



Die Deutsche Arbeitsfront

Das Grundwissen des Telegraphenbau- handwerkers

Teil III

Herausgeber: Der Reichsorganisationsleiter der NSDAP.

Das Grundwissen des Telegraphenbau- handwerkers

Teil III

2. Auflage

Als Manuskript gedruckt

Nr. 372

Verantwortlich:

Amt für Berufserziehung und Betriebsführung der Deutschen Arbeitsfront

Bearbeitet von:

Sachamt Energie - Verkehr - Verwaltung, Abteilung Berufserziehung
in Zusammenarbeit: Amt für Berufserziehung und Betriebsführung

Zu beziehen durch:

Lehrmittelzentrale der Deutschen Arbeitsfront, Berlin-Zehlendorf, Teltower Damm 87/91

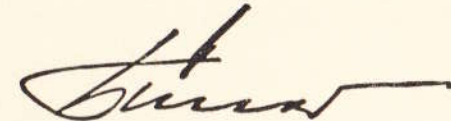
Vorwort

Die Teile I und II der Arbeitsunterlage „Das Grundwissen des Telegraphenbauhandwerkers“ sind bei der Berufserziehung der Telegraphenbauarbeiter mit Erfolg verwendet worden. Der vorliegende III. Teil der Arbeitsunterlage erweitert das in Betracht kommende Stoffgebiet, indem die Fernsprechapparate (Bauart und Stromlauf), die Fernsprechämter als Vermittlungsstellen, die Meßkunde, die Beeinflussung der Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen usw. eingehend behandelt werden. Die beiliegenden zahlreichen Zeichnungen wollen das Eindringen in die Telegraphenbautechnik erleichtern.

Um die Bearbeitung haben sich in Verbindung mit unserer Abteilungs Berufserziehung verdient gemacht: Herr techn. Telegrapheninspektor J. Müller, Karlsruhe, Leiter unserer Postlehrgänge und Arbeitsgemeinschaften im Gau Baden, Herr Postamtmannt Wilberg, Berlin, Schriftleiter der Zeitschrift „Die Postdienstschule“, Ausgabe B, und unser fachlicher Mitarbeiter Herr Telegrapheninspektor Lorenz, Berlin, wofür ihnen besonderer Dank gebührt.

Wir hoffen, daß auch der vorliegende III. Teil ein gutes Hilfsmittel für die Lehrgemeinschaften zur Vorbereitung für die Telegraphenbauhandwerkerprüfung darstellt. Darüber hinaus wird auch der Telegraphenbauhandwerker selbst an Hand dieser Unterlage sein Berufswissen gern vertiefen und auffrischen.

Heil Hitler!



Leiter des Fachamtes Energie — Verkehr — Verwaltung.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I. Fernsprechapparate (Bauart, Stromläufe) . . .	7
1. Grundschaltung eines Fernsprechgehäuses OB . . .	8
a) Ankommender Rufstrom	8
b) Abgehender und ankommender Sprechstrom . . .	9
c) Abgehender Ruf	9
d) Grundschaltbild eines OB-Apparates	10
2. Grundschaltung eines ZB-Fernsprechgehäuses . . .	10
Entwicklung des Grundschaltbildes	11
3. Grundschaltung eines Fernsprechgehäuses für den Wählerbetrieb	12
Entwicklung des Grundschaltbildes	13
4. Schaltung von zweiten Weckern	15
5. Anschlußdosenanlagen	16
6. Nebenstellenanlagen (N-Anlagen)	17
a) Allgemeines	17
b) Stromversorgung der N-Anlagen	18
c) Speisung über besondere Speiseleitung	24
II. Fernsprechämter (VSt)	27
1. Allgemeines	27
2. Handämter mit OB-Betrieb	27
3. Grundzüge der Vielfachschaltung	32
4. Handämter mit ZB-Betrieb	36

III. Meßkunde	39
1. Allgemeines	39
2. Das Weicheisengerät	41
3. Strommesser	41
4. Spannungsmesser	42
5. Erweiterung des Meßbereiches	46
a) Strommesser	46
b) Spannungsmesser	47
6. Die Wheatstonesche Brücke	48
7. Anwendung der Brückenschaltung bei Widerstandsmessungen	51
8. Wechselstrommessungen	52
9. Prüfen der Verbindungsstellen in Leitungsdrähten	54
IV. Beeinflussung der Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen	57
Starkstromschuß	58
a) Allgemeines	58
b) Mindestabstände zwischen Starkstrom- und Fernmeldeanlagen	59
c) Ueberschneidung der Fernmeldeleitungen durch N-Anlagen	60
d) Parallelführung	61

I. Fernsprechapparate

Bauart. Je nach dem Verwendungszweck unterscheidet man Tisch- und Wandapparate. Auf die Einzelheiten der Ausführungsformen soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Stromläufe. Die grundsätzliche Schaltung der Sprechstellen für OB- und ZB-Betrieb haben wir bereits kennengelernt. (Bei OB-Schaltung liegt der Fernhörer in der Leitung, das Mikrophon im Ortsstromkreis. Bei der ZB-Schaltung ist es gerade umgekehrt.) In den Abb. 1 und 2 ist dies nochmals dargestellt. Im folgenden

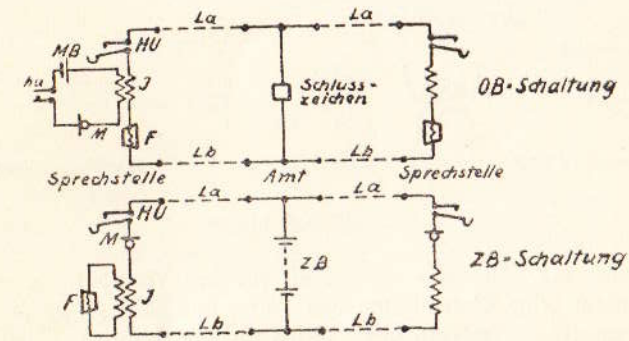


Abb. 1 und 2

werden die Schaltungen der Fernsprechapparate ausführlicher behandelt. Dabei ist bewusst alles, was nicht von grundsätzlicher Bedeutung ist, weggelassen worden, so daß man die Schaltungen als sogenannte **Grundschaltungen** ansprechen kann.

Allgemein ist zur Schaltungslehre zu sagen: Will man die Schaltung einer Einrichtung kennenlernen, so ist zuvor erforderlich, daß man die Bedeutung der einzelnen Schaltelemente sowohl in elektrischer Hinsicht als auch in betrieblicher Art kennt. Nur so ist in der Praxis eine rasche Störungseingrenzung möglich. Nachdem wir den Zweck und das Verhalten der für einen Fernsprechapparat erforderlichen Schaltelemente bereits kennengelernt haben, wollen wir die Grundschaltung eines OB-Gehäuses entwickeln.

1. Grundschaltung eines Fernsprechgehäuses DB

Bei einer Sprechstelle müssen Einrichtungen zum Sprechen, zum Hören, zum Erufen des Amtes sowie eine Einrichtung zur Anzeige des Rufes vom Amt vorhanden sein. Das DB-Gehäuse enthält somit folgende Apparateile: ein Mikrophon mit Induktions-spule, einen Fernhörer, einen Kurbelinduktor und einen Wecker. Zur Speisung des Mikrophons bei jeder Sprechstelle ist eine besondere Stromquelle (Trockenelement) vorhanden. Hinzu kommt ferner noch der bei jeder Sprechstelle erforderliche Umschalter (Gabel- oder Hakenumschalter). Dieser hat die Aufgabe, die Leitung vom Wecker auf den Fernhörer umzuschalten und umgekehrt und den Mikrophonkreis im Ruhezustand zu unterbrechen. Haken- und Gabelumschalter

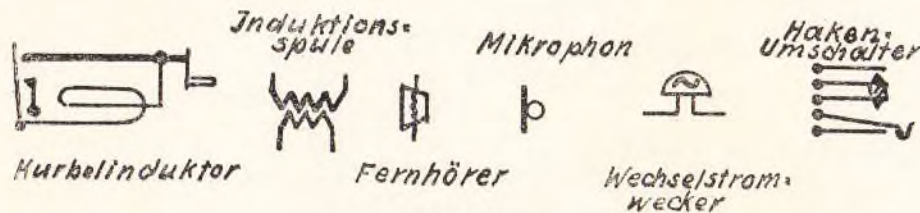


Abb. 3 bis 8

dienen als Ruhelage oder Last für den Fernhörer oder Handapparat (eine Vereinigung von Hörer und Mikrophon zu einem Apparat) und werden durch dessen Gewicht betätigt. Die einzelnen Apparateile werden in den Schaltzeichnungen durch Kurzzeichen gemäß Abb. 3–8 angedeutet. — Die einzelnen Teile sind so miteinander zu verbinden, daß das Fernsprechgehäuse betriebsfähig ist.

a) Ankommender Rufstrom.

Wir betrachten zuerst den ankommenden Ruf. Vom Amt her gelangt über den a-Zweig Rufstrom zur Sprechstelle, der den Wecker betätigen soll. Der Rufstrom soll die Wicklung des Induktors nicht durchfließen, weil diese mit ihrem 200-Ohm-Widerstand den Rufstrom unnötig schwächen würde. Deshalb ist der Induktor mit einem selbsttätig arbeitenden Umschaltekontakt ausgerüstet (Abb. 9).

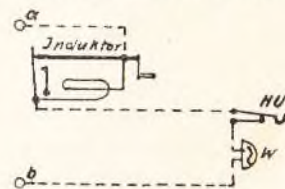


Abb. 9

Der Rufstromkreis muß sich bei angehängtem Fernhörer über den Wecker zum b-Zweig schließen. Demnach sind die in Abb. 9 gestrichelt gezeichneten Verbindungen herzustellen. Damit haben wir einen geschlossenen Stromkreis für den ankommenden Rufstrom hergestellt. Der Wecker kann ansprechen. Stromlauf: a-Zweig, Ruhelkontakt am Induktor, Ruhelkontakt am HU, Wecker, b-Zweig.

b) Abgehender und ankommender Sprechstrom.

Nach dem Ertönen des Weckers nimmt der Teilnehmer den Handapparat ab. Dadurch schaltet er den Wecker ab und den Fernhörer ein und schließt gleichzeitig den Stromkreis für das Mikrophon. Wir haben demnach folgende Verbindungen herzustellen: Stromkreis des ankommenden Sprechstromes: a-Zweig, Ruhelkontakt am Induktor, Arbeitskontakt am HU, J, F, b-Zweig und J, B, HU, M, J. Spricht der Teilnehmer, so wird in der Zweitwicklung von J ein Wechselstrom erzeugt, der über die a-Leitung zum Fernhörer des fernen Teilnehmers gelangt. (Siehe auch die gestrichelten (.....) Linien in der Abb. 10.)

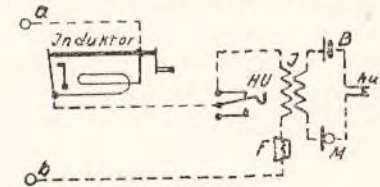


Abb. 10

c) Abgehender Ruf.

Will der Teilnehmer das Amt rufen, so muß er den Kurbelinduktor betätigen. Im Kurbelinduktor wird nach den uns bekannten Gesetzen der Induktion Wechselstrom erzeugt, der im Amt ein Anrufzeichen (Klappe) betätigt. Die Wicklung des Induktors muß während der Stromabgabe in Brücke zwischen dem a- und dem b-Zweig liegen; der eigene Wecker soll dabei nicht vom Rufstrom durch-

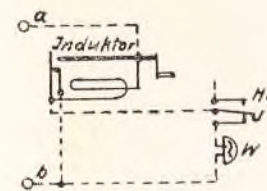


Abb. 11

flossen werden, um diesen nicht unnütz zu schwächen. Das wird erreicht durch den beim Drehen der Induktorkurbel selbsttätig in Arbeitsstellung gehenden Umschalter, der dabei den Kurzschluß der Induktorewicklung aufhebt und diese an den b-Zweig schaltet, den eigenen Wecker kurzschließend. Es sind demnach die in der Abb. 11 durch gestrichelte (.....)

Linien dargestellten Verbindungen herzustellen. Damit haben wir die Grundschaltung an Hand der einzelnen Betriebsvorgänge entwickelt.

d) Grundschaltbild eines ZB-Apparates (Abb. 12).

Es ist zu beachten, daß in den Schaltzeichnungen die Kontakte, Schalter usw. immer in der Ruhelage dargestellt werden.

Zum Abschluß wollen wir den Stromlauf im schwarzen Schaltbuch betrachten und dabei die einzelnen Stromkreise verfolgen. Der dort im Hörerkreis eingeschaltete Kondensator ist für die selbsttätige Schlusszeichengabe erforderlich. Hierauf wird bei Behandlung der Vermittlungsstellen eingegangen werden.

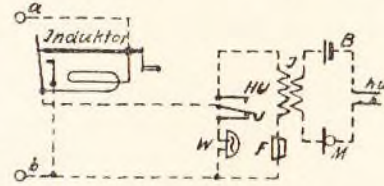


Abb. 12

2. Grundschaltung eines ZB-Fernsprechgehäuses

Beim ZB-Betrieb erfolgt die Speisung der Mikrophone aus der bei der Vermittlungsstelle aufgestellten gemeinsamen Batterie. Eine örtliche Mikrophonbatterie ist daher bei der Sprechstelle nicht mehr erforderlich. Weiter fällt der Ruffstromerzeuger (Kurbelinduktor) bei der Sprechstelle weg, weil der Anruf des Amtes beim ZB-Betrieb durch Gleichstrom erfolgt. Zu diesem Zweck wird jeder Anschlußleitung im Amt ein Anrufrelais (AR) zugeordnet, das seinerseits Spannung von der gemeinsamen Batterie erhält. Sobald der Teilnehmer den Hörer abnimmt, wird durch den Haken- oder Gabelumschalter der Stromkreis geschlossen. AR im Amt spricht an und schließt mit seinem Kontakt an den Stromkreis der Anruflampe (AL). Durch das Aufleuchten der AL wird die Beamtin zum Abfragen aufgefordert. Diese Art von Anruf bezeichnet man als Gleichstromanruf. Man benutzt den Stromkreis für die Speisung der Mikrophone also gleichzeitig für die Signalgabe. Die Ausnutzung ein und desselben Stromkreises

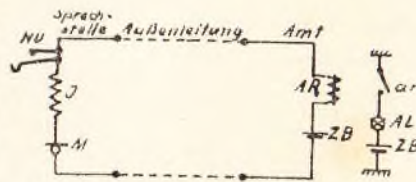


Abb. 13

für verschiedene Zwecke wird bei den Amtsschaltungen vielfach angewendet. Der Gleichstromanruf ist in der Abb. 13 dargestellt. Das Amt ruft die Sprechstelle mit Wechselstrom (Rufmaschine, Polwechsler).

Entwicklung des Grundschaltbildes.

Bei einer ZB-Schaltung haben wir folgende drei Stromkreise zu unterscheiden:

a) Der Mikrophonstromkreis. In ihm liegen die ZB des Amtes, der a-Zweig der Anschlußleitung, das Mikrophon, der Haken- oder Gabelumschalter, die Erstwicklung der Induktionspule und der b-Zweig der Leitung.

b) Der Fernhörerstromkreis. Er wird gebildet durch die Zweitwicklung der Induktionspule und den Fernhörer.

c) Der Weckerstromkreis. Die Wecker liegen bei allen ZB-Apparaten dauernd (auch während des Gesprächs) in Brücke zwischen dem a- und dem b-Zweig. Sie haben einen so hohen Wechselstromwiderstand (Drosselwirkung), daß sie für Sprechwechselströme so gut wie völlig undurchlässig sind. Für den Mikrophon-Gleichstrom wird die Weckerbrücke durch einen Kondensator gesperrt.

Wir zeichnen nunmehr die einzelnen Schaltelemente der Stromkreise auf (Abb. 14) und verbinden sie so miteinander, daß stromfähige Brücken und geschlossene Stromkreise entstehen.

Vereinigt man diese drei Teilschaltungen miteinander, dann erhält man das Grundschaltbild.

Die Schaltung ist jedoch noch nicht vollkommen. Durch Verkanten des Handapparates kann bekanntlich im Mikrophon eine Unterbrechung eintreten. Da-

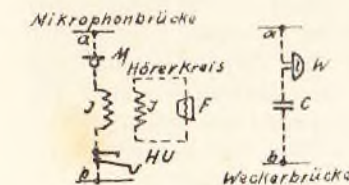


Abb. 14

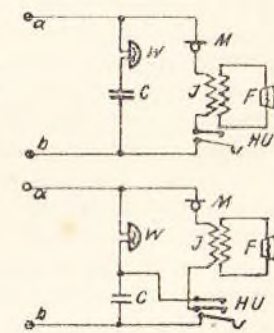


Abb. 15

mit ist aber gleichzeitig die Gleichstromschleife zum Amt hin unterbrochen. Dies wird im Amt durch die sogenannte Schlußlampe angezeigt. Beim Aufleuchten der Schlußlampe trennt die Beamtin die Verbindung. Um diese „vorzeitige Trennung“ zu verhüten, wird das Mikrophon durch einen Gleichstromwiderstand überbrückt. Man verwendet zu diesem Zweck meist den Wecker, indem man von der Weckerbrücke aus eine Verbindung zu einem besonderen Kontakt des Hakenumschalters herstellt.

In letzter Zeit sind auch Sprechkapseln entwickelt worden, die auch bei horizontaler Lage der Membrane keine Unterbrechung des Mikrophonstromes bewirken. Bei Verwendung derartiger Sprechkapseln ist selbstverständlich die eben besprochene Überbrückung des Mikrophons entbehrlich. Wie das Grundschaltbild endgültig aussieht, ergibt die Abb. 15.

3. Grundschaltung eines Fernsprechgehäuses für den Wählerbetrieb

Der Wählerbetrieb (W-Betrieb) unterscheidet sich hinsichtlich der Speisung der Sprechstellen nicht vom ZB-Betrieb. Der Teilnehmer ruft wie beim ZB-Betrieb das Amt mit Gleichstrom an. Das Gehäuse für W-Betrieb enthält daher die gleichen Schaltelemente, wie ein ZB-Gehäuse. Für die Eigenart des W-Betriebes ist beim Teilnehmer nur eine Zusazeinrichtung, die Nummernscheibe (N), erforderlich. Mit Hilfe der N steuert der Teilnehmer die Wähler bei der Vermittlungsstelle. Wenn der Teilnehmer eine Rufnummer wählt, so unterbricht er entsprechend oft die Leitungsschleife (bei Wahl der Nummer 37 z. B. wird die Leitungsschleife zuerst dreimal und dann nach kurzer Pause, die durch das Aufziehen der N bedingt ist, siebenmal unterbrochen). Diese Unterbrechungen werden bei der Vermittlungsstelle in Stromstöße umgeformt, die die Kraftmagnete der Wähler entsprechend betätigen. Der Wähler wird auf diese Weise vom Teilnehmer aus ferngesteuert. Die Nummernscheibe besitzt zu diesem Zweck einen Unterbrecherkontakt, der im a-Zweig der Anschlußleitung liegt (Abb. 16). Damit die Knackgeräusche beim Unterbrechen nicht den eigenen Fernhörer beeinflussen und damit nicht unbeabsichtigte Unterbrechungen der Mikrophonschleife zu Fehlverbindungen führen, hat die N noch einen weiteren Kontakt, der während des Wählvorganges die Mikrophon- und die Weckerbrücke kurzschließt. Dieser

Kontakt liegt zwischen dem a- und b-Zweig hinter dem nsi-Kontakt (Abb. 17). Der Unterbrecherkontakt (Impulskontakt) heißt nsi-Kontakt, der andere Kontakt wird nsa-Kontakt genannt. Den Aufbau der Nummernscheibe im einzelnen werden wir bei der Besprechung der Vermittlungsstellen für den W-Betrieb näher kennenlernen.

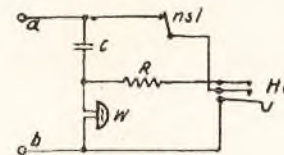


Abb. 16

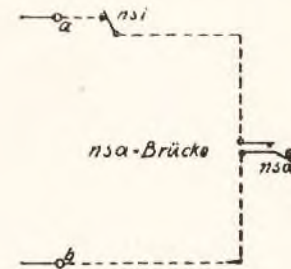


Abb. 17

Entwicklung des Grundschaltbildes.

Bei einem W-Gehäuse sind drei Stromwege zu unterscheiden:

a) Die Mikrophonbrücke. Sie führt vom a-Zweig über den nsi-Kontakt, das Mikrophon, den Kontakt des Hakenumschalters und über die Erstwicklung der Induktionspule zum b-Zweig.

b) Der Fernhörererkreis. Dieser wird aus der Zweitwicklung der Induktionspule und dem Fernhörer gebildet.

c) Die Weckerbrücke. Der Apparatwecker liegt wie beim ZB-Betrieb in Brücke zwischen dem a- und dem b-Zweig der Anschlußleitung. In Reihe mit ihm ist ein Kondensator als Gleichstromsperrschaltung geschaltet. Zur Aufrechterhaltung des Gleichstromflusses bei Unterbrechungen im Mikrophon ist der Wecker in der bereits besprochenen Weise dem Mikrophon während des Gespräches parallel geschaltet. In dieser Brücke liegt noch ein Ohmscher Widerstand. Dieser dient zusammen mit dem Kondensator der Weckerbrücke zur Funkenlöschung für den nsi-Kontakt. Beim W-Betrieb beträgt die Spannung 60 Volt. Durch die kurz aufeinanderfolgenden Unterbrechungen des Gleichstromkreises bei Wahl einer Rufnummer treten am nsi-Kontakt starke Öffnungsfunken auf, die den Kontakt durch Verbrennung beschädigen. Wir schalten dem Kontakt daher einen aus Kondensator und Widerstand bestehenden Funkenlöcher parallel.

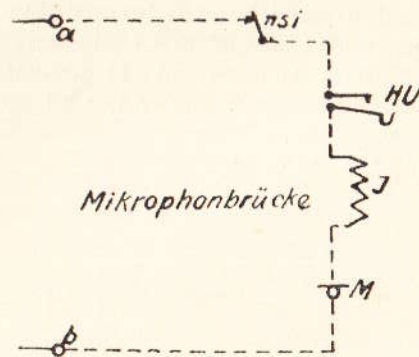


Abb. 18

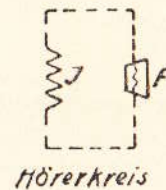


Abb. 19

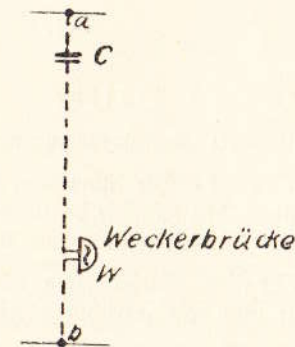


Abb. 20

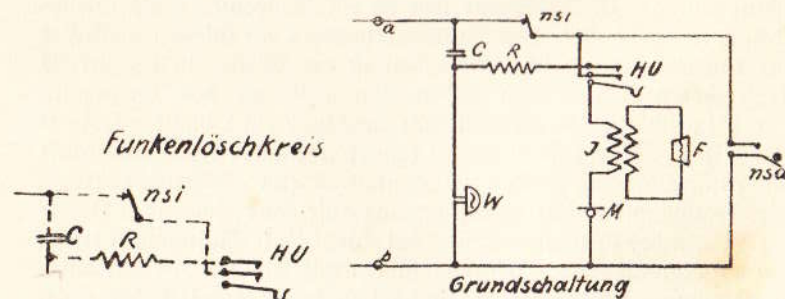


Abb. 21

Abb. 22

Wir zeichnen nun wieder die Teilschaltungen auf und verbinden sie so miteinander, daß geschlossene Brücken und Stromkreise entstehen (Abb. 17—21). Vereint man diese Stromkreise und -brücken miteinander, so erhält man das Grundschaltbild (Abb. 22).

4. Schaltung von zweiten Weckern

Die Schaltung der zweiten Wecker ist von der Betriebsweise des Netzes abhängig. Bei den Fernsprechapparaten für OB-Betrieb ist der Apparatwecker während des Gesprächszustandes abgeschaltet;

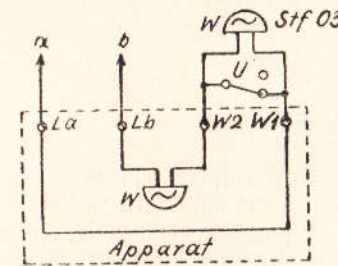


Abb. 23

er beeinflusst daher die Sprechströme nicht. Auch ist eine Widerstandszunahme im Weckerkreis durch das Anschalten eines zweiten Weckers bei der Leistung der Rufstromquelle unbedenklich. Beim OB-Betrieb werden deshalb die zweiten Wecker und Apparatwecker hintereinandergeschaltet. Zum Abschalten des zweiten Weckers kann noch ein Umschalter V eingebaut werden. Als zweite Wecker werden W Stf 03 verwendet. Die Anschaltung eines zweiten Weckers ist in der Abb. 23 auszugsweise dargestellt.

Bei den Schaltungen für den SB- und WB-Betrieb liegt der Apparatwecker dauernd in Brücke zum a- und b-Zweig der An-

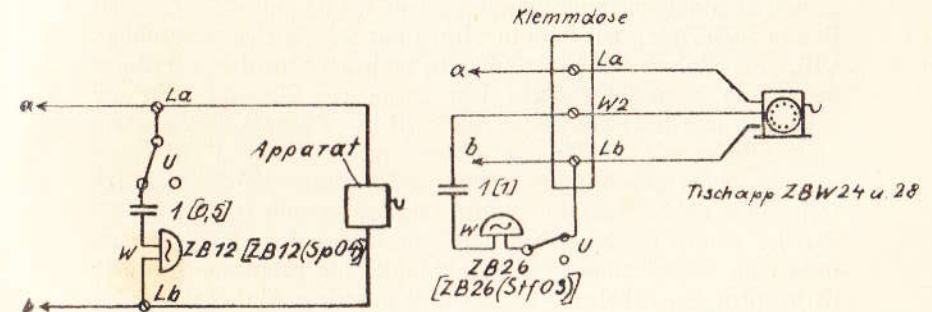


Abb. 24

Abb. 25

schlußleitung. Die zweiten Wecker werden parallel zum Apparatwecker geschaltet. Die Parallelschaltung bedingt, daß die Widerstände in den beiden Zweigen gleich groß sein müssen, wenn der Strom in den beiden Zweigen gleiche Stärke haben soll. Der Widerstand des zweiten Weckers muß deshalb möglichst gleich dem des Apparatweckers sein. Bei Apparaten mit 1000- und 1500-Ohm-Weckern sind als zweite Wecker die Wecker 3B 12 und 3B 12 (Sp 04), bei Apparaten mit 600-Ohm-Weckern die Wecker 3B 26 und 3B 26 (Stf 03) zu verwenden. Als Sperre für den Gleichstrom muß auch den zweiten Weckern ein Kondensator vorgeschaltet werden. Die Schaltungsauszüge (Abb. 24 und 25) zeigen die Anschaltung bei zwei verschiedenen Apparatmustern. Weitere Schaltungsauszüge sind in der Zshg. NPZ S 0799 a enthalten.

5. Anschlußdosenanlagen

Sie haben den Zweck, einen tragbaren Fernsprechapparat an verschiedenen Stellen an dieselbe Anschlußleitung anschalten zu können. Die Anschlußschnur des tragbaren Apparates endet in einem Stöpsel. Als Anschaltstellen werden Dosen verwendet (vgl. Steckkontakt bei Lichtleitungen). Die Anschlußdose enthält Klemmen zum Anschließen der Anschlußleitung, der Zuführung zu weiteren Dosen und zu besonderen Weckern. Mehrere zusammengeschaltete Dosen bezeichnet man als Anschlußdosenslinie. Je nach der vorhandenen Betriebsart unterscheiden sich auch die Anschlußdosenanlagen voneinander. Beim VB-Betrieb verwendet man sechsteilige Stöpsel und ebensolche Anschlußdosen. Beim 3B- und W-Betrieb werden dreiteilige Stöpsel mit den zugehörigen Dosen verwendet. Heute benutzt man ausschließlich Anschlußdosen 3B 25 und 3B 27. Diese sind in 3B-Netzen wie auch in Netzen mit W-Betrieb verwendbar. Bei einer Anlage mit Anschlußdosen muß der Anruf des Teilnehmers auch dann sichergestellt sein, wenn der Apparat nicht angeschaltet, also keine der Dosen gestöpselt ist. Deshalb ist ein besonderer Wecker mit der Anlage fest verbunden. Er liegt mit einem vorgeschalteten Kondensator beim gewöhnlichen 3B-Betrieb fest (also nicht abschaltbar) in Brücke zwischen a und b. Beim W-Betrieb müssen die durch den nsi-Kontakt hervorgerufenen Stromstöße ohne Schwächung in die Anschlußleitung gelangen. Deshalb ist in allen Schaltboxen der a-Kontakt mit einer Unterbrecherfeder ausgerüstet, die den besonderen Weckerkreis von dem a-Zweig der

Anschlußleitung abtrennt und dadurch Unregelmäßigkeiten bei der Stromstoßgabe verhütet. Es ist bei solchen Dosenanlagen ganz besonders auf die richtige Führung der a-Leitung zu achten. Liegt in der Dosenlinie noch eine Abzweigdose, so entsteht oft eine falsche Führung. Bei derartigen Dosenanlagen ist besonders darauf zu achten, daß die Unterbrecherkontakte in der a-Leitung ohne Ausnahme hintereinanderliegen. Der besondere Wecker kann so geschaltet werden, daß er entweder bei angeschaltetem Apparat als zweiter Wecker mit dem Apparatwecker zusammen arbeitet oder bei Stöpselung einer Schaltbox abgeschaltet wird. Wie im einzelnen die Anlagen zu schalten sind, ist in der Zshg. NPZ S 220, 4 „Anschlußdosenanlagen 27“ auszugsweise dargestellt. Im Bedarfsfalle wäre darauf zurückzugehen.

6. Nebenstellenanlagen (N-Anlagen).

a) Allgemeines.

Unter einer N-Anlage versteht man die Zusammenfassung von Haupt- und Nebenstellen zum gegenseitigen Verkehr über eine beim Teilnehmer aufzustellende Umschalteneinrichtung. Die N-Anlagen haben Anschluß an das öffentliche Fernsprekz und auch Verkehrs-möglichkeit untereinander ohne Mitwirkung der Vermittlungsstelle. Als Hauptstelle einer N-Anlage gilt immer die Stelle, bei der die Amtsanrufe eingehen und auch die Verbindungen mit anderen Stellen vermittelt werden. Die Vorteile der Nebenstellenanlagen sind:

1. Bessere Ausnutzung der Anschlußleitungen und der technischen Einrichtung der VSt durch die größere Gesprächsdichte und
2. Entlastung der VSt durch den unmittelbaren Verkehr der Sprechstellen der N-Anlage untereinander ohne Mitwirkung der VSt. Die Gebühren für den einzelnen Anschluß können daher ermäßigt werden.

Die N-Anlagen lassen sich in vier Gruppen gliedern:

1. Zwischenstellenanlagen,
2. Klappen- und Glühlampenschrankanlage,
3. Reihenanlagen,
4. Anlagen mit Wählbetrieb.

Auf die Schaltungen der einzelnen Anlagen soll hier nicht eingegangen werden. Aufgabe unseres Unterrichts ist, einen Überblick über die Stromversorgung der N-Anlagen allgemein zu geben.

b) Stromversorgung der N-Anlagen.

Das Gespräch wird zwischen zwei Teilnehmern durch Wechselströme, die sogenannten Sprechwechselströme, auf einer Doppelleitung übertragen. Daneben aber sind noch Wechsel- und Gleichströme erforderlich, die Signale betätigen, und deren Zweck die Einleitung und Ueberwachung des Gespräches ist; bei ZB-Schaltungen tritt außerdem noch der Mikrophonspeisestrom hinzu. Zu den Signalen gehören Teilnehmer- und Anruf sowie Gesprächs-, Schluß- und Gläckerzeichen. Die dazu nötigen Gleich- und Wechselströme nehmen ihren Weg entweder gleichfalls über beide Zweige der Doppelleitung, oder sie benutzen unter Zuhilfenahme der Erde als Rückleitung nur den a- oder den b-Zweig. Die Stromläufe werden unter diesen Umständen häufig zu ziemlich verwickelten Gebilden; es werden Brücken zwischen a und b erforderlich oder Abzweigungen zur Erde. Diese Wege müssen je nach der Stromart, für die sie bestimmt sind, entweder für Gleichstrom oder für Wechselstrom gesperrt werden. Wir verriegeln Wechselstromwege gegen Gleichstrom durch Einschalten von Kondensatoren und sperren Gleichstromwege für Wechselstrom, indem wir Induktivität (Drosselspulen) einbauen. Derartige „Stromweichen“ allein ermöglichen uns die schaltungstechnische Entwicklung von Signalen, denen für den neuzeitlichen Fernsprechverkehr — ganz besonders über Wählämter — gesteigerte Bedeutung beizumessen ist.

Von größter Wichtigkeit für eine Fernsprechschtaltung und -leitung ist aber, daß die Sprechwechselströme mit möglichst geringer Schwächung (Dämpfung) zum empfangenden Fernhörer gelangen. Ein Leiter setzt einem Wechselstrom aber einen höheren Widerstand entgegen, als einem Gleichstrom. Ursache dafür ist in erster Linie die Induktivität (Selbstinduktion). Wir haben über diese im „Grundwissen des Telegraphenbauhandwerkers“, Teil II, S. 30 ff., das Wichtigste gesagt. Der Wechselstromwiderstand eines Leiters ist um so größer, je größer die Wellenzahl des Wechselstromes (dessen Frequenz) und die Induktivität sind. Die Selbstinduktion aber wird durch in den Leiter geschaltete vom Strom magnetisch erregte Wicklungen (Spulen) erhöht, besonders, wenn diese mit Eisen ausgerüstet sind. Derartige Spulen setzen dem Sprechwechselstrom erheblichen Widerstand entgegen. Um seine Schwächung zu verhindern,

müssen wir ihn auf einem induktionsfreien Weg an derartigen Wicklungen vorbeiführen. Wir handeln nach dem schaltungstechnischen Grundsatz 1:

Alle induktiv wirkenden Widerstände (Wicklungen) im a- und im b-Zweig müssen für den Sprechwechselstrom durch induktionsfreie Wege (bifilare Widerstände oder Kondensatoren) überbrückt werden.

Ferner: Um zu verhindern, daß Teile des Sprechwechselstromes über die erwähnten Brücken und Abzweigungen die Sprechadern verlassen und damit für die Sprechverständigung verlorengehen, folgen wir dem Grundsatz 2:

Alle Abzweigungen vom a- und vom b-Zweig müssen durch Selbstinduktivität (Drosselspulen) für den Sprechwechselstrom verriegelt werden.

Beide Grundsätze sind bei dem Aufbau der Schaltungen unbedingt zu beachten. Hinzu tritt eine weitere Forderung, der nach Möglichkeit Rechnung zu tragen ist:

Die Schaltung muß symmetrisch sein.

Unter Symmetrie einer Schaltung verstehen wir völlige Gleichheit des a- und des b-Zweiges in bezug auf den Wechselstromwiderstand oder, da dieser im wesentlichen durch die Kapazität und Induktivität bestimmt wird, neben der Gleichheit des Ohmschen Widerstandes beider Zweige auch deren völlige Gleichheit bezüglich Kapazität und Selbstinduktivität.

Die Symmetrie muß bei allen Schaltvorgängen während des Gesprächs (z. B. Freiprüfen, Besetztkontrolle) aufrechterhalten werden; andernfalls werden die Fernhörer von Ausgleichsströmen durchflossen und das Gespräch wird durch Knacken in den Fernhörern gestört. Asymmetrie ist auch vielfach die Ursache induktiver Beeinflussung von benachbarten Leitungen.

In den Schaltungen der Vermittlungsstellen finden wir daher neben den dem Sprechverkehr dienenden a- und b-Adern noch eine dritte, die c-Adern, auf der sich alle Schaltvorgänge abwickeln, die sonst die Symmetrie der Sprechadern stören würden.

Aus Gründen der Symmetrie teilen wir z. B. auch die Wicklung eines zwischen a und b liegenden Relais in zwei Hälften und schalten es so, daß es mit der einen Hälfte am a-, mit der anderen am b-Zweig liegt (s. Abb. 26). Soll eine Uebertragerwicklung für Gleich-

strom gesperrt werden, dann wird der dazu nötige Kondensator in die Mitte der unterteilten Wicklung gelegt. Ist der Übertrager dafür nicht eingerichtet, dann müßten zur Erhaltung der Symmetrie zwei Kondensatoren verwendet werden, die dann an die Enden der Übertragerwicklung zu schalten wären.

Erfordert der Betrieb in einer Schaltung vielleicht am b-Zweig eine Abzweigung zur Erde, so muß diese durch eine Drosselspule für den Sprechstrom gesperrt werden. Dadurch wird die Induktivität des b-Zweiges erhöht und die Symmetrie erfordert das gleiche für den a-Zweig; wir müssen also aus diesem Grunde auch dem a-Zweig die entsprechende Induktivität zuschalten. Ist in oder an einem Zweig einer Doppelleitung ein Kondensator nötig, dann muß die gleiche Kapazität auch dem anderen Zweig zugeschaltet werden. Daraus entstehen dann meist die sogenannten „Brücken“ und so manche Drosselspule und mancher Kondensator in unseren Schaltungen, deren oder dessen Zweck nicht ohne weiteres klar erkennbar ist, wird nach dem Vorstehenden als symmetrische Ergänzung bewertet werden.

Durch diese Ausführungen über die schaltungstechnische Entwicklung soll versucht werden, die Stromversorgung von Nebenstellenanlagen über die b-Adler einer Anschlußleitung, die sogenannte b-Speisung, verständlich zu machen.

Staatliche und Gemeindebehörden sowie Industrieunternehmen verfügen häufig über Nebenstellenanlagen, die nach der Zahl der angeschlossenen Sprechstellen einem Fernsprechamt mittleren Umfangs gleichzusehen sind. Solche Nebenstellenanlagen verfügen wohl stets über eine ortsfeste Batterie mit eigener ortsfester Ladeeinrichtung.

Auch die mit Rückstellklappenschränken ausgerüsteten Nebenstellenanlagen erhalten zur Stromversorgung ihrer Nebenstellen und der Signale eigene tragbare Sammlerbatterien, die aber gleichfalls an Ort und Stelle entweder aus dem Startstromnetz oder aus der ZB des Amtes aufgeladen werden. Die letztgenannte Art der Aufladung wird am meisten angewendet. Voraussetzung ist, daß die Spannung dieser kleinen Sammlerbatterien entsprechend geringer ist, als die der Amtsbatterie. Ältere Anlagen mit Rückstellklappen-

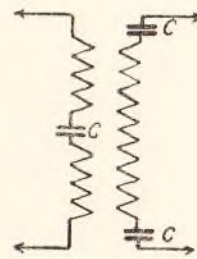


Abb. 26

schränken werden daher mit 12 Volt, Rückstellklappenschränke ZB 21 mit 14–16 Volt betrieben. Der Ladestrom wird der Batterie entweder über eine besondere Leitungsader — eine Ladeleitung — oder, wie es in der Mehrzahl der Fälle geschieht, über die b-Adler der Amtsleitung zugeführt. Auf die dazu nötigen schaltungstechnischen Maßnahmen soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Sie sind aus den „Schaltbildern ZB für Sprechstelleneinrichtungen der DRP“ zu entnehmen.

Kleine Nebenstellenanlagen, etwa solche mit Zwischenstellenumschaltern und Klappenschränken ZB W 13 und Reihenanlagen, erhalten keine eigene Batterie; sie werden auch für den Nebenstellenverkehr aus der Amtsbatterie mit Strom versorgt. Das kann geschehen über eine sogenannte „Speiseleitung“, eine besondere Kabelader, die im Amt über einer Sicherung am Minuspol der ZB liegt und bei der Nebenstellenanlage auf die Klemme Spl. geschaltet wird.

Aus wirtschaftlichen Gründen (Ersparung von Kabeladern) aber war man bestrebt, die Stromversorgung der Nebenstellen über eine

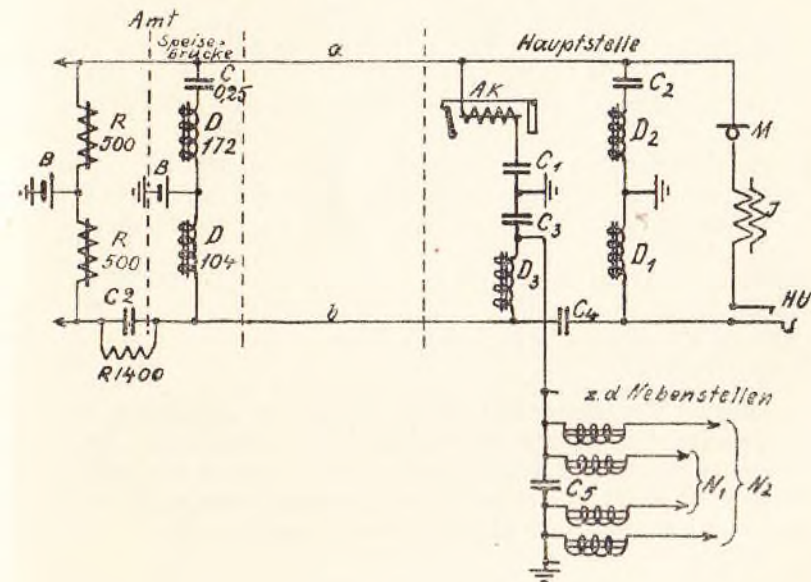


Abb. 27

der beiden Sprechadern zu ermöglichen und hat zu diesem Zweck die sogenannte *b-Speisung* entwickelt.

Grundsätzlich wird bei allen Gesprächen über das Amt, also auch bei denen mit den Nebenstellen, der Mikrophonspeiestrom über die *a-Äder*, für den Verkehr Hauptstelle — Nebenstelle und Nebenstelle — Nebenstelle dagegen über die *b-Äder* zugeführt. In diesem Falle darf aber bei Handämtern das Teilnehmeranrufrelais und bei W-Ämtern das R-Relais nicht ansprechen, wenn der *b-Äder* Strom entnommen wird. Wir schalten zu diesem Zweck das betr. Relais so um, wie es in Abb. 27 am R-Relais gezeigt ist. Während bei der gewöhnlichen Schaltung beide Wicklungshälften mit der Batterie und der Leitungsschleife über die Sprechstelle in Reihe liegen, sind sie jetzt parallel zueinander an die *3B* geschaltet. Um die *b-Seite* des R-Relais für Gleichstrom zu sperren, wird in die *b-Äder* der Kondensator *C 2**) eingeschaltet. Die *b-Wicklung* dient jetzt nur noch als symmetrische Ergänzung der *a-Seite* des Relais. Nun legen wir hinter *C 2* (von *R* aus gesehen) vom *b-Zweig* aus eine Abzweigung zur Amtsbatterie. Eine Abzweigung von der Sprechader wird grundsätzlich für Wechselstrom gesperrt; zu diesem Zweck schalten wir die Drossel *D 104* ein und erweitern die Abzweigung zur symmetrischen Brücke zum *a-Zweig* durch Einbau der Drossel *D 172*. Deshalb nennt man dieses Schaltglied *Speisebrücke*. Jetzt liegt aber *D 172* parallel zu *R 500* und dieses erhält nur noch einen schwachen Zweigstrom, auf den es nicht ansprechen würde. Wir sperren also die Abzweigung von *a* zu *D 172* für Gleichstrom durch den Kondensator *C 0,25*. Damit ist die Speisebrücke im Amt vollständig geworden. Sie besteht aus den beiden Ringdrosseln *D 104* und *D 172* und den Kondensatoren *C 2* und *C 0,25*, die zu einem kleinen Apparatssatz vereinigt sind. Die Anschaltung geschieht an den Pötsen auf der waagerechten Seite des Hauptverteilers.

Auch die Speisebrücke ist trotz der verschiedenen Widerstände der Drosseln symmetrisch, denn da die beiden in *a* und *b* liegenden Kondensatoren verschiedene Werte haben, muß das auch bei den Induktivitäten der Fall sein; auf das Zusammenwirken beider in Wechselstromkreisen soll hier noch nicht näher eingegangen werden.

*) Bei Wählämtern aus schalttechnischen Gründen durch *R 1400* überbrückt.

Nach Anschaltung der Speisebrücke liegt die Amtsbatterie zum Amtsverkehr über *R 500* am *a-Zweig* und zur Deckung des Strombedarfs für den Nebenstellenverkehr über *D 104* am *b-Zweig* der Anschlußleitung.

Bei der Hauptstelle der Nebenstellenanlage wird das Anrufzeichen — Klappe oder Wecker — von der *b-Äder* getrennt und an Erde gelegt. Der Rufwechselstrom fließt dann von der geerdeten Rufstrommaschine im Amt über die *a-Leitung* und das Anrufzeichen zur Erde. Will der Teilnehmer eine Verbindung über das Amt herstellen, so muß das R-Relais im Amt betätigt werden. Das geschieht durch Abheben des Hörers oder Handapparates, da hiermit ein Gleichstromweg für *R 500* über die *a-Leitung*, das Mikrophon und den Hafenumschalter geschlossen wird. Wir müssen allerdings zunächst an *b* eine Abzweigung zur Erde legen, um den Stromkreis für *R 500* schließen zu können, und diese Abzweigung muß gegen Wechselstrom gesperrt werden. Wir schalten also die Drossel *D₁* ein und haben damit zugleich den Weg für den Mikrophonspeiestrom über *a* zur Erde geschlossen. Der Symmetrie wegen ergänzen wir die Abzweigung zur Brücke durch die Drosselspule *D₂*, müssen dann aber dieses Glied durch den Kondensator *C₂* für Gleichstrom sperren, weil andernfalls der Speiestrom über *D₂* einen Weg zur Erde finden würde. Auch dem vom Amt aus in *b* fließenden Strom muß der Weg über *D₁* zur Erde verriegelt werden; wir schalten also den Kondensator *C₁* ein, der zugleich die symmetrische Ergänzung für den an *a* liegenden *C₂* bildet. Nun erweitern wir auch den Weg über das Anrufzeichen zur Erde zur symmetrischen Brücke durch den Einbau von *D₃* und *C₃*. *D₃* entspricht bezüglich der Induktivität der Wicklung des Anrufzeichens (AK), *C₃* der Kapazität *C₁*. *C₃* sperrt außerdem dem Gleichstrom in *b* den Weg zur Erde in der Anrufzeichenbrücke. Zwischen *D₃* und *C₃* können wir nunmehr der *b-Äder* den Strom zum Betrieb der Nebenstellen entnehmen, wenn wir an dieser Stelle einen Leiter abzweigen, an den wir über Speisedrosseln die Mikrophone der einzelnen Nebenstellen anschließen. Der Nebenstellen-Speiestrom fließt dann von — *3B* über *D 104* und die *b-Äder* zur Hauptstelle und verzweigt sich dort hinter *D₃* über die Nebenstellen-Speisebrücken zur Erde.

Von erheblicher Bedeutung für den ungestörten Verkehr in der Nebenstellenanlage ist der in den Nebenstellen-Speisebrücken liegende Kondensator *C₃*.

Beim Sprechverkehr über das Amt benutzt der Mikrophonspeisestrom nur die a-Leitung und findet hinter dem Mikrophon über die Erde. Der Weg für den Sprechwechselstrom aber ist wie bei einer gewöhnlichen Sprechstelle über den a- und den b-Zweig geschlossen. Den b-Leiter aber durchfließt auch der Nebenstellenspeisestrom. Wird dieser durch Besprechen eines Mikrophones wellenförmig gestaltet, dann übertragen sich seine Schwingungen auf den Sprechwechselstrom und stören den Empfang beim Verkehr mit dem Amt. Diesen Fehler beheben wir durch Einschaltung des Kondensators C_s . Dann hält die im b-Zweig wirkende Spannung nur die Ladung des Kondensators gleichmäßig aufrecht und dieser liefert die Energie zum Betrieb der Mikrophone. Der Kondensator C_s wirkt also als Mikrophonbatterie, die über den b-Zweig aufgeladen wird.

c) Speisung über besondere Speiseleitung.

Hat die N-Anlage einen starken Innenverkehr, so reicht die b-Speisung nicht aus. Oft muß auch bei Zwischenstellenumschaltern

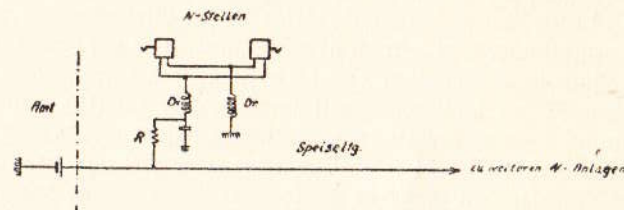


Abb. 28

von der b-Speisung abgesehen werden, wenn die Sprechstelle in einem Gebiet liegt, das stark von Erdströmen verseucht ist. (Elektrische Gleichstrombahnen, Großgleichrichter.) In diesen Fällen wird der Speisestrom über eine besondere Speiseleitung zugeführt. Die Hauptstelle erhält wie ein gewöhnlicher Anschluß Speisestrom über a/b, den Nebenstellen wird er über die besondere Speiseleitung zugeführt. Die Speisebrücken im Amt und bei der Hauptstelle fallen hierbei weg. Über eine Speiseleitung können mehrere N-Anlagen mit Speisestrom versorgt werden.

Die Speisung über eine besondere Speiseleitung ist in der Abbildung 28 dargestellt.

Die folgenden Abb. 29 und 30 zeigen die Aufladung der Batterie aus dem Starkstromnetz bei einer N-Anlage mit einer Batterie (Ladung in den Verkehrspausen) und bei einer solchen mit zwei Batterien (für Batteriewechsel).

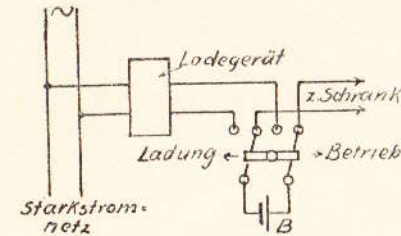


Abb. 29

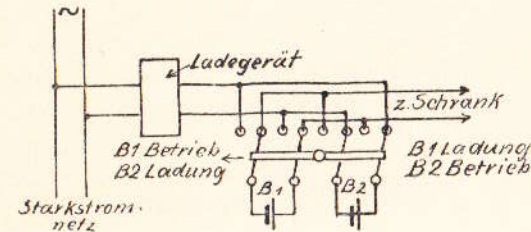


Abb. 30

II. Fernsprechämter (VSt)

1. Allgemeines

Unter einem Fernsprechamt (einer Vermittlungsstelle) versteht man eine Einrichtung, durch die eine Sprechstelle mit einer beliebigen anderen verbunden werden kann. Dazu ist es nötig, daß die Einrichtung folgende Bedingungen erfüllt:

- a) Der Teilnehmer muß das Amt zur Herstellung einer Verbindung anrufen und die Beamtin auch bei bestehender Verbindung durch Signal zum Eintreten veranlassen können.
- b) Das Amt muß ihn abfragen und mit jeder gewünschten Sprechstelle verbinden können.
- c) Nach Gesprächsfluß muß die Verbindung sofort getrennt werden, der Schluß muß zu diesem Zweck dem Amt signalisiert werden.

2. Handämter mit VB-Betrieb

Die Umschalteneinrichtungen sind im Laufe der Zeit sehr verändert worden. Die ersten Vermittlungs- und Sprechstellen waren für Ortsbatterie (VB) eingerichtet, d. h., jeder Sprechstelle wurde der Mikrophonstrom aus einer bei dieser aufgestellten Ortsbatterie zugeführt. Wir wenden diese Betriebsart auch heute noch an, wo besondere Verhältnisse sie zweckmäßig erscheinen lassen. Wie eine VB-Sprechstelle geschaltet ist, haben wir bereits besprochen. Bei der VSt werden als Anrufzeichen Klappen verwendet, die durch Induktorstrom (Rufstrom) von der Sprechstelle aus betätigt werden. Meist sind die Klappen und sonstigen Verbindungseinrichtungen in einem schrankartigen Kasten untergebracht, den man Klappenschrank nennt. Die einfachste Schaltungsanordnung ist aus der folgenden Abb. 31 ersichtlich. Die Leitungen 1 und 2 werden über die zum Abfragen und Verbinden dienenden Klinke K 1 und K 2 an die Anrufklappen geführt. Sie werden beim Stöpseln der Klinke durch einen in der Klinke liegenden Unterbrechungskontakt abgeschaltet, weil sonst beide Klappen beim Gespräch in Brücke liegen und den

Sprechstrom schwächen würden. Der Abfrageapparat endet in einer besonderen Schnur mit Stöpsel. Die Verbindung wird mit einer Schnur ausgeführt, die in zwei Stöpseln S_1 und S_2 endet, die in die Klinken der zu verbindenden Anschlußleitungen eingesteckt werden. Zwischen die a- und b-Adern dieser Schnur ist die Schlußklappe geschaltet. Der Teilnehmer muß die Beendigung seines Gespräches dem Amt durch dreimaliges kurzes Drehen des Kurbelinduktors anzeigen. Die Vermittlungsstelle kann in eine bestehende Verbindung nicht eintreten, da beide Klinken besetzt sind. Das Eingreifen des Amtes in eine bestehende Verbindung, wenn z. B. vermutet wird, daß der Teilnehmer vergessen hat, das Schlußzeichen zu geben, er-

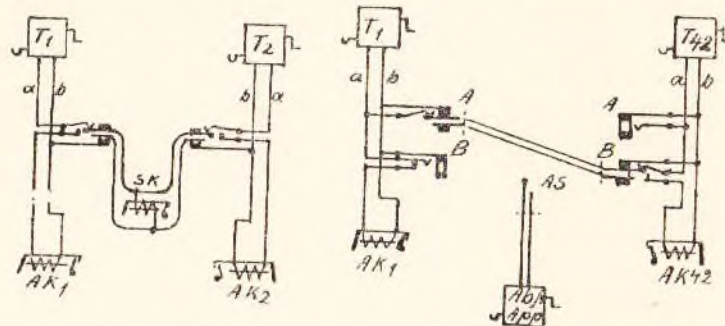


Abb. 31

Abb. 32

möglichst die nachstehend im Auszug wiedergegebene Schaltung des Klappenschranke für 50 Doppelleitungen DB Mod. 99 (Abb. 32).

Zu jeder Anschlußleitung gehören zwei Klinken, die unmittelbar nebeneinander angeordnet sind und schon daran als zusammengehörig erkannt werden. Beide liegen parallel zueinander, aber nur die B-Klinke hat einen Unterbrechungskontakt zum Abtrennen der Anrufklappe AK. Die Abfrageeinrichtung endet in einem besonderen Abfragestöpsel, sie besteht aus einem Fernhörer mit Schalthebel zum Einschalten des Mikrophons, dem Mikrophon, der Induktionspule und dem Induktor; sie ist im Bild als besonderer Fernsprechapparat angedeutet, in Wirklichkeit aber in den Schrank eingebaut.

Ruft z. B. Teilnehmer 1 mit dem Kurbelinduktor an, dann fällt die Anrufklappe 1. Die Beamtin setzt den Abfragestöpsel AS in die zugehörige B-Klinke ein und ist dadurch mit dem Teilnehmer ver-

bunden, die Anrufklappe ist abgeschaltet. Wird der Teilnehmer 42 verlangt, dann führt sie den einen Stöpsel eines freien Schnurpaares in die Klinke A 1, den anderen in B 42 ein, fordert den Teilnehmer 1 zum Rufen auf und zieht den Abfragestöpsel heraus. Es besteht jetzt im Amt eine Verbindung von der A-Klinke zur B-Klinke 42. Dabei bleibt die Klappe des anrufenden Teilnehmers als Schlußzeichen zwischen a und b liegen, die Klappe des angerufenen Teilnehmers ist abgeschaltet. Sendet Teilnehmer 1 mit dem Kurbelinduktor Rufstrom, dann wird der Wecker bei T_2 betätigt; auch die Klappe AK₁ wird vom Rufstrom durchflossen, fällt und gibt damit der Beamtin ein Signal für den Anruf des verlangten Teilnehmers. Am Schluß des Gespräches gibt der Teilnehmer 1 mit dreimaliger kurzer Kurbel-

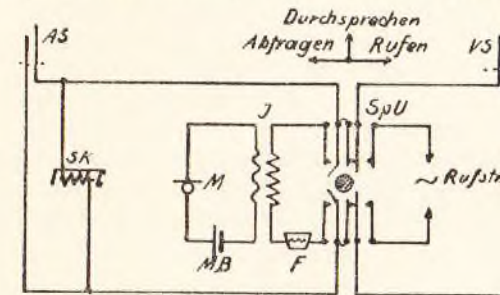


Abb. 33

drehung das vorgeschriebene Schlußzeichen, AK 1 fällt und gibt damit der Beamtin das Trennsignal. Während der bestehenden Verbindung kann die Beamtin, wenn sie die Notwendigkeit eines Eingriffs erkennt oder vermutet, den Abfrageapparat entweder an die Klinke B 1 oder A 42 schalten, um die Vorgänge in der Verbindung zu beobachten, sie kann auch, wenn nötig, mit den Teilnehmern sprechen. Sie wird dabei zweckmäßig die Klinke B benutzen, da in dieser beim Anschalten der Hörerbrücke die Weckerbrücke abgeschaltet und so eine unnötige Schwächung des Sprechstromes vermieden wird.

Die wachsende Zahl der Fernsprechanlüsse hatte zur Folge, daß einer Beamtin eine immer größere Zahl von Fernsprechanlässen zur Betreuung zugewiesen werden mußte. Es entstanden allmählich Klappenschranke bzw. Arbeitsplätze mit einer Aufnahmefähigkeit von 100, 200, ja 300 und mehr Anrufzeichen. Die Zahl der von einer Beamtin herzustellenden Gesprächsverbindungen nahm

dauernd zu, und dem mußte Rechnung getragen werden durch Einrichtungen, die den Zeitaufwand bei der Herstellung und beim Trennen einer Verbindung im Amt herabsetzen. Ein Mittel dazu war und ist der in die Verbindungsschnüre eingebaute *Sprechumschalter*, wie er in Abb. 33 in einer seiner Ausführungsformen vereinfacht dargestellt ist.

Als Sprechumschalter werden Umschalter besonderer Bauart verwendet (nach ihrem Konstrukteur, dem Amerikaner Kellogg, auch *Kelloggumschalter* genannt), deren Kontakteile von Federsähen gebildet werden, die ein Hebel betätigt. Der Umschalter hat drei Stellungen: die im Bild gezeichnete Durchgangsstellung, die durch Umlegen nach vorn (links im Bild) geschaffene Abfrage- und die durch Druck nach hinten (rechts) gebildete Rufstellung. Aus der Rufstellung geht der Umschalter beim Loslassen selbsttätig in die Durchgangsstellung zurück. An den Arbeitskontakten der Abfragestellung liegt bei allen zu einem Platz gehörenden Umschaltern die Abfrageeinrichtung des Platzes, an denen der Rufstellung die Rufstromeinrichtung des Amtes (Polwechsler, Rufstrommaschine); die Stöpsel können nicht mehr nach Belieben verwendet werden, sondern sind streng nach Abfrage- und Verbindungsstöpsel zu unterscheiden (AS und VS).

Die Aufgaben des Sprechumschalters sind aus der folgenden kurzen Bedienungsanweisung zu ersehen.

Beim Erscheinen eines Anrufzeichens wird AS in die zugehörige Abfrageklinke eingesetzt und der Sprechumschalter in die Abfragestellung gebracht. Dabei bleibt die Verbindung zwischen AS und VS über die Ruhkontakte bestehen, an den Kontakten links wird die Abfrageeinrichtung in Brücke an a/b geschaltet; der Teilnehmer wird abgefragt und dann VS in die Klinke des verlangten Teilnehmers eingesetzt. Dann Sprechumschalter in Rufstellung, dabei wird durch die Öffnung der in der Mitte der Federsähe liegenden Ruhkontakte die Verbindung zum AS aufgehoben und VS an die Rufstromquelle gelegt. Der verlangte Teilnehmer wird also angerufen, beim Loslassen des Hebels wird die Durchsprechstellung selbsttätig wieder hergestellt, die Teilnehmer sprechen, wenn sich der Angerufene meldet.

Die Beamtin hat die Möglichkeit, ihr Abfragegerät jederzeit ohne Störung der Verbindung in diese einzuschalten durch einfaches Umlegen des Sprechumschalters in die Abfragestellung.

Die schaltungstechnische Entwicklung ging dahin, eine derartige Gesprächsüberwachung durch die Vermittlungsbeamtin im Regelfall entbehrlich zu machen durch den Einbau selbsttätiger optischer Signale, die den jeweiligen Gesprächszustand ohne weiteres anzeigen. Zu den wichtigsten Signalen dieser Art gehört das den Schluß eines Gespräches anzeigende zur Trennung der Verbindung auffordernde *Schlußzeichen*. Denn für die Verbindungen einer Teilnehmergruppe steht im Amt immer nur eine beschränkte Anzahl von Schaltgliedern (z. B. Schnurpaaren) zur Verfügung, die nicht über die Gesprächsdauer hinaus nutzlos belegt bleiben dürfen, und der Teilnehmer kann bei neuzeitlichen Einrichtungen im Amt erst dann wieder sein Anrufzeichen auslösen, wenn die vorhergehende Verbindung

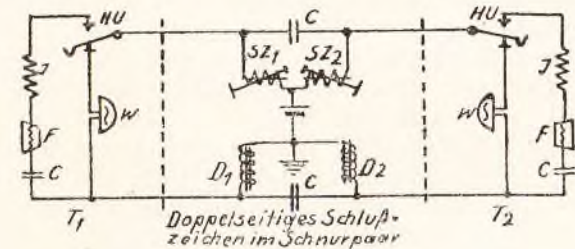


Abb. 34

getrennt ist. Die vom Teilnehmer nach Gesprächsschluß durch den Rührinduktor zu betätigende *Schlußklappe* (im vorhergehenden Bild angedeutet) wurde daher durch ein *selbsttätiges Schlußzeichen* ersetzt, und zwar durch ein doppelseitiges, d. h. das Schlußzeichen kann getrennt sowohl vom anrufenden (A-) Teilnehmer als auch vom angerufenen (B-) Teilnehmer gegeben werden (Abb. 34).

Die Schlußklappenbrücke in vorstehender Abbildung (34) wird dazu durch die im nachstehenden dargestellte doppelte Schlußzeichenbrücke ersetzt. SZ₁ und SZ₂ sind die beiden an a liegenden Drosselinduktoren, D₁ und D₂ deren Ergänzungen zu symmetrischen Brücken. Für Gleichstrom sind beide Brücken voneinander getrennt durch die Kondensatoren C₁ und C₂, die gleichzeitig einen induktionsfreien Weg für den Sprechwechselstrom bilden. Bei den Sprechstellen wird die Hörerbrücke durch einen Kondensator gesperrt, so daß während des Gespräches kein Gleichstrom über die Schlußzeichen

fließen kann. Jeder Teilnehmer kann aber durch Anhängen des Hörers den Stromkreis der Schlusszeichenbatterie über den Wecker schließen und damit unabhängig vom zweiten Teilnehmer das ihm zugeordnete Schlusszeichen betätigen.

3. Grundzüge der Vielfachschaltung

Wir wollen annehmen, eine Vermittlungsstelle für 1000 Teilnehmer sei mit zehn Klappenschranken zu je 100 Anrufzeichen ausgerüstet, dann müßten bei der Herstellung der Mehrzahl aller Ortsverbindungen stets zwei Beamtinnen mitwirken, weil die Länge der Verbindungsschnüre nicht ausreicht, um vielleicht eine Verbindung vom 1. zum 10. Arbeitsplatz herzustellen, auch müßten besondere auf Klinken liegende Hilfsleitungen zwischen den einzelnen Plätzen eingerichtet werden, mit deren Hilfe die Verbindungen auszuführen wären. Der Betrieb würde dadurch zeitraubend und schwerfällig; die Entwicklung forderte, daß eine Ortsverbindung von nur einer Beamtin hergestellt und überwacht werden konnte. Das wurde erreicht durch die Einführung des sogenannten *Vielfachsystems*. An die Stelle des Klappenschrankes trat der *Vielfachumschalter*. Der Vielfachumschalter ermöglicht es der Beamtin, jede der an ihrem Arbeitsplatz auf Abfrageklinken und Anrufzeichen liegende Anschlußleitungen mit jeder anderen beim Amt eingeführten zu verbinden, und zwar ohne ihren Arbeitsplatz zu verlassen.

Zu diesem Zweck erhält jede Anschlußleitung außer dem Anrufzeichen und der Abfrageklinken eine von der Aufnahmefähigkeit der Vermittlungsstelle abhängige Zahl von Verbindungsklinken (Kv), auch Vielfachklinken genannt, die so auf die Plätze verteilt werden, daß von jedem Arbeitsplatz aus eine solche Klinken mit der Verbindungsschnur erreicht werden kann.

Die Vielfachschaltung kann hier nicht erschöpfend behandelt werden, wir beschränken uns hier auf den Vielfachumschalter VB 02, der auch heute noch als Entwicklungsgrundlage gelten kann.

Jede Hundertgruppe besteht aus fünf Klinkenstreifen zu je 20 Klinken, jeder Schrank kann im Vielfachfeld zehn solcher Hundertgruppen aufnehmen. Bei einem Amt bis zu 1000 Teilnehmern kann also jeder der zehn Schränke das gesamte Vielfachfeld aufnehmen. Jede Anschlußleitung erhält an jedem Platz eine Vielfachklinken, das Vielfachfeld ist *einteilig*. Das erfordert zwar eine verhältnismäßig große Zahl von Vielfachklinken, ist aber insofern vorteilhaft,

als die Beamtin alle Verbindungen am eigenen Arbeitsplatz herstellen kann (Abb. 35).

Schrank I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
8	9	8	9	8	9	8	9	8	9
6	7	6	7	6	7	6	7	6	7
4	5	4	5	4	5	4	5	4	5
2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Ka 0-99	100-199	200-299	300-399	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999

Abb. 35

Sollen dieselben Schränke in einem Amt für mehr als 1000 bis 2000 Teilnehmer verwendet werden, dann wird das *zweiteilige* Vielfachfeld gewählt, d. h. dieses wird über zwei Plätze verteilt und die Beamtin kann nur 50 vH aller Verbindungen am eigenen Platz ausführen und muß bei der Hälfte auf die Nachbarplätze übergreifen (Abb. 36).

Schr. I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
16	17	18	19	16	17	18	19	16	17
12	13	14	15	12	13	14	15	12	13
8	9	10	11	8	9	10	11	8	9
4	5	6	7	4	5	6	7	4	5
0	1	2	3	0	1	2	3	0	1
Ka 0-99	100-199	200-299	300-399	400-499	500-599	600-699	700-799	800-899	900-999

Abb. 36

Bei einer Aufnahmefähigkeit bis zu 3000 Leitungen wird das Feld dreiteilig gebaut, erstreckt sich also über je drei Plätze. Es kann dann nur ein Drittel aller Verbindungen am eigenen Platz ausgeführt werden, zwei Drittel erfordern Ubergreifen auf die Nachbarplätze. In diesem Falle muß auch am Anfang und Ende einer jeden Schrankreihe ein Anfaßschrank angefügt werden, der die Vielfachklinken des Drittels aufnimmt, das für die Beamtin am Endplatz sonst nicht erreichbar wäre.

In Abb. 37 könnte die Beamtin vom Platz I aus Verbindungen zum Platz III nicht herstellen; dessen Vielfachfeld muß also im Anfaßschrank wiederholt werden.

Mit dem Vielfachfeld wurde auch eine Änderung der Zählweise eingeführt, die dem Anfänger meist viele Schwierigkeiten bereitet. Wir denken dabei an die Null, z. B. Anschluß 0, 0. Hundert usw.

Mit der Zählweise von 0 ab ist eine erhebliche Vereinfachung der Bezeichnungen im Vielfachfeld erreicht worden, sie bietet zudem größere Sicherheit gegen Fehlverbindungen. Wir können uns hier aber nicht näher damit befassen.

Ansatz, Schr. I					II					III					IV				
28	29	24	25	26	27	28	29	24	25	28	29	24	25	26	27	28	29	24	25
22	23	18	19	20	21	22	23	18	19	22	23	18	19	20	21	22	23	18	19
16	17	12	13	14	15	16	17	12	13	16	17	12	13	14	15	16	17	12	13
10	11	6	7	8	9	10	11	6	7	10	11	6	7	8	9	10	11	6	7
4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1
Ka 0-99					100-199					200-299					300-399				

Abb. 37

Auch zwei wichtige schaltungstechnische Änderungen erfordert die Vielfachschaltung gegenüber dem Klappenschrank:

1. Befehlskontrolle an allen Vielfachklinken,
2. Abschaltung des Anrufzeichens bei Stöpfung einer Klinken.

In nachstehender Abb. 38 ist eine Leitung mit Vielfachklinken schematisch dargestellt.

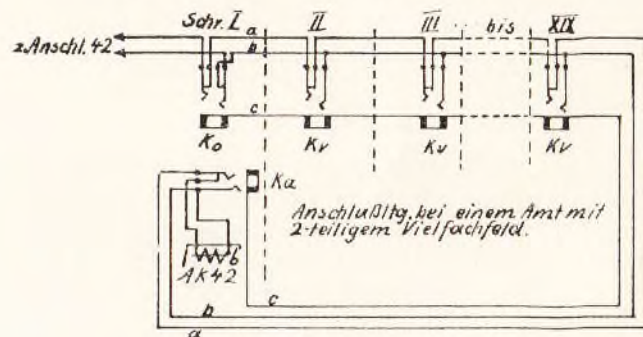


Abb. 38

Jede Anschlußleitung ist im Vielfachfeld zunächst an eine Klinken mit Doppelunterbrechung geführt (Ko). Diese dient zur Verbindung des Teilnehmers mit dem Fernamt. Durch die Unterbrechung beider Zweige ist bei Fernverbindungen der weiter durch das Amt führende Teil der Anschlußleitung völlig abgeschaltet. Störungen des Ferngesprächs durch Eingriffe an andern Plätzen sind damit verhindert.

Darauf folgt eine entsprechende Zahl von Vielfachklinken mit einfacher Unterbrechung, und von der letzten Kv aus erst ist die Leitung zur Abfrageklinken und über deren Unterbrechungskontakt zum Anrufzeichen (AK) geführt. Wird also in irgendeine Klinken einer Anschlußleitung ein Stöpfel eingeführt, dann ist die Leitung zum Anrufzeichen mechanisch unterbrochen. Das ist unbedingt erforderlich, denn, wenn die Möglichkeit bestände, daß das Anrufzeichen einer Leitung anspräche, wenn eine Verbindung mit dieser im Vielfachfeld besteht, dann würde die Meldung einer zweiten Beamtin nur störend wirken, diese kann von ihrem Platz aus auch meist gar nicht feststellen, welcher Art die bestehende Verbindung ist und an welchem Platz sie ausgeführt wurde, sie wäre aber durch etwa von diesem Platz aus in die Leitung gesandten Rufstrom gefährdet.

Wir sehen ferner im Bilde, daß die Körper aller zu derselben Leitung gehörenden Klinken (die c-Teile) leitend miteinander verbunden sind. Diese c-Verbindung dient der sogenannten *Knaackontrolle*.

Verlangt ein Teilnehmer Verbindung mit einem anderen, dann darf die Beamtin die Verbindung mit diesem nicht ohne weiteres im Vielfachfeld herstellen, denn sie weiß ja nicht, ob der verlangte Teilnehmer nicht in der Ka oder in einer Kv seiner Leitung bereits zu einem anderen Gespräch verbunden ist. Der Verbindung in einer Vielfachklinken muß daher immer die Prüfung auf „Frei sein“, die sogenannte Befehlskontrolle, vorangehen.

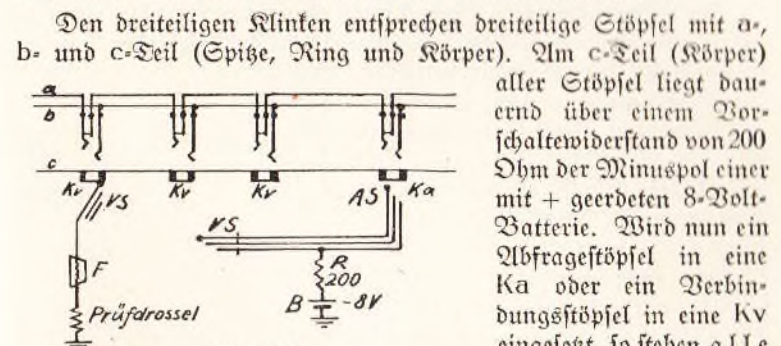


Abb. 39

tung unter Befehlsspannung. Berührt die Beamtin (Sprechumschalter des Schnurpaares in Abfragestellung) mit der Spitze

des VS die Klinkenhülse der verlangten Leitung, dann fließt über Stöpselspitze und a-Abder der Schnur ein Strom über den Fernhörer und eine Prüfdrossel zur Erde und erzeugt im Hörer ein Knacken, das Besetzzeichen. Nur wenn kein Knackgeräusch wahrnehmbar ist, darf die Verbindung hergestellt werden (Abb. 39).

Die Vielfachklinten dürfen nur zum Verbinden, also für den VS, benutzt werden. Zum Abfragen sind nur die Abfrageklinten vorgesehen, die mit dem Anrufzeichen in Verbindung stehen. Jede Leitung hat demnach eine Reihe von Vielfachklinten, aber nur eine Abfrageklinte. Diese liegt an dem Schrank, an dem die Leitung bedient wird. Den Teil des Schrankes, in dem die Abfrageklinten untergebracht sind, nennt man das Abfrageklintenfeld.

4. Handämter mit 3B-Betrieb

Der Zentralbatterie-(3B-)Betrieb ist technisch und wirtschaftlich dem DB-Betrieb überlegen. Die Sprechstellen werden von den in den örtlichen Stromquellen liegenden Störungursachen befreit. Die Speisung der Sprechstellenmikrophone aus einer beim Amt befindlichen Sammlerbatterie ist wirtschaftlicher, als die aus vielen kleinen Stromquellen, besonders wenn dabei noch der Störungsdienst in Rechnung gestellt wird, und die beim Amt befindliche leistungsfähige Batterie ermöglicht den Gleichstromanruf des Amtes, macht also bei den Sprechstellen den teuren Kurbelinduktor entbehrlich.

Die Möglichkeit, eine Vielzahl von Leitungen aus einer gemeinsamen Batterie zu speisen, beruht auf dem sehr geringen inneren Widerstand der Sammlerbatterien.

In Brücke zu einer Anzahl Leitungen geschaltet wirkt der Sammler wie ein Kurzschluß, über den sich keine Sprechströme verzweigen. Voraussetzung ist dabei, daß die Leitungen in ihren elektrischen Eigenschaften symmetrisch sind. Bei der DRP wird nur die Brückenschaltung der 3B angewendet (s. Abb. 40). Der eine Pol der 3B wird geerdet, dafür gibt es eine Reihe von Gründen:

1. Die Erdung verhindert gegenseitige Beeinflussung der Leitungen (Übersprechen).

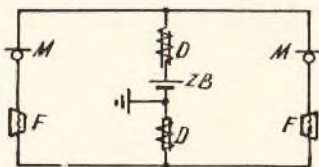


Abb. 40

2. Sie ermöglicht eine sichere Knackkontrolle. Nur mit geerdetem Hörer gegen geerdete Batterie ist diese gegeben.
3. Störungen werden bei geerdeter Batterie leichter erkannt und beseitigt.
4. Nur bei geerdeter Batterie sind Stromversorgung und Signalisierung über Einzelzweige möglich.

Es wird stets der Pluspol geerdet, denn bei geerdetem Minuspol sind elektrolytische Zersetzen bei den Sprechstellen möglich, durch die schwache Drähte (Weckerwicklungen) zerstört werden.

Beim 3B-Betrieb ist nicht nur die Schlußzeigengabe, sondern auch der Anruf selbsttätig. Das doppelte Schlußzeichen ist der Symmetrie wegen in die c-Abder des Schnurpaares verlegt worden. Diesem Zweck dienen zwei Schlußzeichenlampen für 12 Volt Spannung.

Bei der DRP waren bisher zwei 3B-Schaltungen nebeneinander gebräuchlich: die Western- und die Erikfonschaltung. Wir wollen hier nur einen kurzen Einblick in die Erikfonschaltung geben (Abb. 41).

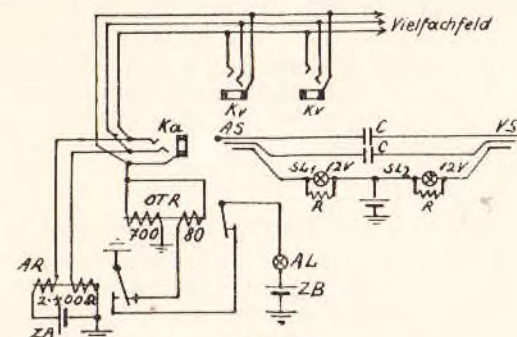


Abb. 41

a) Der Ruf zum Amt.

Im Amt ist jeder Anschlußleitung ein Anrufrelais (AR) zugeordnet, das nicht abschaltbar ist, mit seinen beiden 400-Ohm-Wicklungen symmetrisch zu der Anschlußleitung liegt und zugleich als Speisebrücke für den Mikrophonstrom dient. Das Anrufrelais wird nicht erregt, solange der Handapparat bei der Sprechstelle nicht abgenommen wird, da der Kondensator in der Weckerbrücke dem Gleich-

strom den Weg sperrt. Wird der Handapparat abgenommen, dann wird AR über die gleichstromfähige Mikrophonbrücke erregt und legt mit seinem Arbeitskontakt Erde an den Stromkreis der Anruf-lampe AL. Diese leuchtet auf.

b) Das Schnurpaar.

Dieses besteht aus Abfrage- und Verbindungsschnur. Im a- und b-Zweig liegt je ein Kondensator, zwischen a und b der Sprechumschalter, der ungefähr dem bereits vorstehend beschriebenen entspricht. An der c-Abder liegt der Minuspol der Zentralbatterie und verzweigt sich nach beiden c-Teilen der Stöpsel hin über die beiden Schlußlampen SL₁ und SL₂. Beide sind durch Sicherheitswiderstände überbrückt, damit beim Durchbrennen einer SL die zugehörige c-Abder nicht stromlos wird. Seht die Beamtin beim Aufleuchten der AL den AS in die Ka ein, dann steht sofort die c-Abder der Leitung unter Befestspannung. Zugleich aber wird das Ortstrennrelais (OTR) über seine 700-Ω-Wicklung erregt und trennt mit seinem Ruhekontakt den Lampenstromkreis auf. AL erlischt. Die Schlußlampe SL₁ wird dabei zwar vom Strom durchflossen, da aber OTR 800 im Stromkreis liegt, ist der Strom zu schwach, um die Lampe zum Leuchten zu bringen. Erst wenn beim Schluß des Gespräches der Teilnehmer anhängt und darauf AR in die Ruhestellung geht, wird über den Ruhekontakt ar die 80-Ω-Wicklung des OTR parallel zu OTR 700 geschaltet und SL₁ gibt durch Aufleuchten das Schlußzeichen.

c) Das Vielfachfeld.

Da das Abschalten des Anrufzeichens hier nicht mehr durch mechanische Unterbrechung, sondern durch das in der c-Abder liegende OTR erfolgt, brauchen wir keine Unterbrechungsklinken mehr, sondern verwenden einfache Parallellinken. Das Vielfachfeld wird dreiadrig an einer geeigneten Stelle abgezweigt, wie es im Bild angedeutet ist. Wird ein Teilnehmer verlangt, also ein Verbindungsstöpsel in eine der Vielfachklinken seiner Leitung eingesetzt (nach Befestkontrolle), dann steht die c-Abder unter Befestspannung, OTR spricht an und trennt den Kreis der Anruf Lampe auf, diese kann also nicht leuchten, solange sich ein Stöpsel in einer der Klinken der zugehörigen Anschlußleitung befindet, auch wenn auf den Ruf hin der Teilnehmer abhebt. Erst wenn beim Schluß des Gespräches AR stromlos wird, leuchtet SL₂ infolge des bei SL beschriebenen Vorganges.

III. Meßkunde

1. Allgemeines

Messungen begleiten uns durch unser gesamtes tägliches Leben. Wir bestimmen die Zeit nach der Uhr, die Wärme nach dem Thermometer, den Luftdruck nach dem Barometer, kaufen Waren nach Litern, Kilogramm oder Metern usw. All das ist immer das Ergebnis einer „Messung“. Unter Messung versteht man den Vergleich einer zu bestimmenden Größe mit einer für sie festgesetzten Einheit. In gleicher Weise werden auch elektrische Werte gemessen, und zwar ist die Einheit für die Spannung das Volt, für die Stromstärke das Ampere und für den Widerstand das Ohm. Wie bei allen anderen brauchen wir auch für die elektrischen Messungen Meßgeräte. Bei diesen haben wir zunächst zwei Hauptgruppen zu unterscheiden:

a) Geräte für Gleichstrommessungen,

b) Geräte für Wechselstrommessungen.

Die Geräte für Gleichstrommessungen werden nach dem unterschiedlichen Aufbau ihres Meßwerkes als

Weicheisengeräte,
Sitzdrahtgeräte und
Drehspulgeräte

bezeichnet. Die erstgenannten nutzen in der Regel die abstoßende Kraft zweier durch eine stromdurchflossene Spule gleichnamig magnetisierter Weicheisenstücke, von denen das eine fest, das andere beweglich gelagert ist. Das bewegliche Eisenstück ist mit einem Zeiger verbunden, der sich über eine in Volt, Ampere oder Ohm geeichte Skala bewegt. Da sich auch unter dem Einfluß eines Wechselstromes der Magnetismus in beiden Eisenstücken gleichzeitig umkehrt, bleibt die abstoßende Wirkung erhalten, und die Geräte können daher für Gleich- und Wechselstrommessungen benutzt werden. Sie sind aber in der Praxis nur selten anzutreffen und werden als Schalttafelgeräte gar nicht verwendet. Auf die Gründe dafür soll hier nicht eingegangen werden.

Siedrähngeräte beruhen auf der Wärmewirkung des elektrischen Stromes. Ein dünner Draht wird vom Meßstrom durchflossen und erwärmt sich dabei im Verhältnis der wirklichen elektrischen Energie ($I \cdot E$). Er dehnt sich in der in ihm entwickelten Wärme entsprechend aus und betätigt dabei ein Zeigerwerk. Da die Wärmewirkung eines Stromes unabhängig von der Stromrichtung ist, kann auch dieses Gerät für Gleich- und Wechselstrom benutzt werden.

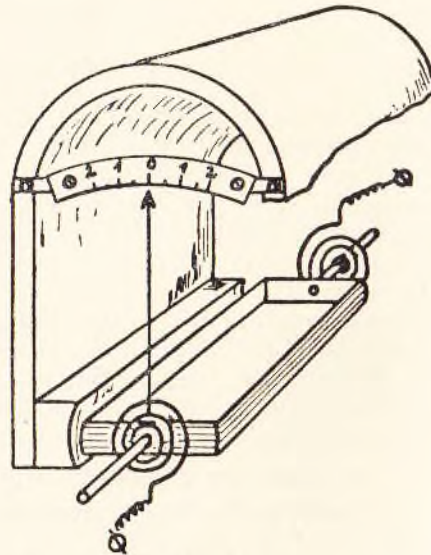


Abb. 42

Das Drehspulengerät (Abb. 42) ist das meistverwendete Meßgerät. Über seine Grundlagen haben wir bereits im „Grundwissen des Telegraphenbauhandwerkers“, Teil II, S. 23

und 24 das Wichtigste gesagt. Seine äußere Form und seine Abmessungen sind seiner Verwendungsart angepaßt. Das Meßwerk besteht

1. aus einer leichten drehbaren Spule, die den Meßstrom aufnimmt und die einen Zeiger trägt, der über einer zweckentsprechend geteilten Skala spielt,
2. einem feststehenden kräftigen Dauermagneten in Hufeisenform zur Erzeugung des magnetischen Feldes, in dem die Spule schwingt und
3. zwei Spiralfedern, die der Spulendrehung entgegenwirken (Gegenkraft) und die zugleich als Stromzuführung für die Spule dienen. Sie führen nach beendeter Messung den Zeiger wieder in seine Nullstellung zurück.

2. Das Weicheisengerät

Es ist sowohl für Gleichstrom- als auch für Wechselstrommessungen verwendbar. Das Meßwerk besteht aus einer festen ringförmigen Spule mit zwei Eisenkernen. Der eine ist mit der Spule fest verbunden, der andere ist an einer beweglichen Achse befestigt. Eine Spiralfeder dient als Gegenkraft und zur Rückführung des Systems in die Ruhelage. Wird die Spule von einem Strom durchflossen, so werden die beiden Kerne gleichpolig magnetisch und stoßen sich ab. Der bewegliche Kern wird dabei aus seiner Ruhelage herausbewegt und nimmt die Achse mit. Ein auf der Achse befestigter Zeiger gibt den Grad der Ablenkung auf einer Skala an (Abb. 43).



Abb. 43

Zwei magnetische Pole wirken aufeinander mit dem Produkt ihrer Kräfte. Daraus ergibt sich, daß bei einer Verdoppelung der magnetisierenden Stromstärke die abstoßende Kraft der Pole nicht gleichfalls verdoppelt, sondern vervierfacht wird. Dreifache Stromstärke erzeugt die neunfache Wirkung der Pole aufeinander bei gleichbleibender Entfernung; wächst diese, wie es bei einer Messung beim Weicheiseninstrument der Fall ist, dann fällt die gegenseitige Beeinflussung mit dem Quadrat der Entfernung. Da aber bei dem Gerät die vom Meßstrom erzeugte Polkraft überwiegt, ergibt sich, daß die Skala eines solchen Instrumentes gegen 0 hin stark zusammengedrängt ist, während sie gegen das Ende hin immer mehr auseinandergezogen wird. Dieser Umstand wirkt sich besonders bei schwachen Strömen ungünstig auf die Genauigkeit der Ablesung aus.

3. Strommesser

Zur Messung der Stromstärke muß ein Meßgerät so geschaltet werden, daß der zu messende Strom durch die Drehspule fließt, d. h. ein Strommesser muß in die Leitung geschaltet werden (Abb. 44). Durch das Einschalten des Strommessers dürfen aber die Widerstandsverhältnisse in der Leitung nicht merklich verändert werden, denn die Erhöhung des Widerstandes hätte ein Absinken der Stromstärke zur Folge und die Messung wäre um so ungenauer, je höher der innere Widerstand R_g des Gerätes ist. Dar-

aus folgt, daß der Widerstand R_g eines Strommessers sehr gering sein muß oder daß die Meßergebnisse eines Strommessers den wirklichen Stromverhältnissen um so näher kommen, je geringer der Widerstand R_g des Gerätes ist.

Die Drehspulen und ebenso die der Stromzuleitung dienenden Spiralfedern sind sehr empfindlich und vertragen nur Ströme von wenigen Milliampere. Sie dürfen deshalb nur von einem Teilstrom durchflossen werden. Jeder Strommesser erhält daher einen parallel zur Meßspule liegenden Widerstand, der je nach dem Meßbereich des Gerätes meist $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{99}$, $\frac{1}{999}$, $\frac{1}{9999}$ oder noch weniger des Spulenwiderstandes beträgt (Abb. 45). Der zu messende

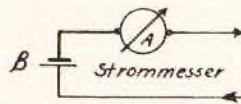


Abb. 44

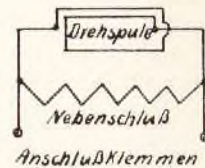


Abb. 45

Strom verzweigt sich dann, wie wir wissen, im umgekehrten Verhältnis der Widerstände. Beträgt z. B. der parallelliegende Widerstand $\frac{1}{999}$ des Spulenwiderstandes, dann teilt sich der Strom in $1 + 999 = 1000$ Teile und von diesen fließt nur ein Teil (also $\frac{1}{1000}$) durch die Spule, während $\frac{999}{1000}$ den Widerstand durchlaufen. Die Teilung des Gerätes ist aber meist so eingerichtet, daß an der Zeigerstellung der Gesamtfstrom abgelesen wird.

4. Spannungsmesser

Diese werden an die Punkte angelegt, deren Spannungsunterschied festgestellt werden soll, sie werden also an die Leitung geschaltet (Abb. 46). Damit sich die Strom- und Spannungsverhältnisse beim Anschalten des Meßgerätes nicht ändern, muß dafür gesorgt werden, daß nur ein sehr geringer Strom vom Spannungsmesser auf-

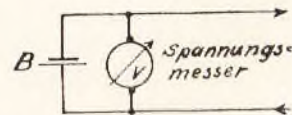


Abb. 46

genommen wird, d. h. er muß im Gegensatz zum Strommesser einen hohen Widerstand haben. Man schaltet deshalb einen Widerstand, dessen Wert vom Meßbereich abhängt, mit der Meßspule in Reihe. Als praktisches Beispiel soll der bekannte

vereinigte Strom- und Spannungsmesser

der DRP besprochen werden (Abb. 47 und 48). Dieses Drehspulengerät ist in erster Linie für Strom- und Spannungsmessungen an Trockenelementen bestimmt und daher diesen angepaßt. Der Meßbereich als Spannungsmesser ist 3 Volt, als Strommesser

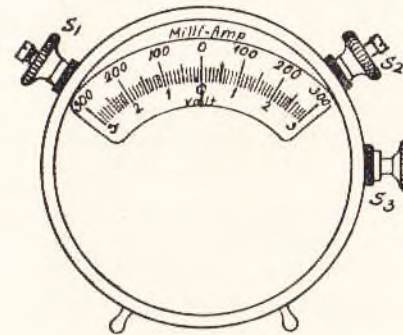


Abb. 47

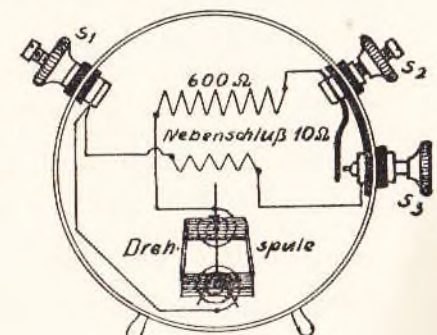


Abb. 48

300 mA. Der Widerstand der Drehspule ist so gering, daß er bei der Rechnung vernachlässigt werden kann; in Reihe mit ihr liegt ein Vorschaltwiderstand von 600Ω zwischen den Klemmen S1 und S2. Mit der Schraube S3 kann ein Nebenschluß von 10Ω an- und abgeschaltet werden. Der Zeiger spielt über einer Skala, die den Nullpunkt in der Mitte und von dort aus nach beiden Seiten den gleichen Meßbereich hat; dadurch wird das Gerät unabhängig von der Stromrichtung, d. h. die zu messende Batterie kann mit ihren Polen beliebig an das Gerät gelegt werden. Die Teilung ist in ihrem oberen Teil für Strommessungen in Milliampere geeicht, im unteren Teil für Spannungsmessungen in Volt. Die Drehspule darf höchstens mit 5 mA belastet werden; bei dieser Stromstärke wird die Spule so weit abgelenkt, daß der Zeiger auf dem Endstrich der Teilung steht, also 3 V bzw. 300 mA anzeigt. Wir wollen uns das durch eine Rechnung klarmachen. Das Gerät wird als Span-

nungsmesser geschaltet, der Nebenschlußwiderstand $10\ \Omega$ demnach abgetrennt; es hat dabei einen Widerstand R_g von $600\ \Omega$. Um die Spannung E zu ermitteln, die $0,005\ \text{A}$ durch $600\ \Omega$ treibt, stützen wir uns auf das Ohmsche Gesetz in der Form: $E = I \cdot R$. $I \cdot R$ ist in unserem Fall $= 0,005 \cdot 600 = 3\ \text{V}$. Eine Spannung von $3\ \text{V}$ bewegt demnach den Zeiger bis zum Endpunkt der Teilung, und wir lesen sie dort auch ab. Da ein neues Trockenelement eine Spannung von $1,5\ \text{V}$ hat, können mit dem Spannungsmesser zwei hintereinandergeschaltete Elemente gleichzeitig gemessen werden. Wird nur ein Element angelegt, dann erzeugt dessen Spannung von $1,5\ \text{V}$ nur einen Strom von $\frac{1,5}{600} = 0,0025\ \text{A} = 2,5\ \text{mA}$; dieser lenkt die Spule nur soweit ab, daß der Zeiger bis zur Mitte der Skala geführt wird, dort werden $1,5\ \text{V}$ abgelesen.

Als Strommesser wird das Gerät benutzt, wenn durch Hineinschrauben der Schraube 3 den $600\ \Omega$ von Spule und Vorschaltewiderstand $10\ \Omega$ parallel geschaltet werden. Dadurch wird R_g auf $\frac{10 \cdot 600}{10 + 600} = 9,84 = \text{rund } 10\ \Omega$ ermäßigt. Zwei Trockenelemente mit einer Spannung von zusammen $3\ \text{V}$ senden dann den Strom $I = \frac{E}{R} = \frac{3}{10} = 0,3\ \text{A} = 300\ \text{mA}$ durch das Gerät und dieser Wert wird unter dem abgelenkten Zeiger abgelesen. Die Spule ist aber dabei nur mit rund $5\ \text{mA}$ belastet, denn der Strom teilt sich im Gerät infolge der Parallelschaltung im umgekehrten Verhältnis der Widerstände; es fließen von $600 + 10 = 610$ Stromteilen 600 über den Nebenschluß und nur 10 durch die Spule und den Vorschaltewiderstand. Auf diese entfällt also nur rund $\frac{1}{60}$ von $300\ \text{mA} = 5\ \text{mA}$.

Die Messungen an einem Trockenelement (Mikrophonelement). Ein Trockenelement wird an den Spannungsmesser (ohne Nebenschluß) gelegt und die Spannung abgelesen. Das Ergebnis ist annähernd gleich der vom Element erzeugten elektromotorischen Kraft E , denn die bei der Entnahme des Meßstromes im Innern des Elementes entstehenden Verluste sind äußerst gering. Der innere Widerstand eines Trockenelementes beträgt nur etwa $\frac{1}{01}\ \Omega$, der äußere Widerstand bei der Messung ist $R_g = 600\ \Omega$.

Der innere Widerstand des Elementes von nur $\frac{1}{10}\ \Omega$ beeinflusst die Stärke des Meßstromes nicht. Diese beträgt $\frac{1,5}{600} = 0,0025\ \text{A}$. Der Spannungsverlust im Innern des Elementes ist $E = R_i \cdot I = 0,1 \cdot 0,0025 = 0,00025\ \text{V}$. Dieser geringe Spannungsabfall kann mit dem Spannungsmesser überhaupt nicht gemessen werden und wir haben demnach durch die Messung 1 tatsächlich die EMK (E) mit ausreichender Genauigkeit ermittelt.

Messung 2 erfolgt möglichst schnell hinter 1. Durch Betätigung der Schraube 3 wird der Widerstand R_g auf $10\ \Omega$ ermäßigt. Dem Element wird jetzt ungefähr der Strom entnommen, den es im $\text{NB} = \text{Mikrophontkreis}$ abzugeben hat (rund $150\ \text{mA}$). Die größere Stromstärke hat einen erhöhten Spannungsverlust im Innern des Elementes zur Folge, der Zeiger des Spannungsmessers geht um ein Geringes zurück und zeigt uns die Kleinen Spannung U des Elementes bei betriebsmäßiger Strombelastung an

$$U = E - (I \cdot R_i).$$

Je geringer der Unterschied zwischen beiden Meßergebnissen ist, desto besser ist das Element.

Dieses bleibt nun 3 Minuten unverändert angeschaltet (durchschnittliche Gesprächsdauer). Dann folgt die dritte Ablesung. Der Zeiger ist in den 3 Minuten merklich zurückgegangen. Ursache dafür ist der im Element bei der Stromentnahme entwickelte Wasserstoff, der sich an der Kohlenelektrode ablagert (die sogenannte Polarisation). Wird nun bei angeschaltetem Element der Nebenschluß abgetrennt, dann geht der Zeiger sofort wieder auf einen höheren Wert, ohne aber den Wert bei der Messung 1 zu erreichen (die Stromstärke ist ermäßigt und damit die Wasserstoffentwicklung verringert worden; es haftet aber noch Wasserstoff an der Kohle). Wird nun das Element wenige Sekunden ab- und dann wieder angeschaltet, dann hat seine Spannung wieder den Anfangswert. Der Wasserstoff ist in der kurzen Strompause durch den der Kohlenelektrode beigegebenen Depolarisator (Braunstein) chemisch gebunden worden. Es soll hier nicht näher auf die Auswertung der einzelnen Meßergebnisse eingegangen werden, wir werden aber erkannt haben, daß man durch diese Messungen ein einwandfreies Bild vom Zustand und Verhalten eines Elementes gewinnen kann. Auch der

sehr wichtige innere Widerstand kann aus den gemessenen Werten errechnet werden nach der Formel

$$R_i = R_a \cdot \left(\frac{E - U}{U} \right).$$

E ist das Ergebnis der Messung 1, U desgleichen von 2; der Außenwiderstand R_a ist in unserem Fall gleich R_g (10Ω). Haben wir bei einem gebrauchten Element E mit 1,4 und U mit 1,3 V gemessen, dann ist nach obiger Formel

$$R_i = 10 \cdot \frac{(1,4 - 1,3)}{1,3} = \frac{10 \cdot 0,1}{1,3} = \frac{1}{1,3} = 0,77 \Omega.$$

Wer die vorangegangenen Ausführungen aufmerksam verfolgt hat, wird erkannt haben, daß Strom- und Spannungsmesser sich nur durch ihren inneren Widerstand unterscheiden. Auch ein Spannungsmesser ist in Wirklichkeit ein Strommesser, denn die Ursache der Spulenablenkung ist das magnetische Feld eines die Spule durchfließenden Stromes.

5. Erweiterung des Meßbereiches

a) Strommesser.

In der Praxis ist es häufig vorteilhaft, wenn man vorhandene Meßgeräte auch zum Messen von Stromstärken benutzen kann, die über deren Meßbereich hinausgehen. Man muß zu diesem Zweck den Meßbereich erweitern. Angenommen, ein Strommesser ist für Messungen bis 3 A eingerichtet; es soll eine Stromstärke bis zu 12 A gemessen, der Meßbereich also auf das Vierfache erweitert werden. Wir teilen dann den Strom so, daß nur genau ein Viertel durch das Gerät fließt und gemessen wird; der abgelesene Wert wird dann mit 4 vervielfacht. Einer Zeigerstellung auf 2,5 A entspricht dann das Ergebnis $2,5 \cdot 4 = 10$ A. Dem Strommesser wird zu diesem Zweck ein Widerstand parallel geschaltet, der genau drei Viertel des Stromes aufnimmt. Ist z. B. $R_g = 1 \Omega$, so muß der Nebenschluß $\frac{1}{3} \Omega$ betragen. Dann teilt sich der Gesamtstrom im Verhältnis $\frac{3}{4} : \frac{1}{4} = 3:1$, und zwar im umgekehrten Verhältnis der Widerstände, d. h. von 4 Stromvierteln fließt $\frac{1}{4}$ durch R_g , $\frac{3}{4}$ werden vom Nebenschluß aufgenommen (Abb. 49).

Der einfacheren Berechnung des Gesamtstromes wegen erweitert man in der Regel den Meßbereich auf das Zehnfache. Da in diesem Fall der Nebenschluß zum Gerät 9 Teile des Gesamtstromes auf-

zunehmen hat, muß er $\frac{1}{9}$ von R_g betragen. Wollen wir z. B. den Meßbereich eines vereinigten Strom- und Spannungsmessers (als Strommesser) von 0,3 A auf 3 A erweitern, so müssen wir ihm, da $R_g = 10 \Omega$ ist, $\frac{10}{9} = 1,111 \dots \Omega$ parallel schalten. Dem Meßwert fließt dann nur $\frac{1}{10}$ des Gesamtstromes zu und einer Ablesung von 150 mA entspricht ein Gesamtstrom von 1,5 A (Abb. 50).

Allgemeine Formel: Der Meßbereich eines Strommessers wird auf das n -fache erweitert, indem man ihm $\frac{1}{(n-1)}$ seines inneren Widerstandes parallel schaltet.

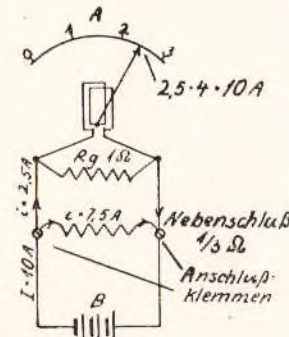


Abb. 49

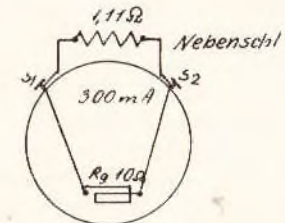


Abb. 50

b) Spannungsmesser.

Um den Meßbereich eines Spannungsmessers zu erweitern, muß ein anderer Weg eingeschlagen werden, denn ein zugeschalteter Nebenschluß würde den Gesamtstrom des Gerätes erniedrigen. Wir erreichen hier eine Verringerung des Meßstromes im erforderlichen Ausmaß durch entsprechende *E r h ö h u n g* des Gerätewiderstandes, indem wir ihm einen Vorschaltewiderstand geben. Als Beispiel wählen wir wieder den schon besprochenen Spannungsmesser für 3 V.

Wir haben gesehen, daß ein Strom von 5 mA (0,005 A) die Messpule bis zur Grenze des Meßbereichs ablenkt und daß bei $R_g = 600$ dazu eine Spannung von 3 V nötig ist. Wie groß muß nun R_g sein, wenn erst mit 30 V die gleiche Ablenkung erreicht wird?

Nach dem Ohmschen Gesetz ist $R = \frac{E}{J}$, in unserem Falle also =

$$\frac{30}{0,005} = \frac{30 \cdot 1000}{5} = 6000 \, \Omega.$$

Wir müssen demnach R_g auf 6000 Ω erhöhen und dazu den 600 Ω des Gerätes 6000 — 600 = 5400 Ω vorschalten. Bei der Messung haben wir dann den abgelesenen Wert von beispielsweise 1,2 oder 3 V mit 10 zu vervielfachen; 2,5 V bedeuten also 25 V. (Abb. 51.)

Allgemeine Formel: Der Meßbereich eines Spannungsmessers wird auf das n -fache erweitert, indem man ihm das $(n-1)$ -fache seines inneren Widerstandes vorschaltet.

Der schwächste Punkt aller Drehspulgeräte, besonders der Strommesser, sind die als Gegenkraft zur Messpule dienenden Spiralfedern, die gleichzeitig der Spule den Strom zuführen. Werden diese unter dem Einfluß des Meßstromes unzulässig erwärmt, dann verlieren sie ihre Federkraft und das Gerät wird unbrauchbar schon deswegen, weil die Messpule nicht mehr in die Ruhelage zurückkehrt. Besonders bei Geräten mit mehreren Meßbereichen kann Unvorsichtigkeit bei der Wahl des Meßbereiches sehr leicht zu ernststen Schäden an den teuren Meßgeräten führen.

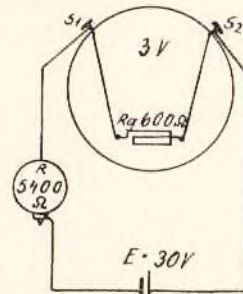


Abb. 51

6. Die Wheatstone'sche Brücke

Meßinstrumente werden häufig und mit Vorteil in Verbindung mit Meßanordnungen benutzt. Die wichtigste von diesen ist die Wheatstone'sche Brücke, die hauptsächlich für Widerstandsmessungen verwendet wird. Sie soll nachstehend kurz erläutert werden (Abb. 52).

In unserem Beispiel sehen wir zwei Widerstände von 6 und 30 Ω parallel geschaltet; an den Verzweigungspunkten liegt eine Batterie

von 18 V. Wenn wir die Verbindungsdrähte als widerstandslos annehmen, dann besteht also zwischen den Verzweigungspunkten I und II ein Spannungsunterschied von 18 V. Der Verbundwiderstand beträgt $\frac{6 \cdot 30}{6 + 30} = \frac{180}{36} = 5 \, \Omega$.

Nach dem Ohmschen Gesetz ergibt sich als Stromstärke

$$J = \frac{U}{R} = \frac{18}{5} = 3\frac{3}{5} = 3,6 \, \text{A}.$$

Dieser Strom teilt sich im Punkt I im umgekehrten Verhältnis der Widerstände, d. h. durch den größten Widerstand fließt der schwächste Strom und umgekehrt. Die Widerstände verhalten sich wie 6 : 30, folglich verhalten sich die Stromstärken wie 30 : 6. Von 36 Stromteilen fließen demnach 30 durch $R = 6 \, \Omega$, 6 durch $R = 30 \, \Omega$. Das erfordert im angenommenen Fall keine rechnerische Anstrengung: von 3,6 A fließen 3 A durch 6 Ω , 0,6 A durch 30 Ω . Der Span-

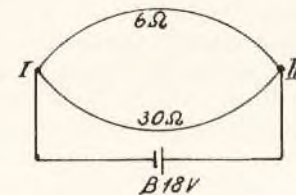


Abb. 52

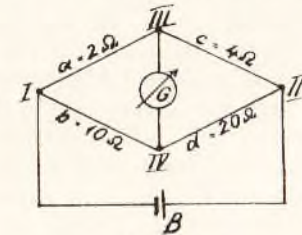


Abb. 53

nungsabfall über 30 Ω ist dann $U = J \cdot R = 0,6 \cdot 30 = 18 \, \text{V}$, über 6 $\Omega = 3 \cdot 6 = 18 \, \text{V}$. Wir haben also durch Rechnung erkannt, daß der Spannungsabfall auf beiden Wegen der gleiche ist.

Ein noch einfacheres Beispiel mag herausstellen, was mit dieser Ueberlegung festgestellt werden soll. Zwei Bergsteiger stehen auf einem Gipfel von 1000 m Höhe. Der eine wählt zum Abstieg einen kurzen, steilen Weg, der andere einen zwar langen, aber bequemeren. Wenn sich dann beide in angenommen 300 m Höhe am Fuße des Berges wieder treffen, dann haben beide trotz der verschiedenen Wege den gleichen Höhenunterschied (700 m) überwunden. Und nun eine wichtige Ueberlegung: Befindet sich der eine von beiden beim Abstieg auf einem Punkt beliebiger Höhe, dann weiß er, daß auch der andere einen Punkt gleicher Höhenlage unbedingt passieren

muß. Nach diesen Ausführungen wird das Folgende jedem verständlich sein (Abb. 53).

Wir bestimmen jetzt einen beliebigen Punkt III auf $R \ 6 \ \Omega$, angenommen nach Ueberwindung von $\frac{1}{3}$ des Widerstandes, dann haben wir diesen Stromweg in die beiden Abschnitte a und c unterteilt, diese verhalten sich dann wie $2 : 4 = 1 : 2$. Der Spannungsverlust bis zum Punkt III beträgt dann $U = I \cdot R = 3 \cdot 2 = 6 \ \Omega$. Im Punkt III ist demnach eine Spannung von $18 - 6 = 12 \ \text{V}$ wirksam. Wir legen jetzt in diesem Punkt das Ende einer leitenden Brücke an und verbinden deren anderes Ende mit einem beliebigen Punkt IV von $R \ 30 \ \Omega$. Dann fließt durch diese Brücke ein Zweigstrom, dessen Stärke und Richtung wir mit einem in die Brücke geschalteten Meßinstrument bestimmen können. Ist die Spannung im Punkt IV kleiner als die im Punkt III, so fließt ein Strom in der Richtung von III nach IV, ist sie größer, dann von IV nach III. Wir verschieben jetzt den Endpunkt der Brücke auf $R \ 30 \ \Omega$ solange, bis das Instrument keinen Strom mehr anzeigt. Dann verbindet die Brücke zwei Punkte gleicher Spannung und zwischen solchen fließt kein Strom. Gleiche Spannung in IV aber setzt voraus, daß auf der Strecke b der gleiche Spannungsverlust wie auf a entstanden ist, in unserem Falle muß also auch der Widerstand $30 \ \Omega$ im Punkt IV in zwei Abschnitte unterteilt sein, die sich wie $1 : 2$ verhalten, also in die Widerstände 10 und $20 \ \Omega$. Dasselbe erreichen wir natürlich auch für jeden anderen Punkt III auf a c, wenn wir nur auf b d den Punkt festlegen, der b d im gleichen Verhältnis wie a c teilt. Wir haben im vorstehenden Bild eine Brückenschaltung festgehalten, deren Brücke stromlos ist und wollen, um auf einfachem Wege die Regeln zu erhalten, nach denen dieser Zustand zu erreichen ist, die im Bild angegebenen Zahlenwerte zugrunde legen. Wir haben $a = 2$, $c = 4$, $b = 10$, $d = 20$. Es verhält sich $a : c = 2 : 4 = 1 : 2$ und ebenso $b : d = 10 : 20 = 1 : 2$. Ferner aber auch $a : b = 2 : 10 = 1 : 5$ und $c : d = 4 : 20 = 1 : 5$. Aber noch eine weitere Beziehung können wir aus dem Bild entnehmen: $a \cdot d = 2 \cdot 20 = 40$ und $b \cdot c = 10 \cdot 4 = 40$.

Wir merken uns:

Die Brücke ist stromlos, wenn die Verhältnisse der anliegenden und die Produkte der gegenüberliegenden Seiten gleich sind.

7. Anwendung der Brückenschaltung bei Widerstandsmessungen

Als Brückenarme a und b verwendet man meist einen auf den Rand einer isolierenden kreisrunden Platte gespannten Meßdraht, der durch einen Schiebe- oder Rollkontakt in zwei nach Wahl veränderliche Abschnitte geteilt wird. Zweckmäßig wird die Skala auf der Isolierplatte gleich mit dem der jeweiligen Stellung des Kontaktes entsprechenden Verhältniszahl beider Brückenarme bezeichnet. R ist ein auswechselbarer Vergleichswiderstand, X der zu messende Widerstand. Durch Verschieben des Gleit- oder Rollkontaktes

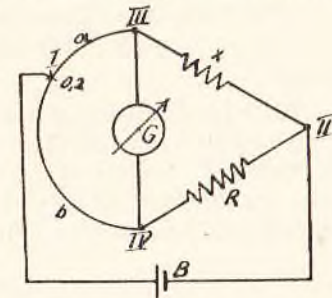


Abb. 54

wird die Diagonale stromlos gemacht. Zeigt das Meßinstrument die Stromstärke 0, dann verhält sich $a : b$ wie $X : R$. Das kann auch in der Form geschrieben werden: $\frac{a}{b} = \frac{X}{R}$. Behalten wir für unser Beispiel die oben angenommenen Werte bei ($a = 2$, $b = 10$ und $R = 20$), dann erhalten wir $\frac{2}{10} = \frac{X}{20}$. Um X zu ermitteln, vervielfachen wir beide Seiten der Gleichung mit R und erhalten $\frac{2}{10} \cdot R = \frac{X \cdot R}{R}$ und daraus $X = \frac{2}{10} \cdot R$, also $\frac{2 \cdot 20}{10} = 4 \ \Omega$.

Wir können auch mit den Produkten der gegenüberliegenden Seiten rechnen, also: $a \cdot R = b \cdot X$; nach X aufgelöst erhalten wir $\frac{b}{a} \cdot R = X$, also wieder $\frac{2}{10} \cdot R = X$, demnach $X = \frac{2}{10} \cdot 20 = 4 \ \Omega$.

Vielleicht wird manchem unserer Leser das Ergebnis auf folgendem Weg verständlicher werden. $2 \cdot 18 = 36$ und $3 \cdot 12$ ist gleichfalls 36; also können wir schreiben $2 \cdot 18 = 3 \cdot 12$. Angenommen der Wert 12 ist uns unbekannt, dann schreiben wir $2 \cdot 18 = 3 \cdot X$. Der Wert für X ergibt sich dann auf einfachste Weise, wenn wir sagen $2 \cdot 18 = 36$ und dann 36 durch den bekannten Faktor des zweiten Produktes, also durch 3, teilen. $36 : 3 = 12$. Auf unsern Fall angewendet bedeutet $\frac{2 \cdot 20}{10} = 4 \ \Omega$; $\frac{2 \cdot 20}{10}$ ist aber $\frac{a}{b} \cdot R$.

8. Wechselstrommessungen

Häufig sind Widerstandsmessungen vorzunehmen, bei denen Gleichstrom nicht verwendbar ist, weil das Messergebnis durch elektrolytische Vorgänge (Polarisation) beeinflusst wird, z. B. an Erdleitungen und zur Bestimmung des inneren Widerstandes von Elementen.

Für solche Fälle stehen uns die sogenannten Wechselstrommeßbrücken zur Verfügung. Wie schon aus der Bezeichnung zu ersehen ist, handelt es sich bei diesen um eine Meßanordnung nach dem Brückensystem. Der wesentlichste Unterschied gegenüber den Gleichstrommeßbrücken besteht darin, daß statt des Gleichstromes

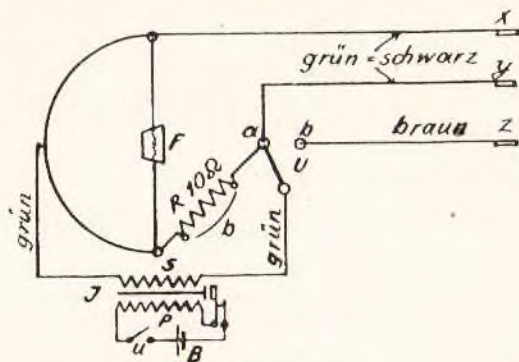


Abb. 55

ein Wechselstrom mit Tonfrequenz verwendet wird. Das Meßinstrument in der Brücke wird durch einen Fernhörer ersetzt. Von verschiedenen Meßanordnungen dieser Art soll hier nur die Wechselstrommeßbrücke nach Wiechert behandelt werden. Der grundsätzliche Schaltung zeigt die Abb. 55. Der Wechselstrom wird in einer kleinen Induktionspule mit Selbstunterbrechung erzeugt. Die Induktionspule besitzt zwei Wicklungen. Im Innern der Spule befindet sich ein Eisenkern. Als Gleichstromquelle wird ein Trockenelement verwendet. Ein Schalter dient zum Schließen des Gleichstromkreises. Wird die Erstwicklung der Induktionspule erregt, so wird der Eisenkern magnetisch und zieht einen an einer Blattfeder befestigten Anker an. Damit wird ein Ruhkontakt unter-

brochen, der den Stromkreis auf trennt, die Blattfeder geht in die Ruhelage und schließt erneut den Stromkreis. Dieses Spiel wiederholt sich, solange der Schalter in Arbeitsstellung steht. Durch das rasche Unterbrechen entstehen in der Erstwicklung kurze Stromstöße, die in der Zweitwicklung nach den uns bekannten Gesetzen der Induktion einen Strom wechselnder Richtung hervorrufen. Dieser wird mit dem Fernhörer als Summertone wahrgenommen. Statt eines Meßgerätes liegt bei der Wechselstrommeßbrücke ein Fernhörer in der Brücke. Der Abgleich erfolgt also nicht optisch, sondern akustisch. Die Schaltung der Wiechertschen Brücke ist in der Abbildung 55 dargestellt.

Auf der Rückseite des Fernhörers ist eine Ebonitscheibe drehbar angeordnet, um deren Rand ein Manganindraht von 1 Ohm Widerstand herumgelegt ist. Ein Schleifkontakt teilt diesen Widerstand in zwei Teile. Als Vergleichswiderstand ist ein Widerstand von 10 Ohm eingeschaltet. Die zu messende Erdleitung wird an die Klemme x angeschlossen, eine Hilfs Erde an die Klemme y. Die beiden Kontaktgabeln der grünen Schnur werden unter die Schrauben am Holzkasten geklemmt. Durch Umlegen des Umschalters am Holzkasten wird der Summer eingeschaltet. Bei der Messung muß sich der am Rand des Hörers herausragende Umschalter in der Stellung a befinden. Nun wird die Meßscheibe solange gedreht, bis der Ton im Hörer völlig verschwindet oder doch seine geringste Stärke erreicht. Auf einer in Ohm geeichten Skala kann dann an einer weißen Strichmarke der Widerstand beider Erden x und y abgelesen werden. Liegt bei Grundwassererden der abgelesene Wert nicht über 15 oder bei einer Rokserde nicht über 30, dann können beide Erden, die bei x angeschlossene zu messende sowohl als auch die an y liegende Hilfs Erde als gut angesprochen werden; einer weiteren Messung bedarf es in diesem Falle nicht. Ist ein höherer Wert abgelesen worden, dann ist eine zweite Messung unter Anschaltung einer zweiten Hilfs Erde bei z (braune Schnur) nötig. Der Hebel am Fernhörer ist nach b umzulegen. Nun dreht man wieder die Ebonitscheibe solange, bis der Summertone im Fernhörer am schwächsten ist. An der weißen Kennmarke liest man wiederum eine Zahl ab. Aus dem Ergebnis der ersten und zweiten Messung findet man mit Hilfe der Fluchtlinientafel den gesuchten Widerstand der Erdleitung X. Die Fluchtlinientafel ersetzt die für einen Angeübten nicht ganz einfache Ausrechnung. Jedem Gerät ist die Fluchtlinien-

tafel beigegeben. In der folgenden Abb. 56 ist sie nur angedeutet, um die Anwendung an Hand eines Beispiels zu erläutern.

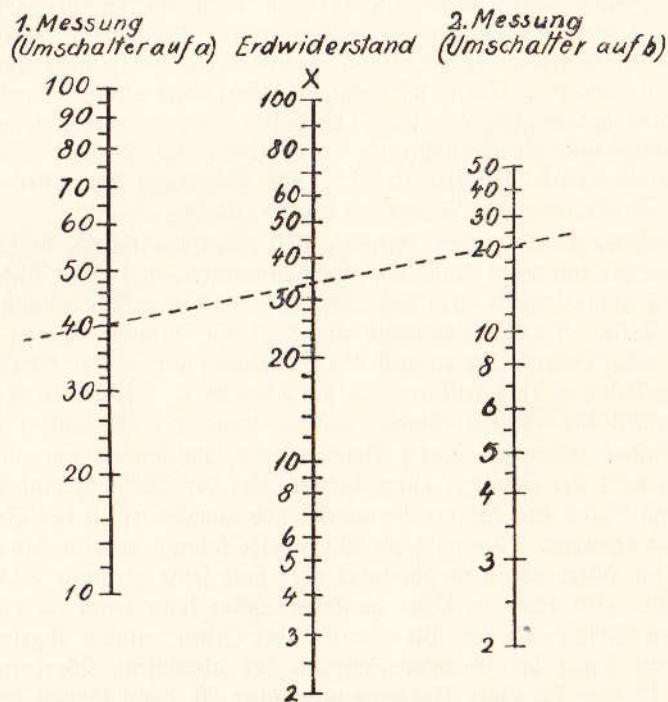


Abb. 56

9. Prüfen der Verbindungsstellen in Leitungsdrähten

Zur Bestimmung des Uebergangswiderstandes bei Leitungsverbindungen wird vorteilhaft der Spannungsmesser in Taschenuhrform (Meßbereich 3 Volt) benutzt. Außer dem Meßgerät werden noch ein gutes Trockenelement und zwei Meßschnüre benötigt. Die EMK des Elementes soll 1,4 Volt, die Klemmenspannung 1,2 Volt betragen. Die Klemmen der Meßschnüre sowie das betreffende Leitungsstück sind vor der Messung metallisch blank zu machen. Die

Messung ist mit gedrückter Taste auszuführen. Die grundsätzliche Meßanordnung ist aus den Abb. 57 und 58 ersichtlich.

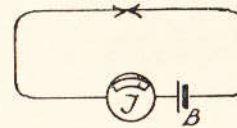


Abb. 57

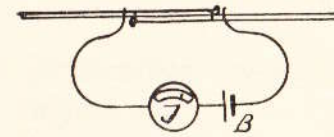


Abb. 58

Zuerst wird der Ausschlag beobachtet, wenn der Stromkreis über die Meßschnüre in sich geschlossen ist. Dieser Ausschlag sei mit K 1 bezeichnet. Als dann werden die beiden Schnüre an die beiden Enden der Verbindungsstelle angelegt. Das Gerät zeigt dabei den Ausschlag K 2. Sind die beiden Ausschläge gleich, so hält sich der Uebergangswiderstand in den praktischen Grenzen, d. h. die Verbindungsstelle ist gut. Je größer der Unterschied zwischen K 1 und K 2 ist, um so höher ist der Uebergangswiderstand der Verbindungsstelle.

1 Teilstrich	entspricht	rund	1 Ohm	Widerstand
2 Teilstriche	entsprechen	"	2	" "
3 "	"	"	3	" "
4 "	"	"	4,5	" "
5 "	"	"	6,5	" "
6 "	"	"	9	" "
7 "	"	"	13,5	" "
8 "	"	"	20	" "

Ist ein Spannungsmesser nicht vorhanden, so kann behelfsmäßig ein Fernhörer verwendet werden (s. Abb. 59). Wird in der Leitung

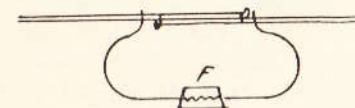


Abb. 59

gesprochen, so ist im Fernhörer bei guter Beschaffenheit der Verbindungsstelle nichts zu hören.

IV. Beeinflussung der Fernmeldeanlagen durch Starkstromanlagen

Eine Beeinflussung tritt auf, wenn zwischen den Stromkreisen beider Anlagen eine Kopplung besteht. Die Kopplung kann dreierlei Art sein, nämlich galvanisch, magnetisch oder elektrisch. Beim Auftreten einer galvanischen Kopplung findet ein Stromübergang statt. Die magnetische Kopplung löst Induktionswirkungen aus; die elektrische Kopplung ruft Influenzerscheinungen hervor.

Die Beeinflussung kann sich als Gefährdung oder als Störung auswirken. Eine Gefährdung führt zur Beschädigung fernmeldetechnischer Einrichtungen sowie zu Unfällen der an diesen Einrichtungen arbeitenden Menschen. Bei einer Störung wird der Betrieb beeinträchtigt. Da die Fernmelde- und Starkstromanlagen mit ganz verschiedenen Leistungen arbeiten — FM-Anlagen mit mW, St-Anlagen mit Tausenden von kW —, findet schon bei losen Kopplungen ein verhältnismäßig großer Energieübergang von der Starkstrom- zur Fernmeldeanlage statt.

Galvanische Kopplungen. Bei ihrem Auftreten kommt es zu einem Stromübergang. Der unmittelbare Stromübergang erfolgt durch gegenseitige Berührung der Leiter beider Anlagen. Er ist meist nur bei blank geführten Leitungen möglich. Arbeiten die FM-Anlagen und die St-Anlagen mit Erde, so kann gegebenenfalls ein mittelbarer Stromübergang über die Erde hinweg erfolgen. Der unmittelbare Stromübergang führt zu schweren Beschädigungen der technischen Einrichtungen und gefährdet gleichzeitig die an diesen Einrichtungen arbeitenden Menschen. Der mittelbare Stromübergang ruft in den FM-Leitungen unter anderem starke Ströme hervor und führt bei Kabeln zu elektrolytischen Zerstörungen (Korrosion).

Magnetische und elektrische Kopplungen. Durch den Ausbau der elektrischen Ueberlandneze (Landesfammelschienen mit Höchstspannungen), vor allem aber durch die elektrischen Bahnen, die mit stark unsymmetrischen Leitungen arbeiten, treten

magnetische und elektrische Kopplungen mit den Fernmeldeanlagen auf. Die Beeinflussungen können so stark werden, daß nicht allein der empfindliche Fernsprechtbetrieb, sondern auch der Telegraphenbetrieb gestört wird. Das Maß der Beeinflussung ist abhängig von der Länge der Parallelführung der Leitungen, von dem gegenseitigen Abstand, von ihrer Unsymmetrie und von der übertragenen Energie. Um die Beeinflussung der Fernmeldeanlagen durch Starkstrom zu verhindern oder doch auf ein erträgliches Maß zu mindern, sind besondere Vorschriften erlassen worden. Soweit sie den Leitungsbau der DRP betreffen, sind diese Vorschriften in der Starkstromschusanweisung zusammengefaßt. Im Folgenden werden die wichtigsten dieser Bestimmungen behandelt.

Starkstromschutz

a) Allgemeines.

Das Verhältnis der Fernmeldeanlagen der DRP zu den Starkstromanlagen ist grundsätzlich durch die Bestimmungen des FAG und TWG geregelt. Im übrigen gelten die Anordnungen der Aufsichtsbehörden und die VDE-Vorschriften und Leitsätze (Vorschriften bei Kreuzungen und Näherungen von T- und F-Anlagen: Schutz dieser gegen elektrische Bahnen; bruchsfichere Führung von Hochspannungsanlagen; Bahnkreuzungsvorschriften).

Starkstromanlagen werden in Hochspannungs- (H) und Niederspannungs (N)-Anlagen unterschieden. N-Anlagen sind solche, bei denen kein Leiter gegen Erde mehr als 250 Volt Spannung führt. Alle übrigen Anlagen zählen zu den H-Anlagen.

Als Grundsatz gilt:

1. Die Berührung mit H-Anlagen ist unbedingt zu verhindern.
2. Berührungen mit N-Anlagen müssen verhindert bzw. unschädlich gemacht werden.

Allgemein sollen die Schwachstromleitungen den Starkstromleitungen fernbleiben. Ist eine Näherung oder eine Kreuzung unvermeidlich, so sind diese so auszuführen, daß weder Beschädigungen noch Betriebser schwerungen der Schwachstromanlage eintreten können. Längere Parallelführungen mit H-Anlagen sind wegen der etwa auftretenden magnetischen und elektrischen Kopplungen zu vermeiden. Besonders gilt dies für Sprechleitungen, weil die auftretenden Knallgeräusche am ehesten Personenschäden verursachen.

b) Mindestabstände zwischen Starkstrom- und Fernmeldeanlagen.

1. Mindestabstände zwischen oberirdischen Anlagen.

aa) Waagerechte Richtung.

Abstand aller Bestandteile voneinander mindestens 1,25 m. (Bestandteile sind außer Stangen, Masten, Streben und Ästern auch Schutzneze und Schutzdrähte.) Bei N-Anlagen kann der Abstand auch weniger als 1,25 m betragen. Dabei muß aber eine Berührungsmöglichkeit ausgeschlossen sein.

Der Abstand zwischen Luftleitern von Funkseideanlagen und den in gleicher Richtung verlaufenden Fernmeldeleitungen beträgt mindestens 15 m.

bb) Senkrechte Richtung bei Kreuzungsstellen.

Der Abstand beträgt:

5 m zwischen Fernmeldeanlagen und Luftleitern von Sendeanlagen.

2 m zwischen Fernmeldeanlagen und nicht geerdeten Teilen von H-Anlagen. (1,5 m Abstand muß noch vorhanden sein, wenn eine Isolatorenkette oder eine Abspanndoppeltaste reißt oder wenn bei Tragketten die Stützpunktisolierung einer H-Leitung im Nachbarfeld reißt.)

1 m zwischen FM-Anlage und den geerdeten Teilen einer H-Anlage.

1,5 m zwischen FM-Leitungen und blanken N-Leitungen (vereinfachte bruchsfichere Führung).

1 m zwischen H-Leitungen und dem Schutzseil einer überkreuzten Luftkabelanlage.

Bei Verwendung von Tragketten bei H-Anlagen vergrößert sich der Abstand um je 1 cm für 1000 Volt.

Reichen die Mindestabstände für den ungehinderten Ausbau und für die Unterhaltung der FM-Anlage nicht aus, dann sind sie zu vergrößern.

2. Mindestabstände zwischen oberirdischen und unterirdischen Anlagen.

Der waagerechte Abstand zwischen den Bauteilen oberirdischer Anlagen und unterirdischen Kabeln soll nicht unter

0,8 m betragen. (Bei Schutzmaßnahmen ausnahmsweise 0,25 m.)

3. Abstände zwischen unterirdischen Anlagen. Waagerecht möglichst groß, am besten Straßenbreite. Beträgt der Abstand weniger als 0,3 m, dann sind besondere Schutzmaßnahmen zu treffen.

Der senkrechte Abstand ist so groß wie möglich zu halten.

c) Überkreuzung der Fernmeldeleitungen durch N-Anlagen.

Schutzmaßnahmen

1. Ausbau der N-Anlagen mit erhöhter Sicherheit.

aa) Art der Stützpunkte:

Stahl-Beton oder getränkte Holzmasten. Ungetränkte Holzmasten erhalten besondere Erdfüße. Die Gestänge sind standfester aufzustellen und zu unterhalten.

bb) Maßnahmen an den Isolatorenträgern:

Zuverlässige Befestigung. In Holz befestigte oder auf Zug beanspruchte Bauteile sind gegen Lockerwerden zu sichern. (Durchgehende Bolzen mit Mutter und Scheibe.)

cc) Spannweite der Leitungen.

Sie ist so gering als möglich zu halten. Beträgt die Spannweite mehr als 40 m, dann sind im Benehmen mit der DRP besondere Vorkehrungen zu treffen. Als Mindestquerschnitt sind vorgeschrieben: 10 qmm für Kupfer, 25 qmm für Aluminium. Bei Spannweiten bis zu 20 m ist für Kupfer ein Querschnitt von 6 qmm und für Aluminium ein solcher von 16 qmm zugelassen.

Im allgemeinen sollen die Leitungen im Kreuzungsfeld aus einem Stück bestehen. Ist dies nicht der Fall, dann müssen die Leitungsverbinder der DRP zur Prüfung vorgelegt werden.

Für die Beanspruchung und den Durchgang der Leitung gelten die allgemeinen Bestimmungen. Leitungen auf gerader Strecke sind in Winkelpunkten so zu befestigen, daß sie unter Zug an den Isolatoren anliegen.

d) Parallelführung.

Beträgt der gegenseitige Abstand weniger als 10 m, dann sind besondere Vorkehrungen zu treffen. Bei N-Anlagen ist dabei isolierter Draht zu verwenden. Ist eine Berührung ausgeschlossen, so sind keine besonderen Maßnahmen erforderlich. Die Leitungsanlagen sind allgemein durch Verstärkung, Verankerung oder Verstrebung vor Umsturz zu schützen.

