fernmeldelehrling.de

Fernlehrgang

ÜBER DAS STOFFGEBIET DES EINFACHEN FERNMELDEBAUDIENSTES

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

Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

2. Auflage

Lehrbrief 12

SEPTEMBER 1954

Inhalt des Lehrbriefes

Seite

I. Fernmeldebau

B. Sprechstellenbau

Wir bauen Sprechstellen mit ober- und unterirdischer Einführung

4. Das Anbringen der Apparate 2

5. Das Anschalten der Apparate 3

6. Der Drahtfunk 3

II. Grundlagen der Elektrotechnik

G. Elektromagnetische Induktion 18

III. Fernmeldetechnik

B. Grundsätzliche Stromläufe

3. Sprechstellenschaltungen 36

VI. Deutsch

B. Wortlehre

Das Eigenschaftswort 45

VIII. Übungsarbeit 47

fernmeldelehrling.de

I. Fernmeldebau

B. Sprechstellenbau

Wir bauen Sprechstellen mit ober- und unterirdischer Einführung

4. Das Anbringen der Apparate

Apparate sollen nach Möglichkeit nicht in Räumen untergebracht werden, die den Einwirkungen von Feuchtigkeit, Dämpfen oder anderen schädlichen Einflüssen ausgesetzt sind. Vielfach wird in solchen Räumen das Anbringen eines feuchtigkeitssicheren Weckers genügen, um den Anruf hörbar zu machen. Läßt sich die Aufstellung von Apparaten in feuchten Räumen nicht vermeiden, so sind statt der gewöhnlichen Fernsprechapparate solche mit feuchtigkeitssicheren Schnüren und Apparatteilen zu verwenden. An feuchten Wänden wird zwischen Apparat und Wand ein Brettchen zum Schutze gegen die Feuchtigkeit angebracht. Grubenapparate kommen dort zur Aufstellung, wo mit mechanischen Beschädigungen zu rechnen ist. Sie sind außerdem feuchtigkeits- und explosivsicher.

Das Anbringen der Apparate, Zusatzeinrichtungen, Klemmenbretter, Klemmdosen, Verteiler usw. an den Wänden erfolgt in der Regel in der bekannten Weise mit Spreizdübeln, in denen diese Gegenstände mit Schrauben oder Schraubhaken befestigt werden. Vielfach werden auch eingegipste Holzklötzchen zum Festschrauben der Apparate verwendet. Diese Bauweise empfiehlt sich dort, wo es auf besonders festen Sitz des Apparates ankommt, z. B. bei Anschlußdosen.

Neuerdings sind **Zementdübel** eingeführt worden, die sich im Sprechstellenbau zum Befestigen der Apparate usw. und des FBZ gut eignen. Auch lassen sich damit umfangreiche und schwere Gegenstände, wie Kabelroste, Verteiler usw., schnell und haltbar befestigen.

Der Zementdübel wird vor seiner Verarbeitung etwa 10 Sekunden lang senkrecht in Wasser getaucht. Nach dieser Zeit hat er die zum Abbinden notwendige Wassermenge aufgesogen und kann in das vorher von Bohrstaub gereinigte Dübelloch hineingedrückt werden. Der durchfeuchtete Dübel ist plastisch, paßt sich allen Aussparungen oder Fugen, auch in einem zu großen Bohrloch gut an und schließt ohne Abplatzen von Putz sauber mit der Wand ab. Bei zu kleiner Bohrung läßt sich der Dübel sehr leicht passend kneten. Daher entfällt die peinlich genaue Anpassung des Bohrdurchmessers an die Dübelgröße wie bei anderen Dübelarten. Zum Hineinstopfen des Dübels kann man in einfacher Weise einen größeren Nagel verwenden, dessen Spitze man zweckmäßig in ein Schraubenzieherheft hineinschlägt. Die Beschaffung eines besonderen Werkzeuges hierfür erübrigt sich also. Die Abbindezeit bis zum Erhärten des Dübelzements beträgt etwa 20 Minuten. Der Zementdübel ist in folgenden Größen eingeführt worden:

Größe	K-Nr.	für Schrauben Durchm. in mm
10/25	636.63.00	3 bis 6
10/30	01	
12/25	02	6 bis 8
12/30	03	
14/30	05	8 bis 10

Die 10 bis 14 mm starken Dübel bieten auch genügend Ausweichmöglichkeiten für die Befestigung von Teilen mit mehreren Befestigungslöchern (z. B. Trenndosen oder EVi) bei ungenauem Abstand der Dübellöcher.

Der Zementdübel ist praktisch für alle Wandarten geeignet und bildet somit auch einen guten Ausweichdübel für den vorwiegend im Sprechstellenbau benutzten Faserstoffspreizdübel.

5. Das Anschalten der Apparate

Nachdem die Klemmenbretter und Klemmdosen auf Putz, die Klemmdosen unter Putz in der Abzweigdose 50 IV oder die Beikasten zu den Nebenstellenanlagen angebracht worden sind, erfolgt das Anschalten der Apparate. Hier können wir leider nicht darauf eingehen, weil wir die Apparate und Nebenstellenanlagen noch nicht kennengelernt haben. Wir werden uns aber jeweils bei der Beschreibung der Apparate in dem Abschnitt „III. Fernmeldetechnik" unter der Überschrift „Das Anschalten des Apparates" näher damit befassen.

6. Der Drahtfunk

Die ersten Drahtfunkübertragungen fanden bereits vor dem ersten Weltkrieg statt. So wurden z. B. 1913 Operndarbietungen versuchsweise von Berlin nach Zoppot übertragen. Als dann nach dem Krieg der Rundfunk ins Leben gerufen wurde, schien es mit dem Drahtfunk endgültig vorbei zu sein, weil der Rundfunk technisch und wirtschaftlich überlegen war. Im Laufe der nächsten Jahre entwickelte und vervollkommnete sich jedoch die Übertragungstechnik auf Leitungen. Es wurde ein hochwertiges Fernkabelnetz geschaffen, das geeignet ist, die künstlerischen Darbietungen des Rundfunks unabhängig von fremden Einwirkungen und Störungen naturgetreu wiederzugeben und von der Unsicherheit des drahtlosen Weges zu befreien. Es waren also technische Erwägungen, die zur Einführung des Draht-

fernmeldelehrling.de

funks führten. Später erwies sich dann diese Unabhängigkeit von äußeren Einflüssen nicht nur in technischer Hinsicht als sehr vorteilhaft.

Die Wahl des Leitungsnetzes

Zur Übertragung der Darbietungen ist ein Leitungsnetz erforderlich. Es mußte zwischen den beiden bestehenden Versorgungsnetzen, dem Starkstromnetz und dem Fernsprechnetz, gewählt werden. Obwohl das Starkstromnetz eine größere Dichte besitzt (fast jeder Haushalt hat einen Starkstromanschluß), **fiel die Wahl zugunsten des Fernsprechnetzes aus,** weil dieses für die Mitbenutzung durch den Rundfunk besser geeignet ist. Es dient technisch bereits Fernmeldezwecken, ist nach einheitlichen Richtlinien aufgebaut und untersteht einer Verwaltung. Das Starkstromnetz dagegen war von jeher die Hauptstörungsquelle für den Fernmeldebetrieb, die bei einer Mitbenutzung dieses Netzes nur noch stärker in Erscheinung treten würde.

Die Wahl zwischen nieder- und hochfrequentem Drahtfunk

Nachdem zugunsten des Fernsprechnetzes entschieden war, mußte die Wahl zwischen niederfrequentem und hochfrequentem Drahtfunk getroffen werden. In Bayern z. B. besteht noch ein niederfrequentes oder auch ton- oder sprachfrequentes Drahtfunknetz. Über eine Fernsprechleitung kann entweder nur ein Gespräch geführt oder nur die Drahtfunkdarbietung gehört werden. Ferner können auf einer Leitung nicht gleichzeitig mehrere Programme gesendet werden. Bei dieser Betriebsweise ist also Drahtfunkempfang nur in den Fernsprechpausen möglich. Diese Lösung befriedigt nicht, besonders dann nicht, wenn über eine Fernsprechleitung eine große Zahl von Drahtfunkhörern versorgt wird, für die das ihren Drahtfunkempfang unterbrechende Ferngespräch keine Bedeutung hat. Technische Schwierigkeiten ergeben sich bei dieser Betriebsweise, bei der für den Drahtfunk und das Fernsprechen das gleiche niederfrequente Frequenzgebiet in Anwendung kommt, auch noch dadurch, daß gegenseitige Beeinflussungen und Störungen durch Übersprechen zwischen benachbarten Adern und technischen Einrichtungen nur schwer zu vermeiden sind.

Der hoch- oder trägerfrequente Drahtfunk hat nicht die Nachteile des niederfrequenten Drahtfunks. Die Darbietungen müssen auf den Fernsprechleitungen so übertragen werden, daß keine Störung oder Unterbrechung des Fernsprechbetriebes erfolgt, also gleichzeitig unabhängig voneinander Drahtfunkempfang und Fernsprechen stattfinden kann. Zu diesem Zweck werden beide Betriebszweige frequenzmäßig getrennt. Der Drahtfunk wird hochfrequent betrieben. Er ähnelt auf diese Weise sehr dem drahtlosen Rundfunk, nur, daß jetzt die

durch die Rundfunkdarbietungen beeinflußten (gemodelten oder modulierten) Trägerschwingungen nicht in den Raum ausgestrahlt, sondern entlang den Leitungen zu den Rundfunkempfängern fortgeleitet werden. Beim Fernsprechen werden Schwingungen im Rhythmus der Sprache (sprach- oder niederfrequente Schwingungen) von Apparat zu Apparat über die Leitungen geschickt.

Niederfrequente Schwingungen

Bevor wir uns mit dem Aufbau des Drahtfunknetzes beschäftigen, müssen wir auf die Begriffe Niederfrequenz und Hochfrequenz näher eingehen, die wir in den vorhergehenden Abschnitten gebraucht haben. Wer im Lehrbrief 3, S. 29, den Abschnitt „Das Mikrophon" aufmerksam durchgelesen hat, weiß, was nieder- oder sprachfrequente Schwingungen sind. Sie entstehen dadurch, daß Sprache und Musik die Membrane des Mikrophons in Schwingungen versetzen und diese Schwingungen im gleichen Rhythmus im Mikrophonstromkreis Änderungen der Stromstärke hervorrufen. Man spricht hier auch von einem Sprechwechselstrom.

Die Elektronenröhre als Erzeuger hochfrequenter Schwingungen

Ganz so einfach läßt sich der Begriff hochfrequent nicht erklären. Wir müssen dazu schon etwas weiter ausholen. Unter hochfrequen-

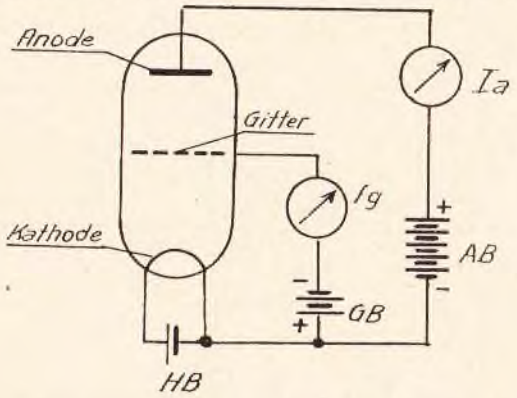


Abb. 125
Elektronenröhre

ten Schwingungen verstehen wir Wechselströme hoher Wechselzahl von über 10 000 Hertz (Schwingungen je Sekunde). Früher wurden sie mit Hochfrequenzmaschinen erzeugt, heute werden dazu fast nur noch Röhrensender benutzt, deren wichtigste Bestandteile zur Erzeugung der Schwingungen die Elektronenröhre und der Schwingungskreis sind. Die Elektronenröhre (Abb. 125) besteht in ihrer einfachen Form aus einem luftleer gepumpten zylindrischen Glasgefäß, in dem drei Metallelektroden, die Kathode, das Gitter und die Anode angebracht sind. Die Kathode (hier der Heizfaden) besteht aus einem

fernmeldelehrling.de

Metallfaden, der in unserem Beispiel mit Hilfe einer Gleichstrombatterie HB auf Rotglut gebracht werden kann. Die Anode erhält aus der Anodenbatterie AB eine hohe positive Spannung gegenüber der Kathode.

Die Wirkungsweise der Elektronenröhre beruht nur darauf, daß die aus der glühenden Kathode in das Innere der Röhre austretenden Elektronen von der positiven Spannung der Anode angezogen werden. Über diese Elektronenbrücke fließt der Elektronenstrom vom Heizfaden zur Anode und durch die Anodenbatterie wieder zur Kathode zurück. Daß Meßinstrument zeigt den dauernden Stromfluß an. Die Steuerung des Anodenstromes erfolgt durch die negative Gitterspannung (Gitterbatterie GB). Erhält das Gitter eine gegenüber der Kathode starke negative Spannung, so werden die Elektronen vom Gitter abgestoßen und der Anodenstrom wird verringert. Ist die negative Spannung am Gitter gering, so fließt ein stärkerer Anodenstrom. Er ist um so größer, je kleiner die negative Spannung des Gitters ist. Mit der Spannung am Gitter kann also die Stärke des Anodenstromes gesteuert werden.

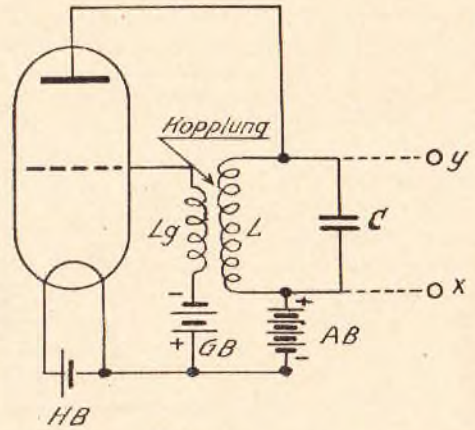


Abb. 126
Die Röhre als Erzeuger hochfrequenter Schwingungen

Schalten wir nun in den Anodenkreis einen **Schwingungskreis** (Abb. 126), bestehend aus dem Kondensator C und der Spule L (Kapazität und Selbstinduktion), so wird im Augenblick des Einschaltens der Batterie der Kondensator aufgeladen und alsdann wieder über die Spule L entladen. Die dem Schwingungskreis zugeführte Energie schwingt hin und her, bis sie durch die Verluste in der Spule und

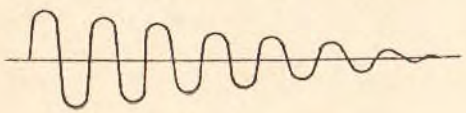


Abb. 127
Gedämpfte hochfrequente Schwingung

im Kondensator aufgezehrt (gedämpft) ist. Abb. 127 zeigt eine solche gedämpfte hochfrequente Schwingung. Die Schwingung muß, wenn sie dauernd aufrechterhalten werden soll, immer wieder neue Energie erhalten. Das geschieht durch Kopplung des Schwingungskreises mit dem Gitter der Röhre über die im Gitterkreis liegende Spule Lg. Dadurch wird ein Teil der bereits verstärkten Schwingungen erneut dem Gitter zugeführt, die Gitterspannung im Takte der zugeführten Schwingungen geändert und der Anodenstrom verstärkt. Gleichbleibende Schwingungsweiten (ungedämpfte hochfrequente Schwingungen) ergeben sich, wenn dem Kreis bei jeder Halbwelle gerade so viel Energie von außen zugeführt wird, daß die Verluste gedeckt werden und die Scheitel der Halbwellen gleich hoch bleiben (Abb. 128). Die Zuführung der Energie muß genau im Takte der eigentlichen Schwingungen erfolgen. Die Frequenz (Schwingungszahl in der Sekunde) hängt ab von der Größe der Kapazität des Kondensators und der Induktivität der Spule.

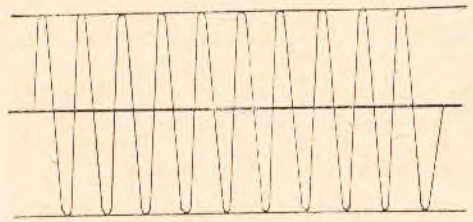


Abb. 128 Ungedämpfte hochfrequente Schwingung

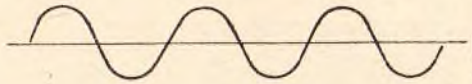


Abb. 129 Niederfrequente Schwingung

Die hoch- oder trägerfrequenten Schwingungen dienen lediglich als Leiter oder Träger für die niederfrequenten Darbietungen des Rundfunks (Abb. 129). Ihnen wird die Sprache und Musik aufgedrückt, sie werden im Rhythmus der zu übertragenden Tonfrequenz beeinflußt oder moduliert (Abb. 130). Durch dieses Zusammenwirken von Hoch- und Niederfrequenz entstehen Hochfrequenzschwingungen mit veränderlicher Schwingungsweite.

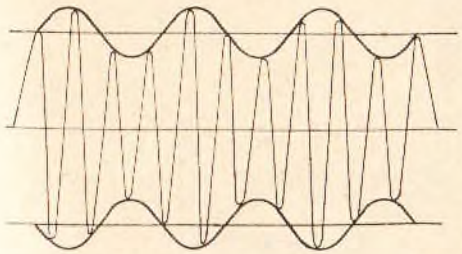


Abb. 130 Modulierte hochfrequente Schwingung

fernmeldelehrling.de

Drahtfunkeinzelanschluß

Abb. 131 zeigt den Aufbau eines Drahtfunkeinzelanschlusses, der über eine Anschlußleitung mit Drahtfunkleistung (Energie) versorgt

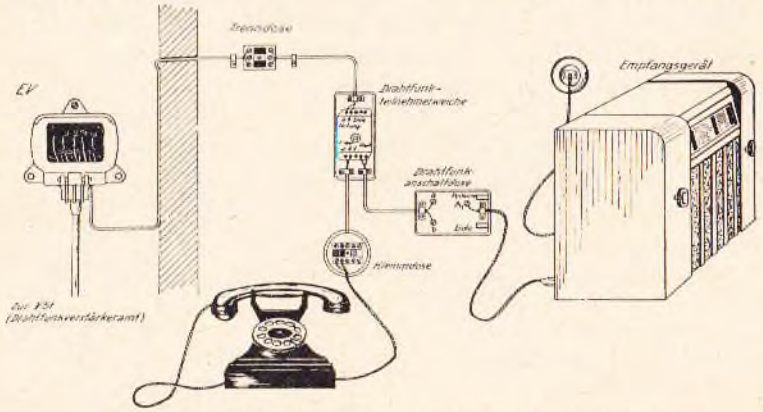
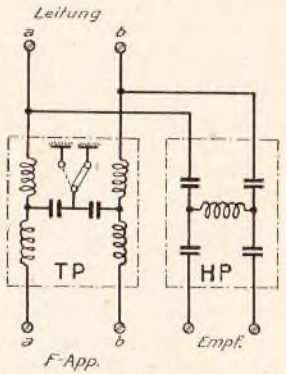


Abb. 131 Aufbau eines Drahtfunkeinzelanschlusses

wird. Die Leitung verläuft von der VSt (Drahtfunkverstärkeramt) über eine Drahtfunkamtsweiche am Vh über den EV zur Trenndose auf der Sprechstelle, bei oberirdischer Einführung zum Sicherungskästchen. Es folgt die

Drahtfunkteilnehmerweiche



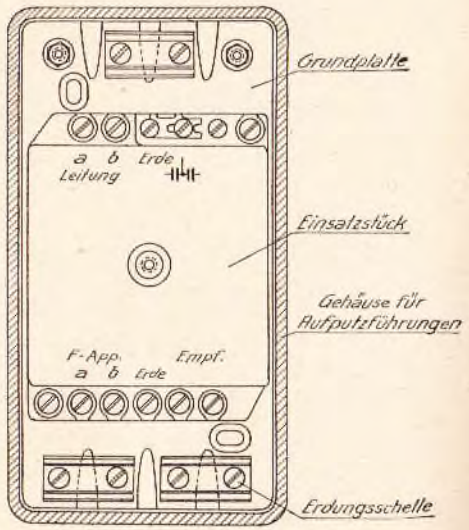


Abb. 132 Drahtfunkteilnehmerweiche 37 (DWt 37) für Aufputzführung

die aus einem Hochpaß (HP) und einem Tiefpaß (TP) besteht (Abb. 132). Über den Hochpaß gelangen die hochfrequenten Schwingungen des Drahtfunks zum Rundfunkempfänger, über den Tiefpaß fließen die Sprechströme zum Fernsprechapparat. Der Tiefpaß verhindert ein Eindringen der hochfrequenten Ströme des Drahtfunks in den Sprechstromkreis. Ebenso versperrt er den hochfrequenten Störspannungen, die beim Wählen durch die Kontakte des Fernsprechapparats verursacht werden, das Eindringen in den Drahtfunkstromweg. Der Hochpaß hat für die niederfrequenten Sprechströme eine hohe Dämpfung.

Die Hoch- und Tiefpaßfilter der Teilnehmerweiche sind in einem sogenannten Einsatzstück eingebaut. Das wird, je nachdem, ob die Weiche im Innern von Gebäuden oder im Freien Verwendung findet, auf entsprechenden Unterlegplatten montiert oder in den dazu passenden Gehäusen untergebracht. Abb. 132 zeigt die Drahtfunkteilnehmerweiche 37 (DWt 37) für Aufputzführung ohne Schutzkappe. Die von der Trenndose oder vom Sicherungskästchen kommende Leitung wird an die Klemmen „Leitung", die Zuführung zur Klemmdose des Fernsprechapparats an die Klemmen „F-App", die zur Drahtfunkanschaltdose führende Leitung an die Klemmen „Empf" und die Erdleitung an die Klemmen „Erde" gelegt. Die Erde wird im allgemeinen über die metallische Umhüllung der Kabel, über das Rohrnetz oder durch die Erdleitung im Kabel herangeführt. Manchmal werden über die Betriebserde auf der Sprechstelle, z. B. bei Nebenstellenanlagen, Wählgeräusche übertragen. In diesem Falle ist für eine einwandfreie Erde Sorge zu tragen.

Abb. 122 auf S. 9 im Heft 11 zeigt die Drahtfunkteilnehmerweiche DWtu 37, in einer Abzweigdose untergebracht. Die Unterlegeplatte wird auf den Gewindestutzen festgeschraubt.

Im Freien wird das Einsatzstück in ein wettersicheres Gehäuse eingebaut. Das sehen wir in Abb. 111 auf S. 9 im Lehrbrief 10, wo die Drahtfunkteilnehmerweiche DWtw 37 in der Überführungsdose mit Sicherungsschutz für 1 oder 2 DA untergebracht ist. Die Grundplatte des Gehäuses enthält vier Stopfbuchsen, über denen vier Erdungsschellen angeordnet sind. Sie trägt ferner die einander zugekehrten Sockel für die zwei Sicherungssätze. Jeder Sicherungssatz besteht aus zwei Grobsicherungen (Stromgrobschutz), deren Sockel zugleich den üblichen Spannungsgrobschutz (Funkenstrecke) und zwei Luftleerspannungsableiter (Spannungsfeinschutz) tragen.

Wird die Weiche unmittelbar an eine Freileitung angeschlossen, so muß sie, von außen gesehen, hinter den Sicherungen liegen. Ist kein Sicherungsschutz erforderlich, wird die Drahtfunkteilnehmerweiche in ein wettersicheres Gehäuse nach Abb. 133 eingesetzt. Das Gehäuse besteht ebenfalls aus einer zur Einführung der Zuleitungen

fernmeldelehrling.de

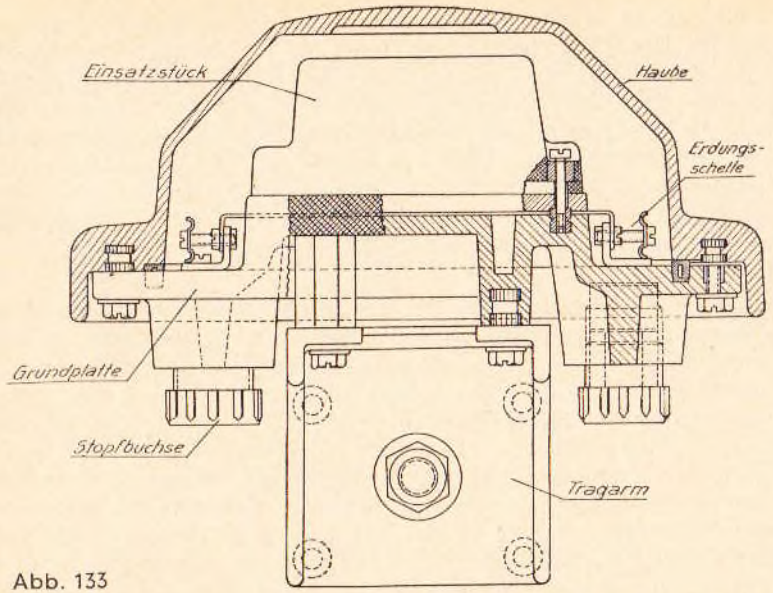


Abb. 133

Drahtfunkteilnehmerweiche 37 (DWtw 37) in wettersicherem Gehäuse

mit vier Stopfbuchsen ausgerüsteten Grundplatte, die das Einsatzstück trägt, und aus einer Haube aus Preßstoff als Deckel.

Außerdem gibt es noch die Drahtfunkteilnehmerweichen 39 und 40. Die Teilnehmerweiche 39 (DWt 39 k und f) wird einmal als Kabelweiche (39 k) angeschlossen, wenn die Anschlußleitung eine Kabelleitung ist, und als Freileitungsweiche (39 f) zur Anpassung an Freileitungen.

Drahtfunkanschaltdose

Die Drahtfunkanschaltdose wird in der Nähe des Rundfunkapparats angebracht (Abb. 134). Durch Umlegen eines doppelpoligen Schalters wird dem Drahtfunkteilnehmer der wahlweise Empfang drahtloser Sender oder von Drahtfunkdarbietungen ermöglicht. Zum Anschluß des Empfängers ist die Dose mit einer geschirmten Schnur ausgerüstet, die am freien Ende in zwei Bananensteckern endet. Der weiße Stecker ist für die Antennenbuchse, der rote für die Erdbuchse des Rundfunkempfängers bestimmt. Die Zuleitungen für Antenne und Erde werden in dafür vorgesehene Buchsen der Anschaltdose gesteckt.

Der Hochfrequenzübertrager schließt die Drahtfunkzuführungsleitung symmetrisch ab. Er verhindert, daß die Leitung über die Erdbuchse des angeschalteten Rundfunkempfängers erdunsymmetrisch

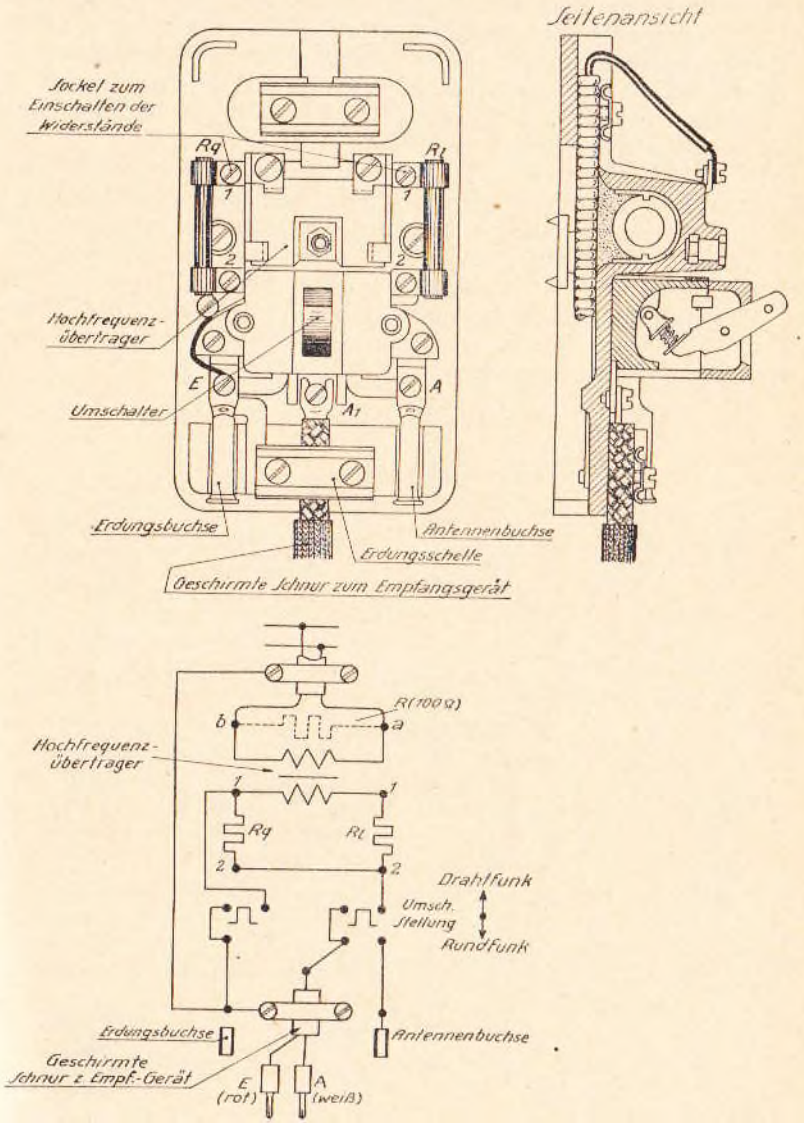


Abb. 134 Drahtfunkanschaltdose 38 (DDa 38)

fernmeldelehrling.de

wird und Störspannungen aufnehmen kann. Ferner besitzt er für die niederfrequenten Sprechströme eine hohe Dämpfung und macht eine Verständigung mit unrechtmäßig angeschalteten Fernsprechapparaten bei Sammelanschlüssen unmöglich. Gleichzeitig schützt er die Drahtfunkleitung gegen Starkstrom aus schadhaften Empfangsgeräten.

Es werden die Drahtfunkanschaltdosen 37 und 38 (DDa 37 und 38) verwendet. Die DDa 37 darf nur für Sammelanschlüsse bis zu 4 Drahtfunk-DA benutzt werden.

Abb. 134 zeigt uns zwei Widerstände, rechts den **L**ängswiderstand Rl, der bis zu 2000 Ohm betragen kann, und links den **Q**uerwiderstand Rq, der quer in der Leitung liegt. Bei Sammelschaltungen wird der Hauptzweig mit 100 Ohm abgeschlossen, bei den Einzelanschlüssen in den Nebenzweigen wird Rq kurzgeschlossen (Rq = 0 Ohm). Bei Einzelanschlüssen nach Abb. 131 hat Rq 100 Ohm. Die Widerstände Rl und Rq sollen zu hohe Energie, die die Rundfunkempfänger übersteuern würde, begrenzen.

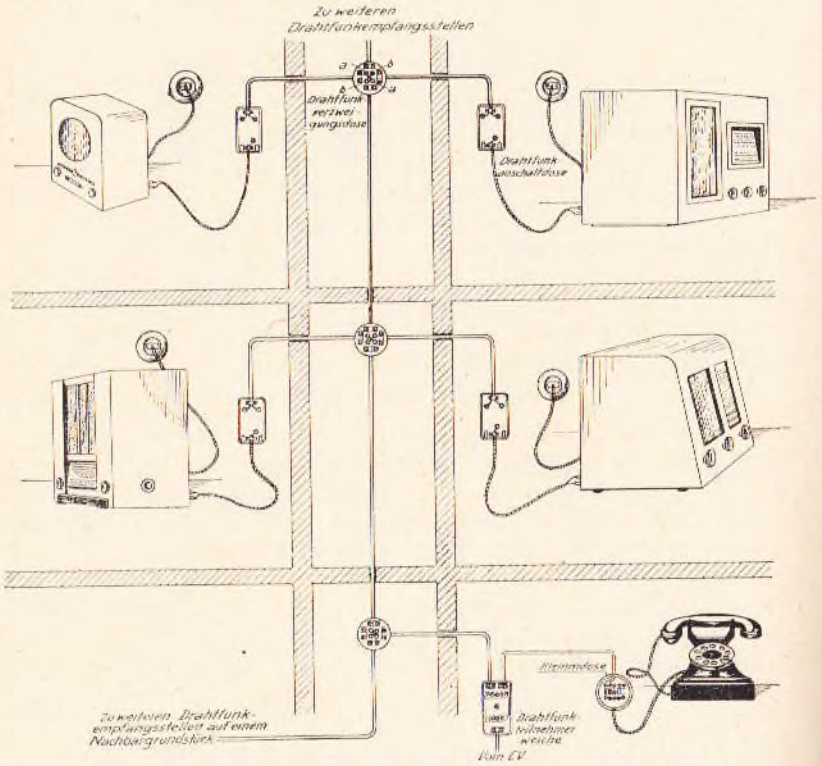


Abb. 135 Aufbau eines Drahtfunksammelanschlusses

Drahtfunksammelanschluß

Abb. 135 zeigt den Aufbau eines **Drahtfunksammelanschlusses.** Es werden hier mehrere Drahtfunkanschlüsse über eine Anschlußleitung gespeist. Die vom EV kommende Leitung führt zur Drahtfunkteilnehmerweiche, die möglichst so angebracht werden muß, daß die Zuführungen zum Fernsprechapparat und zu den einzelnen Drahtfunkanschlüssen kurz sind. Die Drahtfunkenergie wird dann über Drahtfunkverzweigungsdosen zu den einzelnen Rundfunkempfängern weitergeleitet. Die Abzweigungen dürfen bestimmte Längen nicht überschreiten, weil sonst Übertragungsschwierigkeiten auftreten. Bei den Verzweigungen unterscheiden wir zwischen dem Hauptzweig und den Nebenzweigen (Abb. 136). Der Hauptzweig kann so lang

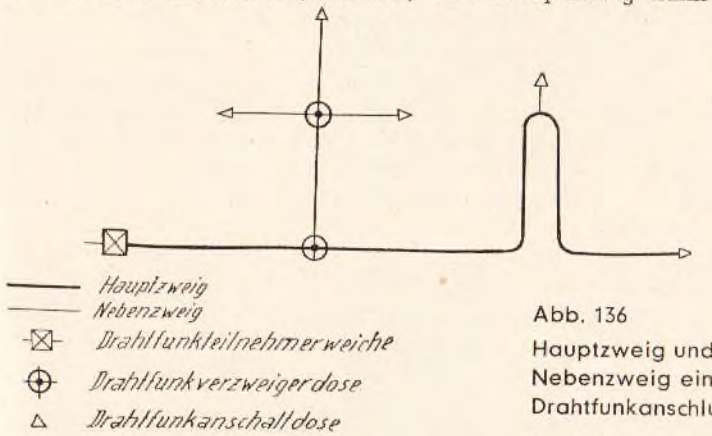


Abb. 136
Hauptzweig und Nebenzweig eines Drahtfunkanschlusses

sein, wie es zur Erzielung eines ausreichenden Drahtfunkempfangs möglich ist. Jeder Nebenzweig darf aber bei unterirdischer Führung nicht länger als 50 m und bei Freileitungen nicht mehr als 100 m lang sein. Längere Nebenzweige werden durch schleifenartige Führung des Hauptzweiges vermieden.

Drahtfunkverzweigungsdosen

Es gibt wettersichere **Drahtfunkverzweigungsdosen** und solche für Innenräume. Die Dosen für Innenräume werden in zwei Größen beschafft. Die kleine Ausführung (DDv 4/38) hat vier Ausgänge (Abb. 135). Auf einer Grundplatte aus Isolierstoff sind neben vier Erdungsschellen vier Klemmen angeordnet, die paarweise zum Parallelschalten der herangeführten Adern benutzt werden. Ein Preßstoffdeckel schließt die Dose ab. Die Drahtfunkverzweigungsdose (DDv 8/38) mit acht Ausgängen ist ähnlich aufgebaut. Die wettersicheren Drahtfunkverzweigungsdosen haben vier und sechs Ausgänge (DDvw 37 und DDvw 38). Abb. 137 zeigt eine DDvw 38 mit sechs Ausgängen.

fernmeldelehrling.de

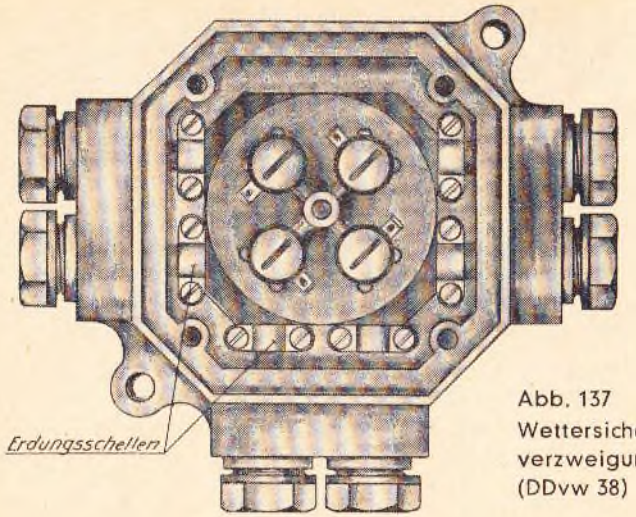


Abb. 137
Wettersichere Drahtfunk-verzweigungsdose 38 (DDvw 38)

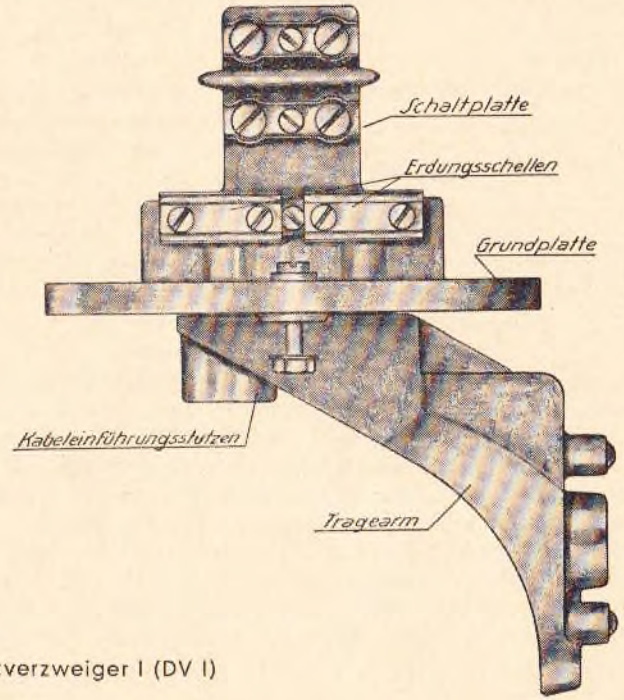


Abb. 138
Drahtfunkverzweiger I (DV I)

Drahtfunkverzweiger

Dort, wo sich Drahtfunkverzweigungsdosen nicht gut anbringen lassen, z. B. an Masten, verwenden wir die Überführungsdose ohne Sicherungsschutz zu 1 Doppelleitung alter Art als Drahtfunkverzweiger (Abb. 138). Wir können darin vier DA schalten. Auf der mit vier Kabeleinführungsstutzen versehenen Grundplatte ist senkrecht eine Schaltplatte angeordnet. Diese trägt die Erdungsschellen und darüber zwei Paar Klemmenschrauben (ein Paar für die a-Zweige der Doppelleitungen, das andere Paar für die b-Zweige). Eine Haube aus Preßstoff schließt das Schaltgehäuse wettersicher ab.

Drahtfunksender und Drahtfunkverstärker

Auf dem Drahtfunknetz werden drei Rundfunkprogramme übertragen, es sind also auch drei Trägerfrequenzen zur Übermittlung dieser drei Sendefolgen erforderlich. Für jede Sendefolge ist ein **Drahtfunksender** vorgesehen, der die Trägerfrequenz erzeugt. Im Sender wird die über die Rundfunkleitung kommende Niederfrequenzspannung dem Träger aufgedrückt und alsdann dem **Drahtfunkverstärker** zugeführt. Da die Drahtfunkanschlußleitungen verschieden lang sind und die Zahl der angeschlossenen Drahtfunkempfangsstellen unterschiedlich ist, schwankt der Bedarf an Drahtfunksendeleistung für die einzelnen Drahtfunkanschlußleitungen beträchtlich. Es sind daher vier Versorgungsgruppen gebildet worden, denen die Drahtfunkanschlußleitungen ihrer Dämpfung entsprechend zugeteilt werden.

Versorgungs-	I:	Leistung	0,75	mW (weiß gekennzeichnet)
gruppe	II:	„	3,0	mW (grün „)
„	III:	„	12,0	mW (rot „)
„	IV:	Leistung über	12,0	mW (Sonderversorgungs-

gruppe mit Hilfe von Sonderübertragern.)

Drahtfunkamtsweiche

Die Drahtfunkleistung wird der Anschlußleitung über eine Drahtfunkamtsweiche (DWa) zugeführt. Diese besteht ebenso wie die Teilnehmerweiche aus einem Hochpaß und einem Tiefpaß. Der Hochpaß dient zur hochfrequenten Ankopplung des Drahtfunkverstärkers an die Anschlußleitung. Der Tiefpaß soll die Drahtfunkfrequenzen von den Amtseinrichtungen fernhalten und verhindern, daß hochfrequente Störspannungen von den Amtseinrichtungen auf die Drahtfunkleitung übertragen werden. Hoch- und Tiefpaßfilter werden an der senkrechten Seite des Hauptverteilers an die Anschlußleitung angekoppelt. Der Hochpaß wird von links auf die Steckleiste aufgesteckt, der Tiefpaß von rechts in die Drahtfunkwanne eingeschoben.

fernmeldelehrling.de

Merke:

1. **Apparate sollen möglichst nicht den Einwirkungen von Feuchtigkeit, Dämpfen oder anderen schädlichen Einflüssen ausgesetzt sein.**

2. **Grubenapparate** bieten Schutz gegen mechanische Beschädigungen. Sie sind außerdem feuchtigkeits- und explosivsicher.

3. Neuerdings werden **Zementdübel** im Sprechstellenbau zum Befestigen der Apparate und des FBZ verwendet.

4. **Das Anschalten der Apparate** wird jeweils bei der Beschreibung der Apparate in dem Abschnitt „III. Fernmeldetechnik" näher beschrieben werden.

5. Durch den **Drahtfunk** werden die Darbietungen des Rundfunks unabhängig von fremden Einwirkungen und Störungen übertragen und von der Unsicherheit des drahtlosen Weges befreit.

6. **Zur Übertragung der Darbietungen dient das Fernsprechnetz,** das im Gegensatz zum Starkstromnetz störungsfrei ist und einer Verwaltung untersteht.

7. **Der Drahtfunk wird hochfrequent betrieben,** d. h. es können auf einer Fernsprechleitung gleichzeitig Drahtfunkdarbietungen und Gespräche übermittelt werden.

8. **Niederfrequente Schwingungen** entstehen dadurch, daß Sprache und Musik die Membrane des Mikrophons in Schwingungen versetzen und diese Schwingungen im gleichen Rhythmus im Mikrophonstromkreis Änderungen der Stromstärke hervorrufen.

9. Unter einer **hochfrequenten Schwingung** verstehe ich einen Wechselstrom hoher Schwingungszahl über 10 000 Hertz.

10. Der **Röhrensender** dient zur Erzeugung hochfrequenter Schwingungen. Die **Elektronenröhre** und der **Schwingungskreis** sind dabei die wichtigsten Bestandteile.

11. Die **Elektronenröhre** besteht in ihrer einfachsten Form aus einem luftleer gepumpten zylindrischen Glasgefäß mit **Kathode, Gitter** und **Anode.**

12. Der aus einem **Kondensator und einer Spule** (Kapazität und Selbstinduktion) **bestehende Schwingungskreis** erzeugt ungedämpfte hochfrequente Schwingungen.

13. **Die hochfrequenten Schwingungen dienen als Leiter oder Träger für die niederfrequenten Darbietungen des Rundfunks.** Ihnen wird die Sprache und Musik aufgedrückt, sie werden im Rhythmus der zu übertragenden Tonfrequenz moduliert.

14. Die **Drahtfunkteilnehmerweiche** besteht aus einem Hochpaß und Tiefpaß. Über den Hochpaß gelangen die hochfrequenten Schwingungen des Drahtfunks zum Rundfunkempfänger, über den Tiefpaß fließen die Sprechströme zum Fernsprechapparat.

15. Die **Drahtfunkanschaltdose** ermöglicht den wahlweisen Empfang von Rundfunk- oder Drahtfunkdarbietungen.

16. Die Verzweigungen in den Drahtfunkzuführungsleitungen werden mit Hilfe von **Drahtfunkverzweigungsdosen** und **Drahtfunkverzweigern** gebildet.

17. **Auf dem Drahtfunknetz werden drei Rundfunkprogramme übertragen.** Für jede Sendefolge ist ein Drahtfunksender vorgesehen, der die Trägerfrequenz erzeugt.

18. Im **Drahtfunksender** wird die über die Rundfunkleitung kommende Niederfrequenzspannung dem Träger aufgedrückt und alsdann dem **Drahtfunkverstärker** zugeführt.

19. Über die **Drahtfunkamtsweiche** wird der Anschlußleitung die Drahtfunkleistung zugeführt. Die Amtsweiche besteht ebenso wie die Teilnehmerweiche aus einem Hochpaß und einem Tiefpaß.

Damit beenden wir den Abschnitt „B. Sprechstellenbau".

fernmeldelehrling.de

II. Grundlagen der Elektrotechnik

G. Elektromagnetische Induktion

7. Vortrag (Schluß)

5. Auswirkung der Induktion (Induktionsapparate)

In den früheren Jahren traf man fast auf jedem großen Volksfest einen Mann an, der einen geheimnisvollen Kasten bei sich trug. Er lud die Leute ein, sich gegen geringes Entgelt „elektrisieren" zu lassen.

Zu sehen waren meistens nur 2 Griffe aus Metall und eine Messinghülse, die man in den Kasten hinein- und herausschieben konnte. In diesem Kasten war aber nichts anderes als ein gewöhnlicher **Induktionsapparat** (Induktor), wie wir ihn heute in etwas abgeänderter Form als Funkeninduktor in unseren Lehrwerkstätten für Lehrzwecke benutzen.

Der Funkeninduktor

Er besteht in der Hauptsache, wie viele andere Induktionsapparate, aus 2 Spulen, und zwar aus einer **Primärspule** mit wenigen, aber dicken Windungen, und aus einer **Sekundärspule** mit vielen, aber dünnen Windungen. Beide Spulen sind meistens übereinander auf einem Eisenkern gewickelt. Man schickt durch die Primärspule einen Gleichstrom, der in schneller Folge unterbrochen wird. Die vielen tausend Wicklungen der Sekundärspule werden durch die entstehenden und wieder zerfallenden Kraftlinien des Kraftlinienfeldes geschnitten und erzeugen einen sehr hoch gespannten Wechselstrom, der Funken von mehreren Dezimetern Länge liefern kann (Abb. 107).

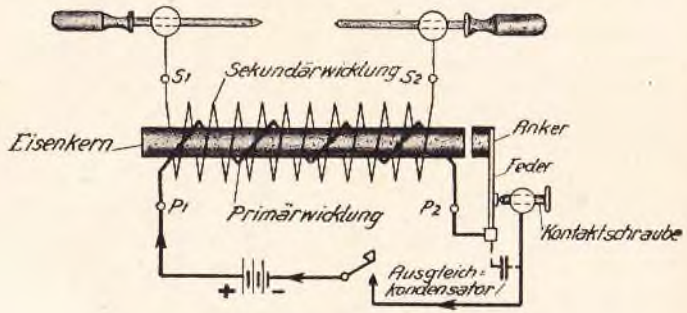


Abb. 107 Funkeninduktor

Die schnelle Unterbrechung des Gleichstroms wird nicht mit der Hand, sondern mit einem sogenannten „Wagnerschen Hammer"

bewirkt, der ähnlich wie der Unterbrecher bei unserem Gleichstromwecker mit Selbstunterbrechung arbeitet (siehe Lehrbrief 10, Seite 34 und Lehrbrief 11, Seite 24). Beim Schließen des Stromkreises fließt der Strom aus der Batterie durch die Primärwicklung, Feder, Kontaktschraube zur Batterie (-Pol) zurück. Der Anker wird von dem magnetisch werdenden Eisenkern angezogen und unterbricht durch die Feder den Stromkreis. Der Eisenkern wird stromlos; die Feder schnellt deshalb zurück und schließt den Stromkreis erneut. Dasselbe Spiel wiederholt sich in schneller Folge, so daß ein „zerhackter" Gleichstrom durch die Primärspule fließt. Der Kondensator dient dazu, die Funkenbildung an der Kontaktstelle zu vermindern.

Bei großen Induktionsapparaten, wie sie in Versuchslaboratorien und für medizinische Zwecke verwandt werden, unterbricht man den Strom durch besser und schneller wirkende Vorrichtungen. Es entstehen über hundert Unterbrechungen und mehr in der Sekunde und somit u. U. in der Sekundärspule Hunderttausende von Volt. Bei den kleineren Induktoren für medizinische Zwecke ist eine Regelung der Induktionswirkung möglich, wenn man eine Messinghülse anbringt, die man über den Kern der Primärspule schieben kann. In ihr entstehen Wirbelströme, die den Zerfall des magnetischen Feldes verlangsamen und deshalb die Spannungen in der Sekundärspule verringern. Der Induktionsapparat (Induktor) mit seinen hohen Induktionsspannungen schafft die Möglichkeit, verschiedene Arten elektrischer Strahlen zu erzeugen.

Transformator (Umspanner)

In der Technik ergibt sich oft die Notwendigkeit, einen **Wechselstrom** von **niedriger** Spannung in solchen **hoher** Spannung oder **umgekehrt** umzuwandeln. Diese Aufgaben erfüllen die Transformatoren oder Umspanner. Die Wirkung der Umspannung beruht wieder auf der Induktion. Der **„Trafo"**, wie er gewöhnlich von den Praktikern kurz genannt wird, besteht in der einfachsten Form aus 2 getrennten Wicklungen (Spulen) und einem Eisenkern. Die günstigste induktive Wirkung tritt ein, wenn alle Kraftlinien der primären Spule von den Windungen der sekundären Spule umfaßt werden. Deshalb bringt man beide Spulen auf einen gemeinsamen Eisenkern, dessen Kraftlinienverlauf durch ein Joch oder einen Ring geschlossen wird.

Nach der Bauart unterscheidet man **Kern-**, **Mantel-** und **Ring-**Transformatoren (Abb. 108 a—d).

Beim **Kerntransformator** (Abb. 108 a) sind Primär- und Sekundärwicklungen auf je einem Schenkel eines U-förmigen Eisenkernes aufgebracht. Beim **Manteltransformator** (Abb. 108 b) trägt der Mittelschenkel eines mantelförmigen Eisenkernes beide Spulen gemeinsam. Das Kraftlinienfeld wird durch einen „Eisenmantel" zusammen-

fernmeldelehrling.de

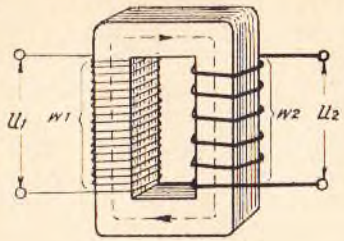


Abb. 108a Kerntransformator

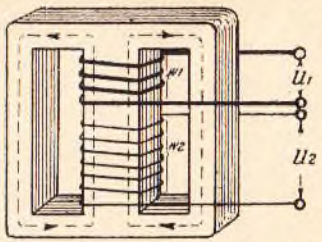


Abb. 108b Manteltransformator

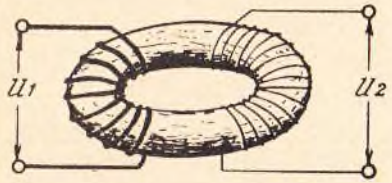


Abb. 108c Ringtransformator

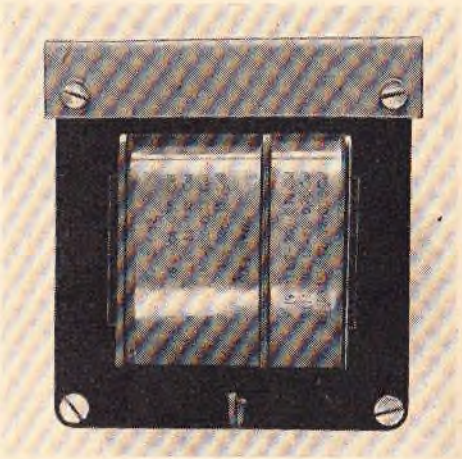


Abb. 108d
Ansicht eines Netztrafos einer W-Nebenstellenanlage

gehalten. Der **Ringtransformator** (Abb. 108c) trägt beide Wicklungen getrennt voneinander auf einem ringförmigen Eisenkern. Damit das Entstehen von Wirbelströmen und von sonstigen Verlusten vermieden wird, sind die Eisenkerne nicht aus massivem Eisen, sondern aus dünnen voneinander isolierten Blechen (Lamellen) hergestellt. Der Eisenkern eines Transformators dient in Verbindung mit der Primärspule zur Verstärkung des magnetischen Feldes. Wird in der Anordnung nach Abb. 109 die Primärspule I an eine Wechselspannung angeschlossen, so entwickelt der Wechselstrom in dem Eisenkern ein magnetisches Feld, das mit dem Wechselstrom periodenweise auf- und abgebaut wird und dabei die Windungen der Sekundärspule wechselweise durchdringt. Es entsteht also in der Spule II ein Induktionsstrom mit derselben Frequenz, aber mit einer Spannung, die sich entsprechend der Windungszahl u. U. verändert. Besteht die sekundäre Wicklung aus **ebenso vielen** Windungen wie die primäre, so wird die induzierte EMK **gleich** sein. Enthält die Sekundärspule **mehr** Windungen als die Primärspule, so wird die angelegte Spannung auf einen **höheren** Wert transformiert. Ist die Windungszahl der Sekundärspule **kleiner** als die der Primärspule, so wird die angelegte Wechselspannung **herunter**transformiert. Das Verhältnis der primären zur sekundären Windungszahl oder der primären zur sekundären Spannung nennt man das **Übersetzungsverhältnis** $\ddot{u}$ eines **Transformators**.

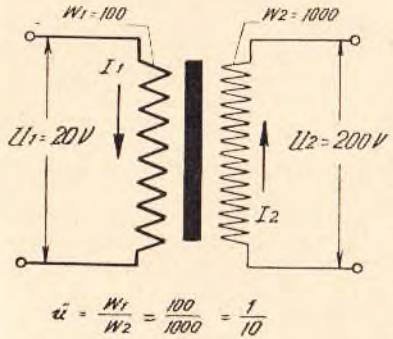


Abb. 109
Schemaschaltung eines Trafos

Nehmen wir z. B. an, daß in der Abb. 109 die Spannung U_1 = 20 Volt und die Windungszahl der primären Spule w_1 = 100 Windungen betrage, so würde in der sekundären Spule mit einer Windungszahl w_2 = 1000 Windungen eine 10mal so große Wechselspannung, also 10×20 = 200 Volt entstehen, wenn wir von den Verlusten einmal absehen. Die Stromstärke in der sekundären Spule muß aber 10mal kleiner werden und ändert sich also im umgekehrten Verhältnis wie die Spannung. Würde I_1 = 10 Ampere betragen haben, so ist die Stromstärke I_2 in der Sekundärspule nur noch gleich dem zehnten Teil = 1 Ampere. Man hat es also in der Hand, je nach der gewählten Windungszahl der zweiten Spule Spannung oder Strom herauf- oder herunterzutransformieren. Mit anderen Worten gesagt: die Leistung im sekundären Stromkreis ($U_2 \times I_2$) ist im günstigsten Falle gleich der Leistung im primären Stromkreis ($U_1 \times I_1$). Das gilt nur unter bestimmten Voraussetzungen, weil praktisch Verluste auftreten, die durch Wirbelströme, Hysteresis, Ohmsche Spannungsabfall, Streuung des Kraftflusses im Eisen hervorgerufen werden. Wir merken uns ganz allgemein:

fernmeldelehrling.de

Das Übersetzungsverhältnis für einen **Transformator**

$$\ddot{u} = \frac{w_1}{w_2} \text{ oder } \frac{U_1}{U_2}$$

Die **Spannung** der **Primärspule** (Eingangsspannung) verhält sich zu der **Spannung** in der **Sekundärspule** (Ausgangsspannung) **wie ihre Windungszahlen**

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1}{w_2}.$$

Die **Stromstärke** in der **Primärspule** verhält sich zu der **Stromstärke** in der **Sekundärspule umgekehrt** wie die Windungszahlen und damit auch **umgekehrt** wie die **Spannungen**

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{w_2}{w_1} = \frac{U_2}{U_1}.$$

Unsere großen elektrischen Kraftwerke liegen mit Rücksicht auf die Kraftquellen (Wasser und Kohle), die nur an bestimmten Stellen vorkommen, oft in einsamen Gegenden. Die Maschinen (Generatoren) erzeugen nur eine Spannung von höchstens einigen Tausend Volt. Wird an einem vom Kraftwerk entfernt gelegenen Orte eine Leistung von z. B. 100 000 Watt (110 000 Volt × 1 Ampere) verbraucht, so wäre bei einer Gebrauchsspannung von 220 V ein Verbraucherstrom von 500 A fortzuleiten. Die Leitungsquerschnitte müßten dann für diese Stromstärke von 500 A berechnet werden. Die Kupferleitungen würden solche Drahtstärken erhalten, daß die Herstellung dieser Leitungen wegen der hohen Materialkosten und der Bauausführung unwirtschaftlich und unausführbar würde. Da wird als Zwischenglied zwischen Stromerzeuger und Verbraucher der Transformator eingesetzt. Er transformiert die Spannungen des Wechselstromes bis auf 220 000 Volt an der Erzeugerstelle herauf und setzt sie stufenweise an den Verbraucherstellen bis auf die üblichen Spannungen von 220 oder 380 Volt wieder herab. Die bekannten Überlandleitungen führen die elektrische Energie mit **Hoch- oder Höchstspannungen,** aber mit **geringer Stromstärke** in die Verbrauchergebiete. Wird bei unserem Beispiel die Spannung durch einen „Trafo" auf das 1000fache von 220 auf 220 000 Volt erhöht, dann braucht man für die Berechnung der Leitungsquerschnitte — abgesehen von der Festigkeit — nur eine Stromstärke von $\frac{500}{1000} = 0{,}5$ Ampere zugrunde zu legen. Die elektrische Leistung wäre theoretisch bei einem einfachen

rechnerischen Vergleich in einem „idealen" Trafo in beiden Fällen gleich.

220 V × 500 A = 110000 Volt × 1 Ampere
U_1 × I_1

220000 V × 0,5 A = 110000 Volt × 1 Ampere.
U_2 × I_2

Der Zweck zur Einsparung von Kupfer ist damit erreicht, und hohe Kosten werden trotz der Ausgaben für die besonderen Isolationsmaßnahmen eingespart.

Schon Faraday hatte erkannt, daß es bei der von ihm erfundenen Erzeugung von Wechselstrom leicht ist, je nach Wahl der Windungszahl durch die Induktionswirkung der auf einem gemeinsamen Eisenkern vereinigten Spulen eine **Wechselspannung** herauf- oder herabzusetzen. Aber erst im Jahre 1882, nachdem der Umspanner oder Transformator gebaut worden war, konnte man diesen Vorteil der Umspannung praktisch ausnutzen. Gleichstrom läßt sich leider nicht ohne weiteres umspannen. Viele von uns kennen den „Trafo" aus dem Rundfunkgerät oder als **Klingeltrafo** (Kleinumspanner) in den Hausklingelanlagen und bei den elektrischen Türöffnern. Die Abb. 110a zeigt die schematische Schaltung eines Klingeltrafos.

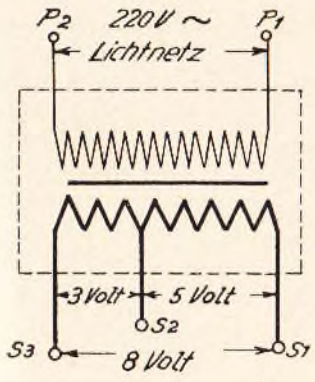


Abb. 110a
Schaltung eines Klingeltrafos

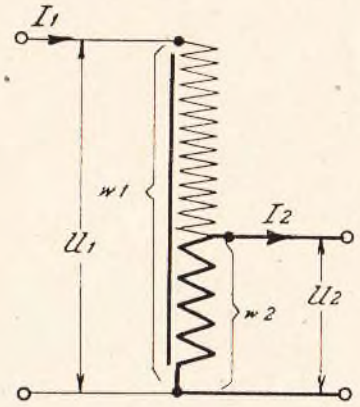


Abb. 110b
Schaltung eines Spartrafos

fernmeldelehrling.de

Aus der Vielzahl der Wandler und Transformatoren ist noch der **Spar-** oder **Autotransformator** zu erwähnen. Bei diesem Trafo sind Primär- und Sekundärspulen zu **einer** Wicklung zusammengefaßt, an deren Enden die zu transformierende Spannung U_1 angelegt wird (Abb. 110b).

Er arbeitet gewissermaßen als induktiver Spannungsteiler, wobei die Leistungsübertragung teils induktiv, teils unmittelbar erfolgt. Der Nachteil ist, daß zwischen den beiden Spannungen eine direkte metallische Verbindung besteht und daß im Betrieb mit Hochspannung die erforderliche Isolationssicherheit zwischen Hochspannungs- und Niederspannungswicklung nicht vorhanden ist.

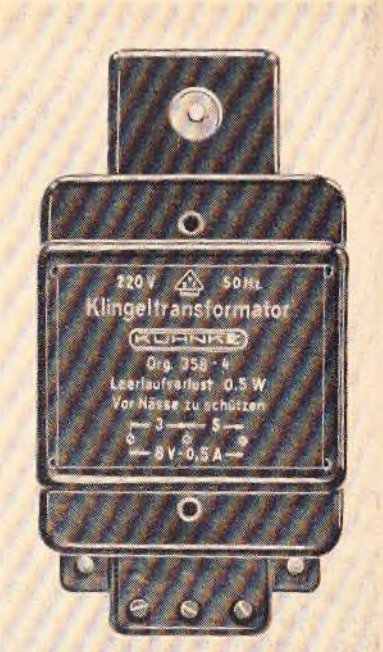


Abb. 110c
Ansicht eines Klingeltrafos

Übertrager (Ringübertrager)

In der Fernmeldetechnik kommt es weniger auf das Herauf- oder Heruntertransformieren von Strom und Spannung an, als vielmehr auf die **induktive** Übertragung der Sprechwechselströme (Frequenzband) von einem Stromkreis auf einen anderen. Man spricht deshalb in der Fernmeldetechnik von **Übertragern,** weniger von Transformatoren. Der Übertrager besteht grundsätzlich aus einem geschlossenen, lamellierten Eisenkern, der die Wicklungen der beiden voneinander isolierten Spulen trägt. Die Wirkungsweise ist dieselbe wie bei den Transformatoren (Umspannern). Mit der Entwicklung der Fernsprech- und Verstärkertechnik haben auch die Fernsprechübertrager ihre Größe und Form geändert. Die Abb. 111 zeigt einige Übertragerformen.

Für unsere Fernleitungen werden heute besondere **Fernleitungsübertrager** (FlÜ) verwandt.

Die FlÜ dienen folgenden Zwecken:

a) Der galvanischen Trennung der Leitung und der Amtseinrichtung voneinander,

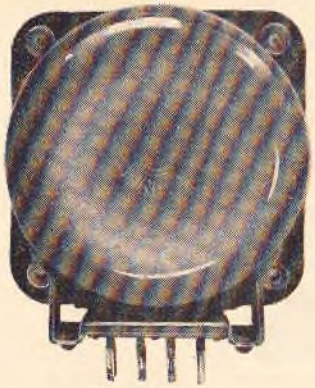


Abb. 111a Ansicht eines kleinen Ringübertragers

Abb. 111b Ansicht eines Fernleitungsübertragers

b) der Vierer- und Achterbildung (Kunstschaltung),

c) zum Schutze gegen Überspannungen, die durch Induktion bei Parallelführung von Starkstromleitungen entstehen,

d) zur elektrischen Anpassung der Leitungen und Amtseinrichtungen.

Der FlÜ ist übertragungstechnisch ein Transformator. Seine **4** Wicklungen — 2 primäre und 2 sekundäre — sind wegen der **größeren** Übertragungswirkung auf einem geschlossenen **Ringkern** aufgebracht, der wegen der Wirbelstromverluste usw. früher einmal aus isolierten Eisendrähten bestand, **heute** aber nur noch als Blechkern ausgeführt wird. Diese Übertrager werden wegen ihrer Form **Ringübertrager** genannt. Die Abb. 112 zeigt verschiedene Übertrager alter und neuer Form im Schnitt.

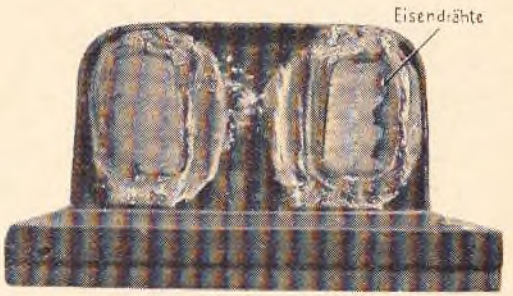


Abb. 112a
Ringübertrager mit Ringkern aus Eisendrähten, aufgeschnitten (alt)

fernmeldelehrling.de

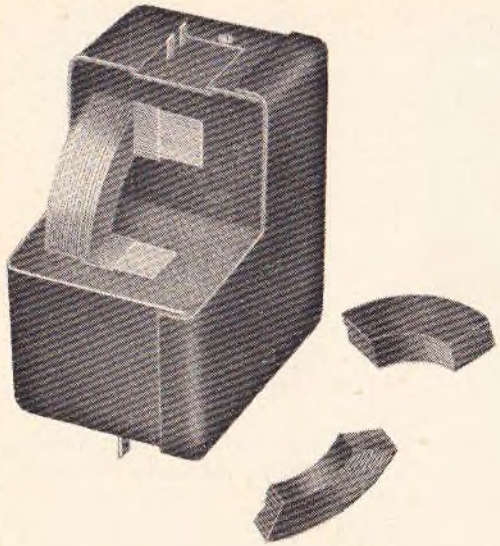


Abb. 112b
Fernleitungs-übertrager mit Ringkern aus Blechlamellen, aufgeschnitten (neu)

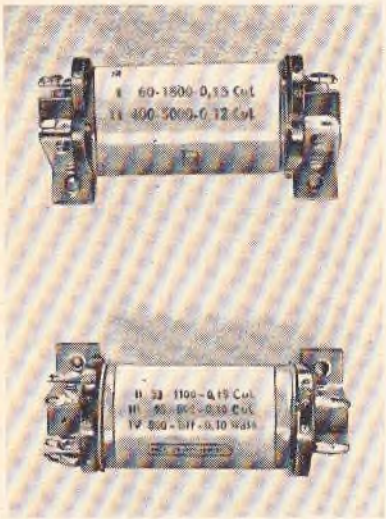


Abb. 113
Induktionsspulen

Induktionsspule

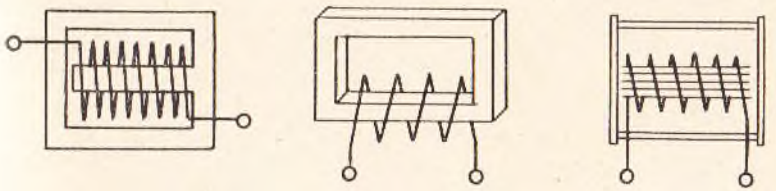
Zu den Übertragern oder auch Umspannern gehört die in der Sprechstellenschaltung benutzte **Induktionsspule.** Sie wirkt im OB-Betrieb wie ein „Transformator" mit hohem Übersetzungsverhältnis; im ZB- und W-Betrieb dagegen hat sie nur die Aufgabe eines gewöhnlichen Übertragers. Wie schon ihr Name sagt, beruht ihre Wirkung auf der elektromagnetischen Induktion. Über ihre Aufgabe brauche ich nicht mehr viel zu sagen, denn im Lehrbrief 3 auf Seite 36 bis 39 ist ihr Aufbau und ihre Wirkungsweise eingehend beschrieben und dargestellt worden. Die Abb. 113 zeigt eine Aufnahme zweier Induktionsspulen.

Drosselspule

Während alle vorher genannten Induktionsapparate durch die Induktion von einer Wicklung auf eine andere wirksam werden, hängt die Wirkung der **Drosselspule** von der **Selbstinduktion ab,** d. h. von der Induktion einer Wicklung auf sich selbst. Man hat die Selbstinduktion scherzhaft das „böse Kind" der Induktion genannt, weil sie immer das tut, was man nicht gerne hat. Schaltet man einen Strom ein, erzeugt sie in **derselben** Spule eine Gegenspannung. Schaltet man den Strom ab, versucht sie noch schnell, den bisherigen Strom aufrechtzuhalten (siehe auch Lehrbrief 11, Seite 23 bis 26). Bei der Drosselspule macht man sich diese sonst unangenehme Eigenschaft der Selbstinduktion zunutze, um einen Wechselstrom zu hemmen oder — mit steigender Frequenz — fast ganz abzudrosseln. Während der **Kondensator** den **Gleichstrom verriegelt** und den Wechselstrom grundsätzlich durchläßt, benutzt man die **Drosselspule** dazu, einen Weg für den Gleichstrom offenzuhalten und für den **Wechselstrom** mehr oder weniger zu **sperren.** Die Drosselspule besteht aus einer Wicklung mit großer Windungszahl, die auf einem lamellierten Eisenkern aufgebracht ist.

Wird durch eine Drosselspule ein Wechselstrom geschickt, so führt die Selbstinduktion (Induktivität) der Spule dazu, daß der hineingeschickte Wechselstrom nur kleine Werte erreicht. Man hat den Eindruck, als ob neben dem Ohmschen Widerstand (Gleichstromwiderstand) des Stromkreises scheinbar noch ein zweiter (induktiver) Widerstand infolge der Selbstinduktion entsteht, der den Strom zusätzlich hemmt. In Wirklichkeit ist die Erscheinung so zu erklären, daß die hervorgerufene EMK der Selbstinduktion der angelegten Spannung **entgegengesetzt** ist, so daß also die **wirksame Spannung** kleiner wird als die angelegte Spannung und demgemäß ein schwächerer Strom auftritt. Man kann einfach sagen: Jede Drosselspule und überhaupt jedes Gerät mit Induktivität (Relais usw.) hat für **Wechselstrom**

a) einen **Ohmschen Widerstand,** der durch Material, Länge und Querschnitt des Spulendrahtes bestimmt wird, und



a b c

Abb. 114 Verschiedene Formen von Drosselspulen

fernmeldelehrling.de

b) einen **induktiven Widerstand,** der von der Induktivität der Spule, der Frequenz des Wechselstromes und den magnetischen Werten des Eisenkernes abhängt. Aus beiden kann man dann den gesamten sogenannten **„Scheinwiderstand"** einer Drosselspule berechnen. Die Werte für den Ohmschen Widerstand und die Windungszahl sind dem Verwendungszweck der Drosselspule entsprechend verschieden. Unsere Fernsprechschaltungen bestehen heute aus vielen zum Teil recht verwickelten Gleich- und Wechselstromkreisen. Hierbei sind die Drosselspulen und Kondensatoren unsere wichtigtigsten Schaltmittel.

Abb. 115
Ansicht einer Drosselspule aus der Fernsprechtechnik

Die Abb. 114 und 115 zeigen die verschiedenen Formen von Drosselspulen.

In den Starkstromanlagen werden Drosselspulen gegen Überspannung, als Glättungsdrossel in Gleichrichteranlagen, als Vorschaltedrossel in Leuchtstoff- und Leuchtröhrenanlagen, als Löschdrossel in Hochspannungsanlagen usw. gebraucht. In den Rundfunkgeräten finden wir sie als Siebdrosseln.

6. Wirbelströme

Wenn in einem Leiter oder einer Spule die Stromstärke sich ändert, so entsteht nicht nur in benachbarten Leitern, sondern auch in jedem in der Nähe befindlichen **Metallkörper,** der von dem Kraftlinienfeld durchsetzt wird, ein Induktionsstrom. Diese Ströme haben einen wirbelförmigen Verlauf. Man nennt sie deshalb **Wirbelströme** oder, nach ihrem Entdecker, „Foucaultsche Ströme". Große Bedeutung haben die Wirbelströme bei Eisenkernen, die dauernd ummagnetisiert werden. Sind diese Eisenkerne massiv, so werden die Wirbelströme wegen des geringen Widerstandes des Eisens sehr stark. Ihre ganze Energie setzt sich in Wärme um. Der Eisenkern wird dann so heiß, daß die Isolation der Wicklungen, die sich auf dem Kern befinden, verbrennen kann.

Um die Wirbelströme, die einen Verlust an elektrischer Energie darstellen, möglichst klein zu halten, werden die Eisenkerne, wie wir bereits gehört haben, aus einzelnen dünnen „legierten" Blechen hergestellt, die durch eine Papierschicht (Seidenpapier) oder Isolierlack isoliert sind. Früher wurde der Eisenkern aus einem Bündel dünner ausgeglühter Eisendrähte gebildet, die durch eine Lackschicht gegeneinander isoliert waren. Dadurch entstehen zwischen den Eisenstäben oder den Blechen Isolierschichten mit großem Widerstand, so daß nur schwache Wirbelstürme auftreten können.

Für bestimmte Bauteile der Fernmeldetechnik (Pupinspulen) verwendet man auch Massekerne, die aus feinem Eisenpulver mit dünner Isolierschicht bestehen und unter sehr hohem Druck in die gewünschte Form gepreßt sind. Solche Spulen haben sogar bei außerordentlich schneller Ummagnetisierung der Kerne, z. B. bei Hochfrequenz, beim Rundfunk nur sehr geringe Wirbelstromverluste.

Zuweilen macht man sich die sonst lästige Wirkung der Wirbelströme zunutze. In der Abb. 116a pendelt zwischen den Polen eines Elektromagnets ein Kupferstück A.

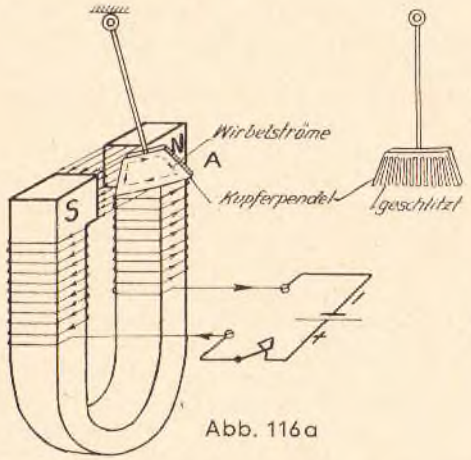


Abb. 116b

Wirbelstrombremse

Abb. 116a

Sobald der Strom eingeschaltet wird, kommt das Pendel sofort zum Stillstand. Die Erklärung ist folgende: Durch das Schneiden der magnetischen Kraftlinien entstehen in dem Kupferstück Wirbelströme, welche magnetische Kräfte erzeugen, die die Pendelbewegung stark bremsen. Man kann die Wirbelstromwirkung u. a. verringern, indem man das Kupferstück A mit Einschnitten versieht (Abb. 116b). Das Pendel schwingt auch bei eingeschaltetem Strom eine Zeitlang weiter. In der Praxis macht man von der Bremswirkung der Wirbelströme (Wirbelstrombremsen) Gebrauch beim Zähler, bei Meßgeräten zum Dämpfen der Zeigerschwingungen, beim Motor zum Abbremsen usw.

7. Induktion auf Leitungen

In dem Lehrbrief 8 auf Seite 3 haben wir bereits gelesen, daß auch unsere Fernmeldeleitungen unter bestimmten Voraussetzungen störende Induktionsströme aufnehmen können, die wir durch besondere bauliche Maßnahmen (Induktionsschutz mittels **Schleifenkreuzung** und **Platzwechsel)** zu vermeiden trachten. Der eine oder

fernmeldelehrling.de

andere von euch hat sich damals vielleicht kein rechtes Bild über die Entstehung und Auswirkung dieser unangenehmen Induktionsströme machen können und es zunächst so hingenommen. Heute, nachdem wir das Wesen der Induktion kennengelernt haben, brauche ich nicht mehr viel zu erklären. Es erscheint uns fast selbstverständlich, daß in unseren in großer Zahl am gleichen Gestänge parallel geführten oberirdischen Fernmeldeleitungen Induktionsströme auftreten, indem jede Leitung die anderen Leitungen mehr oder weniger induziert. Die induzierten Störspannungen sind um so **größer,** je **näher** sich die Leitungen aneinder befinden, je **länger** sie nebeneinander verlaufen, je **größer** die Änderung des Stromes in der induzierenden Leitung ist und je **schneller** die Änderung vor sich geht. Das uns bekannte Über- und Mitsprechen in unseren Fernmeldeleitungen ist oft eine Folge der Induktion. Bei oberirdischen **Anschlußleitungen** treten die unangenehmen Erscheinungen weniger hervor, weil die Leitungen meistens verhältnismäßig kurz sind. In den oberirdischen **Fern**leitungen aber, die auf kilometerlangen Strecken von Ort zu Ort verlaufen, erreicht die gegenseitige induktive Beeinflussung, die auch von Starkstromleitungen herrühren kann, eine erhebliche Stärke, so daß wir den Induktionsschutz nach einem besonderen Induktionsschutzplan durchführen müssen (siehe auch Lehrbrief 8, Seite 3 und 4). In den Fernmeldekabeln sind aus gleichen Gründen die jeweils zusammengehörigen Adern zu einer Doppelader verdrillt und die zu einem Vierer gehörigen Doppeladern u. U. untereinander verseilt. Allgemein hat man schon durch die Herstellung der Fernmeldeleitung als **Doppelleitung** und durch die **gleichmäßige Anordnung** (Symmetrie) die Induktionswirkung und somit das Nebensprechen herabsetzen können. Man darf aber nicht vergessen, daß z. B. bei feuchtem Wetter durch Einflüsse von außen Nebenschlüsse auftreten können (Unsymmetrie), wodurch die Symmetrie der Fernmeldeleitungen verschlechtert wird und somit Störungen in unseren Leitungen auftreten können.

8. Der stromdurchflossene Leiter im magnetischen Feld

Wir haben bei dem Vortrag über Induktion gehört, daß in einem geschlossenen Leiter, der durch ein magnetisches Kraftfeld bewegt wird, ein Induktionsstrom entsteht:

Bewegung + **Kraftlinien** ergeben **Strom.**

Wie ist es aber, wenn ich einen Leiter in ein magnetisches Feld bringe — ohne Bewegung — und durch ihn einen Strom schicke? Es liegt die folgende Vermutung nahe:

Strom + **Kraftlinien** ergeben **Bewegung.**

Das es wirklich so ist, beweist ein einfacher Versuch. Bringt man einen stromdurchflossenen Leiter in ein magnetisches Feld,

dann wird der Leiter in einer bestimmten Richtung fortbewegt. Die Richtung, in der sich der Leiter bewegt, kann man mit der **„Linken-Hand-Regel"** (Motorregel) bestimmen. Sie lautet:

> Hält man die **linke** Hand so, daß die Kraftlinien in die innere Handfläche eintreten und der Strom in der Richtung der Fingerspitzen fließt, dann wird der Leiter in der Richtung des gespreizten Daumens durch das magnetische Feld bewegt.

Man kann auch die „Drei-Finger-Regel" der linken Hand anwenden.

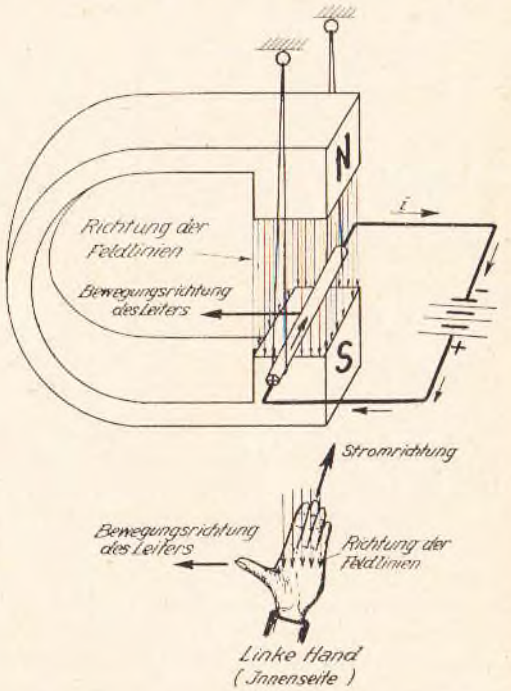


Abb. 117

Bewegung eines stromdurchflossenen Leiters im magnetischen Felde

In der Abb. 117 befindet sich im Magnetfeld eines Magnets ein Leiter, der an eine Gleichstromquelle angeschlossen ist. Sobald der Stromkreis geschlossen ist, wird der Leiter aus dem Magnetfeld herausgedrängt. Vertauscht man die beiden Anschlüsse der Gleichstromquelle, so erfolgt die Bewegung nach der entgegengesetzten Seite. Eine Änderung der Bewegungsrichtung wird auch er-

fernmeldelehrling.de

reicht, wenn man die Magnetpole vertauscht, so daß die Kraftlinien eine andere Richtung haben. Das ist im Grunde das Prinzip unseres Elektromotors, denn nach dieser Regel bewegen sich die stromdurchflossenen Leiter des „Ankers" im Gleichstrommotor.

Wir merken uns:

> Ein in einem magnetischen Feld befindlicher **Leiter bewegt** sich, wenn er vom **Strom** durchflossen wird.

Der Vorgang ist nicht schwer zu verstehen. Zunächst ist nur das gleichförmige magnetische Feld des Magnets vorhanden, in das wir den Leiter bringen.

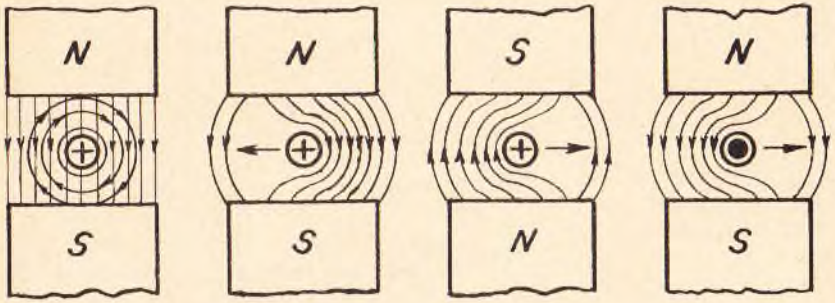


Abb. 118a b c d

Sobald wir durch den Leiter einen Strom schicken, so entsteht ein **zweites** kreisförmiges magnetisches Feld, dessen Stärke und Richtung von dem durch den Leiter fließenden Strom abhängt. (Abb. 118a). Das gleichförmige magnetische Feld des Magnets und das kreisförmige magnetische Feld des stromdurchflossenen Leiters wirken nun aufeinander ein. Während die Richtung der Kraftlinien des Leiters auf der linken Seite (Abb. 118a) der Richtung des Magnetfeldes entgegengesetzt ist, stimmen die Richtungen beider Felder auf der rechten Seite überein. Deshalb wird in unserem Beispiel das Magnetfeld auf der linken Seite geschwächt und auf der rechten Seite verstärkt (Abb. 118b). Der rechts entstehende „Überdruck" treibt den Leiter nach links, weil sich der „Überdruck" auszugleichen sucht. In der Abb. 118c hat das magnetische Feld des **stromdurchflossenen Leiters** die gleiche, das magnetische Feld des **Magnets** die **umgekehrte** Richtung im Vergleich zur Abb. 118b, weil die Pole vertauscht worden sind. Jetzt wird die rechte Seite geschwächt, und

die Kraftlinienvermehrung entsteht auf der linken Seite. Infolgedessen muß sich der Leiter von links nach rechts durch das Kraftfeld des Magnets bewegen. Ändern wir aber nicht die Richtung des **magnetischen Feldes,** sondern wählen die entgegengesetzte **Stromrichtung** (Abb. 118d), so entsteht auch jetzt wieder rechts vom Leiter eine Schwächung und links eine Verstärkung der Kraftlinien, so daß der Leiter von links nach rechts in Pfeilrichtung weggedrückt wird.

Mit der **„Linken**-Hand-Regel" können wir ohne lange Überlegungen die **Bewegungsrichtung** des Leiters feststellen.

Wir wollen zum Schluß den 7. Vortrag kurz zusammenfassen und uns **merken:**

1. Mit Hilfe des magnetischen Feldes läßt sich **mechanische** Energie in **elektrische** Energie umwandeln und umgekehrt.
2. Unter **Induktion** versteht man das Entstehen einer EMK in einem Leiter, wenn dieser Leiter von magnetischen Kraftlinien geschnitten wird oder, allgemeiner ausgedrückt, wenn sich der einen Leiter durchsetzende magnetische Kraftfluß ändert.
3. Eine EMK wird in einem Leiter (Spule) induziert,
   a) beim **Einführen** oder **Herausziehen** eines Magnets in eine (oder aus einer) Spule, oder
   b) durch **Öffnen** und **Schließen** eines Gleichstromkreises (erster Stromkreis), oder
   c) durch **Verstärken** oder **Schwächen** eines Stromes im ersten Stromkreis (pulsierender Gleichstrom, Wechselstrom),
4. Die **induzierte EMK** steigt oder fällt mit der **Änderungsgeschwindigkeit** des magnetischen Feldes und mit der **Windungszahl.**
5. In einem Leiter wird durch Induktion eine EMK von **1 Volt** erzeugt, wenn der von einer Windung umfaßte magnetische Kraftfluß sich in **1 Sekunde** um **hundert Millionen** (10^8) Kraftlinien ändert.
6. Ein **Induktionsstrom** ist um so **stärker,** je **größer** die ihn treibende **induzierte EMK** ist.
7. Nach dem **„Lenzschen Gesetz"** ist die Richtung eines Induktionsstromes stets eine solche, daß er die **Bewegung,** durch die er zustande kommt, zu **hemmen** sucht.
8. Man kann die Richtung des induzierten Stromes bestimmen
   a) durch die **„Rechte-Hand-Regel III",**
   b) durch die **„Drei-Finger-Regel"** der rechten Hand.
9. Unter **Selbstinduktion** versteht man die induktive Wirkung eines Leiters (Spule) auf **sich selbst.**
10. Die Maßeinheit der **Selbstinduktion** (Induktivität) ist das Henry (H).

fernmeldelehrling.de

11. Ein Leiter hat die Induktivität L = **1 Henry**, wenn **in ihm** bei gleichmäßiger Änderung der Stromstärke um 1 Ampere in **1 Sekunde** eine EMK von 1 Volt induziert wird.

12. Mit einem **Funkeninduktor** kann man durch die Induktion einen sehr hoch gespannten Wechselstrom erzeugen.

13. Der **Transformator** (Umspanner) hat in der Regel die Aufgabe, einen **Wechselstrom** von **niedriger** Spannung in einen solchen von **hoher** Spannung oder **umgekehrt** umzuwandeln (transformieren).

14. **Übertrager** werden in der Fernmeldetechnik häufig zur **induktiven Übertragung** von Sprechwechselströmen von einem Stromkreis auf einen anderen Stromkreis verwendet.

15. Der **Fernleitungsübertrager** (FlÜ) ist ein Übertrager besonderer Bauart **(Ringübertrager)** für unsere Fernleitungen.

16. Die **Induktionsspule** dient dazu, Sprechwechselströme (wellenförmiger Gleichstrom) von einem Stromkreis auf einen anderen zu übertragen, und findet meistens in den Sprechstellenschaltungen Verwendung.

17. Die **Drosselspule** wirkt durch ihre Selbstinduktivität. Sie läßt den Gleichstrom durch und **drosselt** einen **Wechselstrom** ab. Die Wirkung wird **größer** mit größer werdender Induktivität und steigender Frequenz.

18. Die **Wirbelströme**, die bei dem Vorgang der Induktion in Metallmassen entstehen, setzen ihre ganze elektrische Energie in **Wärme** um und stellen somit einen elektrischen Verlust dar.

19. Man **verhindert** die **Wirbelströme** in der Regel dadurch, daß man die gefährdeten Eisenmassen **unterteilt** und als dünne Bleche herstellt, die voneinander isoliert sind.

20. Die **Bremswirkung** der **Wirbelströme** nutzt man bei den Wirbelstrombremsen aus.

21. Die auf unseren Fernmeldeleitungen durch Induktion entstehenden Störströme werden durch bauliche Maßnahmen, wie **Schleifenkreuzung** und **Platzwechsel**, verringert oder beseitigt.

22. Ein in einem magnetischen Feld befindlicher Leiter **bewegt** sich, wenn er vom **Strom durchflossen** wird.

23. Die **Richtung** der **Bewegung** kann man mit der **„Linken-Hand-Regel"** (Motorregel) oder mit der **„Drei-Finger-Regel"** der **linken** Hand bestimmen.

24. **Strom** und **Kraftlinien** bewirken **Bewegung** (Motor).

25. **Bewegung** und **Kraftlinien** bewirken **Strom** (Kurbelinduktor, Dynamomaschine).

Schaltzeichen	Benennung	Schaltzeichen	Benennung
—	Gleichstrom		Induktor
~	Wechselstrom		
	Leitungskreuzung ohne Verbindung	a)	Übertrager Umspanner a) ohne Eisenkern
	Leitungskreuzung mit Verbindung	b)	b) mit Eisenkern
	Leitungsabzweigung	a)	wie vor zur Kennzeichnung der Induktivität
	Erde	b)	
	Masse		
	Isolierendes Zwischenstück		
	Trennlinie		Wecker für Gleichstrom
	Umrahmung für zusammengefaßte Geräte		Wecker für Wechselstrom
a) 500	Widerstand a) allgemein (500 Ω)		Mikrophon allgemein
b)	b) ohne Induktivität u. Kapazität		Fernhörer allgemein
	Wicklung (Spule) allgemein Wicklung zur Kennzeichnung der Induktivität		Fernsprecheinheit
a)	a) ohne Eisenkern		Lampe z.B. Signallampe
b)	b) mit Eisenkern		Nummernscheibe Wählerscheibe
2	Kondensator (2 MF)	a)	Stromsicherung a) allgemein
±	Elektrolytkondensator gepolt	b)	b) Grobsicherung
24 V	Galvanische Zelle Batterie allgemein (Element, Sammler)	c)	c) Feinsicherung

Abb. 119 Übersicht über wichtige Bild- und Schaltzeichen (die Schaltzeichen nach den neuesten DIN-Vorschriften folgen später).

fernmeldelehrling.de

III. Fernmeldetechnik

B. Grundsätzliche Stromläufe

3. Sprechstellenschaltungen

Vortrag des BzBf Böckle:

Meine Kollegen!

Nachdem wir uns das letztemal mit den grundsätzlichen Schaltungen und der Arbeitsweise der gebräuchlichsten Fernsprechrelais befaßt haben, wollen wir uns heute den grundsätzlichen Sprechstellenschaltungen zuwenden.

Wie wir alle wissen, bedient man sich des Mikrophons zur Umsetzung der Schallschwingungen unserer Sprache in elektrische Ströme; zur Umsetzung dieser elektrischen Ströme in Schallschwingungen benutzen wir den Fernhörer. Rufen wir uns die Wirkungsweise dieser beiden wichtigen Apparatteile noch einmal ins Gedächtnis zurück.

Das **Mikrophon** ist weiter nichts als ein veränderlicher Widerstand, der den ihn durchfließenden Gleichstrom in seiner Stärke beeinflußt. Eine dünne Membrane aus Kohle oder Weißblech gerät durch Schallschwingungen in entsprechende mechanische Schwingungen und drückt dabei mehr oder weniger stark gegen Kohlekugeln oder Kohlegrus (vgl. Lehrbrief Nr. 3, S. 29/31). Hierdurch verändert sich der Gleichstromwiderstand im Mikrophonstromkreis; Stromschwankungen, die in gewissen Grenzen den Schallwellen entsprechen, sind die Folge.

Der **Fernhörer** nimmt sozusagen diese Stromschwankungen auf und setzt sie wieder in Schallwellen um. Wir wollen die Stromschwankungen in Zukunft „Sprechwechselströme" nennen, obgleich dieses Wort für die Gleichstromschwankungen nicht völlig einwandfrei ist. Ich komme im Verlauf dieses Vortrages noch einmal darauf zurück. Diese Sprechwechselströme verursachen den in meinem letzten Vortrag geschilderten Steuerfluß, der sich dem Dauerfluß des gepolten Elektromagneten im Fernhörer überlagert (vgl. Lehrbrief Nr. 11, S. 32/33). Hierdurch wird die Membrane des Fernhörers entsprechend beeinflußt. Wir wollen jetzt das Mikrophon und den Fernhörer eines Teilnehmers A mit dem Mikrophon und dem Fernhörer eines Teilnehmers B verbinden. Damit beide Mikrophone **gespeist** werden können, müssen wir eine Batterie an irgendeiner Stelle der Verbindungsleitung einschalten (Abb. 16).

Was geschieht jetzt? Der Gleichstrom aus der Batterie fließt über den Fernhörer und das Mikrophon des Teilnehmers A, weiter über

die Leitung (in Abb. 16 gestrichelt dargestellt) zum Mikrophon und Fernhörer des Teilnehmers B und von dort zur Batterie zurück.

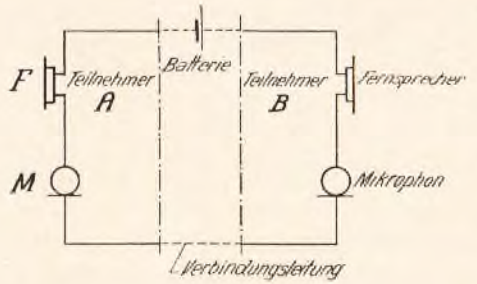


Abb. 16

Spricht jetzt Tln A gegen sein Mikrophon, so wird der Gleichstrom im Rhythmus der Sprache beeinflußt, und Tln B kann in seinem Fernhörer das Gesprochene wahrnehmen. Darüber hinaus hört selbstverständlich auch Tln A seine eigene Sprache in seinem Fernhörer. Nach dieser Schaltung arbeiteten früher einige einfache Haustelephonanlagen. Für den Betrieb bei der DBP ist diese Schaltung jedoch nicht geeignet. Warum wohl nicht? Wir wissen, daß die Membrane des Fernhörers infolge der Anzugskraft des Dauermagneten leicht durchgebogen ist oder, wie man sagt, eine gewisse mechanische **Vorspannung** erhält. Diese Vorspannung darf nicht so weit führen, daß die Membrane „klebt". Man kann daher (vgl. Lehrbrief Nr. 1, S. 41) den Abstand der Membrane von den Polschuhen des Dauermagneten so weit verändern, daß der günstigste Wirkungsgrad eingestellt wird. Fließt nun ein Gleichstrom durch die Fernhörerspulen, so beeinflußt das hierdurch entstehende Magnetfeld der Spulen den Dauermagnetismus des Fernhörermagneten je nach der Richtung des Gleichstromes. Es kann also geschehen, daß der Dauermagnetismus des Fernhörermagneten über Gebühr verstärkt oder geschwächt wird. Im ersten Falle wird die Membrane wahrscheinlich kleben, im zweiten Falle wird die mechanische Vorspannung zu gering sein. Die Folge wird sein, daß die Verständigung schlecht oder unmöglich ist. Daher gilt bei allen Fernhörer- und Mikrophonschaltungen der Grundsatz:

Fernhörer heraus aus Stromkreisen, die von Gleichstrom durchflossen werden!

Wie trennt man nun den Fernhörer vom Mikrophon? Das Mittel, das sich erfahrungsgemäß am besten hierfür eignet, ist die Induktionsspule. Diese Induktionsspule ist ähnlich aufgebaut wie ein Transformator. Auf einem geschlossenen Eisenkern sind zwei voneinander getrennte Wicklungen vorhanden, deren Windungszahlen

fernmeldelehrling.de

und Ohmsche Widerstände sich voneinander unterscheiden (vgl. Lehrbrief Nr. 3, S. 36).

Wir bezeichnen grundsätzlich die Wicklung, die mit dem **Mikrophon** zusammengeschaltet wird, als **Erst-** oder **Primärwicklung,** und die Wicklung, die mit dem **Fernhörer** verbunden wird, als **Zweit-** oder **Sekundärwicklung.** Da die Wicklungen nicht miteinander verbunden sind, liegen Mikrophon- und Fernhörerstromkreis voneinander getrennt; beide sind induktiv gekoppelt. Aus der Elektrotechnik wissen wir, daß sowohl schwankender Gleichstrom als auch Wechselstrom in der Sekundärwicklung eines Transformators immer **Wechselströme** induzieren. Im **Fernhörerstromkreis** haben wir demzufolge tatsächlich stets **Sprechwechselströme.**

Wir unterscheiden nach der Betriebsart bekanntlich

1. OB-Betrieb,
2. ZB-Betrieb,
3. W-Betrieb,

wobei wir zuerst den W-Betrieb nicht betrachten wollen, weil er lediglich eine besondere Form des ZB-Betriebes darstellt.

Für die Kollegen, die mit diesen Abkürzungen nicht vertraut sind, will ich deren Bedeutung aufschreiben:

OB = **Ort**s**b**atteriebetrieb,
ZB = **Z**entral**b**atteriebetrieb,
W = **W**ählbetrieb.

Unter OB verstehen wir also die Betriebsart, bei der die Mikrophonbatterie am **Ort** des Teilnehmers steht. Die Batterie speist also nur das Mikrophon **dieses** Teilnehmers. Beim ZB-Betrieb steht die Batterie in der **Vermittlungsstelle** (VSt). Sie speist also zentral **alle** Mikrophone der Teilnehmer, die an diese Vermittlungsstelle angeschlossen sind. Der W-Betrieb ist ein automatischer ZB-Betrieb Hier steht die Batterie auch zentral in der VSt.

Die beiden Betriebsarten, also OB- und ZB-Betrieb, bedingen demnach eine grundsätzlich unterschiedliche Schaltung von Mikrophon und Fernhörer. Wir wollen diese grundsätzlichen Schaltungen an Hand zweier Zeichnungen (Abb. 17a und 17b) betrachten.

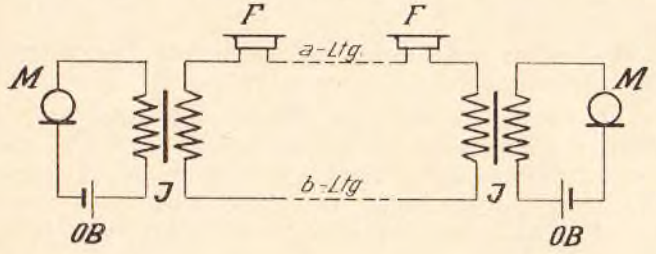


Abb. 17a Mikrophon- und Fernhörerschaltung im OB-Betrieb

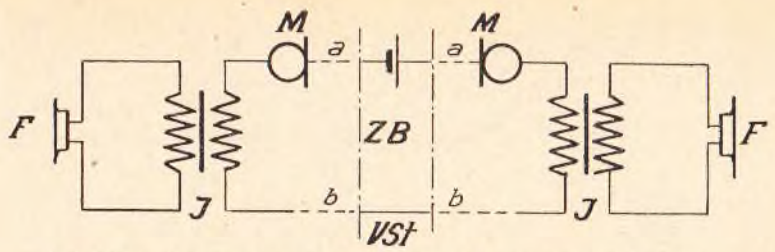


Abb. 17b Mikrophon- und Fernhörerschaltung im ZB-Betrieb

Um es zu wiederholen: Mikrophon und Fernhörer werden durch die Induktionsspule I voneinander getrennt, damit der Fernhörer nicht durch den Mikrophonspeisestrom ungünstig beeinflußt wird.

In dieser Zeichnung (Abb. 17a) sehen wir die Mikrophon- und Fernhörerschaltung bei OB-Betrieb. Wir erkennen, daß das Mikrophon M in einem besonderen Stromkreis (Mikrophonstromkreis) liegt und daß die Mikrophonbatterie (Ortsbatterie OB) beim Teilnehmer aufgestellt ist. Der Fernhörer F liegt **in** der Leitung, die zum anderen Teilnehmer bzw. zur Vermittlungsstelle führt.

In der anderen Zeichnung (Abb. 17b) sehen wir die Mikrophon- und Fernhörerschaltung bei ZB-Betrieb. Wir erkennen, daß Mikrophon und Fernhörer in ihrer Lage gegenüber der OB-Schaltung vertauscht sind. Hier liegt das Mikrophon M **in** der Leitung und der Fernhörer F (über die Induktionsspule I) **an** der Leitung. Bei ZB-Betrieb muß selbstverständlich das Mikrophon in der Leitung liegen, weil es von der Zentralbatterie gespeist wird.

Wir fassen das bisher Gesagte zusammen:

a) Bei OB-Betrieb liegt der **Fernhörer** in der Leitung, das **Mikrophon** (über die Induktionsspule) **an** der Leitung.

b) Bei ZB-Betrieb liegt das **Mikrophon** in der Leitung, der **Fernhörer** (über die Induktionsspule) an der Leitung.

Nach diesen Ausführungen will ich meinen heutigen Vortrag schließen.

OB-Sprechstellenschaltungen

Die Abb. 17a stellt noch keine vollständige OB-Sprechstellenschaltung dar. Es fehlen in ihr die Organe, die den **Anruf** entgegennehmen und die den anderen Teilnehmer oder die VSt **rufen** können, nämlich Wechselstromwecker und Kurbelinduktor.

Das Anruforgan — der Wechselstromwecker — muß **zwischen** a und b der Anschlußleitung liegen. Läge er **in** einem der beiden Zweige, so würde er bei einem ankommenden Ruf zwar ansprechen,

fernmeldelehrling.de

jedoch müßten hierbei auch die (Wechselstrom-)Widerstände der Induktionsspule und des Fernhörers überwunden werden. Hierdurch würde der Rufstrom unnötig geschwächt. Ein weiterer wichtiger Grund spricht auch dagegen: der Wechselstromwecker mit seinen Spulen und Eisenkernen stellt für die Sprechwechselströme einen hohen Wechselstromwiderstand dar, der die Sprechverständigung und die Sprechweite stark herabsetzt. Diese Nachteile werden umgangen, wenn der Wecker W zwischen den a- und b-Zweig geschaltet wird (Abb. 18). Allerdings ist diese Lösung noch nicht vollkommen, wie die genauere Betrachtung dieser Abbildung zeigt. Der ankommende Rufstrom fließt nicht nur über den Wecker W, sondern er verzweigt sich auch über den Fernhörer F und Induktionsspule I. Wir müssen also einen Kontakt einbauen, der den Fernhörerkreis vom Weckerkreis trennt, wenn der Teilnehmer nicht spricht, der Apparat sich also in der Ruhelage befindet. Auf der anderen Seite muß in der Arbeitslage, d. h. wenn der Teilnehmer spricht, der Wecker abgeschaltet und die Sprecheinrichtung (Mikrophon, Fernhörer und Induktionsspule) an die Leitung gelegt werden können. Diese Aufgabe wird bei Tischapparaten durch den **Gabelumschalter (GU),** bei Wandapparaten durch den **Hakenumschalter (HU)** erfüllt. Der GU bzw. HU betätigt demnach einen **Umschaltekontakt,** der in der Ruhelage den Wecker, in der Arbeitslage die Sprecheinrichtung an die Leitung legt (über Umschaltekontakte, vgl. Lehrbrief Nr. 10, S. 41). Dieser GU bzw. HU liegt so, wie in Abb. 19 dargestellt ist.

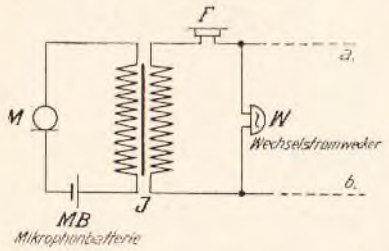


Abb. 18

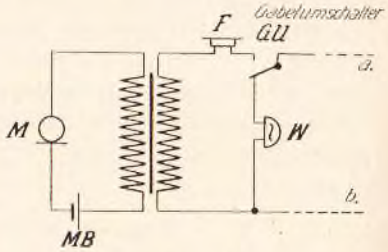


Abb. 19

Bei OB-Betrieb ergibt sich leider die Notwendigkeit, daß der Teilnehmer die VSt oder den anderen unmittelbar angeschlossenen Teilnehmer **selbst** rufen muß. Hierzu dient der **Kurbelinduktor** (vgl. Lehrbrief Nr. 5, S. 34). Auch dieser muß wie der Wechselstromwecker geschaltet werden, d. h. zwischen a und b der Anschlußleitung. Läge er **im** a- oder b-Zweig, so würde — wenn GU in Ruhelage — der größte Teil des Rufstromes über den eigenen Wecker gehen oder — wenn GU in Arbeitslage ist — über Fernhörer und Induktionsspule fließen. Zur VSt gelangt dann nur ein schwacher Teilstrom. Darüber hinaus ist es auch für den Teilnehmer lästig, wenn sein eigener Ruf entweder im eigenen Wecker oder Fernhörer stets zu vernehmen ist. Ferner stellt die Wicklung des Kurbelinduktors mit dem Doppel-T-Anker ebenso wie der Wechselstromwecker einen hohen Wechselstromwiderstand dar, der auf die Sprechwechselströme stark schwächend wirkt. Also auch hier:

Kurbelinduktor zwischen a und b!

Genau wie beim Wechselstromwecker, müssen wir durch einen Umschaltekontakt verhindern, daß der abgehende Ruf sich nicht nach innen, d. h. über den Wecker oder den Fernhörer und Induktionsspule, verzweigt, sondern daß er ausschließlich nach außen, d. h. zur VSt oder zum unmittelbar angeschlossenen Teilnehmer, gelangt. Dieser Umschaltekontakt wird durch die lange Feder des Kurbelinduktors betätigt. In der Ruhelage liegt sie an der a- oder b-Innenleitung, in der Arbeitslage liegt sie an einer Wicklung des Induktors.

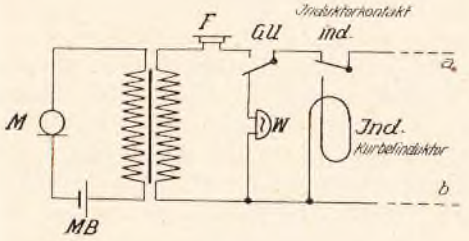


Abb. 20

Abb. 20 stellt die vollständige, grundsätzliche Schaltung eines OB-Apparates dar. „Ind" ist der Kurbelinduktor, „ind" der Induktorkontakt.

Bei einem OB-Apparat haben wir nach dem Vorhergesagten **vier** Stromkreise zu unterscheiden, nämlich

1. den Mikrophonstromkreis,
2. den Fernhörerstromkreis, gleichzeitig der Stromkreis für die ankommenden und abgehenden Sprechwechselströme,
3. den Weckerstromkreis für den ankommenden Ruf,
4. den Induktorstromkreis für den abgehenden Ruf.

Wir wollen jetzt die noch bei der DBP gebräuchlichen OB-Apparate behandeln. Als erster OB-Apparat stellt sich unser Veteran, der **Tischapparat OB 05** vor (vgl. Abb. 1, Lehrbrief Nr. 1, S. 39). Seine Schaltung zeigt Abb. 21. Sie ist nicht ganz so einfach wie die Schaltung Abb. 20; bei genauerer Betrachtung erkennen wir jedoch fast völlige Gleichheit. Verwirrend wirken vorerst die vielen Klemmen

fernmeldelehrling.de

(La, W, Lb, c, MB, MB), von denen La, Lb und die beiden MB-Klemmen am leichtesten zu deuten sind. La bedeutet Leitung a, Lb Leitung b und MB Mikrophonbatterie.

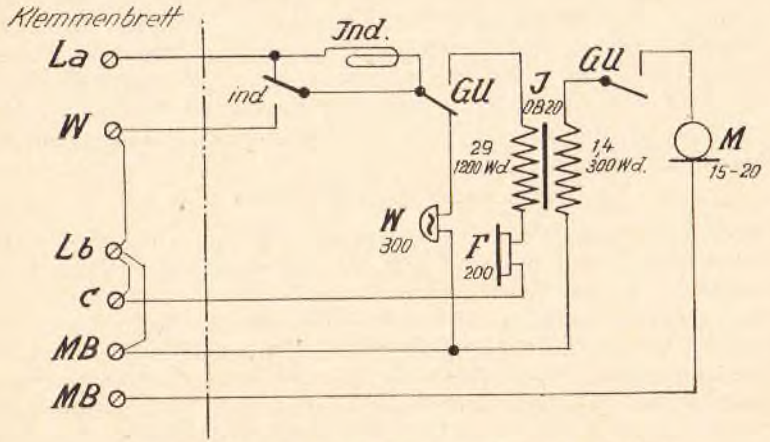


Abb. 21 Schaltbild des Tischfernsprechers OB 05

Der **Mikrophonstromkreis** hebt sich am klarsten hervor. In ihm erkennen wir einen zweiten GU-Kontakt als Arbeitskontakt. Er hat die Aufgabe, den Mikrophonstromkreis bei aufgelegtem Handapparat zu öffnen, damit die Mikrophonbatterie MB nicht vorzeitig verbraucht wird. Auch bei aufgelegtem Handapparat fließt über das Mikrophon ein schwacher Strom, der unterbunden werden muß.

Der **Weckerstromkreis** ist wie folgt geschlossen: La, geschlossener ind-Kontakt (Ruhelage), geschlossener GU-Kontakt (Ruhelage), Wecker, MB, Brücke MB — Lb. Der Wecker liegt hier also auch zwischen a und b der Leitung (vgl. Abb. 19 und 20).

Bei abgenommenem Handapparat ist der **Fernhörerkreis** geschlossen über La, geschlossener ind-Kontakt (Ruhelage), umgelegter GU-Kontakt (Arbeitslage), Zweitwicklung der Induktionsspule (29 Ohm, 1200 Windungen), Fernhörer F (200 Ohm), Klemme c, Lb. Es liegt also auch hier, wie in Abb. 20, der Fernhörer **in** der Leitung. Der Kurbelinduktor Ind liegt nur scheinbar in der a-Leitung. In der Ruhelage wird er jedoch über den geschlossenen ind-Kontakt kurzgeschlossen, so daß die ankommenden Ruf- bzw. Sprechwechselströme den richtigen Weg gemäß Abb. 20 finden können.

Auch der Kurbelinduktor Ind liegt in der Arbeitslage zwischen a und b. Wenn die Kurbel betätigt wird, legt ind um, und der

Rufstrom fließt vom Induktor über La, VSt, Lb, W, ind (nach unten, Arbeitslage) zum Induktor zurück. Die Verbindungen W — Lb, Lb — c, Lb—MB sind Laschenverbindungen, die für bestimmte Zwecke am Klemmenbrett aufgetrennt werden können. Wir wollen zunächst auf diese Möglichkeiten noch nicht eingehen. Es genügt zu wissen, daß wir in einem besonderen Falle, nämlich dann, wenn wir OB-Betrieb mit selbsttätiger Schlußzeichengabe haben, zwischen Lb und c — also im Fernhörerkreis — einen Kondensator schalten müssen.

Der OB 05, der ursprünglich mit einer alten Induktionsspule ohne geschlossenen Eisenkern ausgerüstet war, hat in der verbesserten Ausführung die Induktionsspule OB 20 (vgl. Lehrbrief Nr. 3, S. 36).

Das Anschalten des Apparates

Das Anschalten des Apparates ergibt sich aus dem Vorhergesagten. Die Klemmen La, W, Lb, c, MB, MB sind auf einem Klemmenbrett angebracht. Von diesem Klemmenbrett führt eine 6adrige Verbindungsschnur zum Apparat. Der a-Zweig der Anschlußleitung wird mit der Klemme La, der b-Zweig mit der Klemme Lb verbunden. Die Batterie, die sich in einem besonderen Batteriekasten befindet, schließen wir an die beiden MB-Klemmen an. An welche dieser beiden Klemmen wir + oder — der Batterie anschließen, spielt keine Rolle. Haben wir OB-Betrieb mit selbsttätiger Schlußzeichengabe, was in der Regel der Fall sein dürfte, so muß die Laschenverbindung Lb — c aufgetrennt werden. Zwischen die Klemmen Lb und c ist dann ein Kondensator zu 1 μF zu schalten.

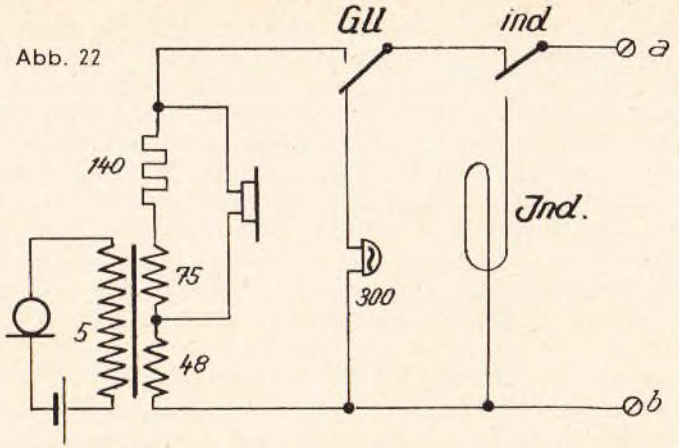
Falls ein zweiter Wecker angebracht werden soll, ist die Laschenverbindung MB — Lb aufzutrennen und die Verbindungsleitungen zum zweiten Wecker an diese Klemmen zu legen. Beide Wecker sind dann hintereinander geschaltet.

Man kann aber auch den zweiten Wecker zwischen die Klemmen W und MB schalten, wenn die Laschenverbindung MB — Lb aufgetrennt worden ist. (Siehe hierzu auch Lehrbrief 5, Seite 41.)

Der Tischapparat W/OB 35

Die Schaltung des Tischapparates W/OB 35 für OB-Betrieb unterscheidet sich von der Abb. 20 lediglich durch eine neuartige Induktionsspule, die Dämpfungsspule genannt wird. Auf diese wird bei der Behandlung der W-Apparate näher eingegangen werden. Selbstverständlich sind die Einbauteile gegenüber dem OB 05 neuzeitlicher, ohne daß sich jedoch etwas an der Wirkungsweise ändert. Die Schaltung für reinen OB-Betrieb zeigt Abb. 22. Da dieser Apparat nur geringe Verwendung findet, soll er lediglich erwähnt werden. Das gleiche trifft für den OB 33, auch Feldfernsprecher 33 genannt, zu.

fernmeldelehrling.de



Teilstromkreis des Tischfernsprechers W/OB 35 für reinen OB-Betrieb

Das Anschalten des Apparates

Auf der Klemmdose des Apparates befinden sich sechs Klemmen: a, W2, b, MB, MB, E. An die Klemmen a und b wird die Leitung gelegt, an die beiden MB-Klemmen die Batterie. Die Klemme E (Erde) bleibt unbeschaltet. Ein zweiter Wecker wird zwischen die Klemmen W2 und b geschaltet.

Der Tischapparat OB 46

Auch dieser Apparat — als modernste Entwicklung der OB-Apparate — braucht nur kurz gestreift zu werden. Er ist ein reiner OB-Apparat, dessen Schaltung völlig der des W/OB 35 für OB-Betrieb entspricht mit dem Unterschied, daß die Induktionsspule andere Werte hat.

Im Fernhörerstromkreis ist ein Kondensator zu 0,5 μ F **fest** eingebaut.

Das Anschalten des Apparates

Zum Anschließen des Apparates dient eine Klemmdose mit fünf Klemmen in folgender Anordnung (Abb. 23):

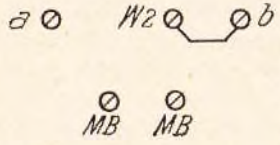


Abb. 23

Der a-Zweig der Anschlußleitung ist an Klemme a, der b-Zweig an Klemme b zu legen. Zwischen den Klemmen W2 und b besteht eine Laschenverbindung, die aufzutrennen ist, falls ein zweiter Wecker eingebaut werden soll. Er ist dann an W2 und b anzuschließen. Die beiden MB-Klemmen dienen zum Anschluß der Mikrophonbatterie.

VI. Deutsch

B. Wortlehre

Das Eigenschaftswort

Das Eigenschaftswort ist eine nähere Bestimmung des Hauptwortes. Es tritt im Satze als **Aussage** oder als **Beifügung** auf.

Das **aussagende Eigenschaftswort** steht **immer in der Grundform,** es bleibt unverändert.

Richtig:	**Falsch:**
Die Arbeit war **schwer.**	Die Arbeit war eine schwere.
Sein Mißtrauen war **berechtigt.**	Sein Mißtrauen war ein berechtigtes.
Die Unkosten sind **bedeutend.**	Die Unkosten sind bedeutende.
Meine Hoffnung ist nicht **groß.**	Meine Hoffnung ist keine große.

Die **falsche** Satzbildung klingt zudem sehr steif und unbeholfen, sie ist streng zu vermeiden.

Eigenschaftswörter in der Grundform erfordern häufig eine Ergänzung:

> Der Beamte war sich **seiner Pflicht** bewußt.
> Das Ohmsche Gesetz war **ihm** bekannt.
> Der Jubilar war **sechzig Jahre** alt.

Die Ergänzung . . . „seiner Pflicht" . . . steht im 2. Fall,
. . . „ihm" . . . im 3. Fall,
. . . „sechzig Jahre" . . . im 4. Fall.

Folgende Eigenschaftswörter erfordern eine Ergänzung im

2. **Fall:** schuldig, bedürftig, verdächtig, fähig, sicher, voll, ansichtig, gewahr, kundig,
3. **Fall:** angenehm, recht, lästig, bekannt, unbequem, schrecklich, schlecht, schädlich,
4. **Fall:** alt, schuldig, wert, klein, groß, hoch, lang, breit, dick.

Die Eigenschaftswörter **schuldig, wert** und **voll** können sowohl mit dem 2. als auch mit dem 4. Fall verbunden werden.

Beispiele: Der Angeklagte war **des Diebstahls** schuldig (2. Fall).
Der Käufer blieb noch **einige Mark** schuldig (4. Fall).
Eigener Herd ist **Goldes** wert (2. Fall).
Die getauschte Briefmarke war **die Mark** wert (4. Fall).
Der Rock ist **voll schwarzer Flecken** (2. Fall).
Die Kanne ist **voll Öl** (4. Fall).

fernmeldelehrling.de

Übung: Wie heißt die Fall-Endung?

Der Fahrer war d— Weg— kundig. Der Kollege blieb ih— d— Antwort schuldig. Jeder Arbeiter ist sein— Lohn— wert. Franz ist sein— Bruder sehr ähnlich. Der Aufstieg war d— Anstrengung wert. Ich bin mi— kein— Schuld bewußt. Der BTrf ist gestern vierzig Jahr— alt geworden. Mein Bruder ist d— englisch— Sprache mächtig. D— Reinen ist alles rein. Der Aufgang war viel— Stufen hoch.

Die Biegung des Eigenschaftswortes

Wird das Eigenschaftswort als Beifügung gebraucht, so unterliegt es den Gesetzen der Biegung.

Das **beigefügte** Eigenschaftswort
mit Geschlechtswort wird **schwach,**
ohne Geschlechtswort **stark** gebeugt.

Es muß heißen:	in **der** bekannt**en** Weise	(schwach)
	in bekannt**er** Weise	(stark)
	der besser**en** Wirkung wegen	(schwach)
	besser**er** Wirkung wegen	(stark)

Bei der **schwachen** Biegung endigt das Eigenschaftswort immer auf **en,** mit Ausnahme des ersten Falles.

Bei der **starken** Biegung nimmt das Eigenschaftswort die Endung an, die bei der schwachen Biegung das Geschlechtswort trägt.

Übung: Es soll die richtige Fall-Endung gesetzt werden!

aus U-förmig gepreßt— Stahlblech; mit ein— dunkelgrün— Deckanstrich; bei ein— ordnungsmäßig hergestellt— Ankerbund; bei heftig—, stark— Schneefall; bei zu groß— Belastung; dank d— sorgfältig— Auskundung; von salzhaltig— Wasser; mit größt— Sorgfalt; aus d— bei d— Baustellen befindlichen Sonderdruck—; wegen d— einzig— offen— und schmal— Aufgang—; infolge der gering— Hemmung.

Die Steigerung des Eigenschaftswortes

Es ist bekannt, daß man drei Steigerungsstufen unterscheidet. Aus der **Grundstufe** entsteht durch Anhängen der Endung „er" die **1. Steigerungsstufe,** durch Anhängen der Endung „sten" die **2. Steigerungsstufe.**

fleißig — fleißiger — am fleißigsten

Die meisten Eigenschaftswörter steigern regelmäßig.

Unregelmäßig steigern: **gut,** besser, am besten,
gern, lieber, am liebsten,
viel, mehr, am meisten.

Einige Eigenschaftswörter können nicht gesteigert werden, z. B. leer, voll, halb, ganz, tot, dreieckig, einzig.

Man kann eine Steigerung aber auch ausdrücken:

1. durch **Vorsetzen von Umstandswörtern:** sehr, außerordentlich, äußerst, besonders, ungemein, überaus;
   z. B. eine **sehr** schwere Aufgabe, die **äußerst** gefährliche Kurve, ein **besonders** eifriger Lehrgangsteilnehmer, eine **ungemein** schwierige Lage, die **überaus** rege Beteiligung.
2. durch **Anwendung zusammengesetzter Eigenschaftswörter:** ein **riesen**großer Mann, die **stahl**harte Faust, die **tot**kranke Mutter, der **stock**dumme Lehrling, das **kristall**klare Wasser.

Wir vergleichen

1. Die Biene ist fleißig.
   Die Ameise ist fleißig.
   Die Biene ist so fleißig **wie** die Ameise.
   Die **Gleichheit** wird mit **wie bezeichnet.**
2. Tannenholz ist hart.
   Eichenholz ist härter.
   Eichenholz ist härter **als** Tannenholz.
   Bei **Ungleichheit** heißt es **als.**

Übung: wie oder **als?** Stahl ist härter — Eisen. Die Ostsee ist nicht so tief — die Nordsee. Der Rhein ist länger — die Weser, aber kürzer — die Donau. Der Arbeitskamerad ist kränker, — er meint. Der Wurm kriecht so langsam — die Schnecke. Die Rasierklinge ist schärfer — das Taschenmesser. Wir kennen Menschen, die sind so fleißig — eine Ameise, neugieriger — eine Ziege, dumm — eine Gans, stolz — ein Pfau, redseliger — ein Papagei. Trinke nicht mehr, — du vertragen kannst. Häufig kommt es anders, — man denkt.

VIII. Übungsarbeit

Die Übungsarbeiten sind bis zum 15. November einzusenden.

I. Fernmeldebau

Das für den Sprechstellenbau verwendete Leitungsmaterial ist zu beschreiben.

II. Elektrotechnik

a) Folgende **Fragen** sind schriftlich zu beantworten:

fernmeldelehrling.de

1. Wie entsteht Elektromagnetismus?
2. Von welchen Größen ist die Stärke des Elektromagnetismus abhängig?
3. Welches ist der Unterschied zwischen einem neutralen und einem polarisierten Elektromagnet?
4. Was versteht man unter einem elektromagnetischen Relais und aus welchen Teilen besteht es?
5. Warum verwendet man eine bifilare Wicklung?

III. Fernmeldetechnik

1. Es ist ein Gleichstromwecker mit Selbstunterbrechung einschließlich Batterie und Einschaltetaste zu zeichnen (Schaltschema).
2. Zeichne a) einen Arbeitskontakt,
   b) einen Ruhekontakt,
   c) einen Umschaltekontakt.

Liebe Kollegen!

Mit diesem Heft **endet das 2. Semester!** Leider ist es dem Hauptvorstand nicht möglich, die Semestergebühr für das 3. Semester — wie beim 2. Semester — noch einmal zu senken, weil während des 2. Semesters keine weiteren Anmeldungen eingingen.

Für das 3. Semester bleiben also die Semestergebühren in der gleichen Höhe bestehen wie im 2. Semester. Wir stellen zur Unterrichtung der Lehrgangsteilnehmer noch einmal die Beiträge für den Fernlehrgang A (F) zusammen.

Die **Semestergebühr** betrug:

a) im **1. Semester** für Mitglieder der DPG . . . . . 11,— DM
für Nichtmitglieder . . . . . 22,— DM

b) im **2. Semester** für Mitglieder der DPG . . . . . 10,— DM
für Nichtmitglieder . . . . . 21,— DM

c) im **3. Semester** für Mitglieder der DPG . . . . . **10,— DM**
für Nichtmitglieder . . . . . **21,— DM**

Die Kosten für die Teilnahme am gesamten Fernlehrgang, also während 3 Semester, betragen:

a) **für Mitglieder der DPG** . . . . . **31,— DM**

b) **für Nichtmitglieder** . . . . . **64,— DM**

Dortmund, 20. September 1954

Die Lehrgangsleitung

Westfalendruck, Dortmund 1726