traurigen Ausgang wollen wir uns doch einmal näher ansehen“, sagt der BzBf. Bei der St-Anlage handelte es sich also um eine Hauszuführung; man mußte annehmen, daß ein Todesfall bei dieser Anlage so leicht nicht eintreten könnte.

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

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

FM-Anlagen, die durch Fernwirkungen von St-Überland-Freileitungen und von Wechselstrombahnen Fremdspannungen erhalten können, sind als gefährdend anzusehen. Alle gefährdenden Teile einer solchen FM-Anlage werden durch rot gestrichelte Blitzpfeile oder Warnschilder gekennzeichnet. Zum Unterschied davon müssen alle St-Anlagen mit Betriebsspannungen von mehr als 250 Volt gegen Erde durch Warnschilder mit rotem Blitzpfeil, vielfach noch mit der Aufschrift „Hochspannung — Vorsicht — Lebensgefahr“ gekennzeichnet sein.

Während der Arbeiten an FM-Freileitungen, die St-Freileitungen überkreuzen, wird zweckmäßig die St-Anlage abgeschaltet. Die Zeit

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

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

Grundsätzlich ist zu beachten, daß bei Unglücksfällen durch Starkstrom die **ersten 2 bis 3 Minuten** für die Rettung des Verunglückten entscheidend sind.

Auf den Unfallschutz werden wir noch eingehender in einem besonderen Abschnitt zu sprechen kommen.

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

Falls ihr Mängel feststellt, müßt ihr diese sogleich dem BTrf oder Vertreter melden und auch möglichst einen Angehörigen des EVU benachrichtigen.

Gerade bei Gefährdungen durch St-Anlagen ist eiliges Handeln von entscheidender Bedeutung. Voraussetzung für euer richtiges Verhalten in Hinsicht auf den Starkstromschutz ist aber, daß ihr die Bestimmungen darüber auch beherrscht.“

Der Vortrag des BzBf ist beendet. In seinen Ausführungen brachte er einen zusammenhängenden Überblick über die gesamten Bestim-

mungen des Starkstromschutzes, soweit diese für euch als Fernmeldehandwerker und Fernmeldearbeiter von Belang sind. Dabei wurden bereits Stoffgebiete berührt, von denen ihr erst in unseren späteren Lehrbriefen hören werdet. Diese Art der Darstellung war aber erforderlich, damit ihr zu euerm besseren Verständnis eine geschlossene Abhandlung über den Starkstromschutz habt.

Merke:

1. Der **Starkstromschutz** soll Unfälle, Beschädigungen der FM-Anlagen und Störungen des Fernmeldebetriebs verhüten.
2. Zu den **St-Anlagen** gehören:
 - a) St-Freileitungen unter 1 kV (St-Ortsnetz-Freileitungen),
 - b) St-Freileitungen von 1 kV und darüber (St-Überland-Freileitungen),
 - c) St-Kabelanlagen,
 - d) elektrische Bahnanlagen.
3. **Gefahrstellen** sind Kreuzungen und Näherungen zwischen St- und FM-Anlagen.
4. An den Gefahrstellen können ein **unmittelbarer Übertritt von Fremdspannung, Wärmeeinwirkungen und mechanische Beschädigungen** entstehen.
5. FM- und St-Anlagen sind grundsätzlich **möglichst weit voneinander entfernt** zu verlegen.
6. Unter **erhöht sicherem Bau** versteht man, daß die oberirdischen St- bzw. FM-Anlagen in Hinsicht auf den Starkstromschutz besonders standfest ausgeführt sind.
7. Bei den **St-Freileitungen unter 1 kV** ist der **erhöht sichere** Bau die zweckmäßigste und weitaus häufigste Schutzmaßnahme.
8. Bei den **St-Freileitungen von 1 kV** und darüber werden als Schutzmaßnahme a) der Bau mit **erhöhter Sicherheit nach § 35** oder b) die Erdverkabelung der oberirdischen FM-Anlage angewendet.
9. Ein **roter Blitzpfeil** bedeutet: Achtung — Hochspannung — Lebensgefahr!
Alle Teile von FM-Anlagen, die durch Fernwirkungen von St-Überland-Freileitungen und von Wechselstrombahnen Fremdspannungen erhalten können, werden durch rot gestrichelte Blitzpfeile oder Warnschilder gekennzeichnet.
10. Die **bei weitem größte Anzahl von Gefahrstellen** ergibt sich durch das Zusammentreffen der FM-Anlagen mit St-Freileitungen.

11. Als **Schutzmaßnahme gegen St-Kabel** werden meistens Kabelschutzhauben, Ziegelsteine, Kabelschutzrohre und Kabelschutzeisen verwendet.
12. Bei **FM-Kabeln in Kanälen** sind keine besonderen Schutzmaßnahmen erforderlich.
13. **Maßgebende Vorschriften für den Starkstromschutz** sind die Starkstromschutzanweisung und die FBO 15/II, die auch dem Sonderdruck „**Schutz der FM-Anlagen gegen Starkstrom**“ zu Grunde liegen.
14. Bei Arbeiten in der Nähe von allen St-Anlagen — auch der kleinsten — ist **äußerste Vorsicht** geboten.
15. Alle **Arbeiten an Gefahrstellen** sind unter Anleitung und Verantwortung des BTrf durchzuführen.
16. Bei Unglücksfällen durch Starkstrom sind die ersten **2—3 Minuten** für die Rettung des Verunglückten entscheidend.
17. **Schäden an Gefahrstellen** sind eiligst den Vorgesetzten und dem EVU zu melden.

Antworten zu den Fragen aus dem Lehrbrief 2

- Zu 1. Die Fernmeldeleitung ist der stromführende metallische Leiter; die Freileitung oder die Kabelader. Unter Fernmeldelinie verstehen wir die Gesamtheit der zu einem Zuge vereinigten Fernmeldeleitungen.
2. Die Fernmeldeanlage umfaßt die Fernmeldelinie mit allen zum Betrieb der Leitungen erforderlichen Einrichtungen, wie Stromquellen, Apparate, Vermittlungseinrichtungen usw.
 3. Eine sorgfältige Auskundung ist erforderlich, weil die wechselnden örtlichen Verhältnisse an jeden Stützpunkt besondere Anforderungen hinsichtlich seiner Bauweise stellen.
 4. Die Auskundung einer neuen Fernsprechnlinie soll im Benehmen mit den Gemeinden, Landesstraßenbauämtern und interessierten Anliegern erfolgen.
 5. Nach dem TWG hat die DBP das Recht, öffentliche Straßen, Gewässer usw. zur Führung ihrer Anlagen zu benutzen.
 6. Bei Grundstücken mit Fernsprechananschluß liegt die Grundstückseigentümergeklärung vor, wonach wir das Recht haben, das Grundstück zur Unterbringung unserer Fernmeldeeinrichtungen zu benutzen. Grundstücke ohne Fernsprechananschluß können nur mit dem mündlichen oder schriftlichen Einverständnis des Besitzers benutzt werden.
 7. Die Länge und Stärke der Masten richten sich nach der Belastung des Gestänges und dem einzuhaltenden Mindestabstand zwischen dem unteren Draht und Erdboden.

8. Der Mindestabstand soll bei Straßenkreuzungen 5,0 m und bei Eisenbahnkreuzungen 6,0 m über Schienenoberkante betragen.
9. Bei seitlicher Beanspruchung durch Drahtzug in Winkelpunkten und durch Winddruck ist die Biege- und Standfestigkeit einfacher Masten nicht immer ausreichend. Ich bringe als Verstärkungsmittel Anker, Strebe oder A-Mast an.
10. Der Materialaufwand bei Kuppelmasten ist fast ebenso groß wie bei A-Masten, die Wirkung jedoch nur gering.
11. Der A-Mast in seinen 3 verschiedenen Ausführungen mit Spitzenwinkel von 10, 15 und 20 Grad erhält durch seine Bauart eine große Festigkeit.
12. Für die Anbringung von Anker und Streben wähle ich in der Praxis meistens einen Angriffswinkel zwischen 30 und 45 Grad.
13. Windstreben werden rechtwinklig zur Linie angebracht.
14. Die Verstärkungsmittel sollen möglichst hoch am Mast angebracht werden, um den auf Biegung beanspruchten Teil kurz zu halten.

III. Fernmeldetechnik

A. Fernsprech-Apparateile und Zusatzeinrichtungen

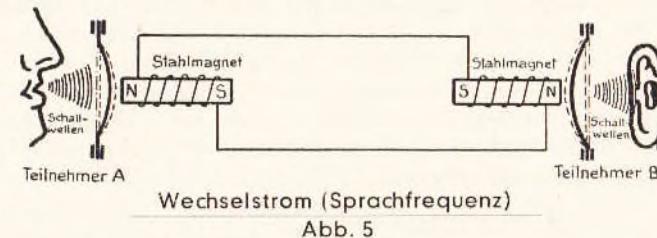
Im 1. Lehrbrief war unter Abschnitt III, A 2 „Der Fernhörer“, von Sprechwechselströmen die Rede. Dort wurde erklärt, wie diese Sprechwechselströme durch den Fernhörer in hörbare Töne umgewandelt werden. Der nun folgende Abschnitt soll schildern, wie die Sprechwechselströme entstehen.

3. Das Mikrophon

Zweck

Das Mikrophon hat die Aufgabe, die beim Sprechen erzeugten Schallwellen (akustische Schwingungen) in Sprechwechselströme (elektrische Schwingungen) umzuwandeln; es dient also als Sender bei der Übertragung elektrischer Energie auf unseren Fernsprechleitungen.

Zu Anfang der Fernsprechtechnik benutzte man als Sender **und** Empfänger bei der Übermittlung des gesprochenen Wortes nur **Fernhörer**. Abb. 5 zeigt die Schaltanordnung.



Spricht man gegen die Membrane des sendenden Fernhörers (Teilnehmer A), so gerät sie in Schwingungen, die das magnetische Feld des Stahlmagneten in seiner Stärke beeinflussen. Durch die Änderung des Magnetfeldes schneiden die Kraftlinien die Windungen der Spule und rufen nach den Gesetzen der Induktion in dieser eine Wechselspannung hervor. Es fließt dann ein Sprechwechselstrom aus der Fernhörerospule (Teilnehmer A) über die Leitung zum Fernhörer (Teilnehmer B). Die Wechselströme verstärken oder schwächen den Magnetismus des Stahlmagneten im empfangenden Fernhörer (Teilnehmer B) und bringen dadurch die Membrane im Rhythmus der vom Teilnehmer A ausgehenden Sprechströme zum Schwingen. Diese mechanischen Schwingungen der Membrane erzeugen in der sie umgebenden Luftschicht wiederum Schallwellen, die unser Ohr als Ton oder Sprache wahrnimmt (siehe auch 1. Lehrbrief unter III. A 2 „Fernhörer“).

Die Wiedergabe der Sprache ist jedoch schlecht, und die Energie reicht zur Verständigung über größere Strecken nicht aus. Wegen der Einfachheit wird diese Betriebsweise zuweilen noch von unseren Kabellöttern und Meßhelfern benutzt. Für den öffentlichen Verkehr liefert sie eine zu geringe Lautstärke. Als **Sender** benutzt man deshalb heute nur noch das **Mikrophon**. Der **Fernhörer** dient lediglich als **Empfänger**.

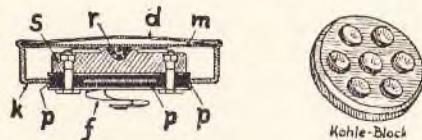
Der Unterschied zwischen dem Mikrophon und dem Fernhörer als Sender ergibt sich daraus, daß durch die Schwingungen der Membrane beim Senden der Fernhörer die elektrische Energie erst **erzeugen** muß, während sie dem Mikrophon durch eine Batterie oder ein Element **zugeführt** wird. Die schwingende Membrane braucht dann diese Energie in ihrer Stärke nur noch zu ändern.

Der nun folgende Abschnitt behandelt den Aufbau der einzelnen Mikrophone (Sprechkapseln) je nach Betriebsart. Man unterscheidet zwischen OB-, ZB- und W-Mikrophonen.

Aufbau des OB-Mikrophons alter und neuer Ausführung

Das **OB-Mikrophon** wird, wie der Name sagt, nur für den OB-Betrieb (Ortsbatterie-Betrieb) verwendet (Abb. 6). Es besteht aus einem flachen Kohleblock *s*, der durch eine Pertinaxplatte *p* isoliert auf dem Boden einer Blechkapsel *k* aus Messingblech festgeschraubt ist. Auf der Rückseite der Blechkapsel *k* befindet sich die ringförmige Feder *f*. Sie ist mit dem Kohleblock elektrisch leitend verbunden, gegen die Blechkapsel aber isoliert. In die Oberfläche des Kohleblocks sind sieben trichterförmige Vertiefungen mit etwas erhöhten Rändern eingelassen.

OB-Mikrophon (alte Ausführung)



Zeichenerklärung:

- d = Gitterblech
- f = ringförmige Feder
- k = Kapsel (Messingblech)
- m = Kohle-Membrane
- p = Pertinaxplatten
- r = Kohle-Kugeln
- s = Kohle-Block

Schaltzeichen für Mikrophon:



Abb. 6

Beschädigungen ein Gitterblech *d*. Als Stromzuführungen dienen

In jeder dieser Vertiefungen liegen neun Kohlekugeln *r* von 1 mm Durchmesser. Die **Kohlemembrane** *m* von 0,5 mm Stärke schließt die Kapsel ab. Die Membrane ist zum Schutz gegen Feuchtigkeit niederschlag beim Sprechen schwarz lackiert. Der Abstand zwischen Membrane und Kohleblock ist so gering (etwa 0,5 bis 0,7 mm), daß die Kohlekugeln nicht herausfallen können. Über der Membrane liegt als Schutz gegen mechanische

einmal die Kapsel *k* selbst und die ringförmige Feder *f*. Das OB-Mikrophon muß beim Sprechen senkrecht gehalten werden, weil sonst keine Verbindung zwischen Kohleblock (Kohlekugeln) und Membrane besteht.

Die Betriebsstromstärke beträgt 0,050 A (50 mA) und der Widerstand 12 bis 23 Ohm.

Die Änderung der äußeren Form der OB-Apparate, wie sie in den Fernsprechern OB 33, W/OB 35 und OB 46 durchgeführt worden ist, bedingte für diese Apparate auch eine Änderung in der Ausführung des OB-Mikrophons (Abb. 7).

OB-Mikrophon (neue Ausführung)

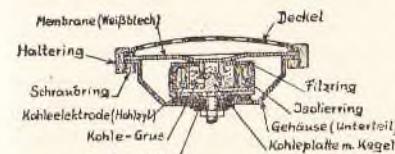


Abb. 7

Das OB-Mikrophon neuer Ausführung ist kleiner gehalten; die Membrane besteht hierbei aus dünnem Weißblech. An dieser ist in der Mitte eine Kohlelektrode (Hohlzylinder) befestigt, welche in Kohlegrus hineinragt.

Die Betriebsstromstärke der Sprechkapsel OB 35 beträgt 0,040 A (40 mA) und der Widerstand 20 bis 60 Ohm.

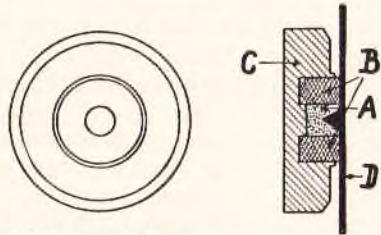
Aufbau des ZB/W-Mikrophons

Im **ZB-Mikrophon** (Abb. 8) befindet sich zum Unterschied vom OB-Mikrophon alter Ausführung statt der Kohlekugeln **Kohlegrus** *A*. Dieser Kohlegrus lagert innerhalb eines Filzringes *B*, der in einer kreisförmigen Rinne des Kohleblocks *C* liegt. Das Herausfallen des Kohlegruses wird hinten durch den Kohleblock und vorn durch die Membrane *D* verhindert. Der Filzring verhindert das Herausfallen des Kohlegruses dadurch, daß er die Membrane berührt. Diese elastische Berührung verhindert auch gleichzeitig, daß die Membrane störende Schwingungen ausführt. Die Kohlegrusteilchen des ZB-Mikrophons liegen infolge ihres geringen Gewichts nicht so fest zusammen wie die Kohlekugeln des OB-Mikrophons. Deshalb hat das ZB-Mikrophon auch einen wesentlich höheren Widerstand als das OB-Mikrophon, er beträgt 200 bis 300 Ohm. Auch dieses Mikrophon muß beim Sprechen senkrecht gehalten werden, weil sonst beim Hintenüberkippen die Berührung zwischen Membrane und Kohlekörper unterbrochen wird. Bei der Ausführung als ZB/W-Mikrophon hat die Membrane in der Mitte einen Zapfen, der in den Kohlegrus hineinragt. Hierdurch wird bei fehlendem Haltestromkreis auch bei waagerechter Lage des Handapparates der Gleichstromfluß nicht unterbrochen. Ist die Wirksamkeit eines Mikrophons durch Zusammenkleben der Körner bzw. des Gruses

beeinträchtigt worden, so kann man durch leichtes Klopfen Abhilfe schaffen. Außerlich gleicht das ZB/W-Mikrofon dem OB-Mikrofon. Bei der älteren Ausführung des ZB-Mikrophons ist die Membrane rot lackiert. Man erkennt das OB-Mikrofon alter Ausführung also an der schwarz lackierten und das ZB-Mikrofon alter Ausführung an der rot lackierten Membrane. Ferner ist an der Unterseite der Kapsel die Bezeichnung OB oder ZB angebracht.

Abb. 8

Die wirksamen Teile eines ZB/W Mikrophons



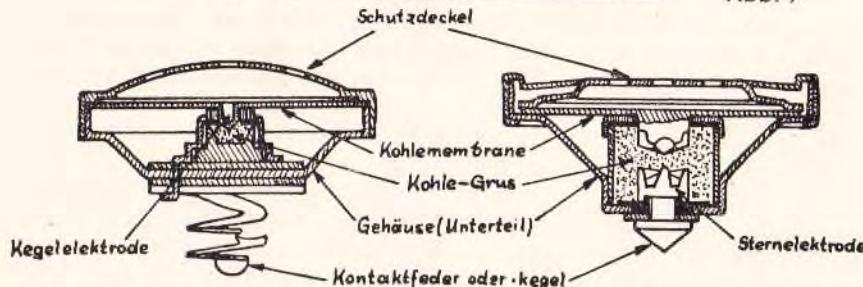
Zeichenerläuterung:

- A • Kohle-Grus
- B • Filzring
- C • Kohle-Block
- D • Membrane (Kohle)

Auch beim ZB/W-Mikrofon mußte, bedingt durch die Umgestaltung der äußeren Form der Handapparate, eine Veränderung in Form und Aufbau vorgenommen werden. Es entstand das W-Mikrofon mit Kegelelektrode, welches im Aufbau dem vorher beschriebenen gleicht. Ferner findet das W-Mikrofon mit Stern-elektrode noch Anwendung.

Mikrofonkapseln für W-Betrieb

Abb. 9



Bei der neuesten Ausführung, dem W-Mikrofon 48, ist die Kapsel aus Preßstoff hergestellt und mit einem Metallüberzug versehen. Im übrigen gleicht es in Form und Aufbau dem vorher beschriebenen.

Vorteile der ZB/W-Kapsel

Die Sprechkapseln OB und ZB alter Ausführung hatten den Nachteil, daß sich ihr Gleichstromwiderstand mit der Lage der Kapsel erheblich änderte. Wurde der Handapparat so gehalten, daß die Kapsel mit der Membrane nach oben waagrecht lag, so bestand

über den Kohlekugeln bzw. dem Kohlegrus keine Berührung mehr zwischen der Membrane und dem Kohleblock. Die Verständigungsgüte hing also wesentlich von der Lage des Mikrophons ab. Dieser Nachteil ist bei den Sprechkapseln ZB/W, W 28 und W 48 vermieden worden, weil durch den an der Membrane befindlichen Kohlezylinder in jeder Lage des Mikrophons eine Stromverbindung besteht. Ferner werden die Kapseln nicht wie bei der älteren Ausführung (OB und ZB) infolge Verbrennens von Membrane, Kohlegrus oder Kohleblock durch Öffnungsfunken vorzeitig schadhaft.

Wirkungsweise des Mikrophons

Der wirksame Bestandteil des Mikrophons ist die Kohle. Sie hat die Eigenschaft, bei verschiedenem Druck ihren elektrischen Widerstand zu ändern. Man verwendet also Kohle, weil der Übergangswiderstand bei loser oder fester Berührung zwischen der festen Elektrode (Kohleblock) und der beweglichen Elektrode (Membrane) leicht veränderlich ist. Wird ein Gleichstrom durch das Mikrofon geschickt, so wird dieser entsprechend dem Widerstand des in Ruhe befindlichen Mikrophons und der angelegten Spannung einen bestimmten Wert annehmen, z. B. 50 mA (Abb. 10).

Mittlere Gleichstromkurve

wenn nicht gesprochen wird
(Mikrofon in Ruhe)

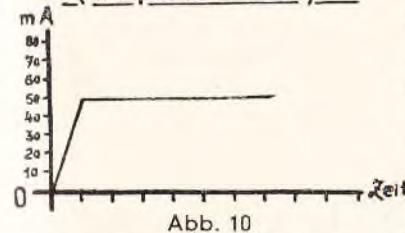


Abb. 10

Spricht man aber gegen die Membrane, so verursacht der wechselnde Schalldruck ein Schwingen der Membrane in etwa gleichem Rhythmus der beim Sprechen erzeugten Schallwellen. Der Druck der Membrane gegen den Kohlegrus bzw. die Kohlekugeln wechselt, und damit wechselt auch der Übergangswiderstand.

Solange nicht gegen die Mikrofonmembrane gesprochen wird, ist der Mikrofonstrom ein ruhig fließender Gleichstrom, dessen Stärke sich nach dem Ohmschen Gesetz errechnen läßt.

Sobald gesprochen wird, entsteht ein pulsierender Gleichstrom, der dauernd seine Größe, aber nicht seine Richtung ändert.

Man kann daher das Mikrofon auch als veränderlichen Widerstand betrachten. Einige kleine Zeichnungen und Rechenbeispiele mögen zur Erläuterung dienen. Hat z. B. das in Ruhe befindliche Mikrofon einen Widerstand von 30 Ohm (Abb. 10a), so beträgt die Stromstärke bei einer Spannung $U = 1,5 \text{ V}$ nach dem Ohmschen Gesetz:

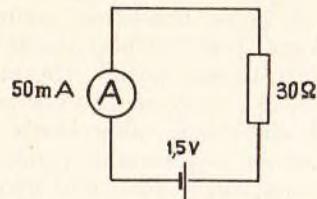


Abb. 10 a

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,5}{30} = 0,05 \text{ A} = 50 \text{ mA.}$$

Durch stärkeren Druck einer auftreffenden Schallwelle (festere Verbindung zwischen Membrane, Kohlekugeln bzw. Kohlegrus und Kohleblock) wird der Widerstand verringert. Er betrage z. B. 25 Ohm (Abb. 10 b). In diesem Augenblick wäre die Stromstärke:

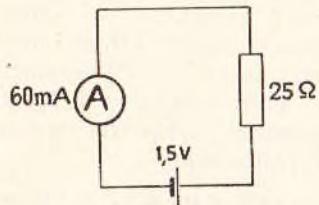


Abb. 10 b

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,5}{25} = 0,06 \text{ A} = 60 \text{ mA.}$$

Beim Zurückschwingen der Membrane erhöht sich der Widerstand (lose Verbindung von Membrane, Kohlekugeln bzw. Kohlegrus und Kohleblock) auf z. B. 40 Ohm (Abb. 10 c). Hierbei ist die Stromstärke:

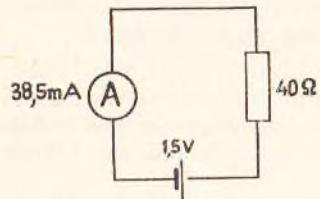


Abb. 10 c

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,5}{40} = 0,0385 \text{ A} = 38,5 \text{ mA}$$

Man ersieht daraus, daß die Stromstärke im umgekehrten Verhältnis zum Widerstand steht. (Kleiner Widerstand — großer Strom und großer Widerstand — kleiner Strom.)

Dieser veränderliche Gleichstrom entspricht in seiner Form und in seiner Größe (Schwingungsweite) den Sprachwellen, die auf die Membrane treffen.

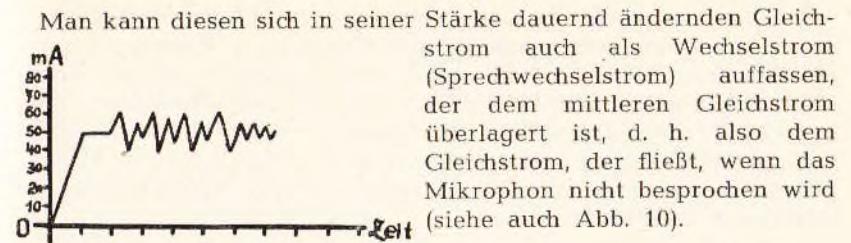


Abb. 11

Störungen und deren Beseitigung

Bei zu starkem Strom backen die Kohlekugeln bzw. der Kohlegrus zusammen. Deshalb sind für die Höhe des Stromes und der Spannung Grenzen gesetzt. Durch leichtes Klopfen kann man hier Abhilfe schaffen. Wenn durch Feuchtigkeit die Membrane zersetzt ist, muß man die Kapsel austauschen.

Die Mikrophonkapsel darf nicht starken Erschütterungen ausgesetzt werden, wie z. B. bei heftigem Auflegen des Handapparates auf die Gabel; hierdurch kann die Membrane brechen. In diesem Falle ist die Kapsel nicht mehr zu gebrauchen und muß auch ausgewechselt werden.

Im Laufe der Jahre kann sich durch den beim Sprechen erzeugten Feuchtigkeitsniederschlag der Widerstand des Mikrophons erheblich erhöhen, so daß die Kapsel ebenfalls ausgetauscht werden muß.

Hintereinanderschaltung von Mikrophon und Fernhörer

Abb. 12 zeigt die Hintereinanderschaltung von Mikrophon und Fernhörer mit der Spannungsquelle. In dieser Schaltung ist nur ein einseitiger Sprechverkehr, nämlich vom Teilnehmer A zum Teilnehmer B, möglich. Da sich der Gleichstrom beim Sprechen gegen das Mikrophon des Teilnehmers A im ganzen Stromkreis dauernd ändert, ändert er auch dauernd den Magnetismus des Dauermagneten im Fernhörer des Teilnehmers B, wodurch die Membrane mehr oder weniger stark angezogen und das Entstehen der für das Hören erforderlichen Schallwellen bewirkt wird.

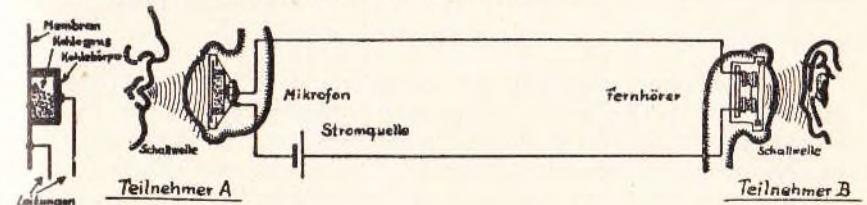


Abb. 12

Diese direkte Schaltung der Abb. 12 weist aber den Nachteil auf, daß der den Fernhörer durchfließende Gleichstrom verstärkend oder schwächend auf den Dauermagneten einwirkt, und zwar auch dann, wenn nicht gesprochen wird. Die Folge ist auf die Dauer eine schlechte Verständigung. Der Fernhörer muß deshalb aus dem Gleichstromkreis herausgenommen werden, so daß er nur auf Sprechwechselströme anspricht. Diese Trennung erfolgt durch sogenannte Übertrager (Induktionsspulen).

4. Die Induktionsspule

Induktionsspulen dienen dazu, wellenförmige Gleichströme oder Wechselströme von einem Stromkreis auf einen anderen zu übertragen, ohne daß eine metallische Verbindung zwischen den Stromkreisen besteht. Man sagt auch, die beiden Stromkreise sind induktiv verbunden (gekoppelt).

Aufbau und Wirkungsweise der Induktionsspule OB 20

Die Induktionsspule OB 20 besitzt einen Weichisenkern aus einer 5,6 mm starken Packung von 13 bis 14 rahnenförmigen Lamellen. Die Lamellen sind durch Lacküberzüge zur Vermeidung von Wirbelstrombildung gegeneinander isoliert und werden durch vier Schrauben zusammengepreßt. Die Erstwicklung (Primär-Wicklung) von 1 Ohm Widerstand besteht aus 300 Windungen 0,4 mm starkem, die Zweitwicklung (Sekundär-Wicklung) von 29 Ohm Widerstand aus 1200 Windungen 0,2 mm starkem, mit Lack isoliertem Kupferdraht.

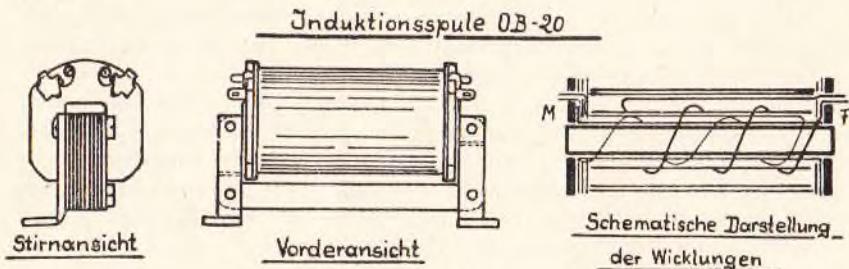
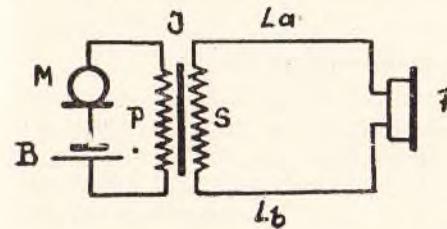


Abb. 13

Das Mikrophon wird mit der Erstwicklung (Primär-Wicklung P) und der Gleichstromquelle hintereinandergeschaltet; an der Zweitwicklung (Sekundär-Wicklung S) liegt der Fernhörer (Abb. 14). Der im Mikrophon M erzeugte pulsierende Gleichstrom verursacht in der Erstwicklung der Induktionsspule ein veränderliches Kraftlinienfeld. Da sich die Zweitwicklung in diesem Feld befindet, wird nach den

Gesetzen der Induktion in dieser ein Induktionsstrom erzeugt. Die Zweitwicklung S kann nun als Stromquelle für den abgehenden Sprechwechselstrom angesehen werden. Dieser fließt von der Zweitwicklung über die a-Leitung, über den Fernhörer des anderen Teilnehmers, über die b-Leitung zur Zweitwicklung S zurück.



OB-Schaltung

Abb. 14

Die Induktionsspule ist nach dem Vorhergesagten ein Transformator. Genau wie bei diesem ist bei der Induktionsspule das Übersetzungsverhältnis, d. h. das Verhältnis der Primär-Windungszahl zur Sekundär-Windungszahl, von Bedeutung. Das Übersetzungsverhältnis bei der Induktionsspule OB 20 beträgt 300:1200 = 1:4, d. h. die Sekundärspannung ist — bei entsprechend geringerer Stromstärke — etwa 4mal so groß wie die Primärspannung. Hierdurch werden die Spannungsverluste auf den langen Leitungen ausgeglichen. Die Entstehung der Induktion und die Wirkungsweise der Übertrager, Umformer oder Transformatoren werden später in dem Abschnitt II „Grundlagen der Elektrotechnik“ eingehender erklärt werden.

Die Schaltung von Mikrophon und Fernhörer bei OB-Betrieb

Die in Abb. 14 gezeigte Darstellung, die mit der Abb. 12 verglichen werden kann, ist im praktischen Fernsprechtbetrieb nicht gebräuchlich, weil sie nur der einseitigen Verständigung dient. Für zwei-

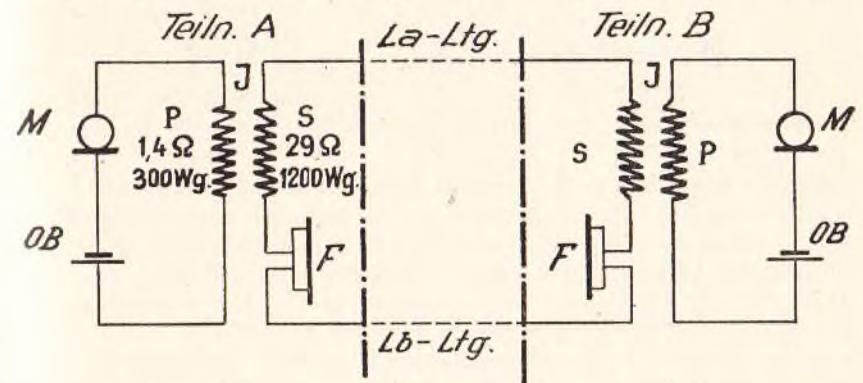
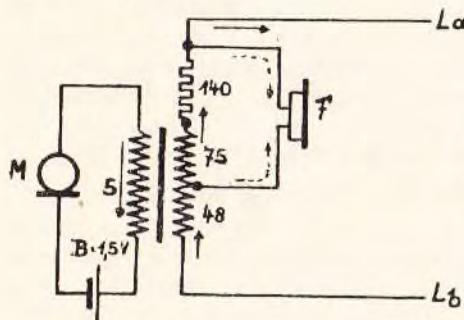


Abb. 14a

seitigen Verkehr müssen beide Teilnehmer mit je einem Mikrophon, einem Fernhörer und bei OB-Betrieb mit einer Batterie ausgestattet sein. Mikrophon und Hörer müssen völlig unabhängig voneinander ihre Aufgaben so erfüllen, daß auch gleichzeitiges Sprechen beider Teilnehmer möglich ist. Sie müssen deshalb während eines Gespräches stets betriebsbereit **in** bzw. **an** der Leitung liegen. Abb. 14 zeigt diese Schaltung.

Aufbau der Dämpfungsspule W/OB 35

Besonders hervorzuheben ist die Schaltung der Induktionsspule in der sogenannten Dämpfungsschaltung (Abb. 15). Außerlich gleicht diese Dämpfungsspule der Induktionsspule OB 20. Die Primärwicklung (5 Ohm) wird auch hier mit dem Mikrophon und der Gleichstromquelle hintereinandergeschaltet. Die Sekundär-Wicklung ist unterteilt (48 und 75 Ohm). Ferner ist auf dieser Spule noch ein reiner Ohmscher Widerstand (140 Ohm) gewickelt. Der Fernhörer liegt an der unterteilten Sekundär-Wicklung und dem Widerstand von 140 Ohm.



Dämpfungsspule W/OB 35

Abb. 15

werden und somit die Sprache des anderen Teilnehmers besser gehört werden kann.

Die Dämpfungsspule im Streckenfernsprecher OB 33 hat denselben Aufbau wie die Dämpfungsspule OB 35, nur sind die Widerstandswerte etwas anders: Primär-Wicklung 3,5 Ohm, Sekundär-Wicklung 30 und 180 Ohm und der besondere Widerstand 300 Ohm.

Induktionsspulen für ZB- und W-Betrieb

Auch in ZB-Sprechstellenschaltungen werden Induktionsspulen verwendet. Sie haben hier gleichfalls die Aufgabe, den Fernhörer vom Mikrophonstromkreis gleichstrommäßig abzuriegeln, aber

weniger als Transformator zu arbeiten. Das Mikrophon, das im ZB- und W-Betrieb bekanntlich **in** der Leitung liegt, weil es vom Amts-gleichstrom durchflossen werden muß, ist mit der Primär-Wicklung der Induktionsspule in Reihe geschaltet (Abb. 16).

Mikrophon u. Fernhörer in ZB-Schaltung

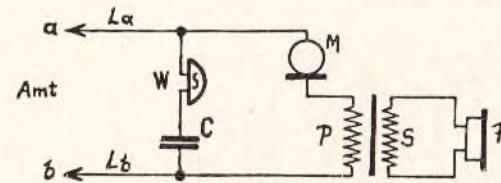


Abb. 16

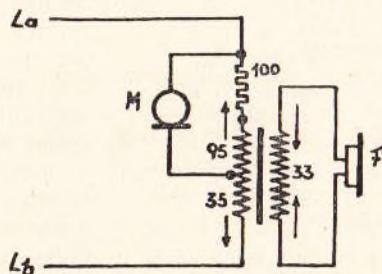
Der Fernhörer ist demzufolge durch die Induktionsspule induktiv mit der Leitung verbunden. Er liegt **an** der Leitung. Eine Spannungserhöhung zwischen Primär- und Sekundär-Wicklung — wie im OB-Betrieb — ist bei ZB/W-Apparaten nicht erforderlich, weil die Spannung an der Induktionsspule infolge der höheren ZB-Spannung größer ist als bei OB-Betrieb. Außerdem sind die Fernhöreerverbindungen im Apparat sehr kurz, so daß Leistungsverluste kaum auftreten. Das Übersetzungsverhältnis beträgt daher im allgemeinen 1:1, bei der Dämpfungsspule W 28 etwa 2:1. Bei dieser Spule ist die Sekundärspannung kleiner als die Primärspannung, dafür wird der Sekundärstrom entsprechend stärker. Der Fernhörer, der auf Ströme anspricht, arbeitet hierbei zuverlässiger als bei älteren Ausführungen von Induktionsspulen.

Der Fernhörer ist demzufolge durch die Induktionsspule induktiv mit der Leitung verbunden. Er liegt **an** der Leitung. Eine Spannungserhöhung zwischen Primär- und Sekundär-Wicklung — wie im OB-Betrieb — ist bei ZB/W-Apparaten nicht erforderlich, weil die Spannung an der Induktionsspule infolge der höheren ZB-Spannung größer ist als bei OB-Betrieb. Außerdem sind die Fernhöreerverbindungen im Apparat sehr kurz, so daß Leistungsverluste kaum auftreten. Das Übersetzungsverhältnis beträgt daher im allgemeinen 1:1, bei der Dämpfungsspule W 28 etwa 2:1. Bei dieser Spule ist die Sekundärspannung kleiner als die Primärspannung, dafür wird der Sekundärstrom entsprechend stärker. Der Fernhörer, der auf Ströme anspricht, arbeitet hierbei zuverlässiger als bei älteren Ausführungen von Induktionsspulen.

Werte der Induktionsspulen

Bezeichnung	Widerstand		Windungszahlen	
	P	S	P	S
Induktionsspulen OB:				
alte Ausführung	1 Ohm	200 Ohm	300	5300
neue Ausführung	1,4 "	29 "	300	1200
Dämpfungsspule OB 35	5 "	48 + 75 "	480	1800 + 600
Dämpfungsspule OB 46	8 "	110 + 320 "	490	2200 + 2200
Induktionsspulen ZB:				
alte Ausführung	3 "	50 "	600	2000
neue Ausführung	16 "	22 "	1700	1400
ZB 21	29 "	32 "	1500	1100
Dämpfungsspule W 28	95 + 35 "	33 "	800 + 1500	1100

Die Dämpfungsspule W 28 (Abb. 17) besitzt eine unterteilte Primär-Wicklung: an der Anzapfung zwischen der 95-Ohm- und 35-Ohm-Wicklung liegt einer der beiden Mikrophonanschlüsse, der zweite liegt an der a-Leitung oberhalb des zusätzlichen Widerstandes von 100 Ohm.



Dämpfungsspule W 28

Abb. 17

VI. Deutsch

Lösungen aus dem Lehrbrief Nr. 1

Übung Seite 44: Es müssen folgende Satzzeichen stehen:

Wir machen einen Gang durch die Stadt. Komm, ich zeige dir die wiederaufgebauten Geschäfte. Welch ein Gedränge! Laß uns die Auslagen in den Schaufenstern betrachten! Was wünschst du dir? Könnte ich nur deinen Wunsch erfüllen! Sollen wir in das Warenhaus gehen? Freundliche Verkaufskräfte laden zum Kaufen ein. Wir bewundern die reiche Auswahl. Die Entscheidung fällt schwer. Hätten wir nur eine volle Börse!

Übung Seite 45: So muß unterstrichen sein:

Der Wecker läutet. Die Schlafenszeit ist zu Ende. Der Tag graut. Vater muß zum Dienst. Er beeilt sich. Die Straße ist leer. Da liegt die Bautrupputerkunft. Der Kraftwagen wartet. Vater steigt auf. Es beginnt die Fahrt. Die Arbeitsstelle ist das Ziel.

Übung Seite 46: Folgende Beifügungen sind falsch oder überflüssig:

Der runde Kreis (überflüssig), das kleine Kännchen (überflüssig), der tote Leichnam (überflüssig), der lederne Handschuhmacher (falsch), das viereckige Rechteck (überflüssig), der zahlreiche Familienvater (falsch), der elektrische Straßenbahnschaffner (falsch).

Übung Seite 46: Die Beifügungen sind unterstrichen.

Guter Anfang ist halbe Arbeit. Arbeit ist des Bürgers Zierde. Fleiß ist des Glückes Vater. Aller Anfang ist schwer. Die Hoffnung auf Gewinn wurde ihm genommen. Die Kunst zu schweigen ist nicht jedem gegeben. Eine Reise bei Nacht durch das Industriegebiet gewährt eindrucksvolle Bilder. Der Weg nach oben ist mühsam. Lust und Liebe zu einem Ding machen alle Mühe und Arbeit gering. Müßiggang ist aller Laster Anfang. Alle Teilnehmer haben ihren bestimmten Platz.

A. Satzlehre

2. Der erweiterte Satz

b) Der Beisatz oder die Apposition

Im ersten Lehrbrief haben wir erfahren, daß eine Beifügung auch ausgedrückt werden kann durch ein Hauptwort im gleichen Fall. Sie kann vor oder hinter dem Wort stehen, zu dem sie gehört.

In unserem Beispiel steht sie vor dem Wort:

Generalpostmeister Heinrich von Stephan gründete den Weltpostverein.

Stellen wir die Beifügung im gleichen Fall hinter das Wort, so nennen wir sie **Beisatz** oder **Apposition**.

Merke: Der Beisatz wird in Kommas eingeschlossen oder durch ein Komma von dem zugehörigen Hauptwort getrennt.

1. Heinrich von Stephan, **der Generalpostmeister des Deutschen Reiches**, gründete den Weltpostverein.
2. Die Gründung des Weltpostvereins ist das Werk Heinrich von Stephans, **des Generalpostmeisters des Deutschen Reiches**.
3. Heinrich von Stephan, **dem Generalpostmeister des Deutschen Reiches**, verdanken wir die Regelung des Deutschen Postwesens.
4. Die Post ehrt heute noch Heinrich von Stephan, **den Generalpostmeister des Deutschen Reiches**, als ihren großen Schöpfer.

Der berühmte italienische Physiker Marconi entwickelte das System der drahtlosen Telegraphie.
Marconi, **der berühmte italienische Physiker**, entwickelte das System der drahtlosen Telegraphie.

Übung: In folgenden Sätzen ist wie im obigen Beispiel die vorgestellte Beifügung in einen Beisatz zu verwandeln!

Der Amerikaner Benjamin Franklin erfand den Blitzableiter.
Die Ausbildungsstätte des Fernmeldetechnischen Zentralamts Kleinheubach wurde schon von vielen Nachwuchskräften besucht.

Der erste Bundespräsident Professor Heuss wurde nach dem Grundgesetz durch die Bundesversammlung gewählt.

Dem Gründer und Förderer des Deutschen Rundfunks Bredow wurde vom NWDR eine Gedenkstätte gewidmet.

Sitz der Bundesregierung ist **die alte Universitätsstadt** Bonn.

c) Die Ergänzung

Die Satzaussage wird ausgedrückt durch ein Zeitwort.
Der Bote **kommt**. Der Apparat **klingelt**. Die Taschenlampe **brennt**.

Diese Sätze sind für sich verständlich. Die Zeitwörter bedürfen keiner weiteren Bestimmung.

Die einfache Ergänzung

Der Pförtner öffnet

Der Lehrling vertraut

Der Jubilar erfreut sich

In diesen Sätzen erfordert das Zeitwort eine Erweiterung.

Der Pförtner öffnet **das Tor**.
Der Lehrling vertraut **dem Lehrgesellen**.
Der Jubilar erfreut sich **bester Gesundheit**.

Die Erweiterungen:

. . . **das Tor**, . . . **dem Lehrgesellen**, . . . **bester Gesundheit**, nennen wir Ergänzung.

Die Ergänzung steht jeweils im 4., 3. oder 2. Fall, wir fragen darum:

wen oder was?	Wem?	Wessen?
(4. Fall)	(3. Fall)	(2. Fall)

Zeitwörter, die eine Ergänzung fordern:

4. **Fall:** rufen, grüßen, loben, suchen, begleiten, tragen, stören, ermahnen, bringen, lehren, kaufen;
3. **Fall:** helfen, raten, antworten, gratulieren, dienen, glauben, widersprechen, schmeicheln, gehören, gefallen;
2. **Fall:** gedenken, achten, anklagen, vergessen, bedürfen, sich erinnern, sich bedienen, sich freuen, sich erbarmen.

Übung: Folgende Sätze sollen durch Ergänzungen vervollständigt werden:

Der Postbote bringt . . . Der Bautrupp gratuliert . . . Der kranke Arbeitskamerad bedarf . . . Der Beifahrer begleitet . . . Das Geschenk gefällt . . . Die Hinterbliebenen gedachten . . . Der Meister ermahnt . . . Das Handwerkszeug gehört . . . Der Rubeständler erinnert sich noch . . . Der Entstörer sucht . . . Der Lehrling folgt . . . Der Jubilar dankt . . . Der Bautruppführer begrüßt . . .

Verhältnisergänzung

Der Arbeitskamerad fragt **nach dem Werkzeug**.
Der Lehrgangsteilnehmer freut sich **über seine Fortschritte**.
Der Bautruppführer verhandelt **mit dem Hausbesitzer**.

Eine Ergänzung, die durch ein Dingwort mit einem Verhältniswort ausgedrückt ist, heißt **Verhältnisergänzung**.

Übung: Mit folgenden Ausdrücken sind ähnliche Sätze zu bilden: danken für, reden von, sprechen mit, hoffen auf, klagen um, überzeugen von, zweifeln an, lachen über, sorgen für, fragen nach.

Doppelte Ergänzung

Vielfach stehen bei demselben Zeitwort mehrere Ergänzungen in verschiedenen Fällen. Man spricht dann von einer doppelten Ergänzung und unterscheidet die Personen- und die Sachergänzung.

Zeitwörter mit dem 3. und 4. Fall:

schenken: Der Vater schenkt dem Sohne ein Buch.

geben: Der Bautruppführer gibt seinen Leuten Anweisung.

melden: Der Urlauber meldet dem Vorgesetzten seine Rückkehr.

erteilen: Das Bauamt erteilt der Firma einen Auftrag.

wünschen: Die Arbeitskameraden wünschen dem Verunglückten baldige Genesung.

Weitere Zeitwörter mit dem 3. und 4. Fall:

sagen, zahlen, borgen, glauben, zeigen, holen, versprechen, danken, liefern, schicken, erlauben, gönnen.

Zeitwörter mit dem 2. und 4. Fall:

beschuldigen: Man beschuldigte den Neuling des Kabeldiebstahls.

entsetzen: Die Behörde entsetzt den Beamten seines Postens.

belehren: Der Meister belehrte den Lehrling eines Besseren.

sich erfreuen: Der Vorgesetzte erfreute sich eines hohen Ansehens.

sich erinnern: Der Zeuge erinnerte sich des Vorfalls.

Weitere Zeitwörter mit dem 4. und 2. Fall:

sich enthalten, sich erwehren, sich annehmen, sich bedienen, versichern, anklagen, berauben.

Zeitwörter mit zwei Ergänzungen im 4. Fall:

lehren: Der Geselle lehrte den Lehrling das Löten.

kosten: Der Anzug kostete den Vater viel Geld.

schimpfen: Fritz schimpfte seinen Arbeitskollegen einen Dummkopf.

Weitere Zeitwörter mit zwei Ergänzungen im 4. Fall:

nennen, schelten.

Übung: lehren und lernen: Wie muß es heißen?

Der Kursusleiter l Elektrotechnik.

Hans l schwimmen.

Der Anlernling l Stenographie.

Der Sportlehrer l die Mannschaft ein neues Spiel.

Der Segelflieger l das Fliegen.

Der Schwimmmeister l die Jungen das Schwimmen.

Die sparsame Hausfrau l die Tochter richtig wirtschaften.

Übung: Wer füllt die Lücken fehlerlos aus?

Auf d— Wochenmarkt

Zweimal in d— Woche findet auf d— Marktplatz mitten in d— Stadt d— Wochenmarkt statt. Am früh— Morgen bauen die Händler ihr— Verkaufsstände auf. Sie laden von ihr— Wagen und Karren ihr— Waren ab und breiten sie auf d— Tischen aus. Da sieht man frisch— Gemüse und Berge von Obst, Fleischwaren und Geflügel, Butter, Eier und Käse. Mit laut— Stimme preisen d— Verkäufer ihr— Waren an. Prüfend— Blickes durchschreiten d— kauflustig— Frauen und Neugierige d— Gänge zwischen d— Buden. Die Polizei verbietet d— Käufern d— Anfassen d— Waren. Aber d— Händler fordern zu— Probieren auf. Hier bieten sie ei— Stückchen von ei— Apfelsine an, dort reicht ei— Verkäuferin ei— Scheibe Wurst. D— Käufern bleibt die Wahl. Sie prüfen d— Güte d— Ware. Ihr— Geldbörse und d— Preise bestimmen ihr— Einkäufe. Schnell sind ihr— Taschen gefüllt. Befriedigt treten die Hausfrauen d— Heimweg an. Im Hause wartet ihr— d— Küchenarbeit.

VII. Rechnen

Im Anschluß an den 1. Lehrbrief wollen wir folgende Aufgaben rechnen:

1. Wieviel Menschen wohnten im Regierungsbezirk Arnberg am 13. September 1950, dem Tage der Volkszählung in Großstädten, wenn diese folgende Einwohnerzahlen aufweisen: Dortmund 500 150, Bochum, 290 406, Hagen 146 099 und Herne 111 249?
2. Am 1. Dezember 1951 wohnten in Dortmund 533 374 Menschen, bei Jahresbeginn zählte die Stadt 512 896 Einwohner. Wie groß ist die Bevölkerungszunahme?
3. Größe und Einwohnerzahl der 9 Bundesländer:

Land	Flächenraum in qkm	Einwohner
Bayern	70 994	9 118 635
Niedersachsen	47 266	6 795 128
Südweststaat	35 710	6 460 652
Nordrhein-Westfalen	34 040	13 147 066
Hessen	21 119	4 303 920

Land	Flächenraum in qkm	Einwohner
Rheinland-Pfalz	19 572	2 993 652
Schleswig-Holstein	15 567	2 588 823
Hamburg	746	1 604 600
Bremen	403	568 335

- a) Wie groß ist der Flächenraum der Bundesrepublik Deutschland?
 b) Wieviel Einwohner zählt sie?
 c) Um wieviel qkm ist Bayern größer als Nordrhein-Westfalen?
 d) Wieviel Einwohner zählt Nordrhein-Westfalen mehr als Bayern?

3. Das Vervielfachen

Das Vervielfachen ist eigentlich ein abgekürztes Zusammenzählen. Die eine Zahl soll so häufig als Summand gesetzt werden, wie die andere angibt. Bei der Aufgabe 3 mal 4 ist also die 4 dreimal zusammenzuzählen.

Die Zahl, welche vervielfacht werden soll, heißt **das Einfache**; die Zahl, die angibt, wieviel mal das Einfache zusammengezählt werden soll, ist **der Vervielfacher**. Beide Zahlen, das Einfache und den Vervielfacher, nennt man auch **Faktoren**.

Die Faktoren können in einer Vervielfachungsaufgabe miteinander vertauscht werden, das Ergebnis bleibt dasselbe. Es ist gleichgültig, ob gerechnet wird $3 \times 4 = 12$ oder $4 \times 3 = 12$. Bei Aufgaben mit mehrstelligen Zahlen wählt man zweckmäßig den Faktor mit den wenigsten Stellen zum Vervielfacher.

Das Zeichen zum Vervielfachen ist **ein Punkt** oder **das liegende X**. Im öffentlichen Leben und in der Schule wird heute der Punkt bevorzugt.

Das Ergebnis beim Vervielfachen heißt **Produkt**.

Um Vervielfachungsaufgaben schnell und richtig lösen zu können, muß man das Einmaleins sicher beherrschen.

Kopfrechnen

Am leichtesten läßt sich eine Zahl mit 10, 100, 1000 usw. vervielfachen; man hängt der Zahl so viel Nullen an, wie der Vervielfacher aufweist.

$$\begin{array}{lll}
 10 \cdot 8 = 80 & 100 \cdot 6 = 600 & 1000 \cdot 4 = 4000 \\
 10 \cdot 34 = 340 & 100 \cdot 29 = 2900 & 1000 \cdot 15 = 15000 \\
 10 \cdot 568 = 5680 & 100 \cdot 345 = 34500 & 1000 \cdot 717 = 717000
 \end{array}$$

Sollen mehrstellige Zahlen im Kopf mit einer Grundzahl vervielfacht werden, so beginnt man mit dem Vervielfachen des

höchsten Stellenwertes, schreitet fort bis zu den Einern und zählt die Teilprodukte zusammen.

Ausführliche Rechnung:

$$\begin{array}{rcl}
 4 \cdot 57 & & 6 \cdot 86 & & 7 \cdot 96 \\
 4 \cdot 50 & = & 200 & & 6 \cdot 80 & = & 480 & & 7 \cdot 90 & = & 630 \\
 4 \cdot 7 & = & 28 & & 6 \cdot 6 & = & 36 & & 7 \cdot 6 & = & 42 \\
 \hline
 200 + 28 & = & 228 & & 480 + 36 & = & 516 & & 630 + 42 & = & 672
 \end{array}$$

Kurzverfahren:

$$\begin{array}{l}
 4 \cdot 57 = (200 + 28) = 228 \\
 6 \cdot 86 = (480 + 36) = 516 \\
 7 \cdot 96 = (630 + 42) = 672
 \end{array}$$

Ausführliche Rechnung:

$$\begin{array}{rcl}
 4 \cdot 525 & & 6 \cdot 632 \\
 4 \cdot 500 & = & 2000 & & 6 \cdot 600 & = & 3600 \\
 4 \cdot 20 & = & 80 & & 6 \cdot 30 & = & 180 \\
 4 \cdot 5 & = & 20 & & 6 \cdot 2 & = & 12 \\
 \hline
 2000 + 80 + 20 & = & 2100 & & 3600 + 180 + 12 & = & 3792
 \end{array}$$

Kurzverfahren:

$$\begin{array}{l}
 3 \cdot 482 = (1200 + 240 + 6) = 1446 \\
 5 \cdot 245 = (1000 + 200 + 25) = 1225 \\
 6 \cdot 324 = (1800 + 120 + 24) = 1944
 \end{array}$$

Übung: 5 · 27, 36, 45, 76, 85

$$\begin{array}{l}
 6 \cdot 123, 234, 345, 456 \\
 12 \cdot 24, 36, 41, 55
 \end{array}$$

Schriftrechnen

1. Fall: Der Vervielfacher ist einstellig

Beim schriftlichen Vervielfachen nimmt man zuerst die Einer mal, dann die Zehner, Hunderter, Tausender usw. und schreibt das Ergebnis unter die entsprechende Stelle.

$$\begin{array}{r}
 1234 \cdot 2 \\
 \hline
 2468
 \end{array}$$

Bei unserer ersten Aufgabe sprechen wir: $2 \cdot 4$ Einer = 8 Einer, $2 \cdot 3$ Z = 6 Z, $2 \cdot 2$ H = 4 H, $2 \cdot 1$ T = 2 T. Die Einzelergebnisse setzen wir unter den Strich.

Ergebnis: 2468

Schwieriger wird das Vervielfachen, wenn bei einem Teilprodukt eine Verwandlung eintreten muß.

$$\begin{array}{r}
 428 \cdot 3 \\
 \hline
 1284
 \end{array}$$

Bei dieser Aufgabe sprechen wir: $3 \cdot 8$ E = 24 E oder 2 Z + 4 E, die 4 E setzen wir unter den Strich, die 2 Z zählen wir zu den Zehnern.

$3 \cdot Z = 6 Z + 2 Z = 8 Z$, die Zehner setzen wir unter den Strich, $3 \cdot 4 H = 12 H$ oder $2 H$ und $1 T$, beide setzen wir unter den Strich. Produkt: 1 284.

2. Fall: Der Vervielfacher ist mehrstellig

Sollen mehrere mehrstellige Zahlen miteinander vervielfacht werden, so wählt man, wie schon oben gesagt, den Faktor mit den wenigsten Stellen zum Vervielfacher. Im übrigen verfährt man wie beim obigen Beispiel. Vervielfacht man mit den Zehnern, so muß man auch das Teilprodukt auf der Zehnerstelle beginnen, weil sich keine Einer mehr ergeben. Vervielfache ich mit Hunderten, so fange ich aus demselben Grunde auf der Hunderterstelle an. Bei der schriftlichen Darstellung der Aufgabe können die Faktoren neben- oder untereinander gestellt werden.

$$\begin{array}{r} 426 \cdot 245 \\ \hline 2130 \\ 1704 \\ 852 \\ \hline 104370 \end{array} \qquad \begin{array}{r} 2456 \\ \cdot 52 \\ \hline 4912 \\ 12280 \\ \hline 127712 \end{array}$$

Übung: $562 \cdot 13$ $2\ 506 \cdot 453$ $7\ 045 \cdot 603$
 $7\ 578 \cdot 67$ $3\ 085 \cdot 209$ $905 \cdot 719$

4. Das Teilen

Beim Teilen sollen wir eine Zahl in eine bestimmte Anzahl gleicher Teile zerlegen oder suchen, wie oft eine Zahl in einer anderen enthalten ist. Das Teilen ist die Umkehrung des Vervielfachens. Die Zahl, die geteilt werden soll, ist die **Teilungszahl**, die Zahl, durch die geteilt werden soll, heißt **Teiler**. Das Zeichen des Teilens ist der Doppelpunkt $12:4$ oder der Bruchstrich $\frac{12}{4}$.

Kopfrechnen

A. Der Teiler ist einstellig.

$$\begin{array}{lll} 88 : 4 = ? & 172 : 3 = ? & 835 : 5 = ? \\ 80 : 4 = 20 & 150 : 3 = 50 & 500 : 5 = 100 \\ 8 : 4 = 2 & 22 : 3 = 7 \text{ Rest } 1 & 300 : 5 = 60 \\ \hline 88 : 4 = 22 & 172 : 3 = 57 \text{ Rest } 1 & 35 : 5 = 7 \\ & & 835 : 5 = 167 \end{array}$$

B. Der Teiler ist mehrstellig.

$$\begin{array}{ll} 630 : 12 = ? & 840 : 25 = ? \\ \hline 600 : 12 = 50 & 750 : 25 = 30 \\ 30 : 12 = 2 \text{ Rest } 6 & 90 : 25 = 3 \text{ Rest } 15 \\ \hline 630 : 12 = 52 \text{ Rest } 6 & 840 : 25 = 33 \text{ Rest } 15 \end{array}$$

Voraussetzung für das schnelle Lösen der Teilungsaufgaben ist wie beim Vervielfachen die sichere Beherrschung des Einmaleins.

Übung: $444 : 6$ $768 : 8$ $490 : 5$ $624 : 3$
 $510 : 5$ $711 : 9$ $672 : 8$ $595 : 7$
 $678 : 3$ $996 : 4$ $895 : 5$ $984 : 2$

Schrittrechnen

A. Es kommen keine Verwandlungen vor.

$$\begin{array}{r} 848 : 4 = 212 \\ \hline 8 \\ \hline 4 \\ 4 \\ \hline 8 \\ 8 \end{array}$$

Man teilt zuerst die Hunderter, dann die Zehner und zuletzt die Einer durch 4. Die Teilergebnisse schreibt man unter die jeweilige Ordnung und zieht sie ab. Es bleibt kein Rest.

B. Es kommen Verwandlungen vor.

$$\begin{array}{r} 834 : 6 = 139 \\ \hline 6 \\ \hline 23 \\ 18 \\ \hline 54 \\ 54 \end{array}$$

$8 H : 6 = 1 H$, denn $6 \cdot 1 H = 6 H$. Die 6 H schreibt man unter die 8 H, Rest 2 H.

$2 H = 20 Z + 3 Z = 23 Z$.

$23 Z : 6 = 3 Z$, denn $6 \cdot 3 Z = 18 Z$, Rest 5 Z.
 $5 Z = 50 E + 4 E = 54 E$.

$54 E : 6 = 9 E$, denn $6 \cdot 9 E = 54 E$.

Die 54 E ziehen wir ab, es bleibt kein Rest.

$$\begin{array}{r} 7704 : 24 = 321 \\ \hline 72 \\ \hline 50 \\ 48 \\ \hline 24 \\ 24 \end{array}$$

Die T allein lassen sich nicht durch 24 teilen; wir rechnen darum gleich $77 H : 24 = 3 H$, denn $3 \cdot 24 = 72$.

72 H ziehen wir ab = Rest 5 H.

$5 H + 0 Z = 50 Z : 24 = 2 Z$.

48 ziehen wir von 50 Z ab, Rest 2 Z.

$2 Z + 4 E = 24 E : 24 = 1 E$.

Ergebnis: 321.

Inhalt des Lehrbriefes

	Seite
I. Fernmeldebau	
A. Oberirdischer Fernmeldebau	
1. Wir bauen eine oberirdische Anschlußlinie Vortrag des BzBf Böckle über Starkstromschutz	
1. Einteilung der Starkstromanlagen	2
2. Einwirkungen der Starkstromanlagen auf Fern- meldeanlagen	5
3. Schutzmaßnahmen	7
4. Schlußbetrachtungen	22
 III. Fernmeldetechnik	
A. Fernsprech-Apparatteile und Zusatz- einrichtungen	
3. Das Mikrophon	29
4. Die Induktionsspule	36
 VI. Deutsch	
A. Satzlehre	
2. Der erweiterte Satz	
b) Der Beisatz	
c) Die Ergänzung	41
 VII. Rechnen	
A. Die vier Grundrechnungsarten	
3. Das Vervielfachen	45
4. Das Teilen	48