

K. KABATT

Hilfsbuch für Entstörer

Verlag für Wissenschaft und Leben
Georg Heidecker
Berlin - Friedenau

Die Liquidatorin und ehemalige Verlagsinhaberin des Verlag für Wissenschaft und Leben Georg Heidecker GmbH,

genehmigt die Einstellung der Exemplare 1940 und 1957 des Lehrmittels der DBP "Hilfsbuch für Entstörer - Kabatt"

in die Homepage des Fernmeldelehrling, ausschließlich zum Zweck der Vervollständigung der Chronik der

Berufsausbildung und der Ausbildung im mittleren Fernmeldetechnischen Dienst der damaligen DBP.

Alle Rechte für die o. g. Bücher liegen bei Frau Wäger.

Unterhaltung des
Fernamtes des
Fernmeldeamtes 1 Nbg
UFe 10

Kurt Kabatt
Hilfsbuch für Entstörer

Hilfsbuch für Entstörer

Im Auftrage des Reichspostministeriums

bearbeitet von

Kurt Kabatt

Technischer Telegrapheninspektor

Mit 148 Bildern

1939

VERLAG FÜR WISSENSCHAFT UND LEBEN GEORG HEIDECKER
BERLIN-FRIEDENAU

Vorwort

Dieses Hilfsbuch soll den Entstörern des Fernsprechdienstes das Eingrenzen und Beseitigen von Störungen in neuzeitlichen Nebenstellenanlagen erleichtern.

Im ersten Teil „Allgemeine Grundlagen“ werden die wichtigsten in einem elektrischen Stromkreis vorhandenen oder auftretenden Größen und Vorgänge und ihre Anwendung in der Fernmeldetechnik erläutert.

Der zweite Teil des Buches behandelt die gebräuchlichen Fernsprengeräte, ihre Bedienung und die Störungseingrenzung.

Lange Apparatsbeschreibungen und Erklärungen, wie sie in Lehrbüchern üblich sind, mußten zur Wahrung der Übersichtlichkeit hier vermieden werden. Das Hilfsbuch soll den Entstörer in die Lage versetzen, sich während des praktischen Dienstes schnell über die wichtigsten Schaltungen, Anschlüsse und Fehlermöglichkeiten der betreffenden Fernsprecheinrichtung zu unterrichten.

Allen Stellen, die mich bei der Bearbeitung des Stoffes mit Rat und Tat unterstützt haben, ebenso dem Verlag für die vorzügliche Ausstattung und schnelle Fertigstellung des Buches sage ich hiermit meinen besten Dank.

Ich hoffe, daß das Hilfsbuch allen Arbeitskameraden auf dem Gebiete der Störungsbeseitigung gute Dienste leistet.

Berlin, im März 1939

~~Heid-Hilber~~

K. Kabatt

Alle Rechte, insbesondere
das der Übersetzung, vorbehalten

Copyright 1939 by
Verlag für Wissenschaft und Leben
Georg Heidecker
Berlin-Friedenau



Erwerbsbuch des
MPK Nürnberg
Nr. D 4676

III Dc
10a

Inhaltsübersicht

	Seite
Vorwort	V
Übersicht über den I. Teil: Allgemeine Grundlagen	VIII

Erster Teil

Die Spannung	1
Die Stromstärke	8
Der elektrische Widerstand	21
Widerstandsberechnungen	32
Die elektrische Leistung	37
Die Kapazität	40
Die Induktivität	45
Die Dämpfung	48
Magnetische Größen	51
Fernsprechrelais	56
Stromquellen	61
Gleichrichter	73
Meßgeräte (Verschiedene Bauarten — Prüfschränke)	81
Leitungen und Leitungsstörungen (Freileitungs- und Kabelstörungen — Störungen in Anschlußleitungen — Erdung von Sprechstellen)	104
Anschließen von Drahtfunkleitungen (Allgemeines über den Drahtfunk — Drahtfunksender — Drahtfunkverstärker — Drahtfunkteilnehmer)	115
Starkstromschutzmaßnahmen (Auszug aus der TBO 15)	120

Zweiter Teil

Fernsprechapparate, Nebenstellenanlagen

	Seite
Allgemeines zum II. Teil	124
Tischapparat W 24	125
Tischapparat W 28	129
Sprechstellen mit 2 Apparaten	132
Sprechstellen mit Anschlußdosen	135
Ortsmünzfernsprecher 33	138
Münzfernsprecher 28 c	142
Rückfrageapparat W 28	148
Zwischenstellenumschalter W 25 b (Tischform)	152
Zwischenstellenumschalter W 33	158
Klappenschrank W 13 a für 3 Leitungen	164
Rückstellklappenschrank W 21 für 20 Leitungen	170
Reihenanlage W 31 ^{1/1}	180
Reihenanlage W 33 ^{1/5}	186
Reihenanlage W 25 c ^{1/5}	189
Klappenschrank R 30 ^{1/2} (zum Anschluß an Außennebenstellen)	199
Zusatzeinrichtung RAN 35 a ^{1/1}	204
Tischapparat W/OB 35	212
Schlußbetrachtung	215
Sachweiser	216

Erster Teil

Allgemeine Grundlagen

Kurze Zusammenstellung der wichtigsten in diesem Abschnitt vorkommenden elektrischen Größen und Gesetze.

Die elektrischen Grundmaße:	Nähere Ausführung	Seite
1. Spannung: Einheit 1 Volt = 1 V, Formelzeichen U . . .	1	1
2. Stromstärke: „ 1 Ampere = 1 A, „ J . . .	8	8
3. Widerstand: „ 1 Ohm = 1 Ω , „ R . . .	21	21
4. Ohmsches Gesetz: Spannung = Stromstärke \times Widerstand	32	32
$U = J \cdot R$		
5. Leistung: Einheit 1 Watt = 1 W, Formelzeichen N . . .	37	37
$N = U \cdot J$ (für Gleichstrom)		
$N = U \cdot J \cdot \cos \varphi$ (für Wechselstrom)		
$N = U \cdot J \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}$ (für Drehstrom)		
6. Kapazität: Einheit = 1 Farad = 1 F, Formelzeichen C . . .	40	40
7. Induktivität: „ = 1 Henry = 1 H, „ L . . .	45	45
8. Dämpfung: „ = 1 Neper = 1 N, „ b . . .	48	48

Erster Teil

Die Spannung

Einheit das Volt
Formelzeichen: U

abgekürzt: 1 V

$1 \text{ kV} = 1 \text{ Kilovolt} = 1000 \text{ V}$

$1 \text{ mV} = 1 \text{ Millivolt} = 1/1000 \text{ V}$

Das Volt, die Einheit der elektromotorischen Kraft, erzeugt in einem Leiter von einem Ohm Widerstand einen Strom von 1 Ampere.

Die **Klemmenspannung** U, die an den Klemmen einer Stromquelle gemessen wird, hat den äußeren Widerstand des Stromkreises zu überwinden (z. B. Leitungswiderstand, Apparatwiderstände), während die EMK (Elektromotorische Kraft, Formelzeichen E) den äußeren und inneren Widerstand zu überwinden hat. Unter innerem Widerstand versteht man den Eigenwiderstand der Stromquelle.

Betriebsspannung: Die Spannung, die an den Netzteilen und an den Klemmen der Stromverbraucher herrscht.

Nennspannung: Die Spannung, mit der Motore, Geräte, Apparate usw. betrieben werden.

Spannungsabfall oder Spannungsverlust.

Längs eines Leiters (einer Leitung oder eines Widerstandes) nimmt die Spannung ab; sie wird am Ende des Stromkreises „0“. Der Spannungsabfall tritt erst ein, wenn Strom fließt, d. h., wenn der Stromkreis geschlossen ist. Vorher hat die Leitung an allen Stellen gleiche Spannung.

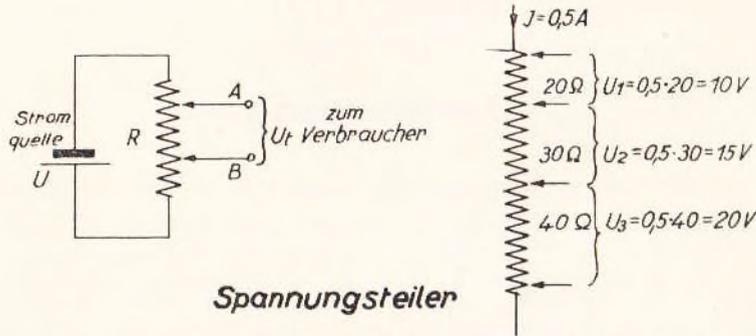
Beispiel: In einem Leitungsabschnitt mit einem Widerstand von $R=100 \Omega$ fließt ein Strom $J=0,2 \text{ A}$ (200 mA). Wie groß ist der Spannungsabfall U_v ?

Spannungsabfall: $U_v = J \cdot R = 0,2 \cdot 100 = 20 \text{ Volt}$.

Besonders gering muß der Spannungsabfall in Batteriezuführungen sein (große Leiterquerschnitte!).

Spannungsteiler (Potentiometer, Bild 1).

An dem Widerstand R kann an den Punkten A und B eine beliebige Teilspannung U_t abgegriffen werden, z. B. zum Laden kleinerer Sammler oder als Gittervorspannung einer Elektronenröhre. Bei großem Strombedarf sind Spannungsteiler wegen des hohen



Spannungsteiler

Bild 1. Die Spannungen verhalten sich wie die Widerstände, ändern sich aber mit der Belastung der Teilwiderstände.

Eigenverbrauchs unwirtschaftlich; sie werden als Stabwiderstand mit Abgriffsschellen oder als Drahtwiderstand mit Schiebekontakten oder Stufenschaltern ausgeführt.

Spannungsunterschied.

Hierunter versteht man den Unterschied zwischen einem Punkt höherer und einem Punkt niederer Spannung. Hat z. B. der Leiter I eine Spannung von + 24 V gegen Erde und der Leiter II + 60 V gegen Erde, so besteht zwischen Leitung I und II ein Spannungsunterschied von 24 bis 60 V = 36 V.

Spannungsreihe.

Taucht man 2 Metalle in eine leitende Flüssigkeit (Elektrolyt), so bildet sich zwischen den beiden Metallelektroden eine Spannung, die um so größer ist, je weiter die Metalle in der Spannungsreihe voneinander entfernt sind.

Auf diesem Grundsatz beruhen die galvanischen Elementè (z. B.

- Zink—Kupferelement,
- Zink—Kohleelement).

Die elektrolytische Spannungsreihe:

Aluminium	0 V
Zink	+ 0,69 „
Chrom	+ 0,89 „
Eisen	+ 1,02 „
Kadmium	+ 1,03 „
Nickel	+ 1,20 „
Zinn	+ 1,30 „
Blei	+ 1,32 „
Kupfer	+ 1,80 „
Silber	+ 2,25 „
Kohle	+ 2,35 „
Gold	+ 2,95 „

Bei einem Element ist der negative Pol immer am unedleren Metall und der positive am edleren Metall (z. B. beim Zink—Kupferelement: Zink: — Pol, Kupfer: + Pol, beim Zink—Kohleelement: Zink: — Pol, Kohle: + Pol.

Spannungswandler für Meßgeräte (siehe unter Meßgeräte).

Spannungssicherungen haben die Aufgabe, zu hohe Spannungen zwischen Leitung und Erde auszugleichen. Sie werden im Nebenschluß zur Leitung geschaltet, also zwischen Leitung und Erde oder auch — wie z. B. die Frittersicherung — zwischen a- und b-Ader.

Die hohen Spannungen können von atmosphärischen Entladungen herrühren oder sie gelangen durch Berührung mit Starkstromanlagen auf die Fernmeldeleitung.

Ausführungsformen: Hörnerblitzableiter (Grobschutz, Bild 2).

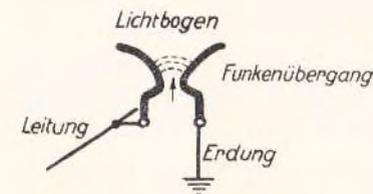


Bild 2. Hörnerblitzableiter.

Beim Überschlag an der Funkenübergangsstelle bildet sich meist ein Lichtbogen aus; die heiß werdende Luft steigt nach oben; der Lichtbogen gleitet an den Bügeln entlang und reißt ab, weil

die Entfernung zwischen den Metallbügeln immer größer wird. Diese Wirkung wird nach der Form der Bügel „Hörnerwirkung“ genannt; sie wird auch an Hochspannungsschaltern ausgenutzt. Dadurch werden die Schalterteile gegen Verbrennung geschützt.

Luftleerblitzableiter enthalten zwei Kohleelektroden, die an der Oberfläche gereifelt sind; die Schneiden stehen sich kreuzweise gegenüber (Spitzenwirkung). Zwischenraum: etwa 1,9...2 mm, Durchschlagsspannung: 350...400 V. Neuere Patronen sind mit Wasserstoffgas gefüllt und enthalten zwei längliche, plattenförmige Aluminiumelektroden.

Der Kohleblitzabteiler besteht aus zwei Kohleklötzchen (besonders harte Retortenkohle), die durch ein siebartig durchlöchertes Zellitplättchen voneinander getrennt sind (Abstand 0,12 bis 0,15 mm).

Induktionsspannung oder induzierte Spannung.

Wenn ein elektrischer Leiter von magnetischen Kraftlinien geschnitten wird, so entsteht in dem Leiter eine Spannung.

Die Größe der induzierten Spannung hängt von der Zahl der in der Sekunde geschnittenen Kraftlinien ab.

Werden z. B. 10 Millionen Kraftlinien in der Sekunde geschnitten, so wird eine Spannung von 1 V induziert. Werden dagegen 40 Millionen je Sekunde geschnitten, so beträgt die Spannung 4 Volt.

Die beim Ansteigen oder Abnehmen eines Stromes auf den eigenen Leiter induzierte Spannung heißt: **Selbstinduktionsspannung**. Sie wirkt der angelegten Spannung beim Entstehen des Magnetfeldes entgegen und ist gleichgerichtet beim Verschwinden oder Abnehmen der magnetischen Kraftlinien.

Diese Induktionserscheinungen werden ausgenutzt zur Erzeugung elektrischer Spannungen durch Maschinen (Gleichstrom-Wechselstrommaschinen, wie z. B. auch beim Kurbelinduktor).

Die induzierte Spannung ruft einen Strom hervor, wenn der Stromkreis geschlossen ist; seine Stärke hängt ab von der Größe der induzierten Spannung und von der Größe der eingeschalteten Widerstände, und zwar von den inneren und äußeren Widerständen.

Hochspannung (dieser Begriff ist nicht zu verwechseln mit Hochfrequenz, siehe unter Wechselstrom).

Gleich- oder Wechselspannung über 1000 V im Gegensatz zu Spannungen unter 1000 V (früher: Niederspannung).

Hohe Spannungen werden verwendet zum Prüfen von Nichtleitern (Isolatoren), Kondensatoren usw. auf Durchschlags- oder Überschlagesicherheit.

Zur Fortleitung elektrischer Energie über weite Entfernungen werden Hochspannungsleitungen benutzt, um bei niedriger Stromstärke große Leistungen zu übertragen ($W = U \cdot I$). Bei hoher Spannung und niedriger Stromstärke kann der Spannungsabfall und damit der Energieverlust der Leitung bei kleinem Leiterquerschnitt gering gehalten werden. Hochspannungsleitungen müssen genügenden Abstand von anderen elektrischen Anlagen (insbesondere Fernmeldeanlagen) haben, um einen Überschlag oder eine Beeinflussung durch Induktion zu vermeiden; außerdem dürfen Fernmeldeleitungen nicht auf längere Strecken parallel zu Hochspannungsleitungen geführt werden.

Wechselspannung.

Eine Wechselspannung ändert in einer bestimmten Zeitfolge ihre Größe und Richtung.

Bild 3 zeigt eine Wechselspannung mit sinusförmigem Verlauf; man unterscheidet:

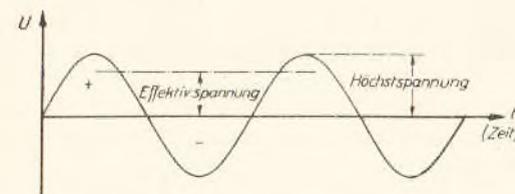


Bild 3.
Wechselspannung.

Höchstspannung (Maximalspannung U_{\max}), Augenblicksspannung (Momentanspannung U_{mom}) und Wirkspannung (Effektivspannung U_{eff})

$$\therefore U_{\text{eff}} = \frac{1}{2} \sqrt{2} \cdot U_{\max} = 0,707 U_{\max}$$

Die Meßgeräte geben die Effektivspannung an; darunter versteht man den Mittelwert von der Summe der Augenblickswerte oder anders ausgedrückt: den Wert des Wechselstromes, der in

einem ohmschen Widerstande dieselbe Stromwärme erzeugen würde, wie ein Gleichstrom von demselben Betrage (Bild 4).

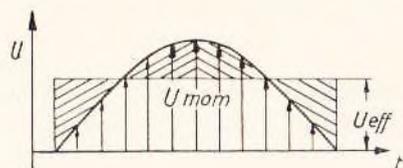
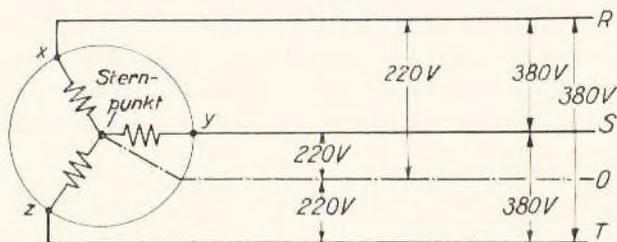


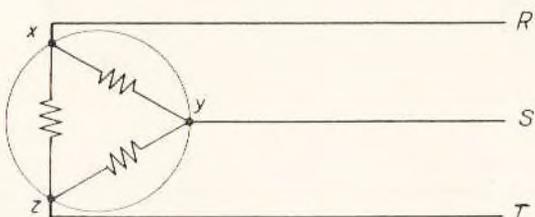
Bild 4.

In Drehstromnetzen heißt der Mittelwert der Spannungen zwischen den 3 Leitern „Spannung des Drehstromnetzes“ (früher: „verkettete Spannung“ oder „Dreiecksspannung“).

Sternspannung heißt die Spannung zwischen je einem Leiter und dem Sternpunkt (früher: Phasenspannung, Bild 5).



Sternschaltung



Dreieckschaltung

Bild 5. Spannungen und Leiterbezeichnungen an Drehstromnetzen.

Die an Niederspannungsnetzen üblichen Spannungen für Drehstrom betragen 380 und 220 V (Sternspannung).

$$\frac{380}{220} = 1,73 = \sqrt{3}$$

d. h. die beiden Spannungen verhalten sich wie $1 : \sqrt{3}$.

Bei der Dreiecksschaltung gibt es keinen Nulleiter, also nur eine Spannung.

Umspanner (Transformatoren),

haben den Zweck, Wechselströme mit niedriger Spannung in solche mit höherer Spannung zu verwandeln und umgekehrt.

Ein Umspanner besteht meist aus 2 völlig voneinander getrennten (isolierten) Wicklungen und einem gemeinsamen, geschlossenen Eisenkern. Je nach Wahl der Windungszahl kann man eine vorhandene Spannung in eine beliebige andere Größe umspannen (transformieren), d. h. die Windungszahlen verhalten sich ebenso wie die Spannungen.

Hat z. B. die Erstwicklung 2000 Windungen und die Zweitwicklung 30000 Windungen, so erhält man bei einer angelegten Spannung von 200 Volt eine zweite Spannung von 3000 Volt. Unterteilt man die Wicklungen durch mehrere Abgriffe, so kann man verschiedene Teilspannungen abnehmen.

Die Leistungen sind in beiden Wicklungen gleich groß — abgesehen von geringen Verlusten im Eisenkern —, daher müssen sich auch die Stromstärken ändern, d. h., geringe Spannung, starker Strom und umgekehrt. Über die Beschaffenheit des Eisenkerns siehe unter „Magnetische Größen“ und unter „Wirbelstrom“.

Spannungsresonanz (das Wort stammt aus dem Lateinischen „resonare“ = mittönen, mitschwingen).

Zwischen dem Kondensator C und der Spule L (Bild 6) besteht Spannungsresonanz, wenn sie sich in ihrer Wirkung gegenseitig aufheben, d. h. die Ladespannung des Kondensators wird in jedem Augenblick durch die Selbstinduktionsspannung der Spule aufgehoben, weil sie einander entgegengesetzt gerichtet sind. Im Stromkreise wirkt nur noch der ohmsche Widerstand der Spule (abgesehen von dem Widerstand der Stromzuführungen).

Im Resonanzfall ist $\omega L = \frac{1}{\omega C}$ oder

$$\omega^2 = \frac{1}{LC}; \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

L = Induktivität in Henry

C = Kapazität in Farad

$\omega = 2\pi \cdot f$

f = Frequenz

$$2\pi = 2 \cdot 3,14$$

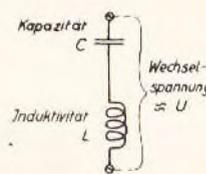


Bild 6.

Am Kondensator und an der Spule treten sehr hohe Spannungen auf. Sie sind bedeutend größer als die angelegte Wechselspannung. Der Gesamtwiderstand ist gering und der Strom sehr groß.

Die Stromstärke

Einheit: das Ampere abgekürzt 1 A
 Formelzeichen: I $1\text{ mA} = 1\text{ Milliampere} = \frac{1}{1000}\text{ A}$

Fließt ein elektrischer Strom durch eine Silbernitratlösung (Elektrolyt), so scheidet er aus der Flüssigkeit Silber aus; je stärker der Strom, um so mehr Silber wird niedergeschlagen. Die Silbermenge steht im festen Verhältnis zur Stromstärke.

Danach ist die Einheit festgelegt worden: 1 Ampere scheidet in der Sekunde $0,001118\text{ Gramm Silber}$ aus.

In der Fernmeldetechnik wird die Stromstärke meist in **Milliampere** ($\frac{1}{1000}$ der Einheit) angegeben; hierzu einige Zahlenbeispiele:

- $1\text{ A} = 1000\text{ mA}$
 - $0,1\text{ A} = 100\text{ mA}$
 - $0,05\text{ A} = 50\text{ mA}$
 - $0,002\text{ A} = 2\text{ mA}$
- usw.

Beim Rechnen mit dem ohmschen Gesetz sind diese Werte nur in der Einheit, also in A einzusetzen.

Der Gleichstrom ist ein in seiner Richtung gleichbleibender Strom.

In der Stärke gleichbleibende Ströme werden z. B. galvanischen Elementen und Sammlern entnommen.

Elektrischen Gleichstrommaschinen und Gleichrichtern entnommene Ströme müssen für viele Verwendungszwecke geglättet werden,

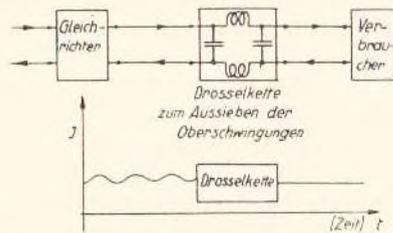


Bild 7. Gleichstrom vor und hinter der Drosselkette (Siebkette).

den, sie enthalten meist eine Anzahl Oberschwingungen, die durch Drosseln und Kondensatoren ausgesiebt werden müssen z. B. für Gitter-Anodenspannungen der Elektronenröhren in Netzanschlußgeräten oder für Meßzwecke, Bild 7).

Der **Stromanstieg** beim Einschalten und der **Stromabfall** beim Ausschalten eines Stromkreises richtet sich nach der Größe und

Art der eingeschalteten Widerstände (ohmsche Widerstände, Leitungskapazität und Induktivität, Kondensatoren und Drosselspulen). Beispiele siehe Bild 8.

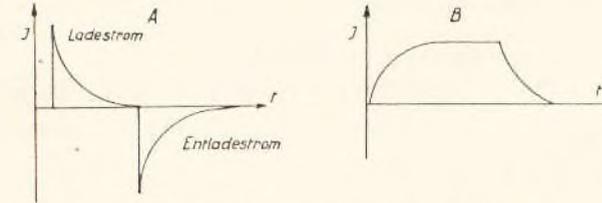


Bild 8. Stromanstieg und -abfall.
 A. Bei eingeschalteter Kapazität. B. Bei eingeschalteter Induktivität.

Die **Stromstärke** richtet sich nach der Höhe der angelegten Spannung und dem eingeschalteten Gesamtwiderstand (Berechnungen hierzu unter dem Abschnitt „Widerstand“).

Stromverzweigungen: Darunter versteht man die Aufteilung eines Stromes in mehrere Teilströme durch Verzweigung der Strombahn. Hierfür gelten die

Kirchhoffschen Regeln:

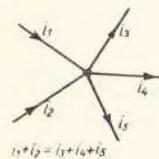


Bild 9.

1. Die Summe der einem Knotenpunkt zufließenden Ströme ist gleich der Summe der wegfließenden Ströme (Bild 9).

2. In jedem in sich selbst zurückgeführten Stromweg (Masche) ist die Summe der eingepprägten elektromotorischen Kräfte gleich der Summe der Spannungsabfälle, die Summe aller $E =$ der Summe aller „ $i \cdot r$ “ (Bild 10).

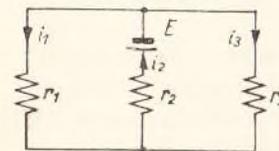


Bild 10.

Die **Teilströme** in parallelen Zweigen verhalten sich **umgekehrt** wie die **Widerstände** der einzelnen Zweige.

Sind die parallelgeschalteten Widerstände gleich, so sind auch die Teilströme gleich groß (Näheres unter „Widerstand“).

Die Summe aller **Teilströme** (Zweigströme) ergibt den **Gesamtstrom**.

Erdstrom.

Darunter versteht man einen Ausgleichsstrom, der zwischen zwei Erdpunkten (Erden) verschiedener Spannung über Fern-

meldeleitungen hinwegfließt. — Werden in Fernmeldeleitungen **Außenströme** (Fremdströme) festgestellt, so können sie auch aus andern Anlagen (Berührung mit Starkstrom- oder Schwachstromanlagen) herrühren.

Fehlstrom, Haltestrom und Ansprechstrom.

(Siehe unter Fernsprechrelais Abschnitt „Magnetische Größen“.)

Hauptstrom.

Der bei elektrischen Hauptstrom-Maschinen durch den Anker und die Feldwicklung fließende Gesamtstrom.

Der zur Magnetisierung der Maschine durch die Feldwicklungen fließende Strom heißt **Erregerstrom**; man unterscheidet zwischen Eigenerregung (Strom der eigenen Maschine entnommen) und Fremderregung (Strom einer fremden Stromquelle entnommen).

Ladestrom und Entladestrom.

Ströme, die beim Laden und Entladen von Kondensatoren auftreten (Bild 8).

Beim Laden und Entladen von elektrischen Sammlern unterscheidet man ebenfalls zwischen Lade- und Entladestromstärke. (Siehe unter „Stromquellen“.)

Thermostrom.

Ein Strom, der einem Thermoelement entnommen wird, siehe unter „Stromquellen“.

Wählstrom.

Beim Ablauf der Nummernscheibe des Fernsprechapparates werden **Wählstrom**unterbrechungen über die Anschlußleitung zur VStW gegeben.

Mit Hilfe des **nsi-Kontaktes** (Nummernscheibenimpulskontakt) wird der Wählstromkreis bei vollständigem Ablauf der Scheibe in der Sekunde 10 mal unterbrochen, d. h., wenn die Ziffer 0 gewählt worden ist, wird die a/b-Schleife 10 mal kurz unterbrochen.

Der zweite Nummernscheibenkontakt, der **nsa-Kontakt** (Nummernscheibenarbeitskontakt), wird beim Aufziehen der Scheibe geschlossen und öffnet erst wieder, wenn die Nummernscheibe die Ruhelage erreicht. Der nsa-Kontakt schließt während des Wählens das Mikrophon und die Erstwicklung der Induktionsspule kurz, d. h. alle zwischen a- und b-Leitung eingeschalteten Widerstände werden überbrückt.

Durch das Ausschalten des Mikrophons wird ein Verzerren des Wählstromes durch Widerstandsschwankungen verhindert. Durch die Überbrückung der Induktionsspule wird eine Übertragung der Wählgeräusche auf den Fernhörer vermieden. Der nsa-Kontakt öffnet sich kurz nach Beendigung der letzten Unterbrechung des nsi-Kontaktes.

Die Öffnungs- und Schließungszeiten der Nummernscheibenkontakte werden nach genauen Prüfvorschriften eingestellt. Fehlerhafte Nummernscheiben sind auszuwechseln!

Der **Wechselstrom** ändert in bestimmter Zeitfolge seine Größe und Richtung (Bild 11).

Maximalstrom, I_{\max}

Der höchste Wert, den der Wechselstrom erreicht; es gibt einen positiven und einen negativen Höchstwert.

Effektivstrom, I_{eff}

Die für Wechselströme angegebenen Zahlenwerte und die von den Wechselstrommeßgeräten angezeigten Werte beziehen sich immer auf den Effektivstrom. Ein Wechselstrom von 0,5 A (Effektivstrom) hat dieselbe Wärme- oder Kraftwirkung wie ein Gleichstrom von 0,5 A.

$$I_{\text{eff}} = \text{rd. } 0,7 \cdot I_{\max} \quad (I_{\text{eff}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = \frac{I_{\max}}{1,414})$$

Wechselstromfrequenz (Formelzeichen f).

Unter der Frequenz eines Stromes versteht man die Zahl der Schwingungen (Perioden) je Sekunde (Bild 11). Die Frequenz wird

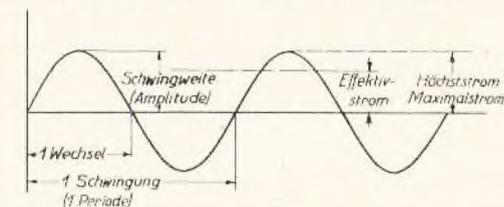


Bild 11.

in Hertz (Hz) oder Kilohertz angegeben (1000 Hertz = 1 Kilohertz).

Je nach der Größe der Schwingungszahl spricht man von Niederfrequenz oder Hochfrequenz.

In den Bereich der **Niederfrequenz** (16...30 000 Hz) gehören: der **Rufstrom** mit 25 Per/sec, der technische Wechselstrom von 50 Per/sec, der **Sprechstrom** 300...2700 Per/sec.

Sprechströme werden beim Besprechen des Mikrophons erzeugt; sie enthalten eine Anzahl verschiedener Frequenzen.

Die Sprechfrequenz richtet sich nach der Tonhöhe der Sprache und nach der Art der gesprochenen Worte. Zischlaute enthalten z. B. höhere Frequenzen als tief gesprochene Vokale (o und u).

Bei einer Fernsprechverbindung genügt die Übertragung eines **Frequenzbandes** von 300...2400 Hertz.

Je mehr Frequenzen übertragen werden sollen, d. h. je breiter das Frequenzband wird, um so höher werden die Kosten für die technischen Einrichtungen.

Zur Übertragung von Musikdarbietungen für den Rundfunk — **Tonfrequenzströme** — müssen zur tonrichtigen Wiedergabe der Musik bedeutend breitere Frequenzbänder übertragen werden (meist 30...10 000 Hz).

Die Hörbarkeitsgrenze des menschlichen Ohrs liegt etwa bei der Frequenz von 18 000 Hz.

Hochfrequenz (über 100 000 Hz).

Hochfrequenzströme werden mit Hilfe der Elektronenröhre in Verbindung mit Schwingungskreisen oder auch durch Hochfrequenzmaschinen erzeugt.

Hochfrequente elektrische Energie wird von den Leitern (Antennen) abgestrahlt und pflanzt sich drahtlos im Raume fort. Auch bei Funkenübergängen an Kontakten entstehen Hochfrequenzschwingungen, die sich im Raum ausbreiten (Rundfunkstörungen!).

Erläuterung einiger Ausdrücke, die in Verbindung mit dem Begriff „Frequenz“ gebraucht werden:

Grenzfrequenz.

Diejenige Frequenz, die bei der Übertragung von Sprechströmen über Kabelleitungen, Verstärker, Übertrager und Siebketten gerade noch hindurchgelassen wird.

Resonanzfrequenz.

Darunter versteht man diejenige Frequenz, bei der in einem Schwingungskreise Resonanz auftritt (siehe unter „Spannungs- und Stromresonanz“).

$$\text{Die Resonanzfrequenz ist angenähert: } fr = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$2\pi = 6,28.$$

L = Induktivität in Henry.

C = Kapazität in Farad.

Trägerfrequenz.

Die Frequenz einer Trägerwelle.

In der Rundfunk- und Fernsehtechnik benutzt man hochfrequente Schwingungen als Träger für Sprech- oder Bildströme, d. h. die in der Schwingweite gleichbleibenden Hochfrequenzschwingungen werden durch Überlagern der Niederfrequenz in ihrer Schwingweite im Takte der Sprech-, Musik- oder Bildströme gemodelt. Die gemodelte Hochfrequenzschwingung wird dann verstärkt der Antenne zugeführt und in den Raum ausgesendet.

Die **Kreisfrequenz** ω ergibt sich aus dem Produkt $2\pi \cdot f$.

Die bei einer Wechselstrommaschine erzeugte Spannung hängt ab von der Geschwindigkeit, mit der die magnetischen Kraftlinien von den Läuferdrähten geschnitten werden, d. h. wie oft sich der Läufer in der Sekunde dreht. Die Kreisbahn (Umfang) ergibt sich aus $2\pi \cdot r$. Setzt man den Radius $r = 1$ und multipliziert man mit der Zahl der Umläufe in der Sekunde, so erhält man die Kreisfrequenz $\omega = 2\pi \cdot f$ (lies: Omega) $f =$ Frequenz, bei einer 2-Polmaschine gleich der Umlaufzahl in der Sekunde.

Hautwirkung des Wechselstromes (Skineneffekt).

Ein Wechselstrom verteilt sich nicht gleichmäßig über den Querschnitt seines Leiters; infolge gegenseitiger Induktion zwischen den inneren und äußeren Leiterschichten wird der Strom zur Oberfläche des Leiters gedrängt. Diese Stromverdrängung ist um so größer, je höher die Frequenz ist. Durch die Hautwirkung wird also scheinbar der Widerstand des Leiters erhöht, weil nicht mehr der volle Querschnitt für die Leitung des Stromes ausgenutzt wird. — Hochfrequenzleitungen werden daher als Rohrleitungen oder als Litzenleiter ausgebildet, man erhält dadurch die gewünschte große Oberfläche bei leichtem Gewicht und geringem Metallverbrauch.

Um eine gute Leitfähigkeit zu erhalten, wird die Oberfläche der Leiter für Kurzwellenspulen meist mit einem Silberüberzug versehen.

Modulationsstrom.

Mit Modulationsstrom bezeichnet man in der Rundfunk- und Fernsehtechnik die Wechselströme, die der hochfrequenten Trägerwelle überlagert werden sollen. Es gibt verschiedene Modulationsverfahren.

Stromresonanz.

Stromresonanz tritt ein, wenn die Kapazität C und die Induktivität L gleiche Wirkung haben (Bild 12). Die Energie des elektrischen Feldes der Kapazität ist gleich der Energie des magnetischen Feldes der Induktivität; sie heben sich gegenseitig auf. Im Resonanzfall ist:

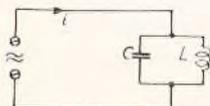


Bild 12.

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Der Widerstand der Gesamtschaltung wird sehr hoch, der zugeführte Strom „i“ wird sehr klein und der im Schwingungskreis fließende Strom groß. Spannung und Strom erreichen zu gleicher Zeit ihren Höchstwert.

Phasenverschiebung des Stromes gegenüber der Spannung:

Zwischen Spannung und Strom herrscht Phasenverschiebung, wenn sie nicht gleichzeitig ansteigen und abfallen. Die Spannung eilt dem Strom voraus, wenn der Stromkreis induktiv belastet ist, d. h. wenn die Induktivität einer Ltg. überwiegt, weil Spulen, Drosseln, Relais usw. eingeschaltet sind. Überwiegt dagegen die Kapazität im Stromkreis, wie es bei Kabelleitungen mit hoher Kapazität und bei eingeschalteten Kondensatoren der Fall ist, so eilt der Strom der Spannung voraus.

Wenn kein ohmscher Widerstand vorhanden ist, sondern nur Induktivität oder nur Kapazität, so beträgt der Phasenwinkel 90° , meist sind aber alle 3 Größen — ohmscher Widerstand, Kapazität und Induktivität — eingeschaltet, so daß der Phasenwinkel kleiner als 90° ist.

Im Resonanzfall wirkt nur der ohmsche Widerstand, weil sich Induktivität und Kapazität gegenseitig aufheben; der Phasenwinkel ist dann 0° .

Beispiele hierzu siehe unter „Kapazität“ und „Induktivität“.

Durch die Phasenverschiebung tritt eine Leistungsverminderung ein (siehe unter „Leistung“ des Wechselstromes).

Wirbelströme.

Werden nicht unterteilte Eisenkerne von Drosselspulen oder Relais von veränderlichen Magnetfeldern durchsetzt, so werden wie bei jedem andern Leiter auch in den Eisenkernen Spannungen

induziert. Dadurch bilden sich im Eisen Wirbelströme aus, die nicht in einer vorgeschriebenen Bahn verlaufen, sondern dort fließen, wo sie den geringsten Widerstand vorfinden. Sie werden also immer auftreten, wenn Kraftlinien massive Leiter schneiden. Die Stromstärken sind wegen des großen Querschnittes — also wegen des geringen Widerstandes — sehr groß, so daß die Metallmassen stark erwärmt werden.

Um die Wirbelstromverluste gering zu halten und die Erwärmung zu vermeiden, werden Eisenkerne, die einem magnetischen Wechselfluß ausgesetzt sind, aus einzelnen Blechen zusammengesetzt, die voneinander isoliert sind.

Als Zwischenlage dienen dünnes Papier oder Lackschichten. Es gibt auch Eisenkerne, die aus einzelnen Drähten oder aus Eisenpulver (Massekerne) bestehen.

Lässt man z. B. eine Kupferscheibe zwischen den Polen eines Elektromagneten hin- und herpendeln, so wird die Metallscheibe sofort gebremst, wenn der Elektromagnet erregt wird. Die in der Kupferscheibe fließenden Wirbelströme hemmen also die Bewegung.

Diese Erscheinung nutzt man z. B. bei Meßinstrumenten zur Dämpfung der Zeigerbewegung aus (Wirbelstrombremse).

Der Drehstrom.

Drehstrom entsteht z. B., wenn man den Anker (Läufer) einer elektrischen Maschine mit 3 Spulen ausrüstet, die je um 120°

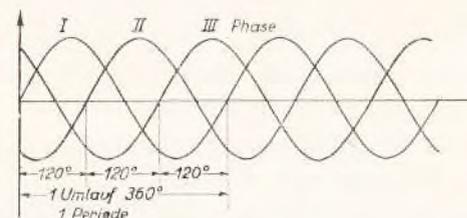


Bild 13.

gegeneinander versetzt sind. Man kann die 3 Enden der Spulen zusammenschalten und braucht nur die 3 Spulenanfänge als Leiter herauszuführen, da der Summenstrom der 3 Phasen bei gleicher Belastung in jedem Augenblick gleich Null ist. Der Ausdruck „Dreh“-Strom rührt daher, daß sich in der Maschine ein magnetisches Drehfeld ausbildet, das mit dem Läufer umläuft. Die 3 Drehstromphasen zeigt Bild 13; die einzelnen Spannungswerte sind aus Bild 5 ersichtlich.

Die Wirkungen des elektrischen Stromes.

I. Wärmewirkung.

Jeder vom Strom durchflossene Leiter wird warm, das heißt, die elektrische Energie wird in Wärme umgesetzt (siehe unter Leistung — Joulesches Gesetz —).

Die Stromwärme wird ausgenutzt: beim Durchbrennen der Stromsicherungen, zum Erwärmen des Hitzdrahtrelaiskontaktes; für Beleuchtungszwecke in Glühlampen, Signallampen usw.; zur Erwärmung von Heizwiderständen in elektrischen LötKolben, Heizgeräten, Bügeleisen, Tauchsiedern, Warmwasserspeichern usw.

Bei all diesen Geräten ist es im allgemeinen gleichgültig, ob sie mit Gleich- oder Wechselstrom betrieben werden, weil es sich immer um ohmsche Widerstände handelt. Man muß nur auf die richtige Spannung und Höchststromstärke (Belastung) achten.

Anwendungsbeispiele:

Stromsicherungen.

Zum Schutz gegen zu hohe Erwärmung der Leitungen und Apparate werden Stromsicherungen in den Stromkreis geschaltet, die bei zu hoher Stromstärke durchbrennen und den Stromkreis unterbrechen. Die Sicherungen werden an den Stellen eingeschaltet, an denen sich der Leitungsquerschnitt verringert.

In Anlagen, bei denen ein Pol der Stromquelle geerdet ist, wird die Sicherung immer in den nicht geerdeten Leitungszweig geschaltet, so daß bei Erdschlüssen die Sicherung anspricht.

Das Durchbrennen einer Stromsicherung hängt ab:

1. Von der Stärke des hindurchfließenden Stromes.
2. Von dem an der Sicherung herrschenden Spannungsunterschied, also von dem Widerstand der Sicherung.
3. Von der Zeit, die bis zur Erzeugung der Schmelzwärme verstreicht, gegeben durch Wärmeableitung oder Speicherung.

Man unterscheidet zwischen:

Nennstrom: Der Strom, für den die Sicherung gebaut ist (z. B. 10 A).

Grenzstrom: Der Strom, den die Sicherung gerade noch hindurchläßt, ohne zu schmelzen.

Ansprechstrom: Der Strom, bei dem die Sicherung gerade durchschmilzt.

Der Aufbau gebräuchlicher Sicherungen.

Sicherungen für Starkstromnetze.

Hierfür werden Sicherungspatronen aus Porzellan verwendet, die an der einen Seite durch einen Fußkontakt und an der anderen durch eine Kappe abgeschlossen sind. Beide Seiten sind durch den Schmelzdraht verbunden; der Hohlraum des Porzellankörpers ist mit Quarzsand gefüllt.

Diese Sicherungen werden für Spannungen bis zu 500 Volt verwendet und für Nennstromstärken von 6, 10, 15, 20, 25, 35, 60, 100 und mehr A gebaut.

Die Fußkontakte haben — der Nennstromstärke entsprechend — verschiedene Durchmesser, so daß Sicherungen verschiedener Stromstärken nicht untereinander vertauscht oder falsch eingesetzt werden können. Außerdem sind die Sicherungen durch verschiedene Farbkennzeichen voneinander zu unterscheiden; ferner ist die Nennstromstärke auf der Metallkappe angegeben.

Die Quarzsandfüllung löscht den beim Abschmelzen auftretenden Lichtbogen.

Das Durchbrennen einer Sicherung wird durch ein Metallplättchen angezeigt, das von einer kleinen Feder aus der Metallkappe herausgeworfen wird.

Der Widerstand eines Schmelzdrahtes beträgt bei 6 A etwa $0,0028 \Omega$ und bei 15 A etwa $0,008 \Omega$.

Sicherungen für Fernmeldeanlagen.

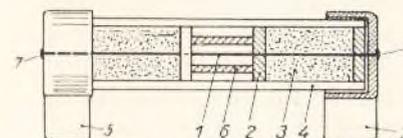
Grobsicherungen (Bild 14).

Der Schmelzdraht ist durch ein Glasrohr gegen mechanische Zerstörung geschützt, das an beiden Seiten durch Metallkappen abgeschlossen ist, die mit dem Schmelzdraht verbunden sind.

Zu Bild 14: 1 Schmelzdraht.

2 Asbestscheiben zum Abschluß des Sandfüllraumes.

3 Sandfüllung (feiner trockener Sand). Der Schmelzdraht schmilzt immer in der Mitte durch, weil an den beiden Enden die Wärme durch den Sand abgeleitet wird. Sicherungen mit verschiedenen Nennstromstärken sind durch verschiedene Farben der Sandfüllungen zu unterscheiden.



Stromsicherung (Übersicherung)

Bild 14.

4 Glasrohr.

5 Metallkappen mit Kontaktflächen, die in passende Klemmstücke der Porzellansockel eingesteckt werden.

6 Kleines Glasrohr, das die äußere Glaswand gegen Metallspritzen und damit gegen Zerplatzen schützt.

7 Lötstellen des Schmelzdrahtes.

Steatitsicherung (Bild 15).

Der Isolierkörper besteht aus Steatit. Durch eine Mittelbohrung führt der Schmelzdraht (1). Beim Durchbrennen biegen sich die Metallzungen (4) nach außen; sie können sich gegen eine Erdschiene legen und dadurch einen Alarmstromkreis schließen.

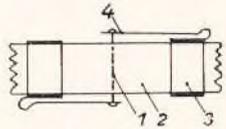


Bild 15.

- 1 Schmelzdraht,
- 2 Steatitkörper,
- 3 Kontaktblech,
- 4 Metallzunge.

Streifensicherungen (Bild 16).

Mehrere Metallstreifen, die zwischen 2 Metallklötzen eingelötet sind.



Bild 16.

- 1 Metallstreifen, die bei zu hoher Belastung schmelzen,
- 2 Befestigungslappen.

Feinsicherung (Bild 17).

- 1 Isoliert eingesetzter Metallstift.
- 2 Haltenase, die beim Einsetzen der Sicherung in den Halter in einen kleinen Einschnitt eingreift und die Sicherung festhält.
- 3 Verkupfelter Metallmantel.
- 4 Kleine Drahtspule, die vom Strom durchflossen wird (Heizspule).
- 5 Hohlzylinder mit Woodschem Metall (schmilzt bei 70...90° Cels.)
- 6 Isolierscheiben.
- 7 Druckfeder, die den Metallstift 1 nach dem Schmelzen des Woodschen Metalls herausdrückt.

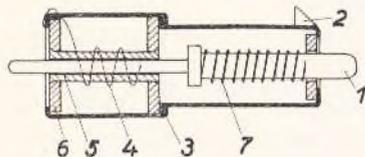


Bild 17.

Wirkungsweise (Bild 17): Der Strom durchfließt die Drahtspule 4 und erhitzt bei Überbelastung das Woodsche Metall; der Metallstift 1 wird von der Feder 7 herausgedrückt. Dadurch springt der Sicherungsbügel am Gestell zur Seite und unterbricht den Stromkreis.

Nennstromstärken für Feinsicherungen: 0,5, 0,75, 1,0, 1,5 A.
Ansprechzeit: 45 Sekunden.

Die Spulenwiderstände der Sicherungen sind verschieden groß; bei den Vh-Sicherungen beträgt er etwa 5 Ω.

Die Sicherungen lassen sich in besonderen Umlötvorrichtungen erhitzen und wieder gebrauchsfähig machen.

Sicherungsstörungen.

Die Sicherungen werden warm:

Ursache: Die Kontaktstellen haben Übergangswiderstand, weil sie verschmutzt sind oder weil der Kontaktdruck zu gering ist.

Beseitigung: Sicherungskappen bei Patronensicherungen fest anziehen. Verschmutzungen entfernen. Lose Kontaktschrauben auch an den Leitungsanschlüssen festziehen.

Hohe Übergangswiderstände an Sicherungen verursachen Spannungsabfall in den Stromkreisen.

Hitzdrahtrelais (Thermorelais).

Dieses Relais beruht — zum Unterschied von den im allgemeinen üblichen elektromagnetischen Relais — auf der Wärmewirkung des Stromes.

Eine Feder aus 2 verschiedenen Metallen ist von einer Heizwicklung aus Manganindraht umgeben. Fließt Strom durch die Windungen, so wird der Draht und damit die Relaisfeder heiß. Da die beiden Metalle sich verschieden stark ausdehnen, krümmt sich die Relaisfeder und legt sich gegen eine darunterliegende Kontaktfeder. Die Ansprechzeit ist je nach Bauart und Kontakteinstellung verschieden, es werden Zeiten von 4 bis 30 Sekunden und mehr erreicht.

Elektrolytische Wirkung des Stromes.

(Zersetzende Wirkung des Stromes.)

Beim Durchgang eines Gleichstromes durch eine leitende Flüssigkeit wird die Flüssigkeit zersetzt. Macht man z. B. Wasser durch Salze, Säure oder andere Zusätze leitend, so wird es beim Stromdurchgang in Sauerstoff und Wasserstoff zersetzt. An der positiven Stromzuführung der Anode entsteht der Sauerstoff und an der negativen Stromzuführung der Kathode bildet sich die doppelte Menge Wasserstoff. Die beiden in die Flüssigkeit getauchten metallischen Leiter heißen Elektroden, die Flüssigkeit Elektrolyt. Metalle, die in Form von Metallsalzen im Elektrolyt gelöst sind, werden vom Strom ausgeschieden und an der Kathode niedergeschlagen. Aber auch das Metall der positiven Elektrode (Anode) wird allmählich zersetzt und sammelt sich an der Kathode an.

Anwendung:

1. Zur Herstellung von Metallüberzügen auf unedlen Metallen (Silber-, Chrom- und Nickelüberzüge).
2. Zur Gewinnung möglichst reiner Metalle (Elektrolytkupfer und Eisen).

Diese chemischen Vorgänge werden auch umgekehrt dazu ausgenutzt, elektrische Spannungen zu erzeugen. Stellt man zwei verschiedene Metalle in eine leitende Flüssigkeit (zum Beispiel: in eine Säure), so tritt an den Elektroden eine elektrische Spannung auf. Die Größe der Spannung richtet sich nach der Art der Metalle und der Flüssigkeit (siehe unter „Spannungsreihe“).

Anwendung: Bei den galvanischen Elementen (siehe: Trockenelement unter „Stromquellen“).

Beim Laden und Entladen von Sammlern wird ebenfalls diese Wechselwirkung zwischen chemischer und elektrischer Energie ausgenutzt (siehe: „Stromquellen“). Auch Fernmeldeleitungen, Spulen- und Widerstandsdrähte usw. sind der elektrolytischen Zersetzung ausgesetzt. Man verbindet die Leitungen deshalb mit dem negativen Pol der Stromquellen, um die Zersetzung zu verhindern. Auch die metallischen Schutzhüllen der Kabel (Bleimantel und Bewehrung) werden häufig elektrolytisch zersetzt (Korrosion). Elektrische Ströme, die aus fremden Anlagen über das Erdreich in die Kabelmäntel gelangen und an andern Stellen austreten, zerfressen den Bleimantel an den Austrittsstellen. Derartige Streuströme können mit dem Mantelstrommeßgerät nachgewiesen werden.

Bei diesen Zersetzungsvorgängen wirken die Luftfeuchtigkeit, Wasserniederschläge oder das feuchte Erdreich als Elektrolyt.

Magnetische Wirkung des Stromes.

Jeder vom elektrischen Strom durchflossene Leiter erzeugt ein magnetisches Feld (magnetische Kraftlinien, die den Leiter umgeben).

Die magnetische Wirkung wird erhöht, wenn die Stromstärke vergrößert und wenn der Leitungsdraht zu einer Spule aufgewickelt wird.

Die Stärke des Magnetfeldes ergibt sich aus dem Produkt Stromstärke \times Windungszahl = **Amperewindungszahl (AW)**.

Ein Strom von 1 A und eine Spule von 1000 Windungen erzeugt dasselbe magnetische Feld wie ein Strom von 10 A und eine

Spule von 100 Windungen. In beiden Fällen ist die Amperewindungszahl gleich $1 \cdot 1000$ oder $10 \cdot 100 = 1000$.

Wird die Spule von einem Wechselstrom durchflossen, so entsteht auch ein wechselndes Magnetfeld.

Die Regeln, nach denen die Strom- und Feldrichtungen und die Bewegungsrichtung eines Leiters bestimmt werden können, sind unter dem Abschnitt „Magnetische Größen“ zu finden.

Der elektrische Widerstand

Einheit: das Ohm

abgekürzt: 1Ω

Formelzeichen: R

$1 M\Omega = 1$ Megaohm

$= 1\,000\,000 \Omega = 10^6 \Omega$,

$1 k\Omega = 1$ Kiloohm $= 1000 \Omega$

Das Ohm wird dargestellt durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eises bei einem durchweg gleichen Querschnitt von 1 mm^2 und einer Länge von $106,3 \text{ cm}$.

Ein elektrischer Leiter hat 1Ω , wenn bei einer Spannung von 1 V ein Strom von 1 A fließt (Ohmsches Gesetz).

Der Widerstand eines Leiters hängt ab von seiner Länge, dem Querschnitt und dem Leitvermögen.

Er wird größer mit der Länge und nimmt ab mit der Erhöhung des Querschnitts. Die Art des Stoffes (Leiters) ist festgelegt durch den **Regelwiderstand** (Spezifischer Widerstand). Das ist der Widerstand eines Leiters von 1 m Länge, 1 qmm Querschnitt, bei einer Temperatur von 20°C .

R = Widerstand in Ohm

l = Leiterlänge in m

$$R = \frac{\rho \cdot l}{q} \text{ Ohm}$$

q = Querschnitt in qmm

ρ = Spezifischer Widerstand in Ohm je m
(ρ lies: Rho)

Berechnungsbeispiele:

1. Freileitung aus Bronzedraht II

Durchmesser $d = 2 \text{ mm}$, Länge $l = 3000 \text{ m}$

$\rho = 0,028 \Omega/\text{m}$, $R = ?$

$q = r \cdot r \cdot \pi = 1 \cdot 1 \cdot 3,14 = 3,14 \text{ mm}^2$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{q} = \frac{0,028 \cdot 3000}{3,14} = \frac{84}{3,14} = 26,8 \Omega.$$

2. Kabelleitung, 1,4 mm Durchmesser (Kupferdraht)

$$l = 10 \text{ km}, \rho = 0,0175, R = ?$$

$$q = r \cdot r \cdot \pi = 0,7 \cdot 0,7 \cdot 3,14 = 1,54 \text{ mm}^2$$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{q} = \frac{0,0175 \cdot 10000}{1,54} = \frac{175}{1,54} = 113,5 \Omega.$$

Anmerkungen:

a) Diese Widerstände gelten für die Einzelleitung bei Doppelleitungen (a- und b-Ader) sind die doppelten Längen einzusetzen.

b) Die Zahl $\pi = 3,14 \dots$ ergibt sich, wenn der Kreisumfang durch den Durchmesser geteilt wird: $\frac{\text{Umfang}}{\text{Durchmesser}} = 3,14159 \dots = \pi$ (lies Pi).

c) Die Fläche des Kreises oder der Querschnitt q ist gleich Radius \times Radius $\cdot \pi$; $q = r \cdot r \cdot \pi$.

d) Setzt man an Stelle des Radius den Durchmesser ein, so ist

$$q = \frac{\pi d \cdot d}{4} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

r und d werden in mm und „ q “ in mm^2 eingesetzt.

Regelwiderstände einiger Werkstoffe:

bei 20° Celsius, 1 m Länge, 1 mm^2 Querschnitt.

Aluminium, hart gezogen	0,029	Ω je m
Bronzedraht I	0,021	„
Bronzedraht II	0,028	„
Bronzedraht III	0,056	„
Kupfer, weich	0,01754	„
Kupfer, hart gezogen	0,01786	„
Stahldraht	0,12...0,14	„
Zink	0,062	„
Konstantan	0,5	„
Kruppin	0,85	„
Manganin	0,4	„
Nickelin	0,5	„
Silber	0,01629	„
Wolfram	0,059	„

Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur.

Bei Erwärmung eines Leiters nimmt der Widerstand zu. Ausnahmen bilden: Elektrolyten, Halbleiter und Kohle, deren Widerstände mit zunehmender Erwärmung abnehmen.

Die Wärmerichtzahl α (Temperaturkoeffizient)

gibt an, um wieviel der elektrische Widerstand eines Werkstoffes bei einer Temperaturänderung von 1 Grad Celsius steigt oder fällt.

Wärmerichtzahlen für:

Kupfer	$\alpha = 0,004$
Silber	$\alpha = 0,0034$
Eisen	$\alpha = 0,0045$
Messing	$\alpha = 0,0015$
Manganin	$\alpha = 0,00001$
Nickelin	$\alpha = 0,0001$
Kruppin	$\alpha = 0,0008$

Nickelin und Manganin eignen sich besonders zur Herstellung **künstlicher** ohmscher Widerstände, weil sie einen hohen spezifischen Widerstand haben und weil ihre Wärmerichtzahl klein ist, das heißt, der Widerstand ändert sich nicht wesentlich bei Erwärmung des Drahtes.

Berechnungsbeispiel:

Kupferleitung: gemessener Widerstand $R_{10} = 250 \Omega$

(R_{10} heißt: Widerstand bei 10° Celsius)

$R_{35} = ?$ d. h.: Wie groß ist der Widerstand bei 35° Celsius?

$$R_{35} = R_{20} (1 + \alpha \cdot t)$$

$t =$ Wärmeunterschied zwischen 35° und $10^\circ = 25^\circ \text{C}$.

$$R_{35} = 250 (1 + 0,004 \cdot 25)$$

$$R_{35} = 250 (1 + 0,100)$$

$$R_{35} = 250 \cdot 1,1 = 275 \Omega$$

Der Widerstand erhöhte sich durch diese Erwärmung um 25Ω .

Leitwert G: Das ist der Kehrwert des Widerstandes R .

$$G = \frac{1}{R}$$

Der Leitwert wird in **Siemens** gemessen.

Ein Widerstand von 10Ω hat einen Leitwert von $\frac{1}{10} = 0,1$ Siemens.

Ebenso wie Widerstand und Leitwert stehen **Isolationswiderstand** und **Ableitung** im umgekehrten Verhältnis zueinander.

Isolationswiderstand „W“.

Die Fernmeldeleitungen müssen gut isoliert sein, d. h. die Isolierstoffe bezwecken, daß möglichst wenig Strom zur Erde abfließt oder von einer Leitung zur Nachbarleitung fließt.

Diese **Ableitungsströme** sind gering, wenn der **Isolationswiderstand hoch** ist und wenn die Spannung fast „0“ ist.

Als Isolierstoffe dienen

bei **Freileitungen**: Porzellanglocken an den Aufhängepunkten und Luftzwischenräume zwischen den Leitungen.

bei **Kabelleitungen**: Papierbewicklung und Luft Hohlräume oder auch Gummi, Guttapercha und neuerdings bei Breitbandkabeln: Stiroflexspiralen mit Luftzwischenräumen.

Bei **Freileitungen** schwankt der Isolationswiderstand stark, weil bei hoher Luftfeuchtigkeit und Winterniederschlägen sich die Ableitung vergrößert.

Kabelleitungen haben gegen Erde und gegeneinander folgende Isolationswiderstände:

Fernkabel	1000 MΩ je km (Mindestwerte)
Fernleitungskabel	5000 „ „ „
Ortskabel	5000 „ „ „
Lackpapierkabel ohne Bleimantel	100 „ „ „
Lackpapierkabel mit Bleimantel..	500 „ „ „

Der gesamte **Isolationswiderstand** ist um so geringer je länger die **Leitung** ist, da der kilometrische Wert geteilt durch die Länge (in km) den Gesamtisolationswiderstand ergibt.

Ableitung „G“.

Der Kehrwert des Isolationswiderstandes $G = \frac{1}{W}$ Siemens.

Je größer die Ableitung, um so schlechter sind die Isolierstoffe; je länger die Leitung, um so größer ist die Ableitung.

Bei einem Isolationswiderstand von 5 MΩ ergibt sich eine Ableitung von $\frac{1}{5\,000\,000} = 0,000\,005$ Siemens = 5 μ Siemens (μ = my lies: Mikrosiemens).

Widerstandsarten.

Die künstlichen Widerstände — wie sie für die Fernmeldeinrichtungen gebraucht werden — wickelt man meist **zweidrähtig**

(bifilar, Bild 18). Hierzu verwendet man Nickelin-, Manganindrähte und ähnliche (siehe unter Wärmerichtzahl).

In zweidrähtigen Wicklungen, die entgegengesetzt gewickelt sind, entstehen Magnetfelder, die sich gegenseitig aufheben und daher wirkungslos werden.

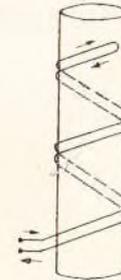


Bild 18.
Zweidrähtige Wicklung.

Bildzeichen in Schaltungen:

einfach gewickelter Widerstand

zweidrähtiger Widerstand

Zweidrähtige (bifilare) Widerstände sind also induktionsfrei, das heißt, in Gleich- und Wechselstromkreisen wirkt nur der ohmsche Widerstand.

Widerstände, die der Rausersparnis wegen auf **Relaisspulen** gewickelt werden, sind ebenfalls zweidrähtig (kein magnetischer Einfluß auf den Relaiskern).

Vergleichswiderstände werden in Meßeinrichtungen zum Messen anderer Widerstände benutzt. Sie müssen induktionsfrei sein und gute Wärmeableitung gewährleisten. Für genaue Messungen (namentlich für hohe Frequenzen) müssen sie auch möglichst kapazitätsfrei hergestellt werden.

Sie werden als feste und regelbare Widerstände (Kurbel- und Stöpselwiderstände) gebaut.

Hochohmwiderstände

bestehen aus einer dünnen Kohleschicht, die sich auf einer Isoliermasse befindet.

Sie werden in der Weise hergestellt, daß Kohlenwasserstoffgas über einen erhitzten Isolierkörper streicht. Dabei schlägt der

Kohlenstoff als dünne gleichmäßige Schicht nieder. Gepreßte drahtlose Widerstände aus pulverförmigen Mischungen leitender und nichtleitender Stoffe haben sich nicht bewährt. Sie haben kapazitive Eigenschaften und ändern sich mit der Zeit in ihren Werten.

Hochohmwiderstände gibt es in jeder Größe bis zu $200\text{ M}\Omega$, während **Drahtwiderstände** höchstens bis zu $500\,000\ \Omega$ hergestellt werden.

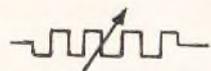
Regelbare Widerstände werden in den verschiedensten Ausführungsformen hergestellt. Es gibt Gleitwiderstände mit drehbarem oder verschiebbarem Gleitkontakt, Widerstände mit Abgriffschellen, mit Kurbel- oder auch Stöpselkontakten, die je nach dem Verwendungszweck aus einfachen oder doppelfädigen Drahtwicklungen hergestellt werden.

Widerstände für höhere Belastungen werden mitunter sehr heiß, sie müssen daher auf hohle Porzellankörper gewickelt werden, um Wärmeableitung zu erhalten. Bei sehr hoher Belastung wird künstliche Kühlung durch Lüfter oder Ölkühlung angewendet.

Schaltzeichen für regelbare Widerstände:



einfacher

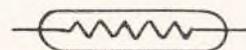


doppelfädiger
regelbarer Widerstand



Gleitkontakt

Lampenwiderstände.



Glühlampen mit Metallfäden werden als **veränderliche** Widerstände in elektrische Stromkreise eingeschaltet. Steigt der Strom wegen eines Kurzschlusses, einer Überbelastung durch Nebenschlüsse oder bei Erhöhung der Spannung, so nimmt der Widerstand des Metallfadens zu, weil er zum Glühen gebracht wird (Einfluß des Temperaturkoeffizienten). Derartige Lampenwiderstände werden als **Ladewiderstand** in kleineren Ladegeräten in Gleichspannungsnetzen und als **Rufstromsicherungslampen** in Vermittlungsstellen verwendet.

In **Eisen-Wasserstoffwiderständen** ist der Eisendraht von Wasserstoffgas umgeben. Das Gas leitet die Wärme gut ab und schützt den Metallfaden gegen Verbrennung. **Der Widerstand** nimmt bei

Erhöhung der Spannung in einem bestimmten Regelbereich **im gleichen Maße zu wie die Spannung**, so daß die **Stromstärke gleich** bleibt.

Dieser Widerstand wird zum Ausgleich von Stromschwankungen in Heizstromkreise von Elektronenröhren eingeschaltet.

Zu den **veränderlichen Widerständen** gehört auch das Kohlemikrophon.

Es hat den Zweck, Schallschwingungen in elektrische Schwingungen umzuwandeln. Die Widerstandsschwankungen müssen möglichst genau den Schalldruckänderungen folgen.

Aufbau:

Die Mikrophone werden als auswechselbare Kapselmikrophone hergestellt (Bild 19, ZB-Kapsel 28).

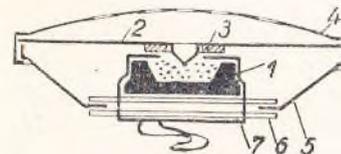


Bild 19.
ZB-Mikrophon 28.

1. Kohlepflanne mit Kohlegrus gefüllt (aus hartgebrannter Retortenkohle).

2. Kohlemembran mit kegelförmiger Einbuchtung.

3. Filzring zum Abdichten und leichten Dämpfen der Membranschwingungen.

4. und 5. Metallgehäuse; der Deckel ist mit Schallöffnungen versehen.

6. Pertinaxscheiben zur Isolierung des Metallgehäuses (7) gegen die Metallkapsel (5).

Der Kohlekegel der Membran ragt in jeder Lage des Mikrophons in den Kohlegrus hinein, dadurch werden Kontaktunterbrechungen und damit Verbrennungen der Kohleteilchen vermieden.

Die **neuen ZB-Mikrophone** haben einen Widerstand von **75 bis $125\ \Omega$** , **ältere ZB-Mikrophone** haben etwa $150\ \dots\ 300\ \Omega$ (ZB = Zentralbatterie).

Das **OB-Mikrophon** (für Ortsbatterieschaltung) enthält statt des Kohlegruses Kohlekörner, die in kegelförmigen Vertiefungen der Kohlepflanne untergebracht sind.

OB-Mikrophone haben bei 50 mA Gleichstrom einen Widerstand von 15...30 Ω . Die grundsätzlichen Unterschiede der OB- und ZB-Mikrophonschaltung zeigen die Bilder 20 und 21.

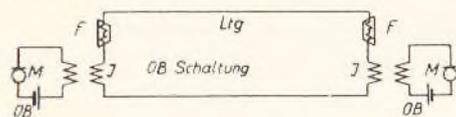


Bild 20.

M = Mikrophon,
OB = Ortsbatterie,
I = Induktionsspule,
Ltg = Leitung,
F = Fernhörer.

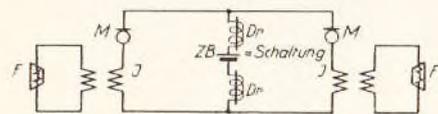


Bild 21.

ZB = Zentralbatterie,
Dr = Drossel.

Schleifenwiderstand.

Beim Messen von Leitungen stellt man nicht nur den Widerstand der Einzelleitung, sondern auch den der Doppelleitung fest. Die beiden Adern a und b werden am fernen Ende miteinander verbunden. Der Widerstand der Hin- und Rückleitung heißt: Schleifenwiderstand.

Erdungswiderstand.

Der Widerstand von Erdleitungen (Erden) muß möglichst gering sein; er setzt sich zusammen aus dem **Widerstand der Zuleitung** und dem **Erdübergangswiderstand** (zwischen dem Erder und dem Erdreich).

Erdungen werden gebraucht als:

1. Stromkreiserdung
2. Sicherungserdung
3. Blitzerdung
4. Starkstromschutzerdung.

Der Gesamtwiderstand der Erdung wird besonders klein, wenn man mehrere Erdungen parallel schaltet, d. h., die Erdleitungen an einer Sammelschiene zusammenfaßt. Die Leitungen müssen leicht abzuschalten sein (Klemmverbindung), damit man die Widerstände der verschiedenen Erdungen einzeln messen kann.

Der Erdungswiderstand ändert sich häufig mit dem Feuchtigkeitsgehalt des Erdreichs; die Bodenzusammensetzung und die Höhe des Grundwasserspiegels spielen dabei eine Rolle.

Gesamtwiderstände für Erdungen an der Sammelschiene gemessen:

1. Telegraphendienststellen	höchstens
kleinen Umfangs	15 Ohm
mittlerer Größe	8 „
größeren Umfangs	2 „
2. Fernsprechvermittlungsstellen (W- u. ZB-Schaltung)	
mit 500 Anrufeinheiten	10 „
bis zu 2000 Anrufeinheiten	2 „
über 2000 Anrufeinheiten	0,5 „
VSt-OB	10 „
3. Fernämter	0,5 „
4. Schnellämter	0,5 „
5. Verstärkereinrichtungen	0,5 „
6. Sprechstellen (außer großen W-Nebenstellenanlagen)	10 „

In den neuen Schaltungszeichnungen werden die Erdungen durch dieses Bildzeichen  dargestellt.

Übergangswiderstand.

Darunter versteht man allgemein den Widerstand zwischen zwei Verbindungsstellen (an Relaiskontakten, Schaltern, Lötstellen, Würgeverbindungen usw.).

Hohe Übergangswiderstände treten auf, wenn die Kontaktstellen oxydieren, verunreinigt sind oder bei zu geringem Kontaktdruck. Unsachgemäß ausgeführte Lötungen — kalte Lötstellen — und lose Klemmenverbindungen weisen oft hohe Übergangswiderstände auf.

Auch Aderbrüche in Kabeln, bei denen sich die gebrochenen Drahtenden noch leicht berühren, verursachen Übergangswiderstände.

Derartige Fehler lassen sich oft erst nach längerer Beobachtung eingrenzen, da sie sich mit der Temperatur ändern und dadurch nur vorübergehend auftreten.

Innerer und äußerer Widerstand.

Der Eigenwiderstand einer Stromquelle heißt „innerer Widerstand“. Im Innern eines galvanischen Elementes wird er durch den Stromweg von der einen Elektrode über das Elektrolyt zur anderen Elektrode gebildet. In elektromagnetischen Maschinen wird der innere Widerstand durch den Ankerdraht und die Feldwicklungen gebildet.

Er wird bei laufendem Anker größer, weil gegenelektromotorische Kräfte auftreten (Näheres über den „inneren Widerstand“ siehe unter Stromquellen).

Die an die Stromquellen angeschlossenen Leitungen und Stromverbraucher bilden den „äußeren Widerstand“.

Man erhält den Gesamtstrom, wenn man die „Elektromotorische Kraft“ durch den inneren und äußeren Widerstand teilt.

Der magnetische Widerstand.

Der Widerstand, der den magnetischen Kraftlinien auf ihrem Wege durch Eisen und Luftzwischenräume entgegengesetzt wird (s. unter „magnetische Größen“).

Wechselstromwiderstände.

Im Wechselstromkreise treten außer dem ohmschen Widerstand noch induktive und kapazitive Widerstände auf.

Den Widerstandsanteil, der den leistungsverbrauchenden Widerständen (ohmscher Widerstand und Isolationswiderstand) entspricht, nennt man **Wirkwiderstand**.

Der Widerstand, der nur die Lage zwischen Strom und Spannung (Phasenverschiebung) beeinflusst, ohne Energie zu verbrauchen, heißt **Blindwiderstand**.

Beide zusammen ergeben den **Scheinwiderstand**. Bild 22 zeigt, wie der Wirk- und der Blindwiderstand zusammenwirken und den Scheinwiderstand ergeben.

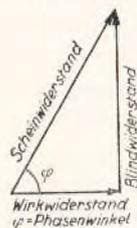


Bild 22.

Der induktive und der kapazitive Widerstand sind entgegengesetzt gerichtete Größen, sie heben sich auf, wenn sie gleich groß sind (siehe unter Spannungs- und Stromresonanz). Wenn einer von beiden größer ist, so wirkt nur ihr Unterschied als Blindwiderstand.

Praktisch sind in einem Wechselstromkreis immer alle 3 Widerstände (ohmscher, kapazitiver und induktiver Widerstand) vorhanden.

1. Der ohmsche Widerstand wird gebildet durch Drahtwiderstände, die induktionsfrei und kapazitätsfrei gewickelt sind, oder durch Hochohmwiderstände.
2. Der kapazitive Widerstand wird gebildet durch eingeschaltete Kondensatoren und Leitungskapazität.
3. Der induktive Widerstand wird gebildet durch die Induktivität von Leitungen, Drosselspulen, Relais, Induktionsspulen usw.

Der Scheinwiderstand (R_s)

$$R_s = \frac{1}{\omega C} \text{ (nur Kapazität im Stromkreis)}$$

$$R_s = \omega L \text{ (nur Induktivität im Stromkreis)}$$

$$R_s = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} \text{ (ohmscher Widerstand und Induktivität im Stromkreis)}$$

$$R_s = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \text{ (ohmscher Widerstand und Kapazität im Stromkreis)}$$

$$R_s = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \text{ (alle 3 Größen im Stromkreis)}$$

$\omega = 2\pi \cdot f$; f = Frequenz; R = ohmscher Widerstand in Ω .

C = Kapazität in Farad; L = Induktivität in Henry.

Siehe auch unter „Kapazität“ und „Induktivität“.

Verlustwiderstand (ein Teil des Wirkwiderstandes).

Der oben erwähnte Wirkwiderstand stimmt selten mit dem reinen „Ohmschen Widerstand“, der sich aus der Gleichstrommessung ergibt, überein. Er ist um den Verlustwiderstand größer.

Verluste in Spulen treten z. B. auf durch Ummagnetisierungsarbeit und durch Wirbelströme. Auch in Kondensatoren, Kabeln treten zusätzliche Verluste auf, die von der Art der Zwischenschicht (Dielektrikum) abhängen.

Diese Verluste vergrößern also den Wirkanteil des Wechselstromscheinwiderstandes.

Wellenwiderstand Z .

Sprechströme pflanzen sich auf einer Leitung wellenförmig fort. Es bilden sich gedämpfte Sinuswellen von Strom und Spannung, die auf der Leitung fortlaufen. Das Verhältnis zwischen Wellenspannung und Wellenstrom heißt Wellenwiderstand; es hängt ab von den elektrischen Eigenschaften der Leitung, also von dem Wirkwiderstand, der Induktivität, der Kapazität und der Ableitung.

Bei einer gleichartig gebauten (glatten) Leitung stehen Wellenspannung und Wellenstrom an jedem Punkt der Leitung in demselben Verhältnis zueinander.

Das Verhältnis von Wellenspannung zu Wellenstrom am Anfang der Leitung gemessen, heißt **Eingangswiderstand**.

Wenn die Leitung am Ende offen ist — also nicht abgeschlossen — so bezeichnet man ihn mit **Leerlaufwiderstand** und bei einer am Ende kurzgeschlossenen Leitung heißt er **Kurzschlußwiderstand**.

Eine zu messende Doppelleitung muß bei Wechselstrommessungen mit einem Widerstand abgeschlossen werden, der ihrem Wellenwiderstand entspricht. Dieser **Abschlußwiderstand** muß um so genauer angepaßt werden, je geringer die Leitungsdämpfung ist. Er wird am Ende der Leitung zwischen a- und b-Ader eingeschaltet und soll ein Entstehen von zurücklaufenden Wellen verhindern.

Widerstandsberechnungen

I. Hintereinandergeschaltete Widerstände (Bild 23).

Diese Schaltungsart heißt Hintereinander- oder Reihenschaltung.

Der Gesamtwiderstand ist gleich der Summe der Einzelwiderstände.

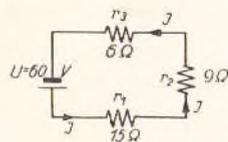


Bild 23

$$R = r_1 + r_2 + r_3$$

$$R = 15 + 9 + 6 = 30 \Omega$$

Der Strom I ist in allen 3 Widerständen gleich groß, da keine Stromverzweigung auftritt.

Spannung, Stromstärke und Widerstand stehen in einem festen Verhältnis zueinander. Die gegenseitigen Beziehungen der 3 Größen sind im **Ohmschen Gesetz** festgelegt:

$$U = I \cdot R; \quad I = \frac{U}{R}; \quad R = \frac{U}{I}$$

Beispiele zum Bild 23:

$$\text{Gesamtstrom } I = \frac{U}{R} = \frac{60}{30} = 2 \text{ A}$$

Wie groß ist der Spannungsabfall am Widerstand r_3 ?

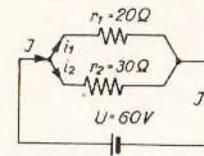
$$\text{Spannungsabfall } U = I \cdot r_3 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ V}$$

II. Nebeneinandergeschaltete Widerstände (Bild 24).

Diese Schaltungsart heißt Nebeneinander- oder Parallelschaltung.

Der Gesamtwiderstand zweier oder mehrerer nebeneinandergeschalteter Widerstände heißt **Verbundwiderstand**.

Der Verbundwiderstand zweier nebeneinandergeschalteter Widerstände ist (nach Bild 24):



$$R_V = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{20 \cdot 30}{20 + 30} = \frac{600}{50} = 12 \Omega$$

Bild 24.

Rechnet man mit dem Leitwert, dem Kehrwert des Widerstandes, so muß man die Einzel-Leitwerte zusammenzählen. Aus dem Gesamtleitwert erhält man durch Umkehrung den Verbundwiderstand.

$$\frac{1}{R_V} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{3+2}{60} = \frac{5}{60} = \frac{1}{12}$$

$$\underline{\underline{R_V = 12 \Omega}}$$

Beispiel für 3 nebeneinandergeschaltete Widerstände:

$$\begin{aligned} r_1 &= 15 \Omega \\ r_2 &= 10 \Omega \\ r_3 &= 4 \Omega \end{aligned} \quad \frac{1}{R_V} = \frac{1}{15} + \frac{1}{10} + \frac{1}{4}; \quad \left[\text{Hauptnenner} = 60 \right]$$

$$\frac{1}{R_V} = \frac{4}{60} + \frac{6}{60} + \frac{15}{60}$$

$$\frac{1}{R_V} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12}; \quad R_V = \frac{12}{5} = \underline{\underline{2,4 \Omega}}$$

oder wenn man je 2 Einzelwiderstände nach der obigen Formel zusammenfaßt, so ergibt sich:

$$1) R_{V1} = \frac{15 \cdot 10}{15 + 10} = \frac{150}{25} = 6 \Omega$$

$$2) R_V = \frac{6 \cdot 4}{6 + 4} = \frac{24}{10} = \underline{\underline{2,4 \Omega}}$$

Der Verbundwiderstand ist immer kleiner als der kleinste Teilwiderstand.

Werden gleich große Widerstände nebeneinandergeschaltet, so ist der Verbundwiderstand gleich einem Teilwiderstand, geteilt durch die Zahl der nebeneinandergeschalteten Widerstände: „n“ nebeneinandergeschaltete Widerstände zu $x \Omega$ ergeben also einen Verbundwiderstand

$$R_V = \frac{x}{n} \Omega \quad \text{z. B. 2 Widerstände zu } 60 \Omega; R_V = \frac{60}{2} = 30 \Omega$$

$$3 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad 60 \Omega; R_V = \frac{60}{3} = 20 \Omega$$

$$4 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad 60 \Omega; R_V = \frac{60}{4} = 15 \Omega$$

usw.

Die in diesen Widerständen fließenden Teilströme sind ebenfalls gleich groß, also $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ usw. des Gesamtstromes, je nachdem wieviel gleiche Widerstände parallel liegen.

Bei **ungleichen Widerständen** verhalten sich die Teilströme umgekehrt wie die Widerstände

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

die Summe der Teilströme ergibt den Gesamtstrom $i_1 + i_2 = I$.

Wie groß sind im Bild 24 der Gesamtstrom I und die Teilströme i_1 und i_2 ? ($r_1 = 20$; $r_2 = 30$; $R_V = 12 \Omega$)

$$I = \frac{U}{R} = \frac{60}{12} = 5 \text{ A}$$

$$i_1 = \frac{I \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{5 \cdot 30}{20 + 30} = \frac{150}{50} = 3 \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{I \cdot r_1}{r_1 + r_2} = \frac{5 \cdot 20}{20 + 30} = \frac{100}{50} = 2 \text{ A}$$

III. Widerstandsverzweigungen.

(Gemischte Schaltung aus Reihen- und Nebeneinanderschaltung, Bild 25.)

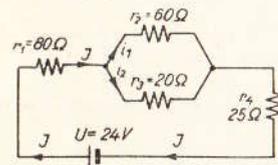


Bild 25.

$$r_1 = 80 \Omega$$

$$r_2 = 60 \Omega$$

$$r_3 = 20 \Omega$$

$$r_4 = 25 \Omega$$

Zunächst rechnet man den Verbundwiderstand von r_2 und r_3 aus.

$$R_V = \frac{r_2 \cdot r_3}{r_2 + r_3} = \frac{60 \cdot 20}{60 + 20} = \frac{1200}{80} = 15 \Omega$$

r_1 , R_V und r_4 sind in Reihe geschaltet, werden also zusammengezählt.

$$\text{Gesamtwiderstand } R = 80 + 15 + 25 = \underline{\underline{120 \Omega}}$$

$$\text{Der Strom } I \text{ ist gleich } \frac{U}{R} = \frac{24}{120} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ A; } \underline{\underline{I = 500 \text{ mA}}}$$

Die Teilströme i_1 und i_2

$$i_1 = \frac{I \cdot r_3}{r_2 + r_3} = \frac{0,5 \cdot 20}{60 + 20} = \frac{10}{80} = \underline{\underline{0,125 \text{ A}}}$$

$$i_2 = \frac{I \cdot r_2}{r_2 + r_3} = \frac{0,5 \cdot 60}{60 + 20} = \frac{30}{80} = \underline{\underline{0,375 \text{ A}}}$$

oder für i_2 einfacher: $i_2 = I - i_1 = 0,5 - 0,125 = \underline{\underline{0,375 \text{ A}}}$.

Wie groß ist der Spannungsverlust am Widerstand r_2 ?

$$u = i_1 \cdot r_2 = 0,125 \cdot 60 = 7,5 \text{ Volt (nicht den Gesamtstrom } I \text{ einsetzen!)}$$

Der gleiche Spannungsabfall herrscht auch am Widerstand r_3 , da beide Widerstände nebeneinandergeschaltet sind.

Brückenverzweigung nach Kirchhoff.

In Brückenverzweigungen (Bild 26) fließt vom Punkt A zum Punkt B kein Strom ($i_5 = 0$), wenn

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4} \text{ oder } r_1 \cdot r_4 = r_2 \cdot r_3 \text{ ist.}$$

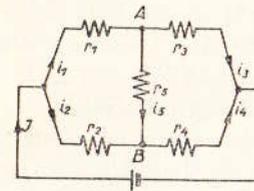


Bild 26.

In diesem Falle sind die Spannungen am Punkte A und am Punkte B gleich groß.

Schaltet man in die Brücke ein Meßinstrument ein, so kann man diese Brückenschaltung als Meßbrücke benutzen.

Beispiele:

a) $r_1 = 100 \Omega$, $r_2 = 1000 \Omega$, $r_3 = 50 \Omega$, der Strom in der Brücke $i_5 = 0$.

Wie groß ist r_4 ?

$$r_1 \cdot r_4 = r_2 \cdot r_3; 100 \cdot r_4 = 1000 \cdot 50$$

$$100 \cdot r_4 = 50000,$$

$$r_4 = \frac{50000}{100} = 500 \Omega.$$

b) r_1 und r_2 verhalten sich wie 2 zu 3 ($\frac{r_1}{r_2} = \frac{2}{3}$)

r_3 mußte auf 60Ω eingestellt werden, damit der Brückenstrom i_5 Null wurde. Wie groß ist r_4 ?

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4}; \frac{2}{3} = \frac{60}{r_4}; \frac{3}{2} = \frac{r_4}{60}; 60 \cdot \frac{3}{2} = r_4; \underline{\underline{r_4 = 90 \Omega}}$$

Diese Brückenmessungen werden zur Bestimmung des Leitungswiderstandes (Kupferschleife) angewendet. Die Empfindlichkeit der Messung wird vergrößert, wenn man die Meßspannung erhöht.

Zeichnerische Bestimmung von Verbundwiderständen (Bild 27).

Zeichnet man 3 Strahlen, die zwei Winkel von 60° einschließen, so kann man auf dem mittleren Strahl den Verbundwiderstand

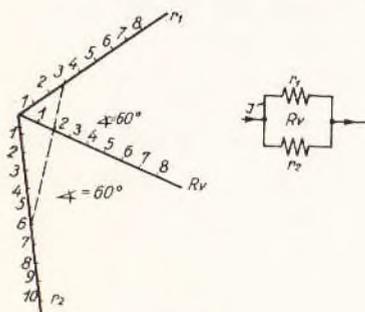


Bild 27.

ablesen, wenn man die Werte r_1 und r_2 durch eine punktierte Linie verbindet. Der Schnittpunkt der punktierten Linie mit der Mittellinie zeigt das Ergebnis an. Die drei Schenkel müssen in gleich große Teile unterteilt werden. Im Bild 27 z. B. $r_1 = 3 \Omega$, $r_2 = 6 \Omega$, die Verbindungslinie der beiden Werte schneidet die R_v -Linie bei 2Ω .

Weitere Rechenbeispiele:

Von 2 nebeneinandergeschalteten Widerständen r_1 und r_2 sind gegeben: $r_1 = 60 \Omega$ und $R_v = 40 \Omega$. Wie groß ist der andere Teilwiderstand r_2 ?

$$r_2 = \frac{r_1 \cdot R_v}{r_1 - R_v} = \frac{60 \cdot 40}{60 - 40} = \frac{2400}{20} = \underline{\underline{120 \Omega}}$$

In einer Anschlußleitung wird ein Strom I von 100 mA gemessen (a-Ltg. gegen Erde!). Die Spannung U der Zentralbatterie beträgt 60 V . Bei der VStW ist ein Widerstand von 500Ω in die a-Ltg. eingeschaltet. Wie groß ist der Leitungswiderstand der a-Ltg.?

$$\text{Der Gesamtwiderstand des Stromkreises } R = \frac{U}{I} = \frac{60}{0,1} =$$

$60 \cdot 10 = 600 \Omega$ ($0,1 \text{ A}$ entsprechen den gemessenen 100 mA).

Da der 500Ω -Widerstand bei der VStW und der Widerstand der Leitung in Reihe geschaltet sind, hat die a-Ltg. einen Widerstand von $600 - 500 = \underline{\underline{100 \Omega}}$.

Zwischen den Klemmen (s. Bild 28) einer Anschlußleitung beim Teilnehmer wird eine Spannung von 10 V gemessen. Beim Einschalten des Strommessers in die Leitungsschleife zeigt das Gerät $0,05 \text{ A}$ (oder 50 mA). Wie groß ist der Sprechstellenwiderstand?

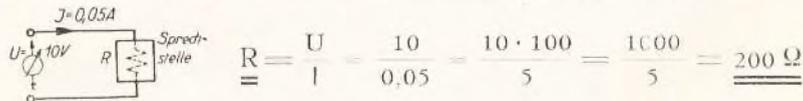


Bild 28.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{10}{0,05} = \frac{10 \cdot 100}{5} = \frac{1000}{5} = \underline{\underline{200 \Omega}}$$

Die Widerstände des Meßgerätes können dabei vernachlässigt werden, da sie die Werte nicht wesentlich beeinflussen.

Die elektrische Leistung

Einheit: das Watt
Formelzeichen: N

abgekürzt: 1 W
 $1 \text{ kW} = 1 \text{ Kilowatt} = 1000 \text{ W}$
 $1 \text{ mW} = 1 \text{ Milliwatt} = \frac{1}{1000} \text{ W}$

Leistung = Spannung mal Stromstärke
 $N = U \cdot I \text{ Watt}$

Setzt man für I die Beziehung $\frac{U}{R}$ ein, so ergibt sich ein anderer Ausdruck für die Leistung, nämlich

$$N = \frac{U \cdot U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

Ersetzt man dagegen die

Spannung U durch „ $I \cdot R$ “, so erhält man
 $N = I \cdot R \cdot I$ ($I \cdot R = U$ Ohmsches Gesetz)
oder $N = I^2 \cdot R \text{ Watt}$, das ist die **Wärmemenge**, die der Strom I beim Durchfließen des Widerstandes R in einer Sekunde erzeugt.

Joul'sches Gesetz.

Die Wärme wächst mit dem **Quadrat der Stromstärke** mit dem **Widerstand** und mit der **Zeit „t“**. Die Wärmemenge läßt sich in der Praxis aber rechnerisch schwer bestimmen, weil man die Größe der Abstrahlung nicht erfassen kann.

Die Größe der **Arbeit**:

Arbeit = Leistung mal Zeit; $A = N \cdot t$ Wattsekunden.

Meist wird bei der Angabe der Arbeit die Leistung mit dem tausendfachen Wert und die Zeit in Stunden angegeben, also ist die gebräuchliche Arbeitsangabe die

Kilowattstunde (kWh).

Auf den elektrischen Geräten ist immer die Leistung angegeben (VdE-Vorschrift). Danach kann man die Kosten und den Stromverbrauch berechnen.

Rechenbeispiele:

1. Eine elektrische Glühlampe von 100 Watt (Leistung) leuchtet täglich 5 Stunden . Wie groß ist die elektrische Arbeit in 6 Tagen und wie hoch sind die Stromkosten (1 kWh kostet 40 Rpf.)?

$$\Lambda = N \cdot t = 100 \cdot 5 \cdot 6 = 3000 \text{ Wattstunden} = 3 \text{ kWh.}$$

$$\text{Stromkosten: } 3 \cdot 40 = 120 \text{ Rpf.} = 1,20 \text{ RM.}$$

$$\text{Stromstärke: } I = \frac{N}{U} = \frac{\text{Leistung in Watt}}{\text{Spannung in Volt}}$$

$$I = \frac{100}{220} = 0,45 \dots \text{ A}$$

2. Wie groß ist die in einem Batterieschutzwiderstand von 50Ω entstehende Leistung (bei einer Stromstärke von $2,5 \text{ A}$)?

$$N = I \cdot I \cdot R = 2,5 \cdot 2,5 \cdot 50 = 6,25 \cdot 50 = 31,25 \text{ W.}$$

3. Ein Widerstand von 500Ω darf — ohne ihn zu überhitzen — z. B. mit 20 W belastet werden. Wie groß ist die Höchststromstärke?

$$I^2 = \frac{N}{R} = \frac{20}{500} = 0,04$$

$$I = \sqrt{0,04} = 0,2 \text{ A} = 200 \text{ mA}$$

$$\text{Höchste am Widerstand liegende Spannung: } U = I \cdot R$$

$$U = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ V.}$$

Die durch den Strom erzeugte Wärmemenge kann auch in Wärmekalorien ausgedrückt werden. Eine Kilogrammkalorie ist diejenige Wärmemenge, welche aufgewendet werden muß, um 1 kg Wasser um 1° zu erwärmen.

$$1 \text{ Kgcal} = 1000 \text{ cal}$$

$$1 \text{ Kilogrammkalorie} = 1000 \text{ Grammkalorien}$$

$$1 \text{ Wattsekunde} = 0,239 \text{ Grammkalorien (cal).}$$

Vergleich der **elektrischen** mit der **mechanischen** Arbeit.

$$1 \text{ mkg} = 9,81 \text{ Wsec,} \quad \text{Wsec} = \text{Wattsekunde.}$$

$$1 \text{ Wsec} = \frac{1}{9,81} = 0,102 \text{ mkg.} \quad \text{mkg} = \text{Meterkilogramm.}$$

Wenn ein Gewicht von 1 Kg in 1 Sek. 1 m hochgehoben wird, so wird eine Arbeit von 1 mkg geleistet.

Im Maschinenbau werden größere Leistungen in **Pferdestärken (PS)** ausgedrückt.

$$1 \text{ PS} = 75 \text{ mkg} = 736 \text{ W} = 0,736 \text{ kW.}$$

$$1 \text{ kWh} = 367\,000 \text{ mkg.}$$

Der **Wirkungsgrad** η ist das Verhältnis der abgegebenen Leistung zur aufgenommenen Leistung: $\eta = \frac{N_2}{N_1}$.

Je besser der Wirkungsgrad, um so geringer sind die Verluste, die bei Energieumwandlungen entstehen (z. B. Wärme-Reibungs-Wirbelstromverluste).

Wechselstromleistung.

In Wechselstromkreisen ist bei der Leistungsberechnung außer den Faktoren U und I noch der Leistungsfaktor zu berücksichtigen.

$$\text{Leistung} = \text{Spannung} \cdot \text{Stromstärke} \cdot \text{Leistungsfaktor}$$

$$N = U \cdot I \cdot \cos\varphi \text{ Watt} \quad (\cos\varphi \text{ spricht: Kosinus fi}).$$

Der **Leistungsfaktor** gibt an, um welchen Winkel Spannung und Strom zeitlich gegeneinander versetzt sind (Phasenverschiebung). Das Produkt $U \cdot I$ ergibt die **Scheinleistung in VA** (Volt-Ampere); vervielfacht man diese Scheinleistung mit dem Leistungsfaktor, so erhält man die **Wirkleistung in Watt**. Aus dem Unterschied zwischen Schein- und Wirkleistung ergibt sich die Blindleistung. Der Leistungsfaktor $\cos\varphi$ ist immer kleiner aber höchstens gleich Eins, er kann also die Werte 0 bis 1 annehmen. Vergleiche auch Seite 30.

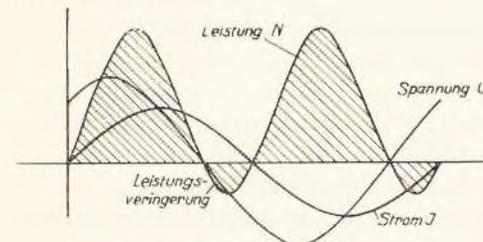


Bild 29.

Die im Bild 29 dargestellten gestrichelten Flächen stellen die Leistung des Wechselstromes dar. Die kleinen Flächenabschnitte unter der Null-Linie werden um so kleiner, je geringer die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung ist. Die großen Flächen ergeben die Wirkleistung. Die Wirkleistung ist also am größten, wenn die Phasenverschiebung $= 0$ ist, dann ist der Leistungsfaktor $\cos\varphi = 1$.

Drehstromleistung.

$$N = U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3} \quad \sqrt{3} = 1,73$$

Die Leistung des Drehstromes ist $1,73$ mal so groß wie die eines einfachen Wechselstromes. Die Leistungen sind bei Stern- und Dreiecksschaltung bei gleicher Spannung gleich groß.

Regelleistung.

Für Dämpfungsmessungen an Fernsprechleitungen werden Milliwattsender (Wechselstromerzeuger) mit einer bestimmten Regelleistung verwendet. Nach zwischenstaatlicher Übereinkunft beträgt die **Regelleistung 1 mW** . Bei einer Klemmenspannung von $U = 0,775 \text{ V}$ erzeugt dieser Milliwattsender an einem Widerstand von

$$600 \Omega \text{ eine Leistung von } \frac{U^2}{R} = \frac{0,775^2}{600} = \text{rd. } 1 \text{ mW.}$$

Die Kapazität

Einheit: das Farad
Formelzeichen: C

abgekürzt: 1 F,
1 μ F (Mikrofarad) = $\frac{1}{1.000.000}$ F
1 nF (Nanofarad) = $\frac{1}{1.000}$ μ F
1 pF (Picofarad) = $\frac{1}{1.000.000}$ μ F

Sehr kleine Kapazitätswerte werden auch in „cm“ angegeben,
1 cm = rd. 1 pF.

Die Einheit von einem Farad hat ein Kondensator, der bei einer Klemmenspannung von 1 V die Elektrizitätsmenge von 1 Coulomb aufnimmt.

1 **Coulomb** ist diejenige Elektrizitätsmenge Q, die von einem Strom von der Stromstärke 1 A in 1 Sekunde fortgeleitet wird.

$$C = \frac{Q}{U}; \quad 1 \text{ Farad} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ Volt}}$$

Aufbau der Kondensatoren.

Ein Kondensator besteht aus 2 Metallbelegungen, deren Flächen sich gegenüberstehen und voneinander isoliert sind.

Die isolierende Zwischenschicht heißt „Dielektrikum“.

Die Kapazität eines Kondensators ist um so größer, je größer die Fläche der Metallbelegungen, je kleiner der Abstand der Belegungen voneinander und je größer die Dielektrizitätskonstante ist.

Die **Dielektrizitätskonstante** hängt von der Art des Dielektrikums ab. Es ist die Zahl, die angibt, wievielfach die Kapazität eines Kondensators vervielfacht wird, wenn an Stelle der Luft ein anderes Dielektrikum verwendet wird.

Dielektrizitätskonstanten von Isolierstoffen:

Luft = 1	Papier = 1,8 ... 2,6
Cellon = 2,9	Papier-Luftraum . . . = 1,6 ... 2,0
Glas = 5 ... 8	(Fernsprechkabelisolierung)
Glimmer = 5 ... 8	Porzellan = 4,4
Gummi = 2,5 ... 2,8	Schellack = 2,7 ... 3,7
Guttapercha = 3 ... 3,2	

Nimmt man z. B. bei einem Kondensator statt des Luftzwischenraums eine Glimmerzwischenschicht, so wird die Kapazität 5...8 mal so groß, unter der Bedingung, daß die Schichtstärke gleichbleibt.

Fernsprechkondensatoren werden aus 2 dünnen Metallbändern (Aluminium) gewickelt, die auf beiden Seiten durch Papierstreifen isoliert sind. Die Kondensatorwickel werden in eine rechteckige

Form gepreßt und in einem Metallbehälter untergebracht, der mit einer Wachsmasse vergossen wird. Die Kondensatoren werden je nach Größe mit einer Spannung von 300...1000 V auf Durchschlagsfestigkeit gepreßt.

Kondensatoren für Rundfunkentstörungszwecke, insbesondere Berührungsschutzkondensatoren, haben eine wesentlich höhere Durchschlagsfestigkeit.

Außer den Wickel- oder Rollenkondensatoren werden noch **Platten- oder Blätterkondensatoren** hergestellt. Die einzelnen Metallplatten werden übereinandergeschichtet, durch Glimmer- oder Papierzwischenlagen voneinander isoliert und abwechselnd miteinander verbunden. Diese Kondensatoren lassen sich in ihren Kapazitätswerten genauer herstellen; sie werden vor allem für Meßzwecke verwendet.

Elektrolytkondensatoren.

Diese Kondensatoren bestehen aus zwei Aluminiumelektroden und einem Elektrolyt, das die Metallplatten nicht angreift. Beim Stromdurchgang wird Sauerstoff ausgeschieden, so daß sich an der Oberfläche der einen Platte (Anode) eine Aluminiumoxydschicht bildet. Der Stromdurchgang wird dadurch in der einen Richtung gesperrt. Das Dielektrikum ist bei diesen Kondensatoren außerordentlich dünn und die Kapazität ist bei verhältnismäßig kleiner Oberfläche schon sehr groß.

Beim Anschließen muß man auf die am Kondensator angegebenen Pole (+ —) achten, damit die Platten nicht umgepolt werden. Die Trockenelektrolytkondensatoren enthalten eine poröse Masse, die den Elektrolyt aufsaugt. Auf den Kondensatoren sind die Kapazität und die höchste Betriebsspannung angegeben; sie werden z. B. als Glättungskondensatoren in Netzgleichrichtegeräten für Anodenspannungen verwendet.

Veränderliche Kondensatoren werden meist als **Drehkondensatoren** mit herausdrehbaren Metallplatten gebaut. Sie dienen z. B. als Abstimmkondensatoren in der Funktechnik und im Kabelmeßdienst.

Schaltzeichen:

Blockkondensator
Plattenkondensator
unveränderlich:



Drehkondensator
Stöpselkondensator
veränderlich.



Berechnung der Kapazität.

Parallelschaltung: Die Gesamtkapazität ist bei Nebeneinanderschaltung gleich der Summe der Einzelkapazitäten.

$$C = C_1 + C_2 + C_3 \text{ usw.}$$

Reihenschaltung: Bei Reihenschaltung werden die Kehrwerte zusammengezählt.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \text{ usw.}$$

Für 2 hintereinandergeschaltete Kondensatoren gilt:

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Beispiel: $C_1 = 1,5 \mu\text{F}$ und $C_2 = 0,5 \mu\text{F}$ (hintereinandergeschaltet)
Gesamtkapazität $C = ?$

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{1,5 \cdot 0,5}{1,5 + 0,5} = \frac{0,75}{2} = 0,375 \mu\text{F.}$$

Die Gesamtkapazität ist in diesem Falle immer kleiner als die kleinste Einzelkapazität.

Eigenschaften des Kondensators in Gleich- und Wechselstromkreisen.

Schaltet man den Kondensator an eine Gleichstromquelle, so wird er durch einen kurzen, starken Stromstoß geladen. Die beiden Belegungen nehmen solange Ladung auf, bis sie die Spannung der Stromquelle angenommen haben; danach kann kein Strom mehr fließen. Der Gleichstromkreis zwischen den beiden Batteripolen wird also durch den Kondensator unterbrochen. Nach dem Abschalten der Batterie bleibt die Ladung längere Zeit erhalten. Verbindet man die beiden Belegungen miteinander, so gleichen sich die Ladungen aus. Der Entladestrom verläuft ebenso wie der Ladestrom, aber in entgegengesetzter Richtung (s. Bild 8).

Im Wechselstromkreis wechselt die Ladung des Kondensators mit jedem Richtungswechsel des Stromes; der Stromkreis erscheint geschlossen, da zwischen Stromquelle und Kondensatorbelegungen dauernd Wechselstrom fließt. Allerdings bedeutet der Kondensator für den Wechselstrom einen Widerstand, der durch die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom hervorgerufen wird. Der Strom eilt der Spannung um 90° vor.

Der Widerstand des Kondensators.

$$R_C = \frac{1}{\omega C} \quad C = \text{Kapazität in Farad.} \\ \omega = 2 \pi f; f = \text{Frequenz in Hz.}$$

Der Widerstand ist um so größer, je kleiner die Frequenz des Stromes und je kleiner die Kapazität des Kondensators sind.

Beispiel: Wie groß ist der Widerstand eines $2 \mu\text{F}$ -Kondensators für die Frequenzen: 1. $f_1 = 25$, 2. $f_2 = 50$, 3. $f_3 = 800$ Hertz?

$$1. R_C = \frac{1 \cdot 1\,000\,000}{2 \pi \cdot 25 \cdot 2} = \frac{1\,000\,000}{157 \cdot 2} = 3180 \Omega$$

Im Zähler muß mit $1\,000\,000$ vervielfacht werden, da die Kapazität von μF in F umgerechnet werden muß.

$$2. R_C = \frac{1\,000\,000}{2 \pi \cdot 50 \cdot 2} = \frac{1\,000\,000}{314 \cdot 2} = 1590 \Omega$$

$$3. R_C = \frac{1\,000\,000}{2 \pi \cdot 800 \cdot 2} = \frac{1\,000\,000}{5\,000 \cdot 2} = 100 \Omega.$$

Die Rechnungen zeigen, daß der kapazitive Widerstand R_C mit steigender Frequenz geringer wird, also **frequenzabhängig** ist.

Gegenüber Gleichströmen, die in schneller Folge unterbrochen und wieder eingeschaltet werden, verhält sich der Kondensator ebenso wie gegenüber Wechselströmen. Derartig schwankende Gleichströme kann man sich aus einer Summe mehrerer Wechselströme zusammengesetzt denken; ihre Frequenz richtet sich nach der Schaltgeschwindigkeit, mit der die Kontakte unterbrochen werden.

Anwendungsbeispiele für Kondensatoren.

Kondensatoren werden verwendet:

1. Um bestimmte Teile eines Stromkreises gegen Gleichstrom zu verriegeln (z. B. Weckerstromkreis im Fernsprechapparat gegen Gleichstrom aus der Zentralbatterie).
2. Als Funkenlöschkondensator mit vorgeschaltetem Widerstand, parallel zu Unterbrechungsstellen (z. B. am nsi-Kontakt der Nummernscheibe oder an Relaiskontakten).

Die an den Schließungsstellen auftretenden Funken verursachen Kontaktverbrennungen und senden hochfrequente Schwingungen aus, die den Rundfunk erheblich stören können (Störschutzkondensator!).

3. Als feste oder veränderliche Kondensatoren in elektrischen Schwingungskreisen in Verbindung mit einer Induktivität (Spule) zur Erzeugung von Schwingungen.
4. Als Glättungskondensatoren parallel zu Stromquellen (z. B. am Polwechsler oder an Gleichrichtern).

5. In Siebketten in Verbindung mit Drosselspulen zum Aussieben bestimmter Frequenzen oder Frequenzbänder.
6. Zur Nachbildung der Kabelkapazität in künstlichen Leitungen, in Verstärker- und Telegraphenschaltungen.
7. Um die Wirkung der Selbstinduktivität aufzuheben.
8. Zur zeitlichen Regelung des Stromanstiegs.
9. Als kapazitiver Widerstand, als Kopplungskondensator, insbesondere in der Funktechnik.
10. Als Vergleichskondensator in Meßschaltungen.

Leitungskapazität.

Jede Leitung hat eine gewisse Kapazität, deren Größe vom Querschnitt, von der Länge des Leiters und vom Dielektrikum abhängig ist.

Der Leiter bildet die eine Belegung und die Erdoberfläche die andere Belegung des Kondensators. Bei der Kabelkapazität unterscheidet man zwischen der Kapazität der Adern gegenüber dem Bleimantel (Erde) und der Kapazität der einzelnen Adern untereinander.

Bei den Fernsprechkabeln wird die Dielektrizitätskonstante durch die Papier-Luftraumisolierung möglichst klein gehalten, trotzdem ist die Kabelkapazität größer als die der Freileitungen, weil die einzelnen Adern eng aneinanderliegen.

Kopplungskapazität.

Die einzelnen Sprechkreise eines Kabels beeinflussen sich gegenseitig, wenn die einzelnen Kapazitäten der Adern untereinander und gegen Erde nicht ausgeglichen sind; sie sind dann kapazitiv gekoppelt. In den Sprechkreisen macht sich Nebensprechen bemerkbar, d. h. man kann in einem Aderpaar mithören, was in einem anderen Aderpaar gesprochen wird. Außerdem treten Fremderäusche auf, wenn die Adern von benachbarten Starkstromanlagen beeinflusst werden. Diese Erscheinungen machen sich aber auch bemerkbar, wenn andere Ungleichheiten (Widerstands-, Isolations- und induktive Unterschiede) bestehen.

In den Fernsprechkabeln werden meist vier Adern zu einer Gruppe zusammengefaßt und miteinander verseilt (Viererseil). Man unterscheidet zwischen der Stern- und DM-Verseilung (Dieselhorst-Martin-Verseilung, Bild 30).

Bei der Übertragung höherer Frequenzen ist die Dämpfung der Fernsprechkabel zu groß. Für breite Frequenzbänder — wie sie z. B. bei den Fernsehübertragungen vorkommen — werden Kabel mit geringerer Dämpfung gebaut; sie heißen **Breitbandkabel**.

Um einen Voll-Leiter von 5 mm Kupferdraht wird eine Styroflexwendel (hochwertiger Isolierstoff) gewickelt, die die äußere Kupferbandumwicklung (den Rückleiter) trägt. Über dem Kupferband befindet sich eine Leinenbandwicklung und darüber der Blei-

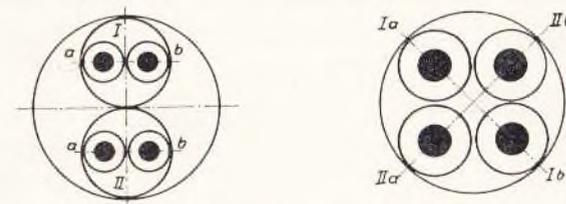


Bild 30. Verseilungsarten für Kabel.
Dieselhorst-Martin-Verseilung (Querschnitt). Sternverseilung (Querschnitt).

mantel. Die Kabel können für Frequenzen bis zu 4 000 000 Hz verwendet werden. Sie haben je nach Bauart eine Dämpfung von 0,1 ... 0,3 Neper je km bei 1 000 000 Hz. (Begriffserklärung „Neper“ siehe unter „Dämpfung“).

Die Induktivität

Einheit: das Henry

abgekürzt: 1 H

Formelzeichen: L

1 mH = $\frac{1}{1000}$ H = 1 Millihenry

1 H = 1 000 000 000 cm

1 mH = 1 000 000 cm

Unter Induktivität versteht man die Eigenschaft eines Leiters, ein magnetisches Feld zu erzeugen.

Die Einheit ergibt sich aus der Bestimmung, daß bei einem Strom I im magnetischen Felde eine **Energie** $\frac{1}{2} I^2 \cdot L$ aufgespeichert und beim Verschwinden des Stromes wieder abgegeben wird. Eine Drahtspule hat z. B. die Induktivität von 1 Henry, wenn eine Stromänderung von 1 A in 1 Sekunde in der Spule eine Spannung von 1 Volt erzeugt.

Die Induktivität eines Leiters wird erhöht, wenn man ihn zu einer Spule aufwickelt. Eine wesentliche Erhöhung tritt aber ein,

wenn man die Spule auf einen Eisenkern wickelt, der vollständig geschlossen ist (Drosselspulen). Im Eisenkreis treten allerdings auch Verluste auf (Wirbelstromverluste, Hysteresisverluste), die aber durch besondere Ausführungen der Kerne gering gehalten werden können (siehe unter „Magnetische Größen“). Je höher die Windungszahl der Spule, um so größer ist die Induktivität.

Die Induktivität im Gleich- und Wechselstromkreis.

Im Gleichstromkreise macht sich der Einfluß der Induktivität nur beim Ein- und Ausschalten oder beim Verändern der Stromstärke bemerkbar.

Beim **Einschalten** wird in dem Leiter eine Spannung induziert, die der angelegten Spannung **entgegenwirkt** (Selbstinduktionsspannung); sie verhindert einen plötzlichen Stromanstieg. In benachbarten Leitern — z. B. Zweitwicklungen — entstehen ebenfalls Induktionsspannungen, die der Selbstinduktionsspannung der Erstwicklung entgegengesetzt sind.

Beim **Ausschalten** hat die Selbstinduktionsspannung die **gleiche Richtung** wie die angelegte Spannung; sie verhindert also ein plötzliches Absinken des Stromes.

Bleibt dagegen der Gleichstromkreis geschlossen, und treten **keine Stromänderungen** auf, so übt eine eingeschaltete Drosselspule **keinen Einfluß** aus. Bei der Stromstärkeberechnung ist nur der ohmsche Widerstand (Kupferwiderstand der Spule) zu berücksichtigen.

Im **Wechselstromkreise** macht sich die Selbstinduktivität dauernd bemerkbar, weil sich die magnetischen Kraftlinien fortgesetzt ändern. **Beim Einschalten einer Induktivität in den Wechselstromkreis eilt der Strom der Spannung nach.**

Der induktive Widerstand R_L wächst mit der Frequenz des Stromes und mit der Erhöhung der Induktivität L .

$$R_L = \omega L; \quad \omega = 2\pi f \\ f = \text{Frequenz.}$$

Berücksichtigt man außerdem den Wirkwiderstand, so ist der Wechselstromwiderstand

$$R_w = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}$$

Beispiel: Der Widerstand R einer Drossel beträgt 100Ω , die Induktivität $L = 0,2 \text{ H}$, die Frequenz des Wechselstromes $f = 50 \text{ Hz}$. Wie groß ist R_w ?

$$R_w = \sqrt{R^2 + \omega^2 L^2} = \sqrt{100^2 + (2\pi \cdot 50)^2 \cdot 0,2^2} = \sqrt{100^2 + 314^2 \cdot 0,2^2}$$

$$R_w = \sqrt{10\,000 + 986\,000 \cdot 0,04} = \sqrt{10\,000 + 39\,460} = \sqrt{49\,460} = \text{rd. } 220 \Omega$$

Für eine Frequenz von 800 Hz ergibt sich ein Widerstand von $R_w = \text{rd. } 1000 \Omega$

Bei sehr hohen Frequenzen — wie sie in der Rundfunktechnik vorkommen — genügen sehr kleine Induktivitäten (Spulen ohne Eisenkern), um einen beträchtlichen Scheinwiderstand hervorzurufen. Für Kurzwellen oder Ultrakurzwellen haben diese Spulen nur $1 \dots 5$ Windungen; auch die Induktivität eines kurzen gestreckten Drahtes setzt den Hochfrequenzströmen einen hohen Widerstand entgegen.

Anwendungsbeispiele für Induktivitäten (Drosselspulen).

1. In den Fernsprechapparaten werden die **Drosselspulen** dazu verwendet, den Sprechströmen den Weg zu verriegeln. Um zu verhindern, daß sich die Sprechströme über angeschaltete Batterien oder Erdleitungen ausgleichen, schaltet man Drosselspulen in diese Zuleitungen. Fernsprechrelais, Anrufklappen, Wecker, Schauzeichen usw. wirken ebenfalls als Drossel.

Relais, die in Brücke zu den Sprechadern (a- und b-Itg.) eingeschaltet werden, müssen hohe Induktivität haben, um die Sprechströme nicht wesentlich zu schwächen.

Werden die Relaiswicklungen dagegen in den Sprechstromkreis eingeschaltet, so müssen sie durch Kondensatoren oder auch induktionsfreie Widerstände überbrückt werden, um den Sprechströmen möglichst wenig Widerstand zu bieten.

2. Um der Kabelkapazität entgegenzuwirken, erhöht man die Induktivität des Leiters künstlich durch Bewicklung des Leiters mit Eisendraht oder durch Einschaltung von Pupinspulen in bestimmten Abständen. Je höher die eingeschalteten Induktivitäten sind, um so niedriger liegt auch die Grenzfrequenz, die man im Kabel übertragen kann.

Bei Rundfunkübertragungen auf Kabeladern oder beim Mehrbandfernsprechen dürfen wegen der höheren Grenzfrequenz nur geringe Induktivitäten eingeschaltet werden, oder man verzichtet ganz auf die Bepulung und schaltet wegen der höheren Dämpfung Verstärker ein.

3. Drosselspulen werden außerdem verwendet:

- als Netzdrosseln zum Ausschneiden der Oberschwingungen,
- in Drosselketten zum Sperren hoher oder zum Ausschneiden niedriger Frequenzen,
- in Schwingungskreisen in Verbindung mit Kondensatoren (siehe unter Spannungs- und Stromresonanz).

Je höher die Frequenz der zu erzeugenden Schwingung ist, um so geringer müssen die Induktivität und die Kapazität sein.

- d) Als Vergleichsinduktivität für Meßzwecke. Hierzu werden feste und auch veränderliche Spulen mit Induktivitäten von 0,1 und 1 Henry hergestellt.

Induktivitätswerte einiger Fernsprechapparate:

Fernhörer (OB-Handapparat)	0,07 H
Fernhörer (ZB-Handapparat)	0,04 H
Wechselstromwecker	3,0 H
Drosselschauzeichen	5,0 H
100 Ω-Drossel, kl. Form	1,4 H
100 Ω-Drossel, gr. Form	2,0 H

Die Induktionswerte hängen auch von der Gleichstrombelastung der Spulen ab; sie sind schwer zu berechnen und werden meist durch Messen festgestellt.

Die Dämpfung

Einheit: das Neper

abgekürzt: 1 N

1 mN = 1 Millineper = $\frac{1}{1000}$ N

Formelzeichen: b für die ganze Länge einer Leitung,
β (Beta) für 1 km einer Leitung.

Man nennt **b** das **Dämpfungsmaß** der Leitung, während β, der kilometrische Wert, mit Dämpfungskonstante bezeichnet wird.

Vervielfacht man β mit der Leitungslänge „l“, so erhält man b.

$$b = \beta \cdot l_{km}$$

Begriffserklärung.

Die Schwingweiten (Scheitelwerte) der Sprechwechselströme werden längs der Leitung immer kleiner. Je länger die Leitung ist, um so mehr nimmt die am Anfang zugeführte Sprechleistung ab. Die Leistung nimmt anfangs schneller und dann langsamer ab, d. h. die Schwächung ist nicht verhältnismäßig der Länge der Leitung.

Bei einer gleichmäßig aufgebauten Leitung werden Spannung und Strom überall in gleichem Maße gedämpft (geschwächt).

Man erhält das Dämpfungsmaß b aus dem Vergleich der Anfangsspannung mit der Endspannung (also am Anfang und am Ende der Leitung gemessen), und zwar aus folgender Beziehung:

$$\frac{U_a}{U_e} = 2,718^b$$

Wenn b = 1 ist (Einheit der Dämpfung), dann muß

$$\frac{U_a}{U_e} = 2,718^1 \text{ sein.}$$

Die Zahl **2,718** ist eine feste Grundzahl, die für alle Rechnungen gleich bleibt.

U_a = Spannung am Anfang der Leitung und

U_e = Spannung am Ende der Leitung.

Bei einer Doppelleitung setzt man für die Hochzahl b den doppelten Wert ein.

Die höchste Dämpfung, die eine Fernsprechverbindung haben darf, wird aus dem Verhältnis der Mikrophonleistung zur Hörerleistung berechnet. Sie beträgt **3,5 Neper**. Darin sind alle Leitungsdämpfungen und Apparatdämpfungen enthalten.

Mikrophonleistung = 0,1 ... 15 mW, im Mittel 2 mW Hörerleistung = 0,002 mW (die geringste Leistung, bei der der Hörer gerade noch anspricht).

Höchstzulässige Dämpfungswerte: b =

im Ortsverkehr	2,2 Neper	} von Sprechstelle zu Sprechstelle, also einschließlich der Vermittlungseinrichtgn.
„ Meldeverkehr	2,2 „	
„ Fernverkehr	3,3 „	
„ Schnellverkehr	3,1 „	

für Anschlußleitungen AL	0,45 Neper	} reine Leitungsdämpfung
„ Ortsverbindungsleitgn. OL	1,0 „	
„ Schnellamtsleitungen HSL	1,0 „	
„ Meldeleitungen Ülm	0,3 „	
„ Fernvermittlungslitgn. Ülv	0,3 „	
„ Fernleitungen Fl	1,3 „	

Kilometrische Dämpfungswerte.

Die kilometrischen Dämpfungen für Freileitungen und Kabelleitungen gehen aus der unter „Leitungen und Leitungsstörungen“ gebrachten Übersicht hervor.

Die Dämpfungswerte werden im praktischen Dienst meist mit der Frequenz 800 Hz gemessen. Das entspricht der mittleren Sprachfrequenz. Die zu messenden Dämpfungen können an den neuzeitlichen Meßgeräten unmittelbar in „Neper“ abgelesen werden; Ausrechnungen sind also nicht mehr notwendig.

Bild 31 zeigt den Dämpfungsverlauf in Abhängigkeit von der Frequenz.

Auf einer Freileitung können hohe und tiefe Frequenzen fast gleich gut übertragen werden. Das ist vom Vorteil, wenn breite Frequenzbänder übertragen werden sollen.

In Kabelleitungen wird die Dämpfung in der Hauptsache durch die Kapazität C und den Widerstand R verursacht.

Sie ist für höhere Frequenzen größer als für niedrige Frequenzen. Bild 31 zeigt, wie die Dämpfung mit der Frequenz zunimmt.

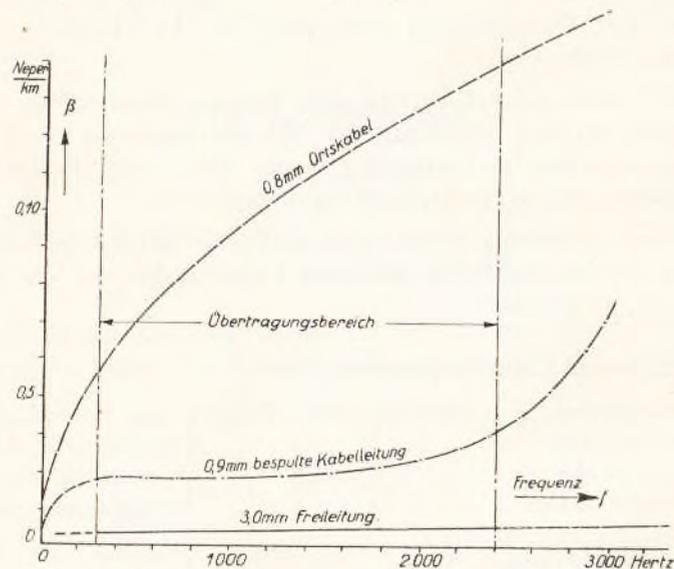


Bild 31. Zunahme der Dämpfung mit der Frequenz.

Verzerrungen.

Die Güte der Sprechverständigung hängt nicht allein von der Höhe der Dämpfung ab, sondern sie ist auch abhängig von den

Formveränderungen der Sprachschwingungen, die die Deutlichkeit der übertragenen Laute beeinträchtigen.

Die Formänderungen — Verzerrungen genannt — werden verursacht durch:

1. die Frequenzabhängigkeit der Dämpfung, daß also höhere Frequenzen stärker gedämpft werden als niedrige.
2. Die Eigenart, daß höhere Frequenzen eine Leitung in kürzerer Zeit durchlaufen als tiefere Frequenzen.
3. Rückkopplungen in Verstärkerschaltungen.

Um diese Verzerrungen zum Teil wieder aufzuheben, werden Entzerrer in die Verstärkerschaltung eingebaut.

Zusammenfassung:

Die **Dämpfung** längs der Leitung muß zwischen 2 Sprechstellen möglichst klein gehalten werden, um eine gute Verständigung zu erreichen.

Dagegen muß die **Nebensprechdämpfung** — das ist die Dämpfung zwischen den nebeneinander verlaufenden Leitungsgruppen — möglichst hoch sein, damit sich die Leitungen nicht gegenseitig beeinflussen, d. h., es darf kein Nebensprechen auftreten.

Dämpfungsmessung: siehe unter „Meßgeräte“.

Magnetische Größen

Jeder Magnet, ob natürlicher oder künstlicher Magnet, hat **2 Pole** (Nord- und Südpol); das sind Punkte mit besonders großer Anziehungskraft. Dagegen befindet sich im mittleren Teil eines Magnets eine **neutrale Zone** (Indifferenzzone), die nach außen hin keine magnetische Wirkung zeigt.

Die Kraft des Magnets — **Polstärke** genannt — hängt von der Stärke seiner Magnetisierung ab. Die Einheit der Polstärke hat ein Magnetpol, der auf einen gleichstarken in 1 cm Abstand eine Kraft von 1 Dyn ausübt.

1 Dyn = $\frac{1}{1081}$ gr, also etwa 1 mg (Milligramm).

Diese Einheitspolstärke heißt: **1 Weber**.

Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Erdmagnetismus.

Die Erdkugel, die als großer Magnet aufgefaßt werden kann, hat ebenfalls 2 Pole. Der magnetische Nordpol liegt in der Nähe

des erdkundlichen Südpols und der magnetische Südpol befindet sich neben dem erdkundlichen Nordpol.

Die Erdmagnetischen Kräfte zwingen eine freischwingende Magnetnadel (Kompaßnadel) in die Nord-Südrichtung. Sie üben auch einen Einfluß auf Fernmeldeleitungen aus. Bei erdmagnetischen Schwankungen bilden sich in den Leitungen Störströme aus, die z. B. in langen Seekabeln so stark werden können, daß die Telegraphierzeichen zeitweise vollkommen unterdrückt werden.

Die Feldstärke.

Der mit magnetischen Kraftlinien ausgefüllte Raum in der Umgebung eines Magnets heißt Kraftfeld des Magneten. Die Feldstärke nimmt — ebenso wie bei dem Licht — mit dem Quadrat der Entfernung ab, d. h., in doppelter Entfernung hat sie nur $\frac{1}{4}$ und in 3-facher Entfernung nur $\frac{1}{9}$ der ursprünglichen Größe.

Die **Einheit** der Feldstärke ist das **Gauß**.

Ein Magnetfeld von 1000 Kraftlinien je cm^2 hat z. B. 1000 Gauß.

Vervielfacht man die Feldstärke mit der Fläche in cm^2 so erhält man den **Kraftfluß**, der in **Maxwell** angegeben wird.

$$1 \text{ Maxwell} = 1 \text{ Gauß} \cdot 1 \text{ cm}^2.$$

Ein Eisenkern von 10 cm^2 Querschnitt, der mit einer Feldstärke von 1000 Gauß durchsetzt wird, hat also $1000 \cdot 10 = 10000$ Maxwell.

Die magnetische Leitfähigkeit oder Durchlässigkeit (Permeabilität).

Die Leitfähigkeit für die magnetischen Kraftlinien ist für die einzelnen Stoffe verschieden, d. h., sie setzen dem Kraftfluß einen verschieden hohen Widerstand entgegen. Man setzt die Leitfähigkeit der Luft = 1.

Stoffe, deren Leitfähigkeit größer als 1 ist, heißen **paramagnetisch** und solche mit geringerer Leitfähigkeit heißen **diamagnetisch**.

Paramagnetische Stoffe: Eisen, Nickel, Kobalt, Sauerstoff.

Diamagnetische Stoffe: Kupfer, Silber, Antimon, Wismut.

Die gleiche Leitfähigkeit wie die Luft haben z. B. Holz, Glas und Hartgummi.

Magnetische Induktion.

Bringt man in ein magnetisches Feld ein Stück Eisen, so herrscht im Eisen eine größere Feldliniendichte als vorher in der Luft. Diese induzierte Liniendichte heißt Induktion.

Formelbezeichnung und Zusammenstellung der oben beschriebenen Größen.

1. Polstärke:	Formelzeichen: m	Einheit: 1 Weber
2. Feldstärke:	„ \mathfrak{H} (in der Luft)	Einheit: } 1 Gauß
3. Induktion:	„ \mathfrak{B} (Feldstärke im Eisen)	
4. magn. Fluß:	„ Φ	Einheit: 1 Maxwell
5. Leitfähigkeit:	„ μ	Einheit: Für Luft
		$\mu = 1$
		(ohne Benennung!)
	$\mathfrak{H} \mu \cdot \mathfrak{B} = ; \Phi = \mathfrak{B} \cdot Q$ (Q = Querschnitt in cm^2)	

Die Zahl μ (Mü) gibt an, um wievielfach größer die Feldstärke im Eisen ist als in der Luft. Die Leitfähigkeit des Eisens für magnetische Kraftlinien ändert sich mit der Stärke der Magnetisierung.

Höchstwerte für μ :

Luft	$\mu = 1$
Elektrolyteisen	$\mu = 14\,600$
Elektrolyteisen mit 3,5 % Silizium	$\mu = 19\,400$
Permalloy	$\mu = 100\,000$
(78 % Nickel, 22 % Eisen)	

Magnetische Schirmwirkung.

Meßinstrumente oder andere Geräte, die man gegen störende äußere Magnetfelder schützen will, werden durch Eisengehäuse abgeschirmt. Das Eisen saugt die von außen kommenden Kraftlinien auf und verhindert eine Beeinflussung der inneren Teile.

Magnetische Sättigung.

Der Kraftfluß des Eisens läßt sich nur bis zu einer bestimmten Grenze steigern, der Magnetismus nimmt dann nicht mehr zu; man sagt: das Eisen ist magnetisch gesättigt. Die Sättigungsgrenze liegt bei den einzelnen Eisensorten verschieden hoch.

Dauermagnete (permanente Magnete)

sind künstlich hergestellte Magnete aus hochwertigen Stählen. Sie werden — je nach ihrem Verwendungszweck — in verschiedenen Formen als Stab-, Winkel-, Ring- und U-Magnet angefertigt.

Sie werden verwendet: im Fernhörer, magnetischen Lautsprecher, Wechselstromwecker, in gepolten Relais (Telegraphenrelais) und für Kurbelinduktoren.

Die neuen permanentdynamischen Lautsprecher enthalten Magnete aus Kobalt-, Nickel- oder Chrommolybdänstählen mit sehr hohen Feldstärken.

Elektromagnetismus.

Zwischen dem elektrischen Strom und dem Magnetismus besteht eine Wechselwirkung, d. h., man kann elektrische Energie in magnetische und umgekehrt magnetische in elektrische Energie umwandeln.

Jeder vom Strom durchflossene Leiter erzeugt ein Magnetfeld. Dieses Magnetfeld nutzt man dazu aus, unmagnetisches Eisen zu magnetisieren.

Die Stärke eines Elektromagnets hängt ab von der Stromstärke und von der Anzahl der Drahtwindungen. Das Produkt Stromstärke mal Windungszahl heißt **Amperewindungszahl**. Das Eisen setzt seiner Magnetisierung einen bestimmten Widerstand entgegen, die einzelnen Eisenteilchen (Molekularmagnete) setzen der Richtung der magnetischen Kraftlinien die **Koerzitivkraft** entgegen. Ein einmal magnetisiertes Eisen behält immer etwas Magnetismus zurück, den

Restmagnetismus (Remanenz).

Beim Ausschalten des Stromes wird der Eisenkern wieder unmagnetisch, aber auch hier wirkt die Koerzitivkraft der Entmagnetisierung entgegen.

Die Magnetisierung und Entmagnetisierung des Eisens bleiben stets hinter den magnetisierenden oder entmagnetisierenden Kräften zurück. Diese Eigenschaft des Eisens heißt:

Hysteresis.

Bei schnell wechselnden Magnetfeldern, z. B. in den Eisenkernen der Wechselstromgeräte, macht sich die Hysteresis als Energieverlust bemerkbar; ein Teil der magnetischen Energie wird in Wärme umgesetzt.

Magnetische Regeln,

nach denen die Richtungen von Strömen, Feldern und Bewegungen bestimmt werden:

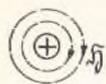


Bild 32.

Der Strom tritt von vorn in den Leiter ein.
---> Richtung des Magnetfeldes „S“.

1. Magnetfeld um einen Leiter (Korkenzieherregel). Schraubt man einen Bohrer in Richtung des Stromes in den Leiter hinein,

so gibt die Drehrichtung des Griffes die Feldrichtung an (Bild 32).

2. Polbestimmung eines Elektromagnets. Blickt man auf den Nordpol eines Elektromagnets, so fließt der Strom im entgegengesetzten Sinne des Uhrzeigers (Bild 33).

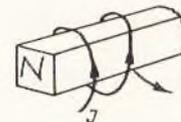
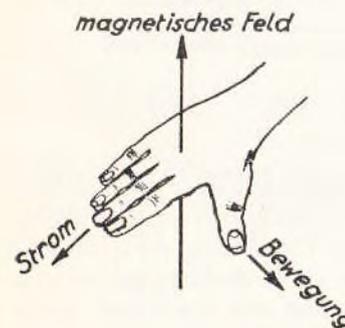
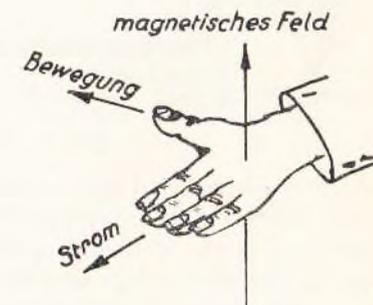


Bild 33.

3. Amperesche Schwimmregel. Denkt man sich im Leiter mit dem Strom schwimmend und blickt dabei eine Magnetnadel an, so wird der Nordpol der Nadel durch das magnetische Feld des Stromes nach links abgelenkt.
4. Handregel zur Bestimmung der Richtung induzierter Spannungen (Bild 34). Läßt man die magnetischen Kraftlinien in die Handfläche eintreten, so zeigt der abgespreizte Daumen die Bewegungsrichtung des Leiters und die ausgestreckten Finger geben die Stromrichtung an. Die Kraftlinien verlaufen außerhalb des Magnets vom Nordpol zum Südpol.

Bild 34. Rechte Handregel.
Angewendet bei Stromerzeugung (Generator).Bild 35. Linke Handregel.
Angewendet auf Stromverbraucher (Motore).

Bei der Umwandlung elektrischer Energie in mechanische (Elektromotoren) wendet man zur Bestimmung der Bewegungsrichtung des Ankers die „Linke Handregel“ an (Bild 35).

5. Leiter, in denen Ströme gleicher Richtung fließen, ziehen sich gegenseitig an, Ströme entgegengesetzter Richtung stoßen sich

ab. Zwei vom Strom durchflossene Spulen, von denen die eine drehbar angeordnet ist, suchen sich derart einzustellen, daß ihre Kraftfelder gleiche Richtung haben, also den Höchstwert annehmen. Darauf beruht die Ablenkung der Spulen in Meßgeräten.

Fernsprechrelais.

Bei den Fernsprechrelais wird der Elektromagnetismus dazu ausgenutzt, einen Anker anzuziehen und dabei Relaiskontakte (Schließstellen) zu schließen oder zu öffnen.

Das Flachrelais.

Neuerdings werden fast ausschließlich Flachrelais gebaut, die im Aufbau einfacher, daher auch billiger sind und weniger Raum einnehmen als die Rundrelais (Bild 36).

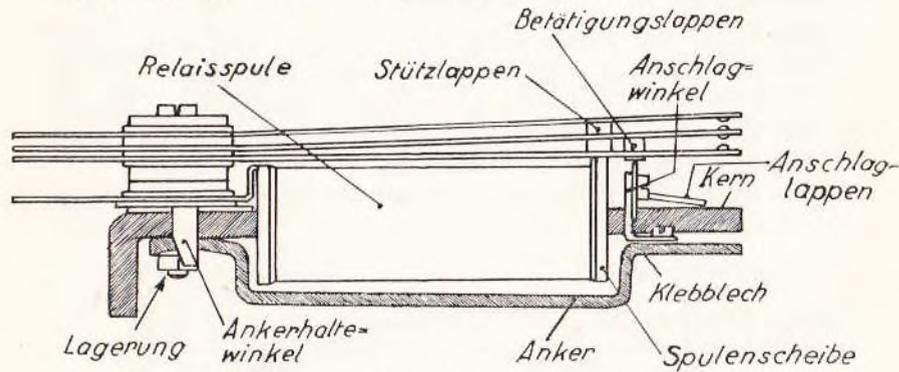
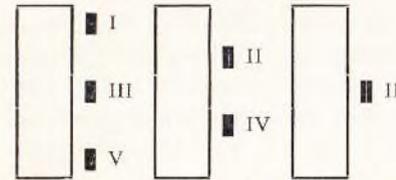


Bild 36. Flachrelais.

Als Relaiskern wird ein winkelförmig gebogenes Flacheisen verwendet, auf das eine rechteckige Spule aufgeschoben ist. Der Anker besteht aus einem U-förmig gebogenen Eisenblech, das sich flach gegen den Relaiskern legt und an einem Ende drehbar gelagert ist. Der magnetische Kreis (Eisenkreis) wird hier nur durch den Anker geschlossen, während beim Rundrelais ein besonderes Eisenjoch eingebaut ist. Am vorderen Ende trägt der Anker ein auswechselbares Klebblech aus Messing, das zwischen Anker und Kern liegt. Der Ankerhub wird durch einen Anschlagwinkel begrenzt. Zur Betätigung der Relaisfedern dient ein Betätigungssteg, der am vorderen Ende des Ankers angebracht ist; er drückt gegen Betätigungsflappen der Relaiskontakte. Die Kontaktfedern der neuen Flachrelais sind mit Kuppenkontakten (aus zwei Halbkugeln) ausgerüstet.

Kontaktanordnung (von vorn gesehen)



Lötstifanordnung (von hinten gesehen)



3 Relais mit verschiedenen Kontaktzahlen.

Einige Kontaktarten mit Angabe des Kontaktdruckes in Gramm

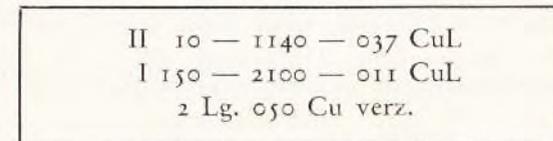
Kontaktart	Anker abgefüllt	Anker angedrückt	Mindest-Hub mm
a $\frac{2}{1}$	$0,5 \pm 0,1$ $15 \pm 2g$	$23 \pm 3g$	1,1
r $\frac{2}{1}$	$0,1$ $23 \pm 3g$	$0,4$ $35 \pm 15g$	1,1
u $\frac{3}{2/7}$	$0,5 \pm 0,1$ $23 \pm 3g$	dann schließen $23 \pm 3g$ erst öffnen $0,3$ $35 \pm 15g$	1,1

Bild 37. a = Arbeitskontakt, r = Ruhekontakt, u = Umschaltekontakt.

Beispiele für Kontaktbezeichnungen (Flachrelais):

- Kontakt: fIII o gehört zum F-Relais und liegt in der Mitte (oben).
- Kontakt: gV gehört zum G-Relais und liegt an unterster Stelle.
- Kontakt: I^I gehört zum I-Relais und liegt an oberster Stelle.

Wicklungsbezeichnung (Beispiel).



Bedeutung:

- Zeile 1. Wicklung II, 10 Ω Widerstand, 1140 Windungen, 0,37 mm Drahtstärke, Kupferdraht mit Lacküberzug.
- Zeile 2. Wicklung I, 150 Ω Widerstand, 2100 Windungen, 0,11 mm Drahtdurchmesser, Kupferdraht mit Lack.
- Zeile 3. 2 Lagen aus blankem Kupferdraht 0,5 mm Durchmesser zur Verzögerung des Relais.

Die Relais werden je nach den Anforderungen der Schaltung auf Anziehen, Abfallen, Halten und Nichtansprechen berechnet.

Je größer der Kontaktdruck ist, um so größer muß auch die Amperewindungszahl sein.

Die **Ansprechstromstärke** ist immer bedeutend größer als die **Haltestromstärke**, weil in der Ruhelage des Ankers der Luftspalt einen größeren magnetischen Widerstand verursacht. Außerdem muß das Beharrungsvermögen des Ankers überwunden werden.

Man unterscheidet zwischen:

Ansprechstrom. Der Strom, der erforderlich ist, den Anker anzuziehen.

Anzugsfehlstrom. Die Grenzstromstärke, bei der das Relais gerade noch nicht anzieht.

Haltestrom. Der Strom, der ausreicht, um den bereits angezogenen Anker zu halten.

Abfallfehlstrom. Die Grenzstromstärke, bei der der Anker gerade losgelassen wird.

Verzögerungsrelais.

Die Ansprech- und Abfallzeit, die etwa 3...12 Millisekunden betragen, können durch bestimmte Maßnahmen verändert werden.

I. Schaltmittel zur Ansprechverzögerung von Relais.

- a) Differentialschaltung zweier Wicklungen mit verschiedenen Amperewindungszahlen, also ungleichen Widerständen und verschieden hoher Induktivität.
- b) Parallelschaltung einer größeren Kapazität.
- c) Anwendung von Relaisketten.
- d) Vorschalten eines Hitzdrahtrelais (siehe unter „Stromstärke“).
- e) Ausnutzung mechanischer Hilfsmittel wie z. B. Maschinenkontakten, Anbringung von Luftdämpfungen u. a. m.

II. Hilfsmittel zur Abfallverzögerung von Relais.

Das verzögerte Abfallen des Relaisankers wird durch eine zweite in sich geschlossene Wicklung erreicht, die auf den Relaiskern aufgebracht wird. Die Verzögerungszeit kann durch entsprechende Bemessung des Widerstandes geregelt werden. Bei den neuen Flachrelais wird zu diesem Zweck blanker Kupferdraht über die ganze Länge der Relaispule gewickelt. Diese Kupferwicklung (1 oder 2 Lagen Kupferdraht; 0,5 mm Durchmesser) stellt also eine Zweitwicklung dar mit einer Windung und sehr großem Querschnitt.

Wirkungsweise: Beim Abschalten der Relaiswicklung wird der Kupfermantel durch die verschwindenden Kraftlinien geschnitten. Die auf die Zweitwicklung induzierte Spannung erzeugt einen Kurzschlußstrom, der das Magnetfeld des Relais noch kurze Zeit aufrechterhält. Auf diese Weise werden Verzögerungen bis zu 0,6 Sekunden erreicht. Derartige mit Kupfermantel versehene Relais sprechen nicht auf Rufwechselstrom an.

Rufrelais.

Die einfachen Fernmelderelais sprechen auch auf Rufstrom an (Wechselstrom von 25 Hz), haben aber den Nachteil, daß der Anker nicht gleichmäßig festgehalten wird, sondern schwirrt. Dieses Schwingen des Ankers kann dadurch vermieden werden, daß in den Relaiskern ein starker Kupfering eingelegt wird. (Im Bild 38 punktiert angedeutet.) Der im Kupfering durch Induktion erzeugte Strom ist gegenüber dem in der Wicklung fließenden Strom zeitlich

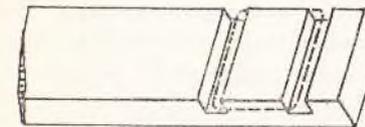


Bild 38.
Relaiskern eines Rufrelais mit eingelegtem Kupfering (punktierte Linie).

versetzt, so daß der Anker auch in dem Augenblick genügend festgehalten wird, wenn der Rufstrom durch Null hindurchgeht.

Im Zwischenstellenumschalter W 33 ist diese Aufgabe auf andere Weise gelöst worden (siehe Schaltung ZwU 33).

Hitzdrahtrelais (siehe unter „Wärmewirkung des Stromes“).

Allgemeines über den Aufbau von Eisenkernen.

Eisenkerne für Drosselspulen, Übertrager, Elektromagnete usw. müssen so hergestellt werden, daß die magnetischen Verluste im Eisenkreis möglichst gering sind.

In Eisenkernen, deren Spulen vom Wechselstrom durchflossen werden, nehmen die Verluste mit der Frequenz zu. Sie setzen die Induktionswirkungen (Wechselstromwiderstand, Übertragung usw.) herab.

Die **Wirbelstromverluste** werden verringert durch Unterteilen der Eisenkerne, die als Blechkern mit dünnen Lack- oder Papier-

zwischenlagen oder als Massekern aus Eisenpulver mit Bindemitteln hergestellt werden. Näheres unter Wirbelstrom, Abschnitt „Stromstärke“.

Die Polschuhe der Fernhörer sind ebenfalls mehrfach geschlitzt, um Wirbelströme zu vermeiden.

Der **magnetische Widerstand** ist am geringsten, wenn der Eisenkreis vollkommen geschlossen ist. Solche Eisenkreise haben nur eine geringe **Streuung**; darunter versteht man den Teil des Kraftflusses, der sich durch die Luft hindurch schließt. Ringförmige Kerne sind praktisch streuungsfrei. Je stärker die magnetischen Streufelder sind, die aus dem Eisenkern heraustreten, um so mehr werden benachbarte Spulen und Leiter beeinflusst.

In Eisenkreisen, die wegen eines Ankers oder einer Membran einen Bewegungsspielraum freilassen, muß der Luftspalt möglichst klein gehalten werden.

Die Streuung wird auch größer, wenn der Eisenquerschnitt für den Kraftfluß zu klein ist, d. h., wenn Übersättigung eintritt. Das ist aber bei den geringen Strömen, wie sie im Fernmeldedienst vorkommen, kaum zu befürchten.

Gepolte Elektromagnetkerne.

Elektromagnete, deren Kerne auf die Pole eines Dauermagnets aufgesetzt sind, nennt man gepolte (polarisierte) Elektromagnete. Derartige Apparate sprechen nur auf eine Stromrichtung an und sind bedeutend empfindlicher als ungepolte (neutrale) Geräte. Auch die Spulenkerne des Fernhörers sind auf einen Dauermagnet aufgesetzt. Dadurch wird — neben der großen Empfindlichkeit — auch erreicht, daß die Membran nur auf eine Halbwelle des Wechselstromes anspricht. Ohne Dauermagnet würde also die Hörermembran mit doppelter Frequenz schwingen.

Stromquellen

Das Trockenelement.

Trockenelemente sind Zink-Kohleelemente. Als **positive Elektrode** dient ein **Kohlestab**, der in einem **Zinkbecher** — der **negativen Elektrode** — untergebracht ist. Zwischen beiden befindet sich eine **Salmiaklösung** (Elektrolyt genannt), die durch ein Verdickungsmittel zu einer Paste verdichtet worden ist. Der Kohlestab ist von einer Mischung aus **Braunstein** und Graphit umgeben. Während der Stromentnahme wandert der sich bildende Wasserstoff vom Zink zur Kohle und setzt sich in Form von Bläschen auf dem Kohlestab ab und erhöht den inneren Widerstand des Elements sehr bald so weit, daß die vom Element zu fordernde Leistung nicht mehr abgegeben werden kann. Die Braunsteinfüllung hat nun die Aufgabe, den Wasserstoff aufzunehmen, d. h. chemisch zu binden. Sie verhindert also eine zu große Erhöhung des inneren Widerstandes; sie wirkt als Depolarisator. — Die EMK beträgt 1,5 V, der innere Widerstand etwa 0,1...0,5 Ω . Nach längerer Stromentnahme sinkt die Spannung infolge der Polarisation, besonders dann, wenn der äußere Widerstand gering ist. Nach längerer Ruhepause erholt sich aber das Element wieder.

Prüfen der Trockenelemente.

Zum Messen der Spannung verwendet man den Spannungsmesser G 3 (zu 3 Volt) mit einem **inneren Widerstand von 600 Ω** . Dabei wird die **volle EMK** des Elements gemessen, weil es mit einem verhältnismäßig hohen Widerstand abgeschlossen wird, d. h. die Belastung des Elements sehr klein ist.

Danach wird der 10 Ω -Widerstand (Nebenschluß zum 600 Ω -Widerstand innerhalb des Meßgeräts) eingeschaltet und die nun angezeigte Klemmenspannung „U“ abgelesen.

Bei älteren Elementen mit hohem inneren Widerstand ergeben sich wesentliche Unterschiede zwischen beiden Messungen.

Der 10 Ω -Widerstand des Meßgeräts (Verbundwiderstand) entspricht annähernd dem Widerstand des OB-Mikrophonstromkreises; die Meßverhältnisse stimmen also mit denen des praktischen Dienstes überein.

Der innere Widerstand R_i ergibt sich aus folgender Beziehung:

$$R_i = \frac{10(E - U)}{U}$$

R_i = innerer Widerstand.

E = EMK, Ergebnis der ersten Messung.

Beispiel: $E = 1,3$; $U = 1,1$; $R = ?$

U = Klemmenspannung. Ergebnis der 2. Messung.

$$R_i = \frac{10(1,3 - 1,1)}{1,1} = \frac{10 \cdot 0,2}{1,1} = 1,8 \Omega$$

Die Zahl 10 stellt den äußeren Belastungswiderstand dar (Verbundwiderstand des Meßgeräts).

Trockenelemente, die für Mikrophonstromkreise verwendet werden, müssen beim Messen für einige Augenblicke wenigstens 1 V oder 2 Minuten nach Stromschluß noch 0,8 V Klemmenspannung zeigen.

Die Trockenelemente haben den Vorzug, daß sie immer gebrauchsfertig sind, keiner Wartung bedürfen und sich leicht befördern lassen.

Füllelemente enthalten ebenfalls Zink-Kohleelektroden. Ihre chemischen Stoffe sind in Form einer Quellmasse vollkommen trocken eingesetzt. Das Element nimmt erst nach Auffüllen von Wasser 1,5 V Spannung an.

Vorher ist es vollkommen spannungsfrei, verbraucht sich also nicht selbst, wenn es lange gelagert wird.

Mit der Stromentnahme soll man möglichst erst 12 Stunden nach dem Ansetzen der Elemente beginnen. Eine frühere Indienststellung geht auf Kosten der Lebensdauer der Elemente.

Luftsauerstoffelemente.

Um an der Einfuhr von Braunstein für Trockenelemente zu sparen, sind neuerdings Elemente mit Luftsauerstoffzuführung gebaut worden.

Die Luft wird von außen her durch 2 Glasröhrchen an den Kohlestab herangeführt und wirkt als Depolarisator auf den sich ansammelnden Wasserstoff.

Diese Elemente haben eine Spannung von 1,35 V.

Der Bleisammler (Akkumulator).

Sammler geben erst elektrische Energie ab, wenn sie vorher geladen worden sind. Beim Laden wird die elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt und in dieser Form aufgespeichert. Während der Entladung (Stromentnahme) tritt eine Rückbildung der chemischen Vorgänge ein.

Der Bleisammler enthält als positive und negative Elektroden Bleiplatten, die in verschiedenen Formen als Großoberflächen-, Gitter- oder Rahmenplatten ausgeführt werden.

Die Platten sind mit einer wirksamen Masse (von Bleisalzen) bedeckt oder ausgefüllt. Als Elektrolyt wird verdünnte Schwefelsäure verwendet.

Übersicht über die Beschaffenheit der Platten im geladenen und entladenen Zustand.

		<u>Sammler geladen</u>	
		+ Platte	- Platte
Spannung		2,08 V (kurz nach Ladung bis zu 2,8 Volt)	
Chemische Zusammensetzung der Masse		Bleisuperoxyd PbO_2	aufgelockertes Blei Pb
Säuredichte		1,2 (Einheitsgewicht)	
Plattenfarbe		tiefdunkelbraun, fast schwarz	helle Bleifarbe, silbergrau
		<hr/>	
		<u>Sammler entladen</u>	
		+ Platte	- Platte
Spannung		1,90 V (10-stündige Entladung) 1,83 V (3-stündige Entladung bei höchstzulässigem Entladestrom)	
Chemische Zusammensetzung der Masse		Bleisulfat $PbSO_4$	Bleisulfat $PbSO_4$
Säuredichte		1,14...1,17 (von der Lieferfirma genau angegeben)	
Plattenfarbe		rotbraun	bleigräu

Wirkungsgrad der Sammler.

Der durch Wärmebildung und Gasentwicklung verursachte Stromverlust muß durch einen Überschuß an Ladestrom ersetzt werden. Außer den oben erwähnten Verlusten treten aber auch noch Energieverluste dadurch ein, daß die Sammler stets mit einer höheren Spannung geladen werden müssen, als sie bei der Entladung abgeben können. Man muß also zum Laden von Sammlern mehr elektrische Arbeit aufwenden, als ihnen bei der Entladung entnommen werden kann.

Das Verhältnis der beiden Energiemengen ergibt den Wirkungsgrad; er beträgt 60...70 v. H.

Laderegeln.

1. Hauptladung.

Im ersten Teil der Ladung bis zur Gasentwicklung mit voller Ladestromstärke laden, danach, im zweiten Teil der Ladung mit halber Ladestromstärke laden.

Zwischen beiden Ladeabschnitten soll möglichst eine Ladepause von einigen Stunden eingelegt werden, damit zwischen den stärker und weniger aufgeladenen Masseteilen ein Ladungsausgleich stattfinden kann.

2. Nachladung (mit halber Ladestromstärke).

Nach einer Pause von einigen Stunden oder einem Tage folgt auf die Hauptladung die Nachladung solange, bis wieder starke Gasentwicklung einsetzt.

3. Sicherheitsladung.

Bleiben Sammler längere Zeit ungeladen, so verhärtet das Bleisulfat; es geht in kristallinische Form über und bildet einen weißen Plattenbelag.

Ebenso verhärten diejenigen Masseteilchen, die — wegen ungenügender Ladung oder Entladung — nicht an der chemischen Umwandlung teilnehmen.

Zur Vermeidung dieser Sulfatverhärtung wird vierteljährlich eine Sicherheitsladung vorgenommen. Nach Beendigung der Nachladung wird der Sammler mit einstündigen Pausen so oft nachgeladen, bis die Gasentwicklung sofort nach Einschalten des Ladestromes einsetzt. Nach der Ladung ist die Säuredichte jeder Zelle mit der Senkwaage zu messen und auf das Einheitsgewicht von 1,2 abzugleichen.

Fassungsvermögen des Sammlers (Kapazität).

Unter Fassungsvermögen oder Kapazität versteht man die Strommenge, die man einem Sammler entnehmen kann, bis die zugelassene Entladespannung erreicht ist.

Sie wird in Amperestunden ausgedrückt und ist abhängig von der Größe und Bauart der Platten, von der Entladestromstärke, der Säuredichte und der Säuretemperatur. Je langsamer ein Sammler entladen wird, desto größer ist sein Fassungsvermögen. Von den Firmen wird ein dem höchsten noch zulässigen Entladestrom entsprechendes Fassungsvermögen gewährleistet.

Bei den im Fernmeldedienst verwendeten Sammlern muß man mit einer 10-stündigen Kapazität rechnen, wenn in der Bedienungsanweisung der Batterie nicht auf kürzere oder längere Entladezeiten hingewiesen wird.

Innerer Widerstand des Sammlers.

Der innere Widerstand der Bleisammler ist außerordentlich klein. Er beträgt 0,001 Ω für kleine und 0,0001 Ω für große Zellen. Bei Kurzschlüssen von Sammlerbatterien unmittelbar an den Polen oder an den Entladeleitungen entstehen wegen des geringen Widerstandes sehr hohe Kurzschlußströme, die das Metall der Entladeleitungen und die Bleiverbindungsstege der Zellen zum Schmelzen bringen. Wegen der unabsehbaren Folgen (Brandgefahr und Körperverletzungen) solcher durch Unvorsichtigkeit hervorgerufenen Kurzschlüsse ist an Sammlereinrichtungen besonders gewissenhaft zu arbeiten.

Stromquellen mit kleinem inneren Widerstand haben den Vorteil, daß selbst bei größerem Stromverbrauch praktisch kein Spannungsverlust innerhalb der Batterie entsteht.

Alkalische Sammler.

Diese Sammler brauchen weniger Pflege als Bleisammler und sind bedeutend widerstandsfähiger. Sie sind unter dem Namen Edisonsammler bekannt.

Als positive Elektrode wird eine vernickelte Stahltasche verwendet, die mit Nickelhydroxyd und Graphit gefüllt ist.

Die negative Elektrode enthält eine Mischung von Eisen und Eisenhydroxyd.

Der Elektrolyt besteht aus Kalilauge mit einem Einheitsgewicht von 1,2.

Eine Zelle hat die Spannung von 1,3...1,4 V; ihre Ladung gilt als beendet, wenn die Spannung auf 1,82 V steigt.

Beim Entladen sinkt die Spannung langsam auf 1,2 V und behält den Wert bis kurz vor vollständiger Entladung bei.

Das Einheitsgewicht der Lauge gibt keinen Anhalt für den Ladezustand des Sammlers. Der **innere Widerstand** ist höher als beim Bleisammler.

Alkalische Gegenzellen.

Beim Puffern einer Batterie werden in den Stromversorgungsanlagen Gegenzellen zum Ausgleich der Batterieüberspannung eingeschaltet. Unter Puffern versteht man das Laden eines Sammlers, ohne ihn von seinem Verbraucher abzuschalten; dabei werden die Gegenzellen hinter der Batterie in den Verbraucherstromkreis mit eingeschaltet. Gegenüber den bisher verwendeten Bleizellen mit Schwefelsäure haben die alkalischen Zellen den Vorteil, daß sie keine merkliche Entladekapazität besitzen. Die Gegenspannung ist eine Folge der Gaspolarisation, die sich bei Stromdurchgang sofort einstellt (Pole sind den Batteriepolen entgegengesetzt). Die Zellen enthalten Nickelplatten als Elektroden und Kalilauge als Elektrolyt.

Sie können auch während der Belastung durch Kurzschließen unwirksam gemacht werden und nehmen nach Aufhebung des Kurzschlusses sofort wieder ihre Gegenspannung an. Die Nickelelektroden werden elektrochemisch kaum angegriffen, d. h., sie haben eine wesentlich größere Haltbarkeit als Bleizellen. Bei der

Pflege sind zu beachten:

- Zellen trocken und sauber halten.
- Salzbildungen am Deckel oder an den Gefäßrändern mit Lappen und Pinsel entfernen.
- Pole und Verbindungsteile von Zeit zu Zeit losschrauben, reinigen und fetten.
- Die Laugenhöhe ist durch Nachfüllen von destilliertem Wasser wieder herzustellen (Verluste durch Verdunstung!).
- Für das Nachfüllen des destillierten Wassers müssen besondere Gefäße und Geräte verwendet werden, weil sonst selbst durch geringe Säurerückstände die Kalilauge verdirbt.

Zellenbezeichnung	NAK 2	NAK 4	NAK 8	NAK 16	NAK 30	
Belastung in A	für die Dauer	5 A	15	30	50	75
	für 1 Stunde	10 A	30	60	100	150
Gewicht einer Zelle	6,9 kg	7,1	10,5	14,3	18,8	

Unfallverhütung!

In Sammlerzellen bildet sich Sauerstoff- und Wasserstoffgas in einem bestimmten Mischungsverhältnis. Dieses Gasgemisch heißt Knallgas, weil es beim Entzünden unter heftigem Knall explodiert. **Also offenes Licht**, offene Flammen (Lötkolben, brennende Zigaretten, Zigarren usw.) **nicht in Sammlerräume oder in die Nähe von Sammlerzellen bringen!**

Elektrische Schalter sind wegen der Funkenbildung außerhalb der Sammlerräume anzubringen.

Das Thermoelement.

Erwärmt man die Lötstelle zweier verschiedenartiger Metallstäbe, so entsteht an ihren freien Enden eine Spannung. Die Höhe der Spannung richtet sich nach der Erwärmung und nach der Art der beiden zusammengelöteten Metalle; sie beträgt z. B. zwischen Antimon und Wismut $\frac{1}{100}$ Volt, je 1 Grad C.

In der Fernmeldetechnik wird diese Wirkung dazu ausgenutzt, mit Gleichstrommeßgeräten (Drehspulgeräte) Wechselströme zu messen.

Um die Lötstelle eines Thermostabes wird eine Heizwicklung aus Widerstandsdraht gewickelt, die von dem zu messenden Wechselstrom durchflossen wird.

An den Enden des Thermostabes liegt das Gleichstrommeßgerät, das die entstehende Thermospannung anzeigt.

Thermoelemente für diese Zwecke werden aus Wolfram und einer Molybdänlegierung zusammengesetzt.

Wechselstromquellen.

Hierzu zählen: Kurbelinduktor,
Polwechsler,
Rufstrommaschine,
Ruftransformator,
zum Anschluß an das
Wechselstromnetz.

als Rufstrom-
quellen

Tonfrequenzmaschinen (zur Erzeugung der verschiedenen Frequenzen der Wechselstromtelegraphie).

Signalmaschinen der Vermittlungseinrichtungen (zur Erzeugung des hohen und tiefen Summertons für das Amts- und Freizeichen sowie das Besetztzeichen).

Magnet- und Röhrensummer (für Prüf- oder Meßzwecke).
 Milli wattsender (für Dämpfungsmessungen).
 Kabelprüfsummer (zur Ermittlung von Adervertauschungen).

Der **Kurbelinduktor** wird verwendet:

- a) in OB-Netzen zum Anruf des Amtes und bei kleinen Ämtern zum Anruf der Sprechstellen, auch bei den Nebenstellenanlagen (Ruf: Hauptstelle — Nebenstelle und umgekehrt);
- b) in ZB- und W-Netzen für kleinere Nebenstellenanlagen, zum Anruf der Nebenstellen von der Hauptstelle und der Nebenstellen untereinander in Nachtverbindungen;
- c) und bei W-Vermittlungsstellen als Sicherheitseinrichtungen zur Benachrichtigung der Dienststellen, wenn die Amtseinrichtungen versagen.

Wirkungsweise.

Ein Weicheisenanker, der mit einer Spule aus feinem isoliertem Kupferdraht bewickelt ist, wird im magnetischen Kraftfeld mehrerer Dauermagnete gedreht.

Wenn die Spule die Kraftlinien schneidet, wird in ihr eine Wechselfspannung induziert. Auf die Enden der U-förmigen Dauermagnete sind Polschuhe aufgesetzt, die den Anker auf einem Teil seines Umfanges umfassen. Dadurch wird der magnetische Fluß verstärkt (geringer Luftspalt).

Zwischen Kurbel und Ankerachse ist eine Zahnradübersetzung 1 : 5 eingebaut. Bei 3 Umdrehungen der Kurbel in 1 Sekunde wird eine Spannung von 30...40 Volt erzeugt. Die Wechselstromkurve ist nicht sinusförmig, sondern zeigt scharfe Spitzen, die auf die Ankerform und Spulenanordnung zurückzuführen sind.

Die **Frequenz** des Stromes stimmt mit der Drehzahl des Ankers überein und beträgt etwa 15 Perioden bei 3 Kurbelumdrehungen in der Sekunde.

Der **Polwechsler** wird verwendet

in mittleren OB-Netzen zum Anruf der Sprechstellen vom Amt,

in großen Nebenstellenanlagen (OB, ZB und W) zum Anruf der Nebenstellen von der Hauptstelle aus, soweit nicht kleine Rufmaschinen aufgestellt sind.

Wirkungsweise.

(Schaltung siehe Bild 122 im 2. Teil des Buches.)

Ein Pendelkontakt, der wie der Anker eines Gleichstromweckers angetrieben wird, schaltet abwechselnd die linke und rechte Halbwicklung eines Umspanners an den + Pol der Batterie. Die anderen Anschlüsse der beiden Halbwicklungen liegen am (—) Pol der Batterie. Diese unterteilte Erstwicklung des Umspanners wird also einmal von links nach rechts und das andere Mal von rechts nach links vom Strom durchflossen. Dabei entsteht in der Zweitwicklung eine Wechselfspannung (magnetische Induktion). An diese Wicklung wird die Leitung angeschaltet, in der gerufen werden soll. Parallel zur Rufleitung liegt ein Kondensator, der den Rufstrom glättet (Kurzschluß für die hohen Frequenzen, Oberschwingungen). Wenn der Polwechsler Rundfunkstörungen verursacht, werden in die Kontaktzuführungen Hochfrequenzdrosseln eingeschaltet und parallel zu den Kontaktstellen Funkenlöschkondensatoren mit Widerstand angeschlossen. Werden in benachbarten Sprechleitungen Polwechslergeräusche wahrgenommen, so wird eine besondere, niedrigohmige Drossel in die Batteriezuführung eingeschaltet.

Die Polwechslererfspannung beträgt 40...50 V.

Neuerdings werden für kleine Anlagen Polwechslerrelais verwendet, bei denen die Transformatorwicklungen auf dem Relaiskern untergebracht sind. Sie sind grundsätzlich ebenso geschaltet wie ein großer Polwechsler.

Rufstrommaschinen

werden jetzt meistens als Einankerumformer gebaut. Der Rufwechselstrom von 25 Hz wird an 2 Schleifringen vom Anker abgenommen. Außerdem sind besondere Abgriffe für die Summerströme (Amts- oder Wählzeichen, Frei- und Besetztzeichen) vorgesehen. Die Rufmaschine ist über eine Schneckengangübersetzung mit einer Nockenwelle gekoppelt, die Kontaktfedern zur Zeichengabe betätigt.

Beim Ausbleiben des Rufstromes ist zu prüfen, ob die Rufstromsicherungen durchgebrannt sind und ob der Erregerstromkreis (Fremderregung aus der Zentralbatterie) in Ordnung ist. Näheres ist der Bedienungsvorschrift zu entnehmen, die jeder Maschine beigegeben ist.

Die von Rufmaschinen erzeugte Spannung beträgt 60 bis 70 V für kleine Maschinen bis zu 5 VA und 70 bis 90 V für größere Maschinen.

Der Ruftransformator 33.

An Stelle des Polwechslers kann bei den Reihenanlagen mit 2 und 3 Amtsleitungen ein Ruftransformator verwendet werden.

Der Ruftransformator 33 wird in 2 Ausführungen für 110 und 220 V Netzanschluß geliefert. Er liefert eine **Rufspannung von 36 Volt** und 50 Hz und hat einen Leerlaufverbrauch von 0,6 Watt. Zunächst wird der Transformator nur in Ortsnetzen größerer Städte verwendet, in denen Netzunterbrechungen selten und nur für kurze Zeit auftreten.

Die **Erstwindung** des Transformators wird an die Steckdose des Starkstromnetzes angeschlossen, die **Zweitwindung** ist mit den **Klemmen Sa/b** der Reihenapparate zu verbinden.

Die Apparatklemmen P bleiben frei.

Bei Außennebenstellen sollen Apparate W 28 verwendet werden, deren Wecker auf die Rufstromfrequenz von 50 Hz am besten ansprechen.

Als Summertonerzeuger für Signalzwecke

werden Magnetsummer in verschiedenen Ausführungen verwendet. Diese Magnetsummer haben einen Selbstunterbrechungskontakt, der die Erregerwicklung in schneller Folge ein- und ausschaltet. Der Summerwechselstrom wird einer Zweitwindung entnommen, die auf den gleichen Magnetkern gewickelt ist. Als Stromquelle dient meist ein Trockenelement.

Röhrensummer.

Die grundsätzliche Schaltung eines Röhrensummers zeigt Bild 39.

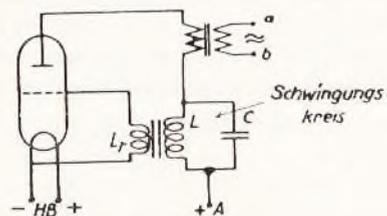


Bild 39.
Röhrensummer mit induktiver Rückkopplung.

In den Anodenkreis einer Elektronenröhre ist ein Schwingungskreis (L, C) eingeschaltet, der einen Teil seiner Energie über die Rückkopplungsspule L_r an das Gitter abgibt. Durch Verstärkung der Schwingungen in der Elektronenröhre wird der im Schwingungskreis eintretende Energieverlust ausgeglichen. Ein solcher Röhrensummer erzeugt also ungedämpfte Schwingungen, deren

Frequenz von der eingeschalteten Induktivität und Kapazität abhängt. Die Schwingungszahl ist um so kleiner, je größer L und C sind. Der Summerwechselstrom wird an den Punkten a und b abgenommen und meist über eine Verstärkerröhre dem Verbraucher zugeführt.

Der Milliwattsender (Bild 40).

Der Milliwattsender dient als Wechselstromquelle für Dämpfungsmessungen mit dem Dämpfungszeiger 3. Die Ausführung der Dämpfungsmessung wird im Abschnitt „Meßgeräte“ näher beschrieben.

Wirkungsweise und innerer Aufbau.

Der Wechselstromerzeuger arbeitet als Röhrensender, dessen grundsätzliche Schaltung im Bild 39 dargestellt ist; ein genaues Schaltbild ist jedem Gerät beigefügt.

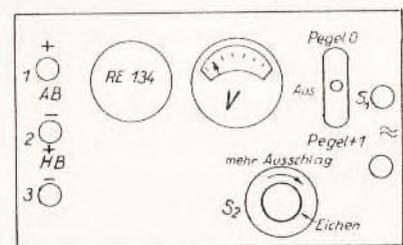


Bild 40.
Tragbarer Milliwattsender,
Bauart 34.

Der Schwingungskreis ist auf die Frequenz 800 Hz abgestimmt, der von der Spule L und dem Kondensator C gebildet wird. Diese Schwingungszahl entspricht der mittleren Sprachfrequenz. Die elektrischen Werte sind zwischenstaatlich festgelegt; sie betragen:

- Ausgangsleistung an 600Ω 1 mW
 - Innerer Widerstand 600Ω
 - Ausgangsspannung (an einem 600Ω -Widerstand) 0,775 V.
- Diese Spannung bezeichnet man als Spannungspegel „0“.

Anschließen und Eichen des Milliwattsenders.

(Hierzu Bild 40.)

Zwischen den **Klemmen 2 und 3** wird die Heizbatterie von 4...4,5 V angeschlossen. Dazu kann ein Sammler oder eine Trockenbatterie verwendet werden. An die Klemmen 1 und 2 wird die Anodenbatterie von 100 V angeschlossen, deren Klemmenspannung zwischen 90 und 100 V liegen kann.

Die Heizstromstärke beträgt $\approx 0,15$ A, die Anodenstromstärke $\approx 0,009$ A.

Die Klemme 2, die mit dem Gehäuse verbunden ist, ist zu erden.

Zum **Eichen** wird der Kippschalter S_1 auf „Pegel 0“ gestellt und an die Klemmen 4 und 5 wird der Dämpfungszeiger 3 unmittelbar angeschlossen.

Der Drehknopf S_2 wird nach links oder rechts herumgedreht, bis der Zeiger von V auf der roten Marke steht. Gelingt diese Einstellung nicht, so müssen die Batterien nachgemessen werden oder die Röhre ist auszuwechseln.

Wird das Gerät nicht benutzt, so ist der Schalter S_1 auf „Aus“ zu stellen. Dadurch werden die Heiz- und Anodenbatterie ausgeschaltet und das Meßwerk kurzgeschlossen, also stark gedämpft und vor Schäden besser geschützt.

Die Milliwattsender werden als tragbare Geräte verwendet oder den Prüfstränken der Vermittlungsstellen beigegeben.

Bei der Beförderung muß das empfindliche Gerät vor Erschütterung bewahrt werden. Es darf nicht auf ein Fahrrad oder Kraftrad geschonnt werden.

Der Dämpfungszeiger 3, der in Verbindung mit dem Milliwattsender gebraucht wird, ist unter „Meßgeräte“ beschrieben.

Der Kabelprüfsummer 31 (siehe Bild 41).

Um Adervertauschungen in Fernsprechkabeln zu ermitteln, werden die Doppeladern nacheinander an den Prüfsummer ge-

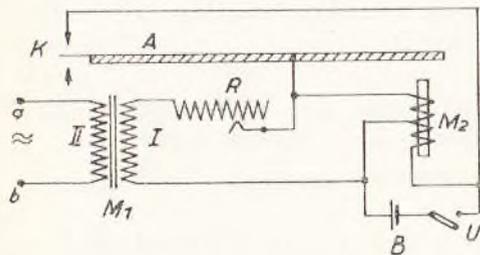


Bild 41. Kabelprüfsummer 31.

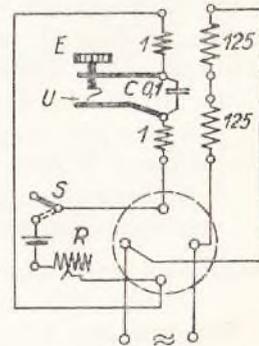


Bild 42. Kabelprüfsummer 37.

schaltet. Mit einem Fernhörer hört man jedesmal in den benachbarten beiden Doppeladern ab, ob ein Übersummen zu hören ist. Sind keine Verschaltungen vorgekommen, so ist im Hörer kein oder nur sehr schwaches Summen vernehmbar.

Der Summer besteht aus zwei Elektromagneten M_1 und M_2 , die auf einen gemeinsamen Anker A wirken. Wird der Schalter U betätigt, so zieht M_2 den Anker A an; dabei wird der Kontakt K geschlossen, der eine Gegenwicklung des Magnets M_1 einschaltet und gleichzeitig den Magnet M_2 über den Widerstand R anschließt. Der Anker kippt wieder zurück, der Kontakt K öffnet sich, und das Spiel beginnt von neuem. Da der Magnetismus von M_2 nicht durch Unterbrechung, sondern durch einen Gegenstrom ausgelöscht wird, arbeitet der Summer funkenfrei.

Zum Einregeln verschiedener Stromstärken dient der Widerstand R. Die Ankerfederspannung kann an einer Rändelschraube eingestellt werden, dadurch wird die Tonhöhe des Summers in geringen Grenzen geändert.

Die Wechselstromleistung, die an den Punkten a und b abgenommen wird, ist um so größer, je geringer der Widerstand ist, der bei R eingestellt wurde. In der Stufe 9 des Widerstandes R gibt der Summer die höchste Leistung von etwa 0,3 W ab. Als Stromquelle werden Trockenelemente verwendet.

Der Kabelprüfsummer 37.

Das Gerät ist dem oben beschriebenen ähnlich, aber der Summer selbst ist anders gebaut (Bild 42). Der Tragekasten hat vorn links einen Drehknopf zur Einstellung des Widerstandes R, daneben den Summer und rechts oben einen Schalter S zum Einschalten der Batterie.

Der Summer hat 4 Stecker und ist herausnehmbar, sein Kontakt läßt sich an der Schraube E einstellen.

Parallel zum Kontakt liegt der Funkenlöschkondensator C. Der Summer arbeitet als Selbstunterbrecher. Über die Einstellung von R gilt folgendes:

R in Stellung:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Die EMK beträgt:	33	34	35	36	37	38	40	41	42	43
Die Klemmenspannung:	8	9	10	11	12	14	16	17	19	21

(bei 2000 Ω Außenwiderstand).

Gleichrichter

Die aus Wechselstromnetzen entnommene elektrische Energie muß zum Laden von Sammlern gleichgerichtet werden.

An Stelle der Quecksilberdampf-, Argonal-, Pendel- und Glühkathodengleichrichter werden heute vielfach Trockenplattengleichrichter verwendet, deren Aufbau und Wirkungsweise hier näher beschrieben werden.

Trockenplattengleichrichter arbeiten wie ein Ventil; sie setzen dem Strom in der Sperrichtung einen wesentlich höheren Widerstand entgegen als in der Durchlaßrichtung. Als Gleichrichterplatten werden verwendet:

- I. Eisen — Selen.
- II. Kupfer — Kupferoxydul.

I. Selengleichrichter.

Die Gleichrichterelemente bestehen aus einzelnen Metall-scheiben (Bild 43).

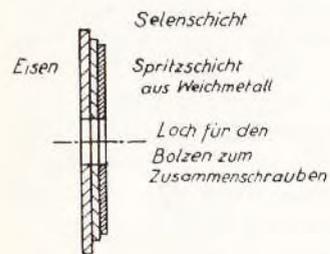


Bild 43. Aufbau einer Selenzelle.

Auf eine vernickelte Eisenplatte ist eine dünne Selenschicht aufgebracht, die mit einer Spritzschicht (der Gegenelektrode) überzogen ist.

Diese Kontaktgabe hat den Vorteil, daß der Kontakt sicher und unabhängig vom Druck ist, mit dem die einzelnen Platten zusammengehalten werden.

Die Selenschicht wird so dünn wie möglich gemacht (etwa 0,05 mm), um den inneren Widerstand gering zu halten.

Wenn der Minuspol einer Stromquelle an der Eisenplatte liegt, hat der Trockengleichrichter einen erheblich größeren Widerstand als umgekehrt.

Bild 44 zeigt in der oberen Hälfte den Anstieg des Durchgangsstromes und im unteren Teil den Rückstrom, der aber 100 mal so

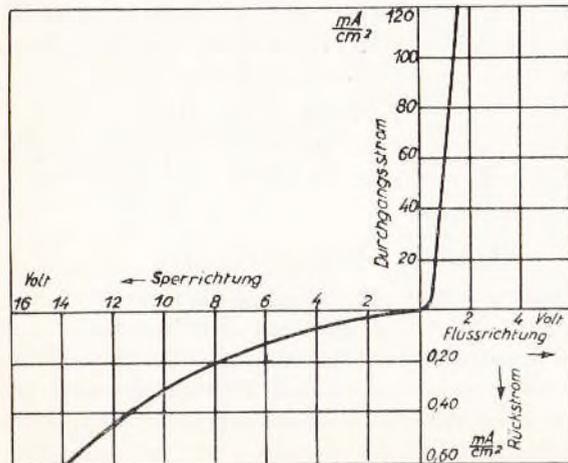


Bild 44. Kennlinie einer Selengleichrichterscheibe mit 1 cm² wirksamer Fläche.

groß dargestellt worden ist wie der Durchgangsstrom. Die Gleichrichterzelle läßt also bereits bei 1,8 V Spannung einen Strom von 120 mA je cm² hindurch. In der Sperrichtung dagegen werden bei 14 Volt angelegter Spannung nur 0,6 mA je cm² hindurchgelassen. Darauf beruht die Gleichrichtewirkung; die eine Halbwelle des Wechselstroms wird fast vollkommen gesperrt, während die andere Halbwelle ohne große Verluste hindurchgelassen wird.

Gleichrichterschaltungen.

Man unterscheidet zwischen Einweg- und Doppelweggleichrichtung (Bilder 45 und 46). Die Doppelweggleichrichtung hat gegenüber der Einweggleichrichtung den Vorteil, daß beide Halbwellen des Wechselstromes ausgenutzt werden.

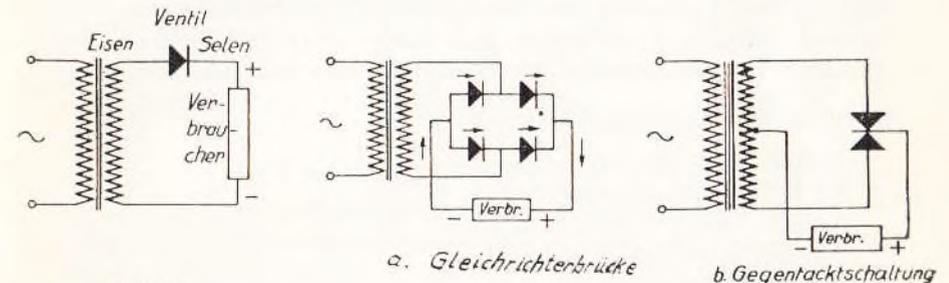


Bild 45. Einweggleichrichtung.

Bild 46. Doppelweggleichrichtung.

Belastbarkeit des Selengleichrichters.

Für größere Leistungen werden mehrere Gleichrichterelemente parallelgeschaltet. Die Leistung ist begrenzt durch die Erwärmung und die Durchschlagsspannung.

Die Temperatur soll im Dauerbetrieb 40° Celsius nicht überschreiten. Der Durchgangswiderstand sinkt mit steigender Temperatur.

Der Wirkungsgrad beträgt je nach Belastung 63...65 v. H. (Hierbei sind die Verluste im Umspanner, sowie der Eigenverbrauch der zum Gleichrichter gehörenden Relais berücksichtigt worden).

II. Kupferoxydulgleichrichter.

Bei diesen Gleichrichtern besteht die Grundplatte aus Kupfer und die Zwischenschicht aus Kupferoxydul; als Gegenelektrode dient eine Bleiplatte. Die Durchlaßrichtung verläuft vom Halbleiter zum Kupfer.

Anwendungsgebiete für Trockenplattengleichrichter.

1. Ladung und Pufferung von Sammlerbatterien.
2. Erzeugung von Heiz- und Anodenspannungen für Elektronenröhren.
3. Felderregung von dynamischen Lautsprechern.
4. Betrieb von Gleichstrommotoren am Wechselstromnetz.
5. In der Meßtechnik, zum Vorschalten vor Gleichstrommeßgeräte, um Wechselströme zu messen.
6. In Rundfunkempfängern, insbesondere zum Schwundausgleich u. a. m.

Glättungsmittel.

Für viele Zwecke kann der Gleichstrom ungeglättet verwendet werden. Wird aber ein gut ausgeglichener Gleichstrom gebraucht, so muß zwischen Gleichrichter und Verbraucher eine Siebkette — aus Drosseln und Querkondensatoren — eingeschaltet werden.

Vorteile des Trockengleichrichters.

- Guter Wirkungsgrad.
- Hohe Betriebssicherheit.
- Große Lebensdauer.
- Geräuschloses Arbeiten.
- Keine Wartung.
- Keine Störung des Rundfunkempfangs.

Gleichstrompuffergerät 33 für Nebenstellenbatterien (Bild 47).

Netzspannung 110 oder 220 V; Höchstladestrom 0,9 oder 0,7 A.

Allgemeines.

Das Gerät ist zum Anschluß an Gleichstromnetze mit geerdetem Pluspol bestimmt und regelt die Ladestromstärke selbsttätig.

Aufbau.

Auf einer eisernen Grundplatte sind befestigt:

- 1 Netzschalter,
- 2 Porzellansicherungen (2 und 6 A),
- 2 Fassungen für Kohlenfadenlampen,
- 4 Relais (T, N, A, S),
- 3 Widerstände,
- 1 Kondensator,
- 1 Anschlußleiste.

Anschaltung.

Das Starkstromnetz wird an die mit „Netz + (Erde) und —“ bezeichneten Klemmen angeschlossen. Dabei ist zu beachten, daß das Gerät stets zwischen Minusspannung und geerdetem Pluspol geschaltet wird.

Die zur 24-Volt-Batterie führenden Verbindungen sind an die Klemmen der Anschlußleiste zu legen (Klemmenbezeichnungen Bild 47).

Ausführungsform I für den Anschluß an 110 V: Ausgerüstet mit einer 16 kerzigen Kohlenfadenlampe.

- Ladestrom in kleiner Stufe rd. 36 mA,
- Ladestrom in großer Stufe rd. 230 mA.

Das entspricht einer täglichen Stromabgabe der Batterie von 0,7 bis 5 Ah.

Ausführungsform II für den Anschluß an 220 V: Ausgerüstet mit einer 16 kerzigen Kohlenfadenlampe.

- Ladestrom in kleiner Stufe rd. 60 mA,
- Ladestrom in großer Stufe rd. 170 mA.

Reicht dieser Ladestrom nicht aus, so werden eine oder zwei 32 kerzige Lampen eingesetzt. Dadurch erhöht sich der Ladestrom auf 85 und 500 mA; das entspricht einem täglichen Stromverbrauch von 1,8 bis 10 Ah.

Zweck der Relais (Schaltung Bild 47).

Relais T spricht an beim Einschalten des Netzschalters „Sch“.

t_1 = Kontakt schließt $T_{3500} \Omega$ kurz.

t_3 = Kontakt stellt Ladestromkreis für die Batterie her.

Das Relais T fällt ab, wenn Netzspannung aussetzt und verhindert durch Öffnen des t_3 -Kontakts die Entladung der Batterie über das Netz.

Relais N spricht an, wenn an den Batterieklemmen eine Überspannung (+ 44 V) auftritt (z. B. beim Abtrennen der Batterie oder bei Unterbrechung der Zellen).

n_1 - und n_3 -Kontakte öffnen und verhindern, daß Netzspannung zu den Sprechstellen gelangt.

Relais A und S regeln die Ladestromstärke.

1. Batteriespannung unter 22,5 V: A spricht an, S bleibt in Ruhe.

a_3 -Kontakt schließt Ladewiderstand LW_2 kurz (Laden in großer Stufe).

- Ist Batteriespannung auf 25,5 angestiegen, dann spricht S an; der s_2 -Kontakt schaltet A aus.

Der Ladewiderstand LW_2 ist wieder eingeschaltet (Laden in kleiner Stufe).

Wenn das Relais N angesprochen hat, bleibt die Ladung dauernd unterbrochen.

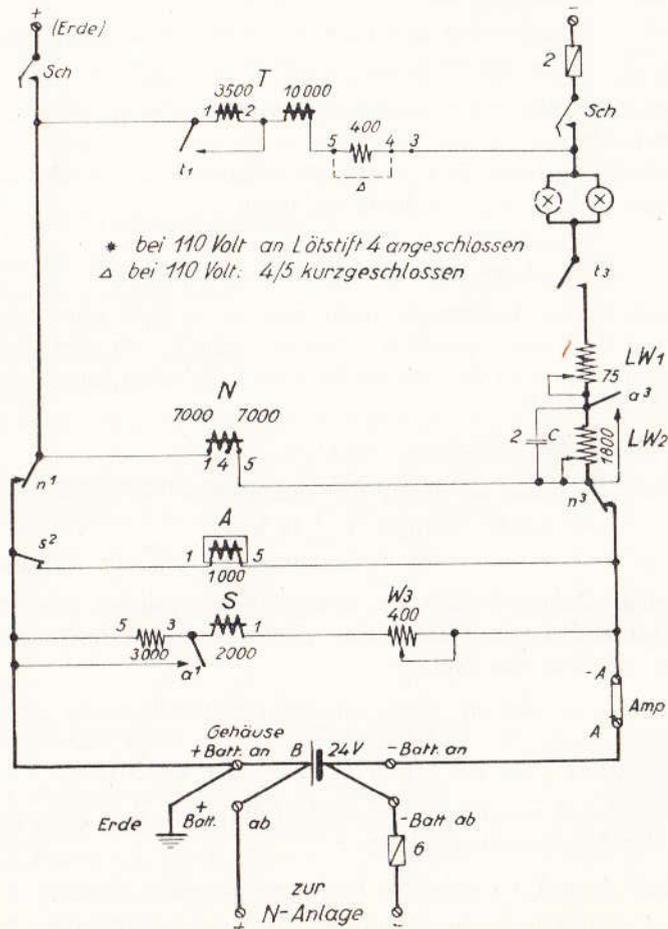


Bild 47. Gleichstrompuffergerät 33.

Vor dem Arbeiten am Gerät oder an der Batterie ist der Ladeschalter auszuschalten (Unfallschutz!).

Gleichstrompuffergerät 37.

220 (110) V/24 V, 0,015 bis 0,08 A.

Für die Pufferung kleiner Nebenstellenbatterien ist das Gerät 33 zu groß. Es ist daher das Gleichstrompuffergerät 37 (Bild 48) entwickelt worden, das in den Grenzen von 0,015...0,08 A regelbar ist. Der Aufbau ist einfacher, da keine Umschaltung von großer auf kleine Ladestufe vorgesehen ist.

Zum Schutz gegen Überspannung ist ein Stufenrelais N eingebaut, das in der 1. Stufe bei 22 V anspricht, und die Batterie mit dem n^{I1} -Kontakt anschaltet.

Wenn die Batteriespannung 60 V erreicht hat, zieht das N-Relais in der 2. Stufe an und schaltet mit dem n^{II2} -Kontakt die Batterie vom Netz ab.

Die Netzspannung kann durch den n^{I1} -Kontakt nur angelegt werden, wenn das N-Relais fehlerfrei ist und wenn die Nebenstellenbatterie eingeschaltet ist (Selbstüberwachungsschaltung).

Wechselstrompuffergerät 35

für Nebenstellenbatterien von 24 V (Bild 49).

Netzspannung 110 oder 220 V; Ladestrom 0,015...0,08 A.

Aufbau: Das Gerät ist mit einem Doppelweg-Trockengleichrichter ausgerüstet; es enthält außerdem:

- 2 Porzellansicherungen 0,5 A,
- 1 Netzschalter „Sch“,
- 1 Umspanner für 110 oder 220 V,
- 1 Ladewiderstand 0...90 Ω ,
- 1 Glättungsdrossel 55 Ω ,
- 1 Anschlußleiste.

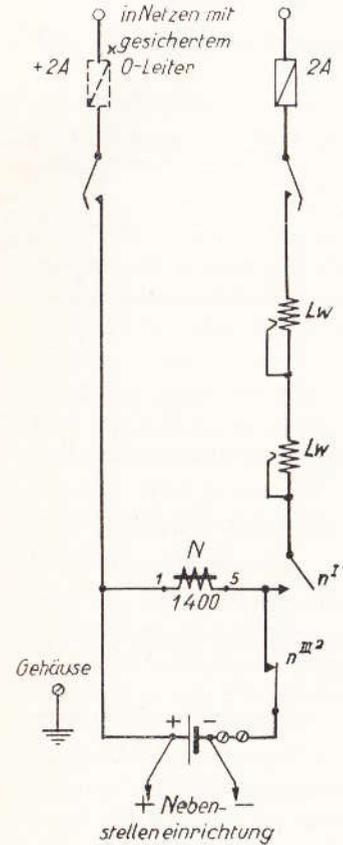


Bild 48.

Gleichstrompuffergerät 37.

Umspannerabgriffe.

a) Erstwicklung (Netzseite):

100; 110; 120 oder 200; 220; 240 Volt zur Anpassung an eine Über- oder Unterspannung des Netzes.

b) Zweitwicklung (Gleichrichterseite):

Zwei Anzapfungen zur Einstellung auf kleine oder mittlere Ladestromstärke.

Kleine Ladestromstärke 15...30 mA,
mittlere Ladestromstärke 30...80 mA.

Zur Feinreglung des Ladestroms dient der Ladewiderstand W 0...90 Ω .

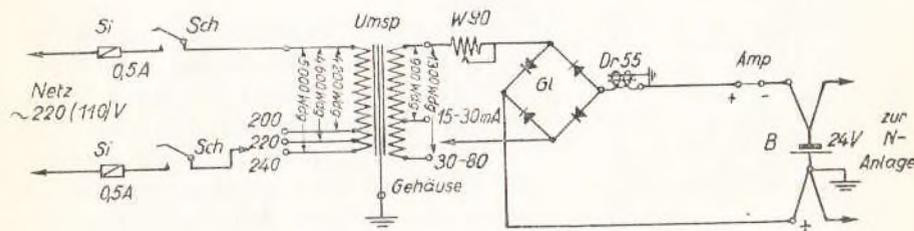


Bild 49. Wechselstrompuffergerät 35.

Anschaltung.

Netzspannung am Klemmenbrett des Umspanners einstellen (Klemmen 0/110 oder 0/220).

Die Gleichrichterzuführungen sind anzulegen zwischen den Klemmen 0...15/30 oder 0...30/80.

Netzschalter während der Schaltarbeiten ausschalten!

Die Starkstromzuführungen werden an die mit „Netz ~ 220 (110)V“ bezeichneten Anschlüsse geschaltet.

Die Batterie wird an die Klemmen „+ — Batt.“ der Klemmenleiste angelegt.

Meßgeräte

Die elektrischen Meßgeräte beruhen auf den verschiedenen Wirkungen des elektrischen Stromes. Danach sind zu unterscheiden:

- I. elektromagnetische,
- II. Stromwärme ausnutzende,
- III. elektrolytische Meßgeräte.

Außerdem gibt es

- IV. elektrostatische Meßgeräte, die auf Anziehung oder Abstoßung elektrischer Ladungen beruhen.

Die verschiedenen Bauarten.

Gruppe I.

A. Weicheisenmeßgeräte,

auch Dreheisen- oder elektromagnetische Meßgeräte genannt, beruhen auf der abstoßenden Wirkung gleichartig magnetisierter Eisenteile. In einer vom Meßstrom durchflossenen Spule sind ein fester und ein drehbarer Eisenkörper angeordnet. Die Eisenteile stoßen sich gegenseitig ab, da sie gleichmäßig magnetisiert werden. Hierdurch wird der Zeiger aus der Ruhelage abgelenkt. Als Gegenkraft wirkt eine Wirbelfeder, die den Zeiger nach Abschalten des Stromes zurückbewegt.

Verwendbar für Gleich- und Wechselstrom (niederer Frequenz). Die Meßteilung muß für verschiedene Frequenzbereiche besonders geeicht sein, weil die Meßgerätschule für jede Periodenzahl einen anderen Widerstand hat. Die Meßgeräteleitung ist ungleichartig und im unteren Bereich nicht genau abzulesen.

B. Drehspulmeßgeräte

beruhen auf der anziehenden und abstoßenden Wirkung eines Dauermagnets auf eine stromführende, drehbare Spule. Die zylindrisch ausgedrehten Polschuhe eines kräftigen Stahlmagnets umschließen einen Eisenzylinder, so daß dazwischen ein ringförmiger Luftspalt gebildet wird. In diesen Luftspalt, der gleichmäßig vom Magnetfeld durchsetzt ist, bewegt sich die Drehspule, die auf einen kleinen Aluminiumrahmen gewickelt ist. Fließt ein Meßstrom durch diese Spule, so entsteht ein Magnetfeld, das sich in die Richtung des Dauermagnetfeldes einzustellen versucht. Die Spule mit dem Zeiger wird soweit gedreht, bis die Gegenkraft einer Wirbelfeder und die magnetische Ablenkraft gleich groß sind.

Die Teilstriche der Meßteilung sind gleichmäßig über den gesamten Meßbereich verteilt.

Die Richtung der Zeigerablenkung hängt von der Stromrichtung ab.

Diese Geräte sind ohne weiteres **nur für Gleichstrom** verwendbar; neuerdings werden sie aber mit vorgeschaltetem Trocken-gleichrichter oder Thermoelement auch zu Wechselstrommessungen gebraucht.

C. Dynamometrische Meßgeräte

enthalten eine feste und eine bewegliche Spule, die bei Spannungsmessern hintereinander und bei Strommessern parallelgeschaltet sind und vom Meßstrom durchflossen werden. An der drehbaren Spule ist der Zeiger befestigt. Die beiden Magnetfelder der Spulen versuchen sich so einzustellen, daß die Kraftlinien gleichgerichtet sind; dadurch wird die drehbare Spule abgelenkt.

Verwendbar für Gleichstrom und niederfrequenten Wechselstrom.

D. Induktionsmeßgeräte

werden meist als Drehfeldgeräte gebaut (Ferrarisinstrumente). Ein aus Eisenblechen zusammengesetztes vierpoliges Magnetgestell, dessen Schenkel mit Spulen bewickelt sind, enthält in der Mitte eine drehbare Aluminiumtrommel, die den Zeiger trägt. Je 2 Spulen der gegenüberliegenden Pole sind in Reihe geschaltet und werden vom Meßstrom (Wechselstrom) durchflossen. Die Teilströme der beiden Spulenpaare sind zeitlich um 90° verschoben. Dadurch wird ein Drehmagnetfeld erzeugt, das Spannungen in der drehbaren Trommel induziert.

Die Trommel dreht sich mit dem Drehfeld, bis die Federgegenkraft Gleichgewicht herstellt. Diese Geräte sind nur für Wechselstrom zu verwenden.

E. Frequenzmesser

dienen zur Feststellung der Frequenz eines Wechselstromes. Sie enthalten eine Anzahl Stahlzungen, die an einem Ende fest eingespannt sind und am anderen Ende frei schwingen können. Ein gemeinsamer Elektromagnet, der vom Wechselstrom erregt wird, versetzt nur diejenige Stahlzunge in mechanische Schwingungen, die die gleiche Eigenschwingung hat wie der Wechselstrom. Die Stahlzungen tragen weiße Fahnen (umgebogene Blechstreifen) und sind über einer Frequenzteilung angeordnet, so daß man an der schwingenden Zunge die Wechselstromfrequenz ablesen kann.

Gruppe II.

F. Hitzdrahtmeßgeräte.

Ein ausgespannter, dünner Hitzdraht wird vom Meßstrom durchflossen und dadurch erwärmt. Der Draht dehnt sich aus und ändert seinen Durchhang. Diese Änderung wird über eine Spannvorrichtung und eine Rolle auf die Zeigerachse übertragen. Die Null-Lage des Zeigers ist einstellbar. Bei Gleich- und Wechselstrom werden dieselben Meßwerte angezeigt.

Gruppe III.

G. Elektrolytische Meßgeräte,

die durch die zersetzende Wirkung des Stromes beeinflusst werden, sind wenig im Gebrauch (z. B. Stia-Zähler) und sollen daher nicht näher beschrieben werden.

Gruppe IV.

H. Elektrostatische Meßgeräte

werden zur Messung hoher Spannungen benutzt. Sie beruhen auf der Anziehung oder Abstoßung geladener Belegungen. Der Aufbau ähnelt dem eines Drehkondensators mit einer festen und einer beweglichen Metallplatte. Die bewegliche Platte trägt den Zeiger, der je nach Größe des Ladungsunterschiedes der beiden Belegungen mehr oder weniger abgelenkt wird.

Zeigerdämpfung.

Der Zeiger eines Meßgeräts darf nicht längere Zeit um den gesuchten Meßwert herum pendeln. Er muß zur schnellen Ablesung des Wertes gedämpft werden. Dazu nutzt man die Luftdämpfung oder die Wirbelstromdämpfung aus.

Bei der Luftdämpfung ist am Zeiger ein kleiner Metallflügel angebracht, der sich in einer Luftkammer bewegt. Im Falle der Wirbelstromdämpfung wird eine am Zeiger angebrachte Blechscheibe zwischen den Polen eines Dauermagnets hindurchbewegt. Bei den Drehspulmeßgeräten wirkt das Aluminiumrähmchen als Wirbelstrombremse.

Güteklassen der Meßgeräte.

Die Meßgeräte werden nach der Genauigkeit der anzuzeigenden Meßwerte in vier Güteklassen eingeteilt. Ihre Meßgenauigkeit wird in Hundertsätzen vom Endwert des Meßbereichs angegeben.

Güteklasse: E Feinmeßgerät 1. Klasse $\pm 0,2$ v. H.

F Feinmeßgerät 2. Klasse $\pm 0,3$ v. H.

G Betriebsmeßgerät 1. Klasse $\pm 1,5$ v. H.

H Betriebsmeßgerät 2. Klasse ± 3 v. H.

Aufschriften der Meßgeräte (Bild 50).

Vor der Benutzung eines Meßgeräts ist an Hand der Bezeichnungen zu prüfen, ob das Gerät für die auszuführende Messung geeignet ist. Insbesondere sind zu beachten:

- Meßbereichangaben,
- Stromwertzeichen,
- Zeichen für die Art des Meßwerks,
- Lagezeichen,
- Prüfspannungszeichen.

Zeichen für die Aufschriften

Einheit der Meßgröße	Strom A, mA		Spannung V, mV, kV		Leistung W, kW		Widerstand Ω , k Ω , M Ω	
	Klasse		Klasse		Klasse		Klasse	
	E		F		G		H	
Stromartzeichen	Gleichstrom 	Wechselstrom 	Drehstrom gleich belastet 		Drehstrom ungleich belastet 			
Gebrauchslage	senkrecht		— waagrecht		/ schräg			
Art des Meßwerks			Weicheisen- gerät 	Elektro- dynamisch ohne mit Eisen- abschirmung 		Hitz- draht 	Elektrostatisch 	
Höchstspannung gegen Gehäuse	Farbige Sterne:		★schwarz 40 Volt	★braun 100 Volt	★rot 650 Volt	★blau 900 Volt		

Bild 50.

Vom 1. Oktober 1939 ab gelten neue Sinnbilder und Aufschriften für Meßgeräte (Bild 51).

Neue Sinnbilder und Aufschriften für Meßgeräte

(Gültig vom 1. 10. 39 ab)

Neue Klassenzeichen:

- | | |
|--------------------|---------------------|
| Klassenzeichen 0,2 | } Feinmeßgeräte |
| „ 0,5 | |
| „ 1,0 | } Betriebsmeßgeräte |
| „ 1,5 | |
| „ 2,5 | |

Das Klassenzeichen darf nur angebracht werden, wenn sämtliche Bestimmungen für die betreffende Klasse erfüllt sind.

Trägt das Gerät kein Lagezeichen, so müssen die Bestimmungen in jeder Gebrauchslage erfüllt sein.

Fehlergrenzen, die nicht überschritten werden dürfen:

Klasse 0,2	= 0,2 vH	}	des Endwertes
„ 0,5	0,5 vH		
„ 1,0	1,0 vH		
„ 1,5	1,5 vH		
„ 2,5	2,5 vH		

Nr.	Arten der Meßgeräte		Nr.	Arten der Meßgeräte	
1	Drehspulmeßgerät mit permanentem Magnet		15	Isolierter Thermo- umformer mit Dreh- spulmeßgerät*	
2	Drehspul-Quotienten- messer		16	Gleichrichter	
3	Dreheisen-Meßgerät		17	Gleichrichter in Ver- bindung mit Dreh- spulmeßgerät*	
4	Dreheisen Quotienten- messer		18	Meßgerät mit Eisen- schirm (Sinnbild für den Schirm)	
5	Elektrodynamisches Meßgerät		19	Gleichstrom	
5a	Eisengeschlossenes, elektrodynamisches Meßgerät		20	Wechselstrom	
6	Elektrodynamischer Quotientenmesser		21	Gleich- und Wechsel- strom	
6a	Eisengeschlossener, elektrodynamischer Quotientenmesser		22	Drehstrom-Meßgerät mit einem Meßwerk	
7	Induktionsmeßgerät		23	Drehstrom-Meßgerät mit zwei Meßwerken	
8	Induktions- Quotientenmesser		24	Drehstrom-Meßgerät mit drei Meßwerken	
9	Hitzdrahtmeßgerät		25	Senkrechte Gebrauchslage	
10	Elektrostatisches Meßgerät		26	Waagerechte Gebrauchslage	
11	Vibrationsmeßgerät		27	Schräge Gebrauchslage	
12	Thermounformer, allgemein		28	Schräge Gebrauchs- lage mit Angabe des Neigungswinkels	
13	Thermounformer mit Drehspulmeßgerät*		29	Nulleinstellung	
14	Isolierter Thermo- umformer		30	Prüfspannungszeichen: schwarzumrandeter Stern	

Wenn kein Irrtum möglich ist, so können die Sinnbilder 12, 14, 16 an Stelle von 13, 15, 17 genommen werden.

Bild 51.

Betriebsspannung des Meßgeräts oder Nennspannung des Stromkreises, in dem es verwendet wird	Prüfwechselspannung von 15 ··· 60 Hz	Prüfspannungszeichen (schwarzumrandeter Stern)
bis 40 V	500 V eff	Stern ohne Ziffer
über 40 bis 650 V	2 000 V eff	Stern mit Ziffer 2
über 650 bis 1000 V	3 000 V eff	Stern mit Ziffer 3
über 1000 bis 1500 V	5 000 V eff	Stern mit Ziffer 5
über 1500 bis 3000 V	10 000 V eff	Stern mit Ziffer 10

Anschaltung von Spannungs- und Strommessern und die Erweiterung der Meßbereiche.

Spannungsmesser

werden parallel zu dem Teil des Stromkreises geschaltet, dessen Spannung gemessen werden soll.

Sie müssen einen hohen Widerstand haben, damit beim Messen die Stromverhältnisse der Gesamtschaltung möglichst wenig verändert werden. Gute Meßgeräte haben je Volt Meßspannung einen inneren Widerstand von 200...500 Ω .

Zur Erweiterung des Meßbereichs

werden dem Spannungsmesser Widerstände **vorgeschaltet**. Da die Widerstände und die Teilspannungen verhältnismäßig sind, kann man den Vorschaltwiderstand leicht errechnen. **Beispiel:** Ein Spannungsmesser mit 10 V Meßbereich und einem inneren Widerstand von 2000 Ω soll für einen Meßbereich von 15 V hergerichtet werden. Wieviel Ohm sind vorzuschalten?

Auf 10 Volt entfallen 2000 Ω ; dann gehören zu einem Bereich von 15 V, 3000 Ω . Da das Meßgerät bereits 2000 Ω Widerstand hat, sind noch 3000—2000 = 1000 Ω vorzuschalten. Die abgelesenen Werte sind mit 1,5 zu vervielfältigen.

Allgemein gilt:

$$R = (n-1) R_i \quad \left\{ \begin{array}{l} n = \text{Meßbereichserweiterungszahl} \\ R = \text{vorschaltender Widerstand} \\ R_i = \text{innerer Widerstand des} \\ \text{Spannungsmessers} \end{array} \right.$$

Die Meßbereichserweiterungszahl „n“ gibt an, um wieviel der Endwert des Meßgeräts vervielfältigt werden muß, um den neuen gewünschten Meßbereich zu erhalten.

Strommesser

werden in den zu messenden Stromkreis eingeschaltet, also in Reihe mit den Verbraucherwiderständen. Sie müssen — im Gegensatz zu den Spannungsmessern — einen möglichst kleinen inneren Widerstand haben, damit sie den zu messenden Strom nicht schwächen. Bei einem Meßbereich bis zu 3 A hat ein Strommesser etwa $\frac{1}{30}$ Ohm Widerstand, so daß im Innern ein Spannungsabfall von höchstens $3 \cdot \frac{1}{30} = 0,1$ V entsteht. Strommesser mit größerem Meßbereich haben einen entsprechend geringeren Eigenwiderstand.

Zur Meßbereichserweiterung schaltet man zum Strommesser Nebenwiderstände parallel.

Beispiel: Ein Strommesser mit einem Bereich von 0...300 mA und einem Widerstand von 0,3 Ω soll für einen Meßbereich von 0...3 A hergerichtet werden. Wie groß muß der parallelzuschaltende Nebenwiderstand sein?

Von dem Gesamtstrom (3 A) dürfen nur 300 mA durch das Meßgerät fließen; der Rest, 3000 mA — 300 mA = 2700 mA muß durch den Nebenschluß am Meßgerät vorbeigeleitet werden. Die beiden Teilströme verhalten sich also wie 300 : 2700 = 1 : 9. Da sich die Widerstände umgekehrt verhalten wie die Ströme, so muß der Nebenschluß $\frac{1}{9}$ des Meßgerätwiderstandes sein

$$\left(\frac{1}{9} \cdot 0,3 \Omega = \frac{1}{9} \cdot \frac{3}{10} = \frac{1}{30} \Omega \right).$$

Der Nebenwiderstand beträgt also $\frac{1}{30}$ Ohm.

Allgemein gilt:

$$R_N = \frac{R_i}{n-1} \quad \left\{ \begin{array}{l} R_i = \text{Innerer Widerstand des} \\ \text{Strommessers,} \\ R_N = \text{parallelzuschaltender Widerstand} \\ n = \text{Meßbereichserweiterungszahl} \end{array} \right.$$

Meßwandler.

Wechselstrommeßgeräte können durch Meßwandler den verschiedenen Meßbereichen angepaßt werden. Das sind kleine Umspanner, deren Erstwicklung von dem zu messenden Strom durchflossen wird. Das Meßgerät wird an die Zweitwicklung angeschlossen.

Die Spannungswandler sind für den Anschluß von Spannungsmessern bestimmt. Die Spannung an der Zweitwicklung wird einheitlich auf 100 V festgelegt.

Stromwandler dienen zum Anschluß von Strommessern und sind für eine Regelstromstärke von 5 A (in der Zweitwicklung) gebaut.

Die beiden Spannungen bzw. Stromstärken der Erst- und Zweitwicklung sind auf den Meßwandlern in Bruchform angegeben (z. B. 6000/100 V oder 25/5 A).

Der Spannungsmesser G 3 von Hartmann und Braun, Meßbereich 3 Volt.

Das von den Entstörrern der DRP benutzte Meßgerät ist für Spannungsmessungen bis 3 V und für Strommessungen bis 300 mA eingerichtet; es gehört zur Gruppe der Drehspulmeßgeräte.

Der größte zulässige Ausschlag wird bei dem Innenwiderstand von 600 Ω erreicht, wenn 3 V Spannung angelegt sind. Der Strom beträgt in diesem Falle $\frac{3}{600} = 0,005 \text{ A} = 5 \text{ mA}$.

Will man 30 V messen, so muß das Gerät 6000 Ω Widerstand haben; da im Innern bereits 600 Ω eingeschaltet sind, müssen noch 6000 — 600 = 5400 Ω vorgeschaltet werden. Die an der Meßteilung abgelesenen Werte sind mit „10“ zu vervielfachen, jeder Teilstrich zeigt also 1 V.

Beim Messen von 60 V muß der Bereich nochmals verdoppelt werden. Der Gesamtwiderstand muß 12 000 Ω betragen, vorzuschalten sind also noch 12 000 — 600 = 11 400 Ω . Die abgelesenen Werte betragen je Teilstrich 2 V.

Der 10 Ω -Nebenschluß im Innern des Meßgeräts darf bei Spannungsmessungen nicht eingeschaltet werden.

Soll das Meßgerät für Strommessungen verwendet werden, so wird der im Innern untergebrachte Widerstand von rd. 10 Ω durch Hineindreihen der Schraube den Zuführungsklemmen parallelgeschaltet.

Der Meßgerätwiderstand beträgt dann 10 Ω , das ergibt für 3 V Klemmenspannung $\frac{3}{10} = 0,3 \text{ A} = 300 \text{ mA}$ (Vollausschlag). Jeder Teilstrich entspricht einem Wert von 10 mA.

Um kleinere Stromstärken genau ablesen zu können, wird der Meßbereich verkleinert. Jeder Teilstrich zeigt dann 2 mA an (60 mA bei vollem Ausschlag). In diesem Falle muß der Gesamtwiderstand des Geräts $\frac{3 \cdot 1000}{60} = 50 \Omega$ betragen. Zu den 600 Ω im Innern

muß ein Außenwiderstand von $\frac{600 \cdot 50}{600 - 50} = 54,54 = \text{rd. } 55 \Omega$ parallelgeschaltet werden (10 Ω -Widerstand im Innern durch Hinausdrehen der Schraube ausschalten).

Zum Messen von b-Leitungen wird ein Bereich von 0...600 mA gebraucht; das entspricht einem Gesamtwiderstand von $\frac{3 \cdot 1000}{600} = 5 \Omega$.

Der parallelzuschaltende Widerstand muß also rd. 5 Ω betragen; jeder Teilstrich zeigt dann 20 mA an (10 Ω -Widerstand im Innern ausschalten).

Zusammenstellung der Meßbereiche.

A. Für Spannungsmessungen:

Meßbereich	Gesamtwiderstand	Vorschaltwiderstd.	Je Teilstrich
bis 3 Volt	600 Ω	—	$\frac{1}{10}$ Volt
„ 30 Volt	6 000 Ω	5 400 Ω	1 Volt
„ 60 Volt	12 000 Ω	11 400 Ω	2 Volt

B. Für Strommessungen:

Meßbereich	Gesamtwiderstand	Parallelwiderstand	Je Teilstrich
300 mA	10 Ω	rd. 10 Ω	10 mA
60 mA*	50 Ω	rd. 55 Ω	2 mA
600 mA*	5 Ω	rd. 5 Ω	20 mA

* Innenwiderstand von 10 Ω ausgeschaltet.

Soll das Meßgerät für Widerstandsmessungen verwendet werden, so wird es mit dem zu messenden Widerstand und der Batterie in Reihe geschaltet. Die den 10 Ω -Nebenschluß einschaltende Schraube muß hineingedreht werden. Der Widerstand ergibt sich aus dem Ohmschen Gesetz, und kann nachstehender Übersicht entnommen werden:

Benutzungsanleitung:

Angenommen, bei einer Spannung von 60 V wurde ein Strom von 25 mA gemessen; wie groß ist der Gesamtwiderstand des Stromkreises? Man liest neben der Zahl „25 mA“ unter der 60 V-Spalte den Widerstandswert 2400 Ω unmittelbar ab.

Einem Strom von 250 mA entspricht der Widerstand von 240 Ω . Die anderen Meßspannungen 24, 16, 14 und 12 V ergeben entsprechend kleinere Widerstände, also für 25 mA die Werte 960, 640, 560 und 480 Ω .

Widerstand bei					
Milli-Amp	60 Volt	24 Volt	16 Volt	14 Volt	12 Volt
	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm
5	12000	4800	3200	2800	2400
10	6000	2400	1600	1400	1200
11	5454	2182	1454	1272	1091
12	5000	2000	1333	1166	1000
13	4615	1846	1230	1077	923
14	4285	1714	1143	1000	857
15	4000	1600	1066	933	800
16	3750	1500	1000	875	750
17	3529	1412	941	823	706
18	3333	1333	888	777	666
19	3159	1263	842	737	631
20	3000	1200	800	700	600
21	2857	1143	762	666	571
22	2727	1091	727	636	545
23	2608	1043	695	608	521
24	2500	1000	666	583	500
25	2400	960	640	560	480
26	2307	923	615	538	461
27	2222	889	592	518	444
28	2142	857	571	500	428
29	2069	827	551	483	413
30	2000	800	533	466	400
31	1935	774	516	451	387
32	1875	750	500	437	375
33	1818	727	485	424	364
34	1764	706	470	411	353
35	1714	686	457	399	343
36	1666	666	444	388	333
37	1621	648	432	378	324
38	1579	631	421	368	315

Widerstand bei					
Milli-Amp	60 Volt	24 Volt	16 Volt	14 Volt	12 Volt
	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm	Ohm
39	1538	615	410	359	307
40	1500	600	400	350	300
41	1463	585	390	341	293
42	1428	571	381	333	285
43	1395	558	372	325	279
44	1364	545	364	318	273
45	1333	533	355	311	266
46	1304	522	348	304	261
47	1274	511	340	298	256
48	1250	500	333	292	250
49	1224	490	326	285	245
50	1200	480	320	280	240
51	1176	470	314	274	235
52	1153	461	308	269	231
53	1132	453	302	264	226
54	1111	445	296	259	222
55	1091	436	291	254	218
56	1071	428	286	250	214
57	1052	421	281	245	211
58	1034	413	276	242	207
59	1017	406	271	237	203
60	1000	400	266	233	200
65	923	369	246	215	185
70	857	342	228	200	171
75	800	320	213	186	160
80	750	300	200	175	150
85	706	282	188	164	141
90	666	266	177	155	133
95	632	253	169	147	126
100	600	240	160	140	120

und so weiter

Widerstandstafel zur Bestimmung des Widerstandes einer Leitung oder eines Apparateiles mit dem Spannungsmesser G 3 von Hartmann und Braun (Meßbereich bis 3 Volt und 300 Milli-Amp.)

Weitere Anwendungsbeispiele für den Spannungsmesser sind unter „Leitungen und Leitungsstörungen“ zu finden.

Der Widerstandsmesser 10 M

für 6/60 Volt (Bild 52) dient zur unmittelbaren Messung von Widerständen. Er gehört zur Gruppe der Drehspulgeräte und hat 3 Meßbereiche.

- I. 0 . . . 1 M Ω ; abgelesene Werte \times 1000 Ω
Meßspannung 6 V
Anschlußklemmen + und -6
- II. 0 . . . 100 000 Ω ; abgelesene Werte \times 100 Ω
Meßspannung 6 V
Anschlußklemmen + und -6 und beide Mittelklemmen verbinden (s. Bild 52)
- III. 0 . . . 10 M Ω ; abgelesene Werte \times 10 000 Ω
Meßspannung 60 V
Anschlußklemmen + und -60

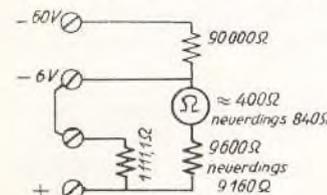


Bild 52.
Widerstandsmesser 10 M
(Ohmmeter 6/60 V).

Der zu messende Widerstand wird mit der Batterie und dem Widerstandsmesser in Reihe geschaltet.

Wenn der äußere Widerstand gleich Null ist, d. h. wenn die Batterie unmittelbar an die Meßklemmen angeschlossen wird, fließt ein Strom von $\frac{6 \text{ V}}{10\,000 \Omega} = 0,6 \text{ mA}$ oder von $\frac{60 \text{ V}}{100\,000 \Omega} = 0,6 \text{ mA}$ durch die Meßspule.

Dabei erreicht der Zeiger den größten Ausschlag; er zeigt auf „0 Ω “.

Eichung des Widerstandsmessers.

Wenn die Meßspannungen nicht genau 60 oder 6 V betragen, muß das Gerät an der mit „N“ bezeichneten Stellschraube nachgeeicht werden, bis sich der Zeiger auf „0“ einstellt. Die Ruhestellung des Zeigers liegt auf der Teilung links am Zeichen ∞ . Diese Einstellung läßt sich an der mit „Zeigereinstellung“ bezeichneten Schraube nachregeln.

Bedeutung der roten Meßteilung.

Die rote Teilung (0...200) ist gleichmäßig über den ganzen Bereich verteilt und gibt Aufschluß über die angelegte Spannung und den durch den Widerstandsmesser fließenden Strom. Bei vollem Ausschlag steht der Zeiger auf dem Teilstrich „200“. Das entspricht beim großen Meßbereich einer Spannung von 60 Volt.

Der Teilstrich „100“ entspricht einer Spannung von 30 V und so weiter (Gradzahl mal 0,3 = Spannung). Ebenso läßt sich die Stromstärke leicht bestimmen. Sie beträgt bei vollem Ausschlag (Teilstrich 200) 0,6 mA und bei halbem Ausschlag (Teilstrich 100), 0,3 mA. Diese Widerstandsmesser sind in die großen Prüfschränke der W-Ämter eingebaut.

Das Kabelsuchgerät

dient zur Feststellung der Lage eines Kabels, wenn dessen Verlauf nicht genau bekannt ist.

An den Anfang einer Kabelader wird ein einpolig geerdeter Summer angeschlossen, und das Ende der Ader wird geerdet.

Im Fernhörer des Suchgeräts ist der Summertone hörbar, wenn die Suchspule dem Kabel genähert wird.

Der **Tonhöchstwert** (größte Lautstärke) wird erreicht, wenn sich die Suchspule genau waagrecht über dem Kabel befindet.

Bei senkrechter Spulenlage tritt in diesem Augenblick ein **Tonmindestwert** ein.

Anschaltung des Geräts:

1. Schalter auf „Ein“ stellen.
2. Hörerstecker in die mit „Hörer“ bezeichneten Buchsen stecken.
3. Anschlußstecker der Suchspule an die Buchsen „Eingang Gitter“ anschließen. Kennzeichen: weiße Punkte beachten.
4. Suchspule am Handgriff befestigen und Kabel aufsuchen.

Das Suchgerät enthält:

einen 2-Röhrenverstärker mit Doppelgitterröhren.

Als Heizbatterie: 2 Taschenlampenbatterien zu 4,5 V parallelgeschaltet.

Als Anodenbatterie: 4 Taschenlampenbatterien in Reihe geschaltet 18 V.

Die Heizstromstärke und damit die Empfangslautstärke können am Heizregler (Knopf zwischen den beiden Röhren) eingestellt werden.

Eine genaue Schaltung und Bedienungsanweisung sind jedem Gerät beigelegt.

Der Dämpfungszeiger 3 (Bild 53...55).

Mit diesem Gerät werden Dämpfungen von Anschlußleitungen und OL mit den dazugehörigen Vermittlungseinrichtungen gemessen. Außerdem können die Dämpfungswerte von OÜL, OSL und SL festgestellt werden. Die Ergebnisse werden unmittelbar in „Neper“ angezeigt unter der Voraussetzung, daß am Anfang

der Leitung ein Milliwattsender mit dem Sendepiegel „0“ (800 Hz) angeschlossen ist. Sender und Dämpfungszeiger müssen zusammen vorher geeicht werden.

Bild 53 zeigt die grundsätzliche Meßanordnung: Am Anfang der Leitung liegt die Wechsellspannung $U_1 = 0,775$ V, die mit der Spannung U_2 am Ende der Leitung verglichen wird. Aus dem logarithmischen Verhältnis dieser beiden Spannungen ergibt sich die Leitungsdämpfung, die aber nicht berechnet, sondern unmittelbar abgelesen wird, weil das Meßgerät in „Neper“ geeicht ist.

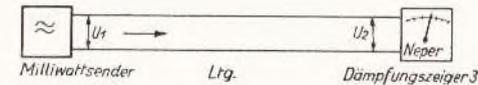


Bild 53.
Grundsätzliche Schaltung.

Ausführung einer Messung.

I. Eichen des Dämpfungszeigers.

Zum Eichen werden Milliwattsender und Dämpfungszeiger über kurze Meßdrähte miteinander verbunden (Klemmen 7 und 8 am Sender mit den Klemmen 1 und 2 „Leitung“ am Dämpfungszeiger), und der Senderkippschalter wird auf „Pegel 0“ gestellt. Der Widerstand R_2 am Sender wird solange geregelt, bis der Dämpfungsanzeiger 0 Neper anzeigt (siehe auch unter Milliwattsender, Abschnitt Stromquellen).

II. Dämpfungsmessung (Bild 54).

Zum Messen schaltet man die Anschlußleitung an die Klemmen 1 und 2 und das Fernsprengerät an 3 und 4, wählt die Prüfstelle, bei der der Milliwattsender untergebracht ist, und fordert zum Senden auf. Dann wird der Schalter S_1 gedrückt und damit das Meßgerät angeschaltet.

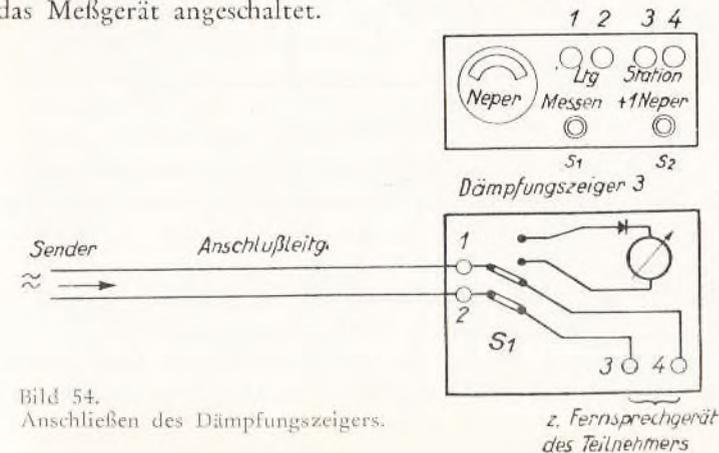


Bild 54.
Anschließen des Dämpfungszeigers.

z. Fernsprengerät
des Teilnehmers

Meßbereiche.

	1. 0...2 Neper	2. 1...3 N	3. 2...4 N
Milliwattsender:	Kippschalter (1 N hinzufügen)	(2 N hinzufügen)	
	auf Pegel 0.	Pegel 0.	Pegel 1.
Dämpfungszeiger:	S_1 gedrückt	S_1 gedrückt	S_1 gedrückt
	S_2 gezogen	S_2 gedrückt	S_2 gedrückt

Wenn für die Dämpfungsmessungen zwischen vereinigten Störungsstellen und den angeschlossenen VSt Hilfsleitungen benutzt werden, die zum Heranführen der AL an den Milliwattsender dienen, so muß die Dämpfung dieser Hilfsleitungen vorher festgestellt werden. Ihre Werte sind dann stets von dem Gesamtergebnis (Dämpfung der Anschlußleitung + Hilfsleitung) abzuziehen.

III. Schaltungseinzelheiten (Bild 55).

Die zu messende Spannung wird mit Hilfe zweier Trockengleichrichter „GL“ gleichgerichtet und vom Drehspulmeßgerät in Neperwerten angezeigt.

Die vorgeschaltete Dämpfung W (1 Neper) wird beim Drücken der Taste S_2 (Bild 54) ausgeschaltet und überbrückt, so daß der Meßbereich um 1 Neper erhöht wird.

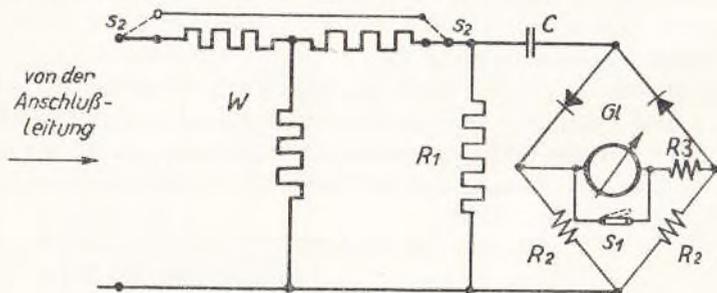


Bild 55. Dämpfungszeiger.

Der Kondensator C verhindert, daß Gleichströme aus der ZB über das Meßgerät fließen. Der Gleichstromweg führt über den Widerstand R_1 , dadurch bleibt die Gleichstromschleife für Wählerverbindungen erhalten.

In der Ruhestellung des Schalters S_1 ist das Meßgerät kurzgeschlossen und damit gedämpft (Wirbelstromdämpfung).

Beim Umlegen der Schalter S_1 und S_2 tritt keine Gleichstromunterbrechung auf, weil die Kontaktfedern als Folgekontakte ausgebildet sind.

Sämtliche Leitungsfehler — hohe Übergangswiderstände, kalte Lötstellen, Nebenschlüsse usw. — werden sofort durch zu hohe Dämpfungswerte angezeigt (Dämpfungszahlen für Leitungen siehe im Abschnitt „Dämpfung“).

Der kleine Prüfschrank 29.

Zum Feststellen und Eingrenzen von Fehlern in Anschlußleitungen, Sprechstellen und Verbindungsleitungen werden Prüfschränke benutzt. Der kleine Prüfschrank ist als Wandschrank ausgebildet, auf dem ein Wechselstromwecker, ein Widerstandsmesser und ein Gleichstromwecker angebracht sind.

An der Vorderseite befinden sich:

- 1 Anrufklappe, die den Anruf in der Dienstanschlußleitung anzeigt.
- 1 Nummernscheibe zum Wählen der Teilnehmerrufnummern.
- 1 Zähler zum Prüfen der Nummernscheibe des Teilnehmers, die Stromstöße werden einzeln gezählt.
- 4 Kniehebelstreifen mit 18 Kniehebelschaltern zur Herstellung der verschiedenen Prüf- und Meßschaltungen (laufende Nr. 1...11 der nachstehenden Schaltungsauszüge, Bild 56).
- 2 Speiselampen (AL und BL); sie leuchten auf, wenn Speisestrom abgeht.

Leuchtet nur die Lampe AL, so handelt es sich um eine Anschlußleitung mit Speisung über den b-Zweig, unter der Voraussetzung, daß keine Störung vorliegt.

Zum Abfragen dient ein Handapparat, der durch einen Hakenumschalter an- und abgeschaltet wird.

Anschalten der Leitungen.

Der Prüfschrank wird im Umschalteraum am Hauptverteiler über einen Prüfstöpsel mit der gewünschten Leitung verbunden. Der 6-teilige Prüfstöpsel wird am Sicherungstreifen (senkrechte Seite des Vh) gesteckt und verbindet a/b-Außenleitung, a/b-Innenleitung, a-Sicherung und b-Sicherung mit dem Prüfschrank.

Klemmenplatte am kleinen Prüfschrank.

ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ
La	Lb	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
7	8	9	anl	+60	R
ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ
1	2	3	4	5	6

Klemmen:

- La, Lb zum V.W. der Dienstanschlußleitung.
- S₁ bis S₄ Zuführungen zu den Sicherungen 1...4 (— 60 V).
- 1...6 Verbindungen zum 6teiligen Prüfstöpsel.
- 7 Anschluß für den Stromstoßschreiber.

8 und 9 werden verbunden, wenn die 3. Kontaktfeder des nsa-Kontaktsatzes geerdet werden soll.

anl Bei kleinen W-Amtern mit „K“ am Wählergestell, bei großen W-Amtern mit „An“ des Signalrahmens verbinden.

R Zuführung zur Rufmaschine.

Zweck der einzelnen Kniehebelschalter.

Erster Streifen: 4 Dämpfungshebel mit den Werten $b = 2; 2,5; 3$ und $3,5$ Neper, die zum Prüfen der Sprechverständigung nacheinander gedrückt werden. Dabei werden verschieden hohe Widerstände als Zusatzdämpfung in die Anschlußleitung eingeschaltet.

Zweiter Streifen: 4 Hebel.

La schaltet die a/b-Außenleitung an.

Li schaltet die a/b-Innenleitung an.

Sa schaltet die Feinsicherung des a-Zweiges an.

Sb schaltet die Feinsicherung des b-Zweiges an.

Dritter Streifen: 6 Hebel.

Vt vertauscht a- und b-Zweig der Leitung.

E legt Erde an die b-Leitung des Prüfschrankes.

R schaltet den Rufstrom an.

N zum Anschalten der Nebenstellenspeisebrücke.

W schaltet den Wechselstromwecker an. Damit kann die Innenleitung eines Tln-Anschlusses vom Prüfschrank aus auf ordnungsmäßigen Anruf geprüft werden.

Vierter Streifen: 4 Meßhebel.

M₁ schaltet das Meßgerät an (Ableseung mal 100).

M₂ schaltet den Nebenschluß für den kleinen Meßbereich ein (Widerstandsmessungen bis 5000 Ω).

Ma dient zum Messen von Außenströmen; er schaltet die Batterie ab und trennt die Ltg. hinter der Meßerde auf.

Mw dient als Stromwender, wenn das Meßgerät bei Außenstrommessungen nach der falschen Seite hin ausschlägt.

D schaltet den festeingebauten Dämpfungsmesser ein.

A Hebel zum Amtsanruf (abgehend). Hierbei wird die auf dem Prüfstöpsel liegende Leitung abgetrennt.

Der Widerstandsmesser 0,5 M,

ein Drehspulmeßgerät, hat 2 Meßbereiche: 0...5000 Ω für Widerstandsmessungen und 0...500 000 Ω für Isolationsmessungen.

Das Gerät ist auf eine Meßspannung von 60 Volt geeicht und kann durch einen magnetischen Nebenschluß den Schwankungen der Batterie angepaßt werden.

Bild 56. Schaltungsauszüge zu den einzelnen Prüf- und Meßstromkreisen.

Lfd. Nr.	Art der Prüfung	Umzulegen sind	Schaltungsauszug (Benutzte Kontakte in Arbeitsstellung)		
I. Prüfung der Außenleitung					
1	Isolationsmessung a gegen Erde	La, M ₁		Leitung a b	Sprechstelle
	b gegen Erde	La, Vt, M ₁		a b	
	a gegen b	La, E, M ₁		a b	
2	Stromfähigkeit d. Ltg. bis zur Sprechst.	La, M ₁ Ladung über E		a b	
	Kapazitätsmessung. Laden u. Entladen des Sprechst. Kond.	La, M ₁ E Entladung über Vt		a b	
3	Anruf der Sprechstelle Weckerprüfung	La, R		a b	

4	Sprechverständigung bei einfachen Sprechstellen	La	
	bei Nebenstellenanlagen	La, N	
5	Prüfung der Sprechstellen mit dem Dämpfungsm. zur Feststellung des Wirkungsgrades	La b=2 bzw. 2,5; 3; 3,5	
6	Widerstandsmess. mit geerd. Batt. über die Sprechstelle	La, E, M ₁ , M ₂ . Bei d. Sprechst. ist d. Hörer abzunehm.	
	der Schleife (Schleifenberührung)	La, E, M ₁ , M ₂ . (a u. b sind unmittelb. zu verbind.)	
7	Sicherung im a-Zweig	Sa, E, M ₁ , M ₂	
	im b-Zweig	Sb, E, M ₁ , M ₂	

8	Außenstrom		
	-Spannung an der a-Leitung	La, E, Ma, M1	
	-Spannung an der b-Leitung	La, Vt, Ma, M1	
	+Spannung an der a-Leitung	La, E, Ma, Mw, M1	
+Spannung an der b-Leitung	Vt, La, E, Ma, Mw, M1		

II. Prüfung der Innenleitung

9	Ansprechen des VW der zu prüfenden Leitung	Li	
	bei einfachen Sprechstellen		
10	bei Sprechstellen mit Speisebrücke	1. Li 2. N 3. E (Reihenf. einhalten. Beim Aussch. 3, 2, 1)	
	Anruf der zu prüfenden Leitung über LW	1. W, Li, 2. A Wahl der zu prüfenden Leitung	

III. Gesprächsverbindung

11	Herstell einer Verb. üb. VW bzw. Beantwortung eines Anrufs üb. LW auch wenn PS gesteckt ist	A	
----	---	---	--

Der große Prüfschrank 29.

Der große Prüfschrank 29 unterscheidet sich vom großen Prüfschrank 27 durch die Umstellung auf Flachrelais; er ist für einen Arbeitsplatz eingerichtet. Sein Aufsatz enthält das Klinkenfeld mit Tasten, die Anruf- und Überwachungslampen, einen Widerstandsmesser 10 M, den Dämpfungsmesser, die Nummernscheibe und die Prüfschalter. Auf der Tischplatte sind die Prüf- und Verbindungsstöpsel untergebracht.

Bezeichnung und Zweck der einzelnen Klinken:

- Ku₁ 10 Untersuchungsklinken (v. 0...9); sie sind über den 6-teiligen Prüfstöpsel am Vh mit der Tln-Außenleitung verbunden zur Prüfung, ob Fehler in Anschlußleitung oder Sprechstelle vorliegen.
- Ku₂ 10 Untersuchungsklinken (v. 0...9) zur Prüfung der Innenleitung, ebenfalls über den Prüfstöpsel im Umschaltraum verbunden.
- Tasten und Überwachungslampen: Damit der Prüfbeamte feststellen kann, welche Prüfleitungen bereits zur Untersuchung von Anschlußleitungen benutzt worden sind, ist jeder Ku₁-Klinke eine Prüftaste SpT₁ zugeordnet. Flackert die UL₁-Lampe beim Ziehen der Taste, so ist die Klinke belegt.
- Ks₁ und Ks₂ je 10 Sicherungsklinken (v. 0...9) zum Prüfen der a- und b-Sicherungen an der Sicherungsleiste des Vh.
- Km 5 Untersuchungsklinken (v. 0...4) zur Ausführung abgekürzter Prüfungen ohne Trennung der Innen- und Außenleitung. Diese Klinken stehen mit Prüfstöpseln in Verbindung, die am Fernvermittlungsplatz in die Vielfachklinken gesteckt werden.
- K m₅...8 sind nicht beschaltet.
- Km 9 dient zur Einstellung des Widerstandsmessers. Die a- und b-Feder dieser Klinke sind miteinander verbunden, so daß beim Einsetzen des Prüfstöpsels die Meßklemmen des Widerstandsmessers kurzgeschlossen werden. Der Knopf N am Meßgerät wird so lange gedreht, bis der Zeiger auf „0“ zeigt.
- Ka 0 eine Klinke, an die ein I. VW angeschlossen ist. Sie dient zum Anruf der Sprechstellen über die Wählervermittlungseinrichtung. Verbindungen in ankommender Richtung werden durch eine Anruflampe angezeigt.

- Ka 2...4 drei Abfrageklinken mit Anrufzeichen zum Anruf des Prüfschranks über GW (gebührenfrei) oder LW.
- Ka 6...8 drei Klinken mit Anrufzeichen für den Anruf des Prüfschranks von besonderen Dienststellen aus (Wählersaal, Aufsicht, Fernamt usw.). Sie sind für Gleichstromanruf eingerichtet, können aber für Wechselstromanruf hergerichtet werden.
- Kb 0...9 10 Klinken für besondere Zwecke.
- Ka B eine Klinke für die Bescheidleitung (nur bei Bedarf).
- KMh eine Mithörklinke in Verbindung mit 2 Mithörstöpseln (schwarz), die in die beiden Untersuchungsklinken Ku₁ und ₂ gesteckt werden.
- KS eine Klinke zum Anschalten des Stromstoßschreibers, wenn er nicht fest angeschlossen ist.

Außer den oben aufgeführten Klinken sind vorhanden:

- 2 Stöpsel S₁ und S₂ (rote Farbe) zum Anschalten des Widerstandsmessers und des Abfragegeräts an die zur Untersuchung auf den Prüfschrank gelegten Leitungen.
- 1 Stöpselwähler (Kippschalter), der je nach Wahl S₁ oder S₂ anschaltet.
- 2 Stöpsel MS₁ und „₂“, die in die Ku₁- und Ku₂-Klinken gesteckt werden. In diesem Falle kann in der Mithörklinke mitgehört werden. Die Klinken Ku₁ und ₂ können aber auch mit Doppelsteckern, die mit Schauzeichen ausgerüstet sind, überbrückt werden, so daß die Tln-Anschlußleitung durchgeschaltet ist.
- 5 Diensttasten zum Anruf der Stellen, mit denen der Prüfschrankbeamte unmittelbar zusammenarbeitet (Fernvermittlungsschrank und Hauptverteiler).
- 1 Widerstandsmesser 10 M mit 3 Meßbereichen.
- 25 Kniehebelschalter zur Herstellung der Meßschaltungen.

Zweck der einzelnen Kniehebelschalter:

(In der Reihenfolge ihrer Anordnung)

- D 1, 2, 3, 4 schalten die angegebenen Dämpfungswerte $b = 2; 2,5; 3$ und $3,5$ Neper in die zu prüfende Leitung ein (Sprechverständigungsprüfung).
- R schaltet Rufstrom (25 Hz) an die zu prüfende Anschlußleitung. Außerdem wird die Rufmaschine angelassen, falls sie nicht eingeschaltet ist.

- H zum Einschalten des Heulers (wird nicht mehr verwendet).
 S schaltet den Stromstoßschreiber ein.
 Na zum Prüfen der Nummernscheibe mit dem Milliampere-
 meter (wird nicht mehr benutzt).
 NF wird nicht mehr benutzt (Frequenzmesser).
 Vt vertauscht die beiden Leitungszweige a und b.
 E schaltet Erdverbindung an; er muß gedrückt werden:
1. bei Isolationsmessungen bis $10\text{ M}\Omega$ (mit Hebel M_1),
 2. bei Isolationsmessungen bis $1\text{ M}\Omega$ (mit Hebel M_1 und M_2),
 3. beim Messen der Stromfähigkeit oder der Kapazität (mit Hebel M_1 bzw. Vt und M_1),
 4. bei Widerstandsmessungen (mit den Hebeln M_1 , M_2 , M_3),
 5. beim Prüfen der Sicherungen (mit den Hebeln M_1 , M_2 , M_3),
 6. bei Außenstrommessungen (mit den Hebeln Ma und M_1 oder mit Vt , Ma und M_1 oder mit Ma , Mw und M_1 oder mit Vt , Ma , Mw und M_1).
- Ha schaltet die ZB an die Leitung, damit die Sprechstelle Speisestrom erhält. Dabei leuchten die Lampen SpL_1 und SpL_2 . Leuchtet nur SpL_1 , so enthält die geprüfte Leitung eine Speisebrücke.
- N zu drücken, bei Anschlüssen mit b-Speisung, N schaltet Speisebrücke zwischen a- und b-Leitung.
- A Beim Drücken von A wird über das Relais G ein Gleichstromweg zwischen a- und b-Ltg. hergestellt (zum Anruf über den VW oder zur Beantwortung von Anrufen über den LW oder GW).
- T zum Auslösen einer bestehenden Ortsverbindung über den Prüfstöpsel des Fernvermittlungsschrankes (Fernamtstrennung).
- Mh zum Prüfen, ob in einer Ltg., die am Fernvermittlungsschrank gesteckt ist, gesprochen wird.
- M_1 schaltet das Meßgerät ein (großer Meßbereich, Ablesung $\times 10\ 000$).
- M_2 außer M_1 zu drücken beim Messen mit der 6 Volt-Batterie (Ablesung $\times 1000$).
- M_3 zusammen mit M_1 und M_2 zu drücken. Schaltet Nebenschluß parallel (Ablesung $\times 100$).

- o. E. in Verbindung mit M_1 , M_2 und M_3 drücken, schaltet Erde von der 6 Volt-Batterie ab und legt den Pluspol dieser Batterie an die b-Ltg. (Schleifenmessung ohne Erde).
- Ma zur Messung von Außenströmen. Schaltet Meßbatterie ab und muß in Verbindung mit M_1 und E gedrückt werden.
- Mw vertauscht die Pole des Meßgeräts zur Messung von Außenströmen entgegengesetzter Richtung.

Als zweite Meßstromquelle wird eine 6 V-Sammlerbatterie benutzt, während die 60 V-Meßspannung der ZB des Amtes entnommen wird.

Schaltungseinzelheiten sind den RPZ-Zeichnungen 110 S 29 Bl 1-4 zu entnehmen, sie können wegen des großen Umfangs hier nicht aufgenommen werden.

Leitungen und Leitungsstörungen

Allgemeine Regeln über Störungseingrenzung und Fehlerfeststellung.

Genauere Anweisungen darüber sind enthalten in der ADA VI 7, § 8, und in der Dienstanweisung für Entstörer, § 6.

- I. Alle Störungen möglichst schnell eingrenzen und beseitigen; Fernsprechteilnehmer, bei denen Störungen vorliegen, gründlich über die Beobachtungen befragen, die Anhaltspunkte über die Störungsursache bieten.
- II. Beim Eingrenzen und Beseitigen der Störungen auch andere Mängel und Unregelmäßigkeiten beachten.
- III. Wichtige Leitungen und technische Einrichtungen werden mit Vorrang entstört.
- IV. Beim Entstören ordnungsmäßigen Zustand wieder herstellen. Sicherstellen, daß behelfsmäßige Ausbesserungen so bald wie möglich endgültig instandgesetzt werden.
- V. Fehlerursachen
 - a) in Stromwegen: Unterbrechung, Schleife, Nebenschluß, unsichere Kontakte, schlechte Sicherungen, falsche Batteriespannung, zu hohe Erdungswiderstände usw.;
 - b) an mechanischen Teilen: Bruch, Verbiegung, Abnutzung, Zersetzung und Verschmutzung.
- VI. Aus der Art der Störungserscheinung läßt sich oft die Fehlerlage bestimmen und Zeit gewinnen beim Eingrenzen.
- VII. Vermutet man Berührungen der Fernmeldeleitungen mit einer Starkstromleitung, so ist Vorsicht geboten; Unfallvorschriften beachten.

Übersicht über die elektrischen Eigenschaften der wichtigsten Leitungsarten

Leitungsart	Leiter-	Leiter-	Widerstand Doppeltlg.	Kapazität	Induktivität	Dämpfung für 800 Hz	Bemerkung
	durchmesser	querschnitt					
	mm	mm ²	Ω je km	nF je km	mH je km	dB je km	
I. Freileitung	1,5	1,76	31,4	5,1	2,3	17	Hartkupfer- oder Bronzeleitung
	2	3,15	17,7	5,4	2,2	10	
	3	7,01	5,1	6,0	2,0	4,7	
	4	12,5	2,8	6,4	1,9	3,0	
	4,5	15,9	2,2	6,6	1,8	2,5	
	5	19,6	1,8	6,8	1,8	2,1	
II. Ferkabel Stamm Vierer	0,9	0,63	57,8	33,5	0,7	17,7	Dämpfung bei schwerer, mittelschwerer und leichter Bespülung
	0,9	0,63	28,9	54,0	0,4	18,7	
	1,4	1,53	23,8	35,5	0,7	17,8	
	1,4	1,53	11,9	57,5	0,4	9,2	
III. Ortskabel und Fernleitungskabel	0,6	0,28	130	31	0,7	100	ohne Bespülung
	0,8	0,5	73,2	33	0,7	75	
	0,9	0,63	57,8	34	0,7	70	
	1,2	1,13	32,5	35	0,7	53	
	1,4	1,53	23,8	36	0,7	46	
	1,5	1,76	20,8	36	0,7	43	
	2,0	3,15	11,7	41	0,6	35	

Zu II: Isolationswiderstand Ader gegen Ader und gegen Erde mindestens 10 000 MΩ je km.

Zu III: Isolationswiderstand Ader gegen Ader und gegen Erde mindestens 5 000 MΩ je km.

VIII. Bei fahrlässig oder vorsätzlich beschädigten Fernmeldeeinrichtungen Ersatzpflichtige feststellen (Meldung!).

IX. Meßverbindungen an Untersuchungsstellen ordnungsmäßig und pünktlich ausführen.

X. Massenstörungen dem TBA und der RPD sofort fernmündlich oder telegraphisch melden; wenn möglich, Ersatzverbindungen für lebenswichtige Betriebe usw. schalten.

Freileitungsstörungen.

Oberirdische Fernmeldeleitungen sind wegen der Witterungseinflüsse und vieler anderer Einwirkungen störungsanfälliger als Kabel.

1. Nebenschlüsse.

Die Ursachen sind mannigfacher Art, besonders bei Regen, feuchtem und nebligem Wetter machen sich oft hohe Ableitungen bemerkbar.

Fehler, die hohe Nebenschlüsse hervorrufen können:

- Beschädigte Doppelglockenisolatoren (gesprungene, abgesplitterte, mit Haarrissen behaftete, durch Staub und Ruß verschmutzte). Beim Auswechseln der Stützen und Doppelglocken Leitung hochbinden, nicht mit dem Querträger in Berührung bringen.
- Auf den Leitungen liegende Baumzweige, Bindfadenreste, Drachenschwänze und andere Fremdkörper. Beseitigung durch Stangen, Fangleinen oder durch Losbinden und Herunterlassen der Leitungsdrähte. Fremdkörper nicht durch Abbrennen entfernen.
- Verbindungen zwischen Eisenstütze und Leitung durch Spinnennetze und hineingeworfene Drahtreste u. dgl. Vom Stützpunkt aus leicht zu entfernen.

2. Drahtberührungen.

- Durch zu großes Durchhängen und Berühren der darunterliegenden Leitungen, besonders in ungleichen und langen Feldern mit starkem Gefälle.
- Verschlingen benachbarter Drähte, namentlich bei neuen Leitungsdrähten, die sich nachdehnen. Die Verschlingungen treten hauptsächlich bei starken Winden auf.
zu a), b) Beseitigung: Durch eine darübergeworfene Fangleine, durch Ziehen, Rücken oder leichtes Klopfen an der Leitung.

Wenn die Leitungen losgebunden werden müssen, ist ihr Durchhang neu zu regeln.

3. Gerissene Leitungen.

- Drahtbrüche an Hülsenbunden, Bindungen und an leicht beschädigten Stellen der Leitungen (Einkerbungen usw.).
- Zerreißen durch zu hohe Zugspannungen besonders im Winter bei großer Kälte, Schnee- und Rauheifbelastung. Beseitigung: An das eine herunterhängende Drahtende wird ein Verlängerungsstück gleichen Querschnitts angesetzt (Hülsenbund); die beiden Leitungsenden werden mit einem Flaschenzug zusammengezogen und verbunden. Die beiden zusammensetzenden Enden der Leitung werden zunächst mit isoliertem Draht behelfsmäßig verbunden, wenn die ordnungsmäßige Verbindung nicht sofort hergestellt werden kann. In benachbarte Felder durchgerutschte Leitungen müssen losgebunden und nachgespannt werden. Innerhalb eines Feldes soll nur ein Hülsenbund vorhanden sein; alte Hülsenbunde neben der Bruchstelle sind herauszuschneiden.

4. Erdschlüsse werden verursacht:

- durch a/b-Berührung in W- oder ZB-Netzen, weil der b-Zweig geerdet ist,
- durch Berührung der Leitungen mit geerdeten Metallteilen (Drahtankern, Dachrinnen usw.).

5. Geräusche in den Leitungen haben z. T. ihre Ursache in losen Verbindungsstellen.

- Wackelkontakte und Übergangswiderstände in den Hülsenbunden,
- lose Klemmenverbindungen an den Untersuchungsstellen,
- Bruchstellen in den Bindungen; die Drahtenden sind aber in der Bindung noch hängen geblieben.

Elektrische Prüfung der Drahtverbindungsstellen.

Diese Prüfungen sind nach der ADA VI, 7, Anl. 17 a und nach den Dienstabweisungen für Entstörer, Anl. 9 a, auszuführen

- an allen neuhergestellten Untersuchungsstellen, Abspannungen und Verbindungsstellen,
- bei Linieninstandhaltungsarbeiten an allen Untersuchungsstellen,
- zum Aufsuchen und Beseitigen versteckter Fehler an allen Untersuchungsstellen, Abspannungen und Verbindungsstellen.

Meßgeräte: 1 Spannungsmesser (Meßbereich 3 Volt Taschenuhr- oder große Form),

- unverbrauchtes Trockenelement,
- Meßschnüre mit Klemmen besonderer Bauart.

Beim Messen ist zu beachten:

- Die elektrischen Prüfungen sind nur bei trockenem Wetter vorzunehmen; Feuchtigkeit vermindert oder überbrückt den Widerstand.
- Das Trockenelement ist vor Antritt einer Linienbegehung mit dem Spannungsmesser zu prüfen.
 - Widerstandsschraube herausgedreht, EMK mindestens 1,4 V;
 - Schraube eingedreht, Klemmenspannung mindestens 1,2 V.
- Die Klemmen der Meßschnüre und die Anschaltstellen müssen metallisch blank sein; die Klemmen beim Anschalten fest anziehen.

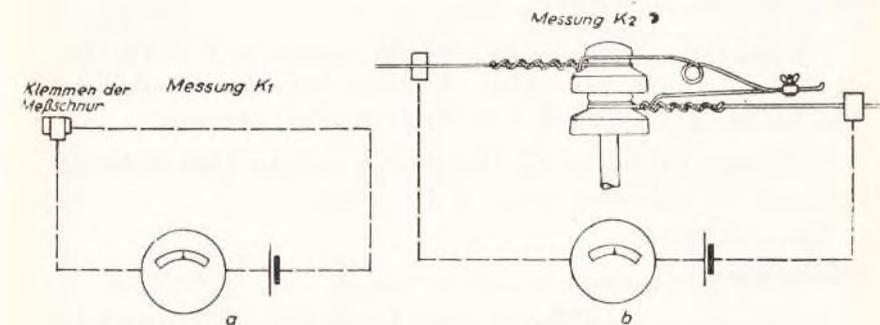


Bild 57. Prüfung einer Untersuchungsstelle.

- Liegt die zu prüfende Verbindungsstelle in der Mitte eines Drahtfeldes oder weit ab von Stützpunkten, so muß durch Einsetzen eines isolierten Hilfsdrahtes die Meßschnur soweit verlängert werden, daß mit der Einrichtung das ganze zu prüfende Feld überbrückt werden kann. Andere Leitungen der Linie dürfen nicht als Hilfsdraht benutzt werden.
- Blanke Teile der Meßdrähte dürfen die Erde oder leitendes Bauzeug nicht berühren.

Beispiel: Prüfung einer Untersuchungsstelle.

- Messung nach Bild 57 a, Meßausschlag K_1 merken,
- Messung nach Bild 57 b, Meßausschlag K_2 ablesen.

- a) Stimmen K_1 und K_2 überein, so hat die untersuchte Verbindungsstelle keinen Übergangswiderstand.
- b) Weichen die Ergebnisse K_1 und K_2 voneinander ab, so ist ein Übergangswiderstand vorhanden; je größer die Meßunterschiede, desto größer ist der Widerstand.

Wird an Stelle des Spannungsmessers ein Fernhörer zum Prüfen benutzt, so genügt es, die Hörerzuführungen an beide Seiten der Verbindungsstelle anzulegen.

Im Hörer sind Gespräche oder Telegraphiergeräusche wahrnehmbar, wenn ein Übergangswiderstand vorhanden ist. Die Geräusche sind um so lauter, je höher der Widerstand der Verbindungsstelle ist. Wird in der Leitung nicht gesprochen oder telegraphiert, dann ist noch ein Trockenelement in den Hörerstromkreis einzuschalten. Danach ist die Verbindungsstelle vorsichtig zu beklopfen oder zu bewegen.

Veränderliche Übergangswiderstände machen sich durch Geräusche im Hörer bemerkbar. Erhöhte feste (unveränderliche) Widerstände werden durch diese Prüfung nicht angezeigt.

Beseitigung: Reinigen der Drahtenden und der Untersuchungsklemmen. Schraubverbindung gut festziehen.

Kabelstörungen.

Im Kabelnetz unterscheidet man: Fernkabel, Fernleitungskabel und Ortskabel.

1. Fernkabel enthalten Fernleitungen, die für den inländischen Dienst auf große Entfernungen und den zwischenstaatlichen Fernmeldedienst bestimmt sind.
2. Fernleitungskabel überschreiten ebenfalls den Bereich der Ortsnetze; sie führen Schnelleitungen, Überweisungsleitungen und auch Fernleitungen, die nicht in Fernkabeln geführt sind.
3. Ortskabel enthalten Leitungen, die den Bereich eines Ortsnetzes nicht überschreiten. Hierzu gehören Schnelleitungen, Überweisungsleitungen, Zwischenleitungen und Anschlußleitungen. Die Unterteilung der Anschlußkabel in Amts-, Netz- und Verteilungskabel geht aus dem Bild 58 hervor.

Allgemeine Kabelfehler.

1. Nebenschluß und Erdschluß.

- a) mangelhaftes Austrocknen der Spleißstellen,
- b) Eindringen von Feuchtigkeit durch kleine Beschädigungen des Bleimantels.

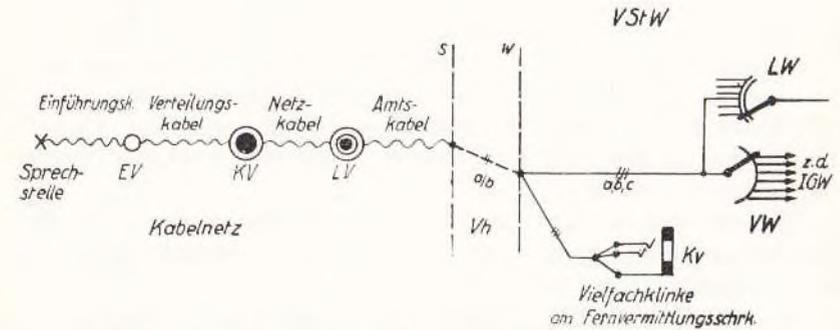


Bild 58. Führung einer Anschlußleitung (ohne b-Drahtspeisung).
Bemerkung: Bei starrer Netzverteilung werden die Adern im Amts-kabel vom Vh aus unmittelbar bis zum EV geführt.

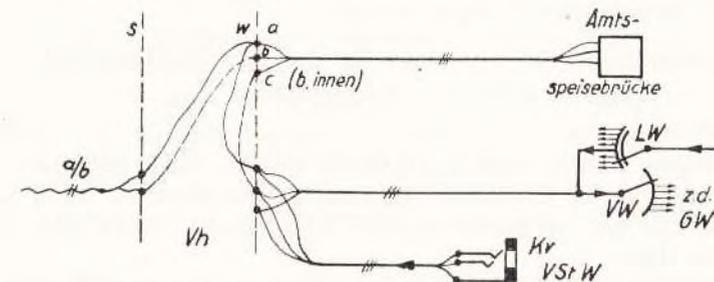


Bild 59. Führung einer Anschlußleitung mit b-Drahtspeisung.

Diese Beschädigungen werden verursacht durch:

- scharfe Biegung des Kabels (z. B. an Schellen, Mauerdurchbrüchen usw.),
 - chemische Zersetzung (Säure, Zement, Kalk),
 - elektrolytische Zersetzung (Kabelmantelströme, die aus Starkstromanlagen auf den Bleimantel übertreten),
 - mechanische Beschädigung mit spitzen Gegenständen (Picken, Richtdorne u. dgl.),
 - unsachgemäße Abdichtung der Abschlußgeräte.
- c) Erdschluß durch Berührung der Ader mit dem Bleimantel.

4. a-Außenstrom (Strommessung, Bild 63):
Dieser Fehler tritt auf, wenn Berührungen oder ein Nebenschluß mit spannungsführenden Nachbaradern vorliegen.
Meßgerät an Erde (Bleimantel oder besondere Erdverbindung).
Die zu messende Leitung ist zu isolieren.
Fehlerbeseitigung: Umschaltung in andere Adern.

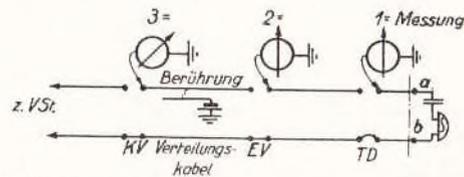
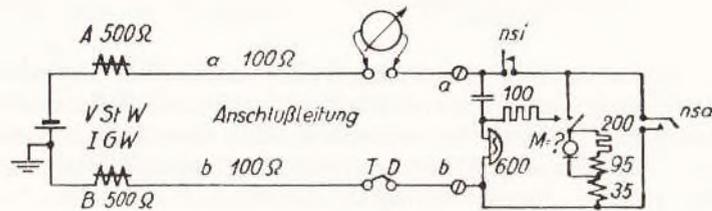


Bild 63.

5. b-Außenstrom:
Die gleichen Messungen wie unter 4 sind in der b-Leitung auszuführen.
Fehler zwischen Trenndose und Fernsprengerät sind in der gleichen Weise von den Apparatklemmen aus zur Trenndose hin einzugrenzen.
Fehlereingrenzung in den Fernsprengeräten siehe Teil II des Buches.
Dämpfungsmessungen von der Sprechstelle aus siehe Teil I, unter Meßgeräte.

Messung des a/b-Schleifenwiderstandes bei der Sprechstelle (Bild 64).

1. Nummernscheibe aufziehen, nsa-Kontakt schließt sich und stellt a/b-Schleife her. Widerstände im App. W 28 sind überbrückt.



Handapparat abnehmen! Bild 64.

2. Meßgerät ablesen: z. B. $50 \text{ mA} = 0,050 \text{ A}$, Widerstand der Schleife ohne Apparat beträgt also $60 : 0,050 \text{ A} = 1200 \Omega$.
3. Nummernscheibe in Ruhe; Widerstand des Apparats ist mit in die Schleife eingeschaltet.
4. Meßgerät ablesen: z. B. $46 \text{ mA} = 0,046 \text{ A}$, Gesamtwiderstand $= 60 : 0,046 = 1304 \Omega$.

5. Apparatwiderstand: Er ergibt sich aus dem Unterschied des Gesamtwiderstandes und Schleifenwiderstandes. $1304 - 1200 \Omega = 104 \Omega$.

6. Feststellung des Mikrophonwiderstandes: allgemein ist zu rechnen

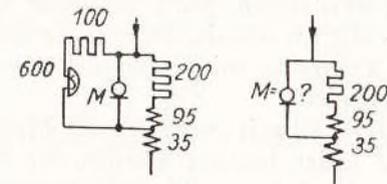
$$R = \frac{\text{bekannter Widerstand} \cdot \text{Gesamtwiderstand}}{\text{bekannter Widerstand} - \text{Gesamtwiderstand}}$$

1. Rechnung (Bild 65) links: $R = \frac{700 \cdot 104}{700 - 104} = \frac{700 \cdot 104}{596} = \frac{700 \cdot 52}{298}$

$$R = \frac{36400}{298} = 122 \Omega, \text{ das ist der}$$

Verbundwiderstand der 3 im Bild 65 links gezeichneten Widerstände.

Von diesem Ergebnis ist noch der vorgeschaltete 35Ω -Widerstand der Induktionsspule abzuziehen. $122 - 35 = 87 \Omega$.



1. Rechnung. 2. Rechnung.

Bild 65.

2. Rechnung (Bild 65 rechts):

Der Mikrophonwiderstand beträgt

$$\frac{(200 + 95) \cdot 87}{295 - 87} = \frac{295 \cdot 87}{208} = \frac{25665}{208} = 123 \Omega.$$

Erdungen bei den Sprechstellen (Auszug aus der TBO 4).

1. Erdungen in Fernmeldeanlagen werden gebraucht als Stromkreiserdung, Sicherungserdung, Blitzerdung oder Starkstromschutzterdung (siehe auch „Erdungswiderstand“ im Abschnitt „Der elektrische Widerstand“).
2. Für Sprechstellen sind bei Bedarf eine Stromkreiserdung und bei teilweiser oder völliger oberirdischer Leitungsführung auch eine Sicherungserdung vorzusehen.
3. Als Erder werden meistens Wasser- oder Gasleitungen benutzt, die mit der Erdungsleitung durch Spannverbinder verbunden werden.

4. Wasser- und Gasmesser sind stets zu überbrücken, wenn die Rohranschlußstelle vom Werk aus gesehen hinter dem Messer liegt.
5. Die Erdungsleitungen sind in feuchten Räumen auf Klemmrollen zu befestigen und mit Lack anzustreichen.
6. Erdungen für Fernmeldeanlagen dürfen mit Erdungsleitungen für Starkstromanlagen nicht metallisch verbunden werden. Bei Starkstromanlagen mit Nennspannungen von 1000 V und darüber müssen beide Erder mindestens 20 m voneinander entfernt sein.
7. Beim Fehlen eines Wasser- oder Gasleitungsnetzes ist eine Rohr- oder Bandstahlerdung herzustellen (TBO, Teil 4, § 55 b und c).
8. Treten bei Benutzung der Wasser- oder Gasleitungserder Geräuschstörungen auf, so ist eine Kabelmantelerdung herzustellen (TBO 4, § 57).
9. Um das Mithören zu verhindern, wird bei jeder neu einzurichtenden Sprechstelle die metallische Schutzhülle des Innenkabels geerdet (an der Trenndose mit Erdungsleitung oder mit Außenkabelmantel verbinden).
10. Hausblitzableitungen oder damit verbundene Metallmassen dürfen nicht allein als Erder benutzt werden. Sie sind aber mit der Sprechstellenerdung zu verbinden, wenn der Abstand 5 m oder weniger beträgt.
11. Die Erdungsleitungen innerhalb der Gebäude sind möglichst kurz zu halten.
12. Als Erdungsleitung zwischen Trenndose und den Apparaten dienen je nach Art der Innenleitungsführung und der Baustoffe Erdseile ($2 \times 1,5$ mm Kupferdraht), eine besondere 1 mm starke Ader des verwendeten Rohrdrahts, eine gleichstarke Ader der bei Unterputzführung verwendeten Gummischlauchleitung oder der Kabelmantel.
Die Erdungsleitung ist an die Erdklemme der Trenndose usw. heranzuführen.
Näheres über Herstellung und Messung der Erdungen siehe TBO 4, §§ 52 ... 62.

Einfache Prüfung der Erdungen bei Sprechstellen mit dem Widerstandsmesser (vom Prüfschrank aus).

Man läßt die Erdungsleitung und beide Zweige der Anschlußleitung von den Apparaten abnehmen und macht folgende Messungen:

1. Die Erdungsleitung wird mit dem a-Zweig der Anschlußleitung verbunden.
Das Meßergebnis sei $r_1 \Omega$ (Widerstandsmessung).
2. Die Erdungsleitung wird mit dem b-Zweig verbunden; gemessen seien $r_2 \Omega$.
3. Die Leitungszweige werden unmittelbar verbunden (Schleifenwiderstand); das Meßergebnis sei $r_3 \Omega$.
Der Widerstand der Erdung ergibt sich dann aus der Beziehung

$$r_e = \frac{r_1 + r_2 - r_3}{2} \Omega.$$

Beispiel: $r_1 = 120 \Omega$, $r_2 = 122$ und $r_3 = 220$

$$\text{Erdungswiderstand } r_e = \frac{120 + 122 - 220}{2} = \frac{22}{2} = 11 \Omega.$$

Die Gleichstrommessungen sind nicht ganz genau, weil an den Erdern Polarisierung auftritt. Beim Messen mit einer Wechselstrommeßbrücke fallen diese Erscheinungen weg.

Anschließen von Drahtfunkleitungen

I. Allgemeines über den Drahtfunk.

Im Hochfrequenzdrahtfunk (Drf) werden die Rundfunkdarbietungen unter Verwendung von Trägerfrequenzen über Drahtleitungen übertragen. Die Hochfrequenzleistung wird also nicht — wie bei den Rundfunksendern — in den Raum gestrahlt, sondern ausschließlich über unbelastete Kabel- oder Freileitungen des DRP-Fernmeldenetzes verteilt. Die Leitungen werden also für Fernsprechzwecke und für den Drahtfunk gleichzeitig benutzt. Der Drahtfunk ist weitgehend frei von atmosphärischen Störungen und wird nicht von Störsendern usw. beeinflußt. Er kann nur von Drahtfunkteilnehmern abgehört werden.

Trägerfrequenzen.

Als Träger werden Frequenzen benutzt, die im Empfangsbereich der Rundfunkempfänger liegen, und zwar die unteren Rundfunkfrequenzen — langen Wellen —, die in den Kabelleitungen nicht so stark gedämpft werden wie höhere Frequenzen.

Um gleichzeitig 3 Darbietungen übermitteln zu können, werden drei Trägerfrequenzen z. B. 160, 205 und 240 kHz benutzt.

Der geringste gegenseitige Abstand der Frequenzen beträgt 30 kHz im Gegensatz zu dem geringen Abstand von 9 kHz bei drahtlosen Sendern. Dadurch können die Seitenbänder größere Breiten erhalten, so daß besonders hochwertige Musik übertragen werden kann.

II. Drahtfunktender und Drahtfunkverstärker.

Die Rundfunkdarbietungen werden Drahtfunksendeämtern über das Rundfunkleitungsnetz zugeführt. Für jede Sendefolge ist ein Drahtfunktender vorgesehen, der die Trägerfrequenz erzeugt. Im Sender wird die über die Rundfunkleitung kommende Niederfrequenzspannung dem Träger aufgedrückt und mit beiden Seitenbändern Verstärkern zugeleitet. Die Verstärkung wird entweder für die 3 Frequenzbänder der einzelnen Träger gemeinsam in Breitbandverstärkern oder einzeln in Kanalverstärkern durchgeführt.

Die Drahtfunkleistung muß für jede Trägerfrequenz so bemessen werden, daß am Eingang des Empfangsgerätes bei nicht-gemodeltem Träger mindestens 25 mV (effektiv) zur Verfügung stehen. Bei dieser Spannung kann mit einem Volksempfänger VE 301 ohne Rückkoppeln empfangen werden.

Die Sendeleistung ist von der Art und Länge der Drahtfunkanschlußleitung und von der Zahl der an diese Leitung angeschlossenen Drahtfunkteilnehmer abhängig.

Aus wirtschaftlichen Gründen und zur Vereinfachung des Drahtfunkdienstes sind nur 4 Versorgungsgruppen vorgesehen:

(gemessen an einem Belastungswiderstand von 150 Ω)

Versorgungsgruppe I: Leistung 0,75 mW

Versorgungsgruppe II: Leistung 3,0 mW

Versorgungsgruppe III: Leistung 12,0 mW

Versorgungsgruppe IV: Leistung über 12,0 mW

(Anschaltung über Sonderübertrager)

Leistungsstufen bei Drahtfunkverbindungsleitungen: 24,0; 48,0; 96,0; 192,0 und mit voller Verstärkung 500 mW.

Zur Einstufung der Drahtfunkanschlußleitung in eine der Versorgungsgruppen wird die Sendeleistung in jedem einzelnen Falle berechnet.

Bei Kabelleitungen wird für die Berechnung eine Empfangsspannung von 25 mV_{eff} (an 150 Ω und die höchste Frequenz) zugrunde gelegt, während auf Freileitungen eine Nutzspannung von mindestens 100 mV_{eff} an 150 Ω vorhanden sein muß, damit sie möglichst hoch über der Störspannung liegt.

Diese höhere Spannung wird in der Drahtfunkanschaltdose durch Längs- und Querwiderstände soweit herabgesetzt, daß das Empfangsgerät nicht übersteuert werden kann.

III. Das Drahtfunkleitungsnetz.

Das Drahtfunknetz (Drf-Netz) ist in Drahtfunknetzgruppen (Drf-Netzgr.) unterteilt. Jede Netzgruppe erhält ein Drahtfunksendeamt (DsendA) mit 3 Sendern, es ist im allgemeinen mit einem Rundfunkverstärkeramt vereinigt. Das Drahtfunksendeamt versorgt über Drahtfunkverstärker die Drahtfunkteilnehmer im Bereiche der zugehörigen Vermittlungsstelle und über weitere Drahtfunkverstärkerämter die anderen Teilnehmer im Bezirk eines oder mehrerer Überweisungsfernämter. Die Drahtfunkverstärkerämter sind bei den Vermittlungsstellen untergebracht; sie brauchen nicht immer unmittelbar mit dem Sendeamt verbunden zu sein, vielmehr können mehrere Verstärkerämter hintereinander geschaltet werden.

Sende- und Verstärkerämter werden durch Drahtfunkverbindungsleitungen (DVL) miteinander verbunden (unbelastete Fernsprechleitungen oder für den Drahtfunk besonders vorgesehene Adern in Fernleitungskabeln). Sie dienen auch als Verbindungsleitungen der Verstärkerämter untereinander.

Die Drahtfunkteilnehmer (Drf-Tln) werden über das Fernsprechananschlußnetz an die Drahtfunkverstärkerämter angeschlossen. Die für den Drahtfunk mitbenutzten Teilnehmeranschlußleitungen heißen Drahtfunkanschlußleitungen (DAL).

Wenn nicht genügend Fernsprechhauptanschlüsse vorhanden sind, werden besondere Drahtfunkanschlußspeiseleitungen (DALsp) verwendet, die nur hochfrequent benutzt werden (Ausnahmefälle!).

IV. Anschaltung von Drahtfunkteilnehmern.

Drahtfunkteilnehmer werden einzeln (Drahtfunkeinzelschluß) oder in Gruppen (Drahtfunksammelanschluß) an das nächste Verstärkeramt herangeführt. Sammelanschlüsse müssen gebildet werden, weil die Zahl der Teilnehmeranschlußleitungen erheblich kleiner ist, als die Zahl der anzuschließenden Drahtfunkteilnehmer.

Die Drahtfunkleistung wird der Anschlußleitung über eine Drahtfunkamtsweiche (DWA) zugeführt (Bild 66). Diese Amtsweiche besteht aus einem Tiefpaßfilter (tiefe Frequenzen werden durchgelassen) und einer Ankopplungswicklung (Hochpaß)

zur hochfrequenten Ankoppelung der Drahtfunkleitung. — Für die Sendegruppe III besteht der Hochpaß nur aus Kondensatoren.

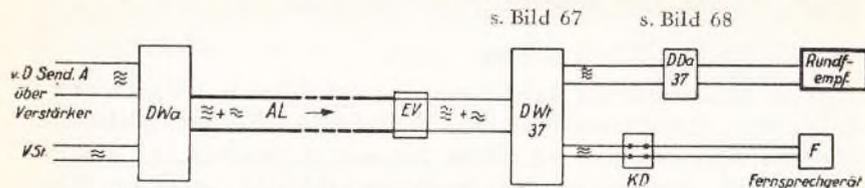


Bild 66. Grundsätzliche Schaltung eines Drahtfunkanschlusses.
 Erläuterung:
 DWa Drahtfunkamtsweiche, AL Anschlußleitung, EV Endverzweiger, DWt Drahtfunkteilnehmerweiche.
 DDa Drahtfunkanschaltdose, F Fernsprechgerät, KD Klemmendose.

Das Tiefpaßfilter hat die Aufgabe, die Drahtfunkfrequenzen von den Amtseinrichtungen fernzuhalten und zu verhindern, daß hochfrequente Störspannungen von den Amtseinrichtungen her auf die Drahtfunkleitung gelangen können.

Auf der anderen Seite der Anschlußleitung wird ebenfalls eine elektrische Weiche — die Drahtfunkteilnehmerweiche (DWt) — eingeschaltet (Bild 67).

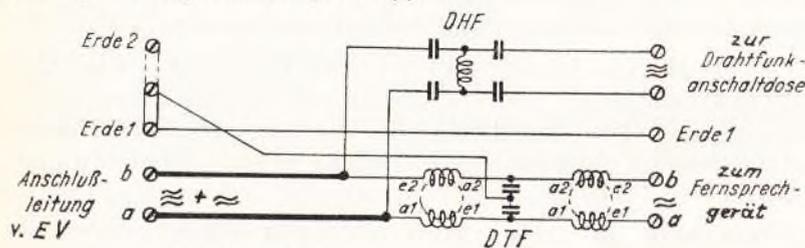


Bild 67. Drahtfunkteilnehmerweiche 37 (DWt 37).

Sie hält die Drahtfunkfrequenzen vom Fernsprechapparat und die niederfrequenten Fernsprechströme und hochfrequente Störströme, die beim Wählen entstehen, vom Empfangsgerät fern. Die Fernsprechströme fließen über das Drahtfunktiefpaßfilter (DTF, Bild 67), während die Hochfrequenzströme über das Hochpaßfilter (DHF) der Drahtfunkanschaltdose zugeführt werden. Das Hochpaßfilter verhindert, daß Drahtfunkteilnehmer einer Sammelschaltung auf der zugehörigen Drahtfunkanschlußleitung geführte Gespräche abhören können.

Das Rundfunkempfangsgerät wird über eine geschirmte Anschlußschrumpfung an die Drahtfunkanschaltdose (DDa) angeschlossen

(hierzu Bilder 66 und 68). Die Rundfunkdarbietungen können mit jedem Rundfunkempfänger (mit Langwellenbereich) abgehört werden; Volksempfänger und andere Einkreisgeräte brauchen zur Erhöhung der Trennschärfe und zur Regelung der Lautstärke im allgemeinen ein Vorsatzgerät. Der Drahtfunkteilnehmer kann wahlweise Rundfunk oder Drahtfunk hören; zum Umschalten dient ein Umschalter an der Drahtfunkanschaltdose (Bild 68). Außerdem enthält die Anschaltdose einen Hochfrequenzübertrager und Klemmen zum Anschließen von Längs- und Querwiderständen. Beide sollen Drahtfunkteilnehmer, die an Sammelschlüsse herangeführt sind, hochfrequent entkoppeln.

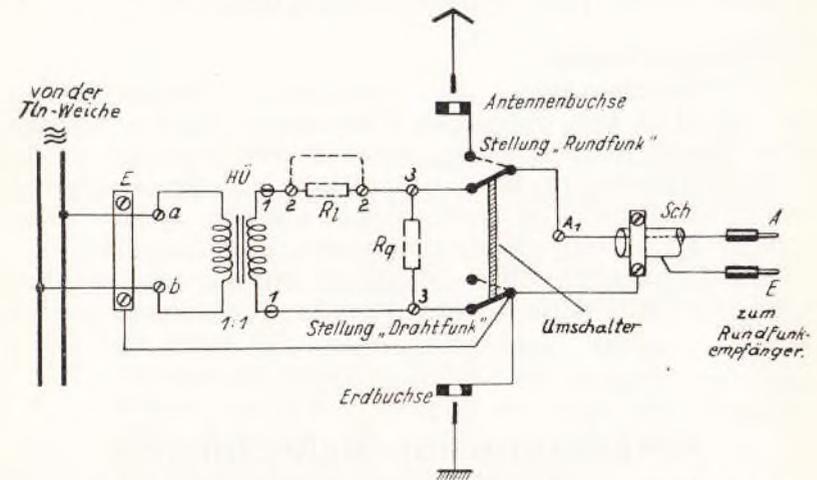


Bild 68. Drahtfunkanschaltdose 37 (DDa 37) zum wechselweisen Empfang von Drahtfunk- und drahtlosen Sendungen.

Erläuterungen zum Bild 68:

- a und b: Klemmen zum Festlegen der ankommenden Versorgungsleitung.
 - HÜ: Hochfrequenzübertrager.
 - Rl: Längswiderstand (Längsglied).
 - Rq: Querwiderstand (Querglied).
 - Sch: Einadrige geschirmte Anschlußschrumpfung zum Anschließen des Rundfunkempfangsgeräts.
- Der Umschalter kann in der Stellung „Drahtfunk“ verplombt werden.

Die Hochfrequenzkopplung soll die gegenseitige Beeinflussung der Empfangsgeräte (beim Abstimmen) durch Drahtfunkteilnehmer herabsetzen.

Niederfrequent werden die Drahtfunkteilnehmer im wesentlichen durch den in der DDa enthaltenen Übertrager entkoppelt, der für die Sprachfrequenzen praktisch einen Kurzschluß darstellt.

Die niederfrequente Entkopplung verhindert, daß Drahtfunkteilnehmer mit Hilfe unrechtmäßig angeschalteter Fernsprechapparate über Drahtfunkleitungen in Verbindung treten.

Die Widerstandsordnung dient außerdem zur Herabsetzung höherer Nutzspannungen auf eine Empfangsspannung von etwa $25 \text{ mV}^{\text{eff}}$ an den Ausgangsklemmen der Drahtfunkanschaltdose.

Der Hochfrequenzübertrager verhindert gleichzeitig den Übergang von Starkstrom aus schadhafte Empfangsgeräten auf die Drahtfunkleitung.

Drahtfunksammelanschlüsse werden über Verzweigungsdosen an die Teilnehmerweiche herangeführt.

V. Schlußbemerkungen.

In Fernsprechleitungen, die niederfrequente Ströme führen, kann mit Hilfe eines Fernhörers leicht geprüft werden, ob eine Leitung besetzt ist. Bei hochfrequenten Drahtfunkströmen ist das nur mit Hilfe eines Hochfrequenzmeßgeräts oder Empfangsgeräts möglich. Im Anschlußnetz muß daher mit großer Vorsicht gearbeitet werden, damit Leitungstrennungen vermieden werden.

Bevor Fernsprechanlüsse aufgehoben werden, ist festzustellen, ob die Leitung nicht für Drahtfunkzwecke weiterbenutzt werden soll.

Starkstromschutzmaßnahmen

Auszug aus der TBO 15.

Bei Kreuzungen und Näherungen von Fernmeldeanlagen mit Starkstromanlagen sind folgende Schutzmaßnahmen vorgeschrieben:

I. Schutzmaßnahmen bei Kreuzungen oberirdischer Anlagen.

a) Mindestabstände.

In waagerechter Richtung darf der Abstand zwischen den Bauteilen der Anlagen nicht kleiner als 1,25 m sein. Zu den Bauteilen rechnen Stangen, Maste, Anker, Streben, Querträger, Isolatorenstützen, Isolatoren, Leitungen, Schutzdrähte und Schutznetze.

In senkrechter Richtung müssen die nachstehenden Abstände auch bei dem größten Durchhang der Leitungen gewahrt bleiben, der im Sommer bei $+40^\circ\text{C}$ und im Winter bei -5°C und Eislast auftreten kann.

1. Zwischen den Fernmeldeleitungen und den Leitungen von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1000 V und darüber 2 m.

Zu den Starkstromleitungen gehören alle an den Starkstrommasten der Kreuzungsstelle verlegten Leitungen, die nicht geerdet sind.

Ein Mindestabstand von 1,5 m muß auch noch vorhanden sein, wenn bei senkrecht hängenden Isolatorenketten eine Starkstromleitung im Nachbarfeld reißt oder eine Kette einer Doppelabspannkette schadhafte geworden ist.

2. Zwischen den Fernmeldeleitungen und geerdeten Bauteilen der Starkstromanlagen 1 m.

3. Zwischen den Fernmeldeleitungen und den mit erhöhter Sicherheit darüber verlegten Starkstromleitungen mit Betriebsspannungen von 250 bis 1000 V 1,5 m.

4. Zwischen den Fernmeldeleitungen und den Starkstromleitungen mit Betriebsspannungen bis höchstens 250 V gegen Erde (früher Niederspannungsleitungen genannt) 1 m.

5. Bei Kreuzungen elektrisch betriebener Bahnen und bei Treideleien muß der geringste Abstand zwischen dem tiefsten Punkt der überkreuzenden Fernmeldeleitungen und dem höchsten Spannung führenden Punkt der Fahrleitung mindestens 3 m betragen. Dieser Abstand muß auch zwischen den Fahrleitungen und Schutznetzen oder Schutzdrähten eingehalten werden, die unter den Fernmeldeleitungen verlegt sind.

b) Bauweise oberirdischer Starkstromanlagen.

1. Oberirdische Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen bis höchstens 250 V gegen Erde sind so zu errichten und zu unterhalten, daß Gefahren für die Allgemeinheit sicher verhütet werden. Um dies zu erreichen, hat der Verband Deutscher Elektrotechniker Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen aufgestellt, nach denen sich die Überlandzentralen beim Bau ihrer Anlagen richten. Nach diesen Vorschriften können als Stützpunkte Stahlmaste, Eisenbetonmaste, getränkte oder an den gefährdeten Stellen (Einspannstelle und Zopf) durch Holzschutzbandagen gegen Fäulnis geschützte Holzmaste, rohe Holzmaste mit besonderen Erdfüßen, Dachgestänge sowie sorgfältig befestigte Mauerbügel benutzt werden. Die Stützpunkte müssen standsicher aufgestellt werden.

2. Isolatorenstützen, die auf Zug beansprucht werden, sind gegen Lockern und Herausfallen zu sichern. An Holzmasten müssen auf Zug beanspruchte Isolatorenstützen als durchgehende Stützen mit Unterlegscheibe und Mutter ausgebildet werden.
3. Die Leitungen sind auf gerader Strecke auf der Mastseite der Isolatoren und in Winkelpunkten so zu befestigen, daß sich die Leitungen unter dem Einfluß des Zuges gegen die Isolatoren legen. Die Leitungen müssen sorgfältig an den Isolatoren befestigt sein. In den Kreuzungsfeldern dürfen die Leitungen nicht durch umbrechende Bäume oder abbrechende Äste gefährdet werden. Schutznetze müssen so angeordnet sein, daß herabfallende Starkstromleitungen sicher aufgefangen werden. Die Schutznetze und ihre Erdungen sind dauernd betriebsfähig zu erhalten. Auftretende Schäden müssen in kürzester Frist ausgebessert werden.

Für Schutzdrähte gilt das gleiche wie für Schutznetze.

4. Isolierte Leitungen sind nach den neueren Erfahrungen keine zuverlässige Schutzvorkehrung, weil die Isolierhülle mit der Zeit schadhafte wird und dann keinen Schutz gegen Starkstromübergang mehr bildet. Bei Postkreuzungen werden daher isolierte Leitungen wie blanke Leitungen verlegt. Isolierte Leitungen sind zu ersetzen, wenn die Isolierhülle den Anforderungen nicht mehr genügt.

II. Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen oberirdischer und unterirdischer Anlagen.

1. Von den Bauteilen oberirdischer Starkstromanlagen müssen im Erdboden verlegte Fernmeldekabel mindestens 0,3 m entfernt bleiben. Bei einem Abstand von weniger als 0,8 m sind die Fernmeldekabel gegen mechanische Beschädigungen zuverlässig zu schützen. Dieser Schutz muß zu beiden Seiten der Näherungs- oder Kreuzungsstelle um mindestens 0,5 m hinausragen. Sofern ein Abstand von 0,3 m eingehalten werden kann und die Fernmeldekabel gegen mechanische Beschädigungen geschützt werden, können sie zwischen den Gestängen, Ankern oder Streben der oberirdischen Anlagen verlegt werden. Durch Fundamente oder Maste dürfen Fernmeldekabel nicht überbaut werden.

2. Beim Zusammentreffen von Starkstromkabeln mit oberirdischen Fernmeldeanlagen gelten die vorstehenden Abstände sinngemäß.

III. Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen unterirdischer Anlagen.

Fernmeldekabel sind bei einem Abstand von weniger als 0,3 m von Starkstromkabeln auf der den Starkstromkabeln zugekehrten Seite zum Schutz gegen Wärmewirkungen mit Kabelschutzhauben aus gebranntem Ton abzudecken. Dieser Schutz muß zu beiden Seiten der gekreuzten Stelle um mindestens 0,5 m hinausragen. Starkstromkabel sind in gefährlicher Nähe von Kabelkanälen oder bei der Unterkreuzung von Fernmeldekabeln gegen mechanische Beschädigungen zuverlässig zu schützen (z. B. durch Kabelschutzhauben und dgl.).

IV. Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen von Fernmelde- und Starkstromanlagen in Gebäuden.

Bei Kreuzungen zwischen Fernmelde- und Starkstromanlagen innerhalb von Gebäuden ist ein Mindestabstand von 10 mm einzuhalten. Die Leitungen sind bei Parallelführungen so weit voneinander entfernt zu verlegen, daß eine störende Beeinflussung vermieden wird. Bei den unter Putz verlegten Leitungen darf eine Beeinflussung einer Leitung durch die Beschädigung einer anderen nicht eintreten.

Zwischen ortsveränderlichen Teilen der Fernmeldeanlagen und denen der Starkstromanlagen ist eine räumliche Trennung anzustreben, um schädliche Beeinflussungen zu verhindern.

Zweiter Teil

Fernsprechapparate, Nebenstellenanlagen

Für jeden Fernsprechapparat sind folgende Unterabschnitte vorgesehen:

- I. **Lichtbild.**
- II. **Übersichtsschaltung.**
(Bei größeren Anlagen Schaltungsauszüge.)
- III. **Verwendungszweck.**
- IV. **Anschließen der Apparate.**
(Klemmenbezeichnung.)
- V. **Bedienung.**
(Kurze Angaben über den Zweck und die Handhabung der Tasten, Schalthebel, Schnüre usw.)
- VI. **Fehlerbeispiele.**
Ursache, Eingrenzung und Beseitigung der Fehler.

Allgemeines zum II. Teil.

Wie hat der Entstörer beim Eingrenzen von Störungen vorzugehen?

Die Fernsprechapparate der Sprechstellen sind zunächst an Hand der Bedienungsanweisung auf ihre richtige Arbeitsweise hin zu prüfen.

Dadurch kann man in den meisten Fällen feststellen, in welchem Teil der Einrichtung der Fehler liegt. Für die nähere Eingrenzung ist aus der Gesamtschaltung nur der Teil herauszusuchen, der nach Art des Fehlers in Betracht kommt. Nach diesem Schaltungsauszug ist planmäßig einzugrenzen.

Zum Fehlereingrenzen benutzt man im allgemeinen den Prüfhörer, während das Meßgerät (Strom- und Spannungsmesser G 3) nur in den Fällen angewendet wird, in denen Stromverhältnisse untersucht werden sollen, die mit dem Fernhörer nicht zu übersehen sind.

Der Fernhörer hat gegenüber allen sonstigen Geräten den Vorteil der Empfindlichkeit und einfachen Handhabung.

Einfaches Beispiel für die Handhabung des Prüfhörers: Im Stromlauf Bild 71 soll eine Unterbrechung zwischen den Klemmen a und b mit dem Hörer eingegrenzt werden.

Eine Anschlußschnur des Prüfhörers wird an die Klemme b angeklemmt; mit der andern Anschlußschnur, der Prüfspitze, tastet man die Punkte 1...7 der Reihe nach ab. Im Hörer ist solange ein Knacken wahrzunehmen, bis die Unterbrechungsstelle überschritten worden ist. Dahinter ist nur ein leises oder gar kein Geräusch hörbar.

Je größer die Stromstärke im Hörer ist, desto lauter sind die Knackgeräusche zu hören.

In den im II. Teil gebrachten Störungsbeispielen konnten nicht immer alle Ursachen der Störungserscheinung aufgeführt werden, damit die Abschnitte nicht zu großen Umfang annehmen.

In solchen Fällen wird sich beim Prüfen der Arbeitsweise der Apparate ergeben, ob die im Text angenommene Fehlerursache in Betracht kommt oder nicht.

Tischapparat W 24

I.

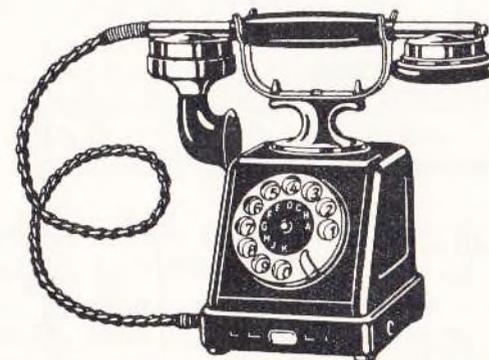


Bild 69.

II. Übersichtsschaltungen:

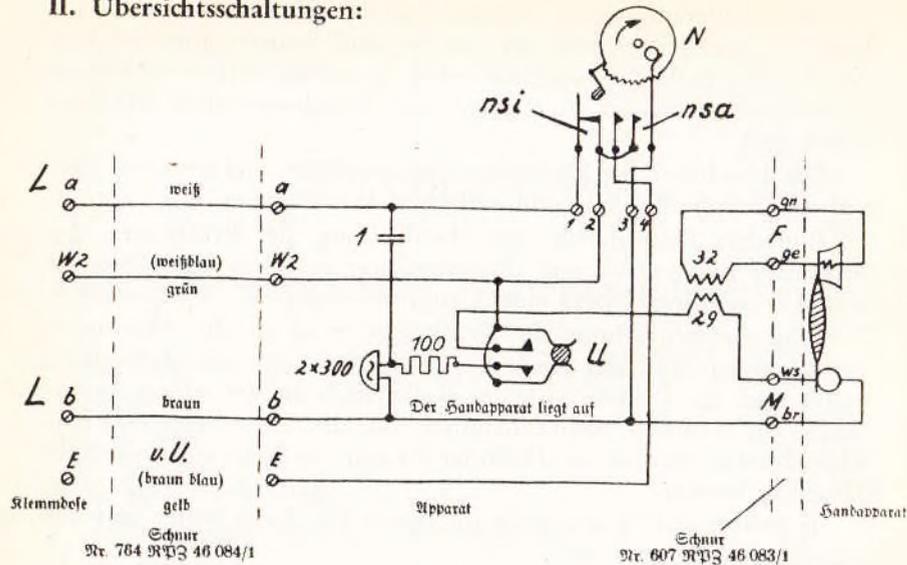


Bild 70.

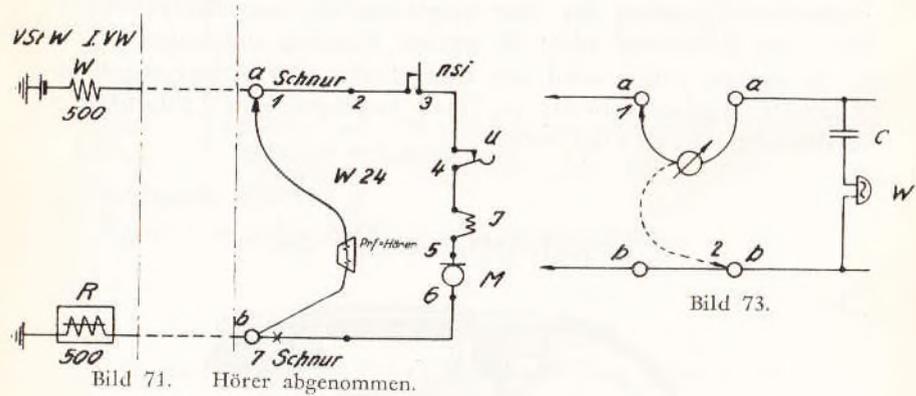


Bild 71. Hörer abgenommen.

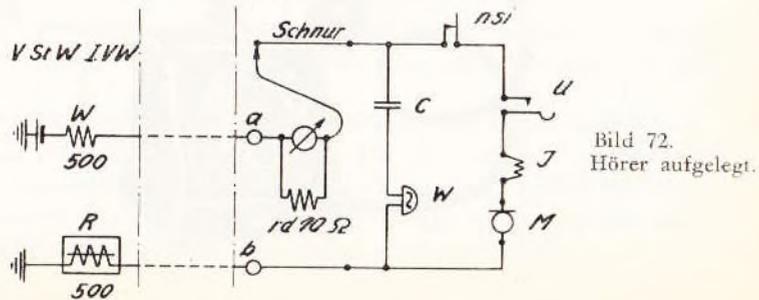


Bild 72. Hörer aufgelegt.

III. Verwendungszweck:

Als Einzelsprechstelle (Haupt- oder Nebenstelle).

Als zweiter Sprechapparat (siehe S. 132).

Als ortsveränderlicher Apparat mit Stecker (in Anschlußdosenanlagen siehe S. 135).

IV. Anschließen:

Der Apparat ist nach den im Bild 70 (links) angegebenen Schnurfarben anzuschließen.

Als zweiter Wecker wird ein Wecker ZB 26 zwischen Lb und W 2 geschaltet.

Ein zweiter Fernhörer wird an die mit „F“ bezeichneten Klemmen gelegt, d. h. parallel zum Apparatfern Hörer.

V. Bedienung:

Durch Abnehmen des Handapparates wird der Umschalter „U“ (Bild 70) betätigt.

Zu beachten ist, daß die Gabel nicht klemmt, damit der Gabelumschalter ordnungsmäßig arbeitet.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Kein Amtszeichen (aber Ruf geht ein).

Ursachen:

- Mikrophonkapsel gibt keinen Kontakt.
- nsi-Kontakt offen.
- Oberer Umschalterkontakt (Bild 70) schließt nicht.
- Schlechte Klemmenverbindung oder schlechte Lötstelle.

Eingrenzen (s. Bild 71):

b-Ltg. auftrennen \times und den Prüfhörer (oder auch den Spannungsmesser mit Vorwiderstand) an die b-Außenltg. anschließen; mit der anderen Anschlußschnur des Hörers (oder des Meßgeräts) werden die Punkte 1 bis 7 abgetastet. Das laute Knackgeräusch verschwindet, sobald die Fehlerstelle überschritten wird.

Der Vorwiderstand für das Meßgerät verhindert das Anlaufen der Vorwähler in VStW.

Das Auftrennen der b-Ader hat den Zweck, daß beim Prüfen der Schnur zwischen den Punkten 6 und 7 das Prüfgerät nicht kurzgeschlossen wird.

Beseitigung des Fehlers:

- zu a) Kontaktstellen reinigen, Feder anspannen, bzw. schadhafte Kapsel auswechseln.
- zu b) Nummernscheibe auswechseln.
Das Arbeiten an der Nummernscheibe ist dem Entstörer untersagt, weil ihre ordnungsmäßige Einstellung nur mit Hilfe eines Stromstoßschreibers möglich ist.
- zu c) Kontakt reinigen, Kontaktdruck einstellen.
- zu d) Klemmen reinigen und anziehen, Lötung neu ausführen.

2. Fehler:

a/b-Nebenschluß (Schleife), Amtszeichen leise, kein Ruf oder schwacher Ruf.

Ursache:

- Stromübergang von a- nach b-Ltg,
- a) feuchte Schnur,
- b) Kondensator durchgeschlagen.

Eingrenzen (s. Bild 72):

Hörer aufgelegt!

a-Ltg. auftrennen, Spannungsmesser in die a/b-Schleife schalten, 10 Ω -Nebenschluß zunächst einschalten, um das Meßgerät vor zu hoher Stromstärke zu schützen, erst wenn der Ausschlag zu klein ist, wird der 10 Ω -Nebenschluß ausgeschaltet. Dafür werden außen 55 Ω parallel geschaltet.

Die in der a/b-Schleife liegenden Kontaktstellen werden der Reihe nach isoliert.

Zeigerausschlag verschwindet, wenn Kontaktstellen vor dem Nebenschluß isoliert werden, er bleibt bestehen, wenn die Kontakte hinter dem Nebenschluß isoliert werden.

Der Fehler kann aber ebenso leicht mit dem Prüfhörer eingegrenzt werden:

Beseitigung:

- zu a) Anschlußschnur auswechseln (dabei prüfen, ob keine Schnuradervertauschung vorhanden).
- zu b) Kondensator auswechseln.
Bild 73 zeigt das Prüfen des Kondensators: 1. Ladung, 2. Entladung.

Trotz mehrmaliger Berührung des Punktes La darf das Meßgerät nur **einen** Ladeausschlag zeigen, bei Berührung des Punktes Lb schlägt der Zeiger nach der anderen Seite aus (Entladestromstoß).

Beide Ausschläge müssen gleich groß sein.

3. Fehler:

Nummernscheibe läßt sich nicht aufziehen.

Ursache:

Sperrfeder hat sich über den Umschaltebügel gelegt.

Beseitigung:

Feder in die richtige Lage zurückbiegen.

4. Fehler:

Gabel wird beim Abnehmen des Hörers nicht hochgedrückt.

Ursache:

Umschaltebügel verbogen oder Zugfeder herausgesprungen.

Beseitigung:

Richten des Umschaltebügels oder Zugfeder einhängen. Sind die mechanischen Störungen nicht ohne weiteres zu beheben, so ist der Apparat auszuwechseln.

Störungen, die auf Fehler in der Anschlußleitung zurückzuführen sind, siehe unter „Leitungen und Leitungsstörungen“.

Tischapparat W 28**I.**

Bild 74.

II. Übersichtsschaltungen:

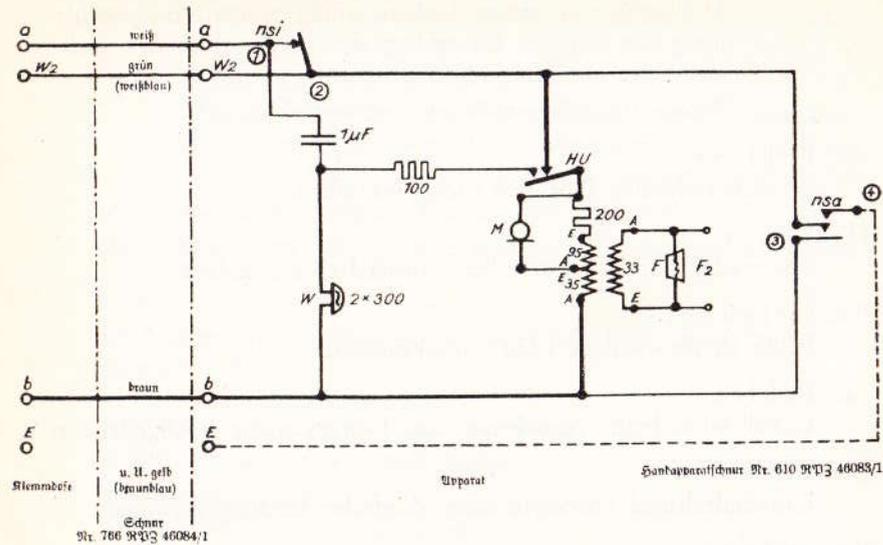


Bild 75.

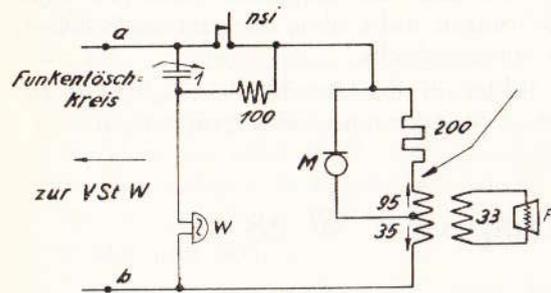


Bild 76. W 28, Gesprächszustand.

Dämpfungsschaltung.
Zweck: Die auf das Mikrophon treffenden Geräusche sollen im Fernhörer F nicht wahrgenommen werden.

III. Verwendungszweck:

(Wie unter III. Seite 127)

IV. Anschließen:

Nach den im Bild 75 (links) angegebenen Schnurfarben.

1. Bei Verwendung der Tischapparate W 28 in Netzen mit Erdsystem ist die dreiadrige Schnur durch eine vieradrige zu ersetzen (Nr. 767 RPZ 46084/I).
2. Besondere Wecker sind zwischen W₂ und b zu schalten.
3. 2. Fernhörer an die Klemmen F₂ anschließen.

V. Bedienung:

Durch Abnehmen des Handapparates wird der HU-Kontakt (Bild 75) geschlossen.

VI. Fehlerbeispiel:

Fehler:

Amtszeichen ertönt; nach dem Wählen: Hörverständigung, aber keine Sprechverständigung.

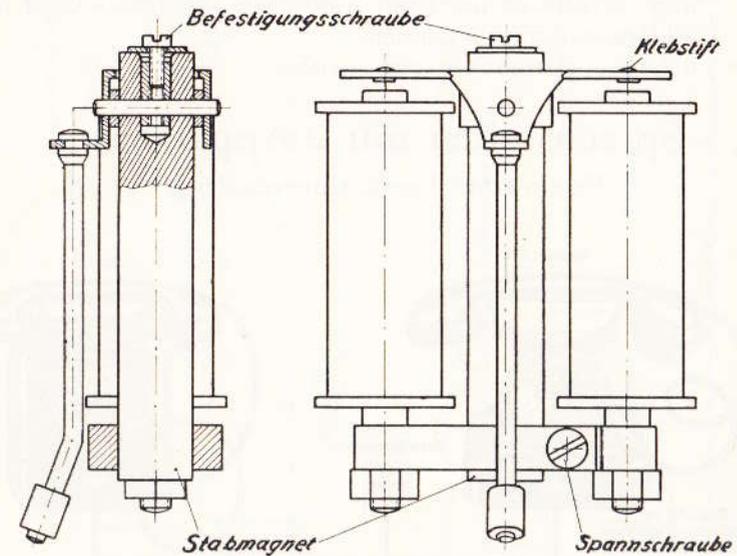


Bild 77.

Ursache:

Mikrophon gibt keinen Kontakt oder Kapsel schadhaf.

Beseitigung:

Kontaktstellen reinigen oder schadhafte Kapsel auswechseln.

Weitere Fehler elektrischer Art wie unter „Tischapparat W 24“.

Mechanischer Fehler: Wecker versagt.

Ruf kommt nicht an oder ist zu leise.

Ursache:

Wecker falsch eingestellt.

Beseitigung:

Durch Einstellen des Weckers (siehe Bild 77).

1. Auflageflächen des Ankers (zwischen Klebstiften und Polshuhen) reinigen.

2. Spansschraube etwas lösen.
3. Einstellblech 0,6 mm an der einen Seite zwischen Klebstift und Polschuh legen.
4. Stabmagnet nach unten drücken bis der Anker anliegt.
5. Spansschraube anziehen; der Anker muß parallel zu den Polschuhen stehen und leicht beweglich sein.
6. Glockenschalen durch Drehen so einstellen, daß der Klöppel bei angedrücktem Anker **nicht** an der Glockenschale anliegt; er darf sie nur beim Anschlagen berühren, damit die Schalen ausklingen können.
7. Befestigungsschrauben gut anziehen.

Sprechstellen mit 2 Apparaten

Vereinfachte Sprechstellenschaltung.

I.

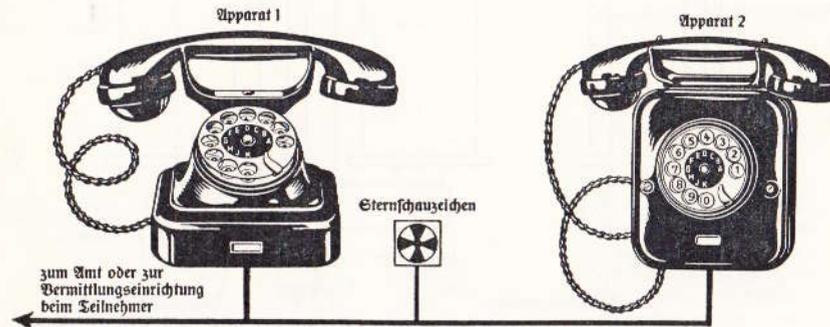


Bild 78. Zwei Sprechstellen mit einfachen Apparaten, die dauernd an der Leitung angeschaltet sind.

II. Übersichtsschaltungen: (Siehe nebenstehende Bilder.)

III. Verwendungszweck:

Als Haupt- oder Nebenstellenapparat.

IV. Anschließen:

Die beiden Apparate werden parallelgeschaltet unter Benutzung der Klemmen W_2 und b (Bild 79) oder der Klemmen W_2 und E beim Apparat $W 28a$ (Bild 80).

V. Bedienung:

Der Ruf kommt bei beiden Apparaten an, sie können gleichzeitig benutzt werden, dürfen aber nicht zum Sprechen untereinander dienen.

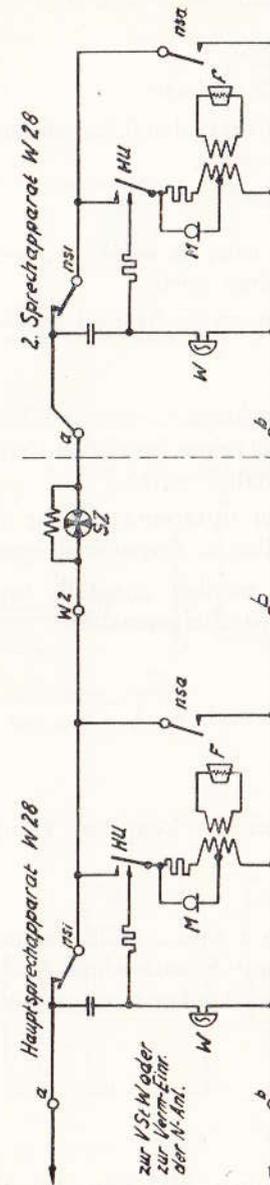


Bild 79.

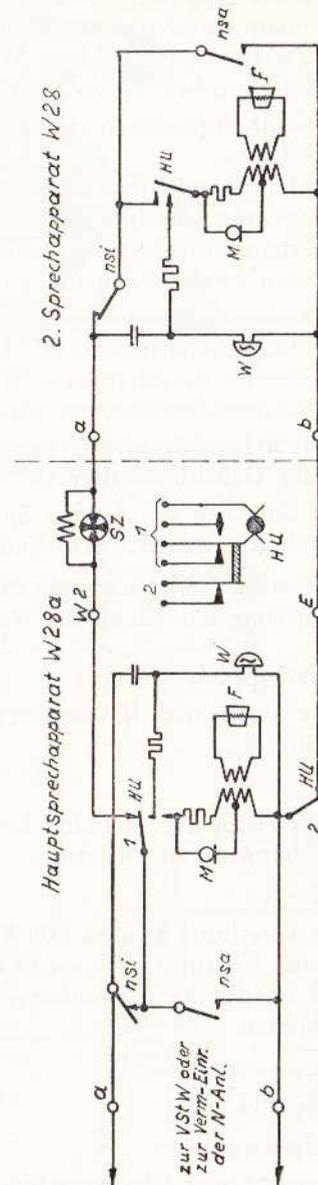


Bild 80.

Es ist zu unterscheiden:

1. Beide Apparate in demselben Raum (siehe Bild 79).
Hauptsprechapparat W 28.
Zweiter Sprechapparat W 28.
Schaueichen SZ 100 wird nicht angebracht.
2. Beide Apparate in zwei zusammenhängenden Räumen (siehe Bild 79).
Hauptsprechapparat W 28.
Zweiter Sprechapparat W 28.
Schaueichenkästchen wird angebracht; es zeigt an, wenn vom zweiten Apparat aus gesprochen wird.
3. Beide Apparate in getrennten Räumen (siehe Bild 80).
Hauptsprechapparat W 28a.
Zweiter Sprechapparat W 28.
Schaueichenkästchen wird angebracht.

Hierbei handelt es sich nicht um eine reine Parallelschaltung, da der Gabelumschalter als Wechselschalter wirkt.

Das Sprechen der beiden Sprechstellen untereinander ist also unmöglich, weil der Gabelumschalter den 2. Apparat abtrennt.

Bemerkung: Ältere Apparatbauarten werden ebenfalls unter Benutzung der Klemmen W₂ und b parallelgeschaltet.

VI. Fehlerbeispiel:

Siehe auch unter Tischapparate W 24 und W 28.
Zu Bild 80.

Fehler:

2. Sprechapparat stromlos, kein Amtszeichen, kein Ruf, Hauptsprechapparat in Ordnung.

Ursachen:

Unterbrechung an den HU-Kontakten 1 und 2 (Bild 80) oder an den Klemmen W₂, a, E, b, bzw. am Schauzeichenkästchen und in den Leitungsadern, die beide Apparate miteinander verbinden.

Eingrenzen:

Nach Bild 71.

Beseitigung:

Kontakte oder Klemmverbindung reinigen. HU-Kontakte einstellen.

Sprechstellen mit Anschlußdosen

I.

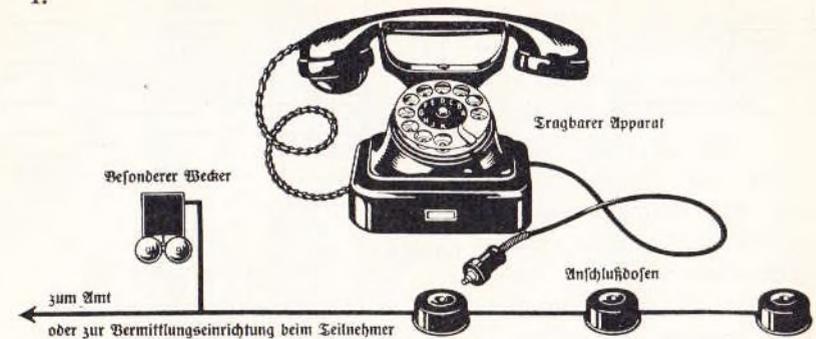


Bild 81.

II. Übersichtsschaltungen:

(Es bedeuten: D Anschlußdose, KD Klemmdose, TD Trenndose, Ltg Leitungseinführung, W besonderer Wecker.)

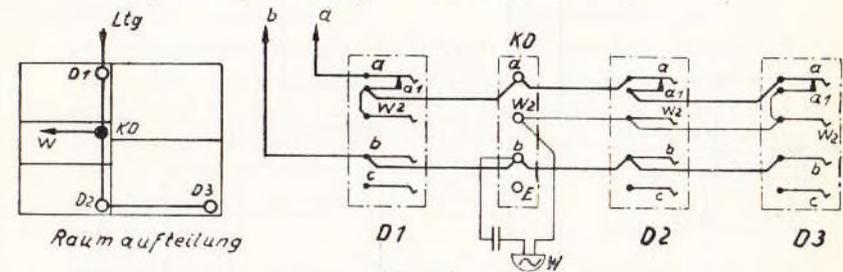


Bild 82.

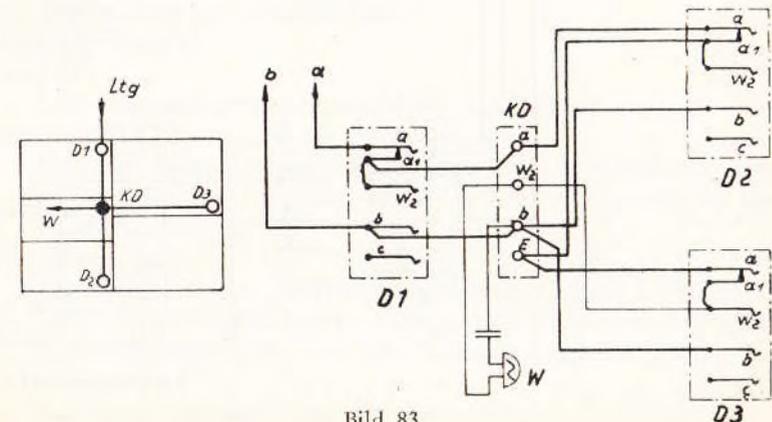


Bild 83.

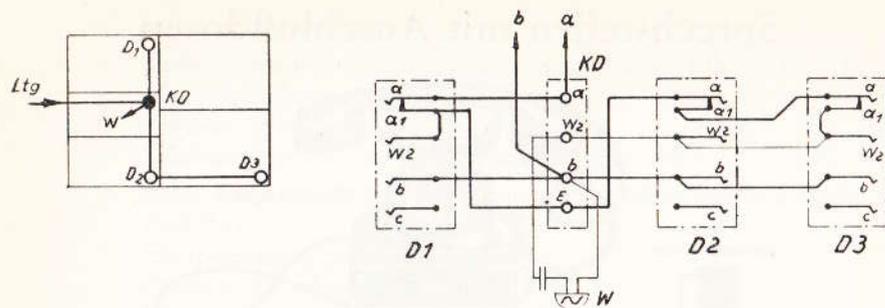


Bild 84.

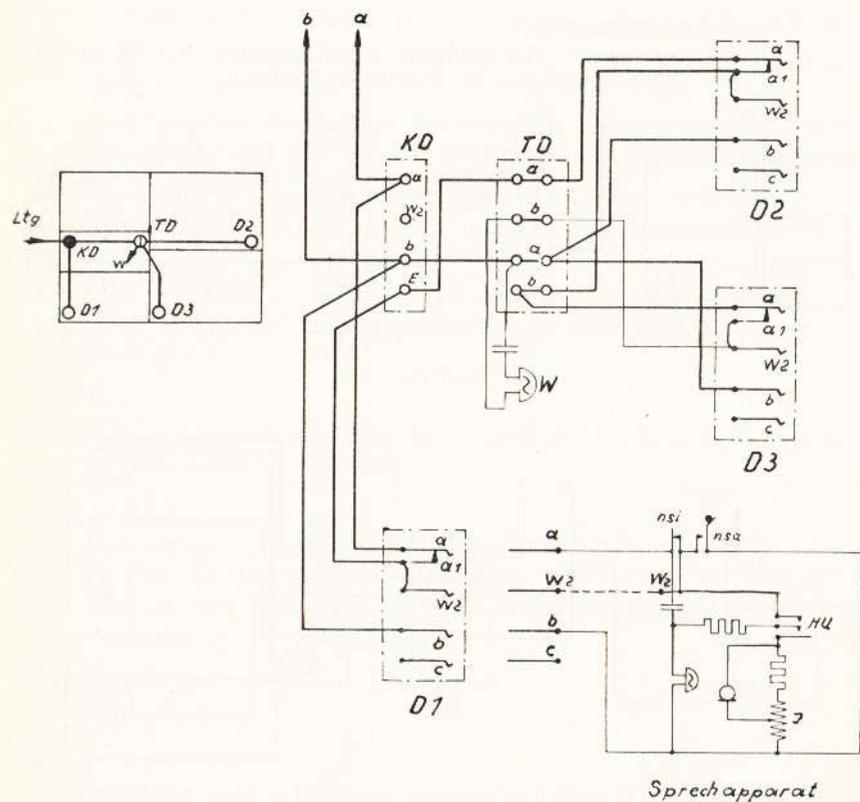


Bild 85.

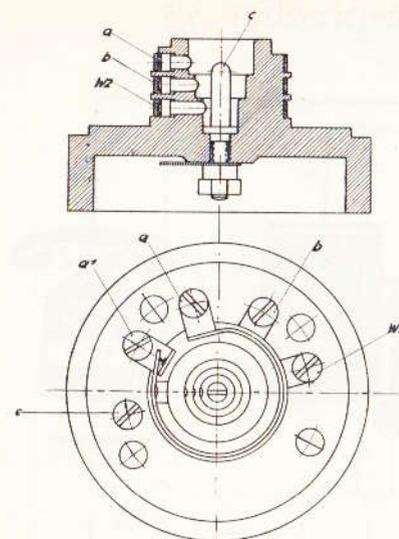


Bild 86. Anschlußdose 34.

Der besondere Wecker bleibt im allgemeinen eingeschaltet, wenn der Apparatstöpsel gesteckt ist. Wird die Abschaltung gewünscht, so muß die im Bild 85 punktiert gezeichnete Verbindung zur Klemme W_2 weggelassen werden.

Die c-Kontakte dienen zum Anschluß einer 4. Leitung bei Apparaten mit Erdtaste.

V. Bedienung:

Anschlußstecker beim Einsetzen bis zum Anschlag gut durchdrücken; der Stecker darf nicht durch Ziehen an der Anschlußschnur herausgerissen werden.

VI. Fehlerbeispiel:

Fehler:

Eine oder mehrere Anschlußdosen stromlos.

Ursache:

Unterbrechung in einer davorliegenden Anschlußdose, meist in der a-Leitung zwischen den Federn a und a_1 oder an losen Klemmschrauben.

Eingrenzen:

Man schaltet den Prüfhörer zwischen a_1 - und b-Federn der einzelnen Anschlußdosen; solange man hinter der Unterbrechungsstelle prüft, ist kein Knackgeräusch zu hören.

Beseitigung:

Kontakte reinigen, Feder nachspannen.

Der Apparat darf nicht als „Öffentlicher Fernsprecher“ gekennzeichnet werden.

IV. Anschließen:

Nach Bild 88 an die a- und b-Klemme. Die Klemme E war für Netze mit Erdsystem bestimmt. (Schaltung wird bei der DRP nicht mehr angewendet.)

Besondere Nummernscheibe: Vsch 544 d, sie ist nach den im Bild 88 angegebenen arabischen Ziffern 1...10 (bei Tischapparaten 1...8) anzuschließen.

V. Bedienung:

a) Wandapparate.

Hörer abnehmen.

VK Anrufstromkreis geschlossen (Bild 89), VK I und VK II schließen mit Verzögerung, dadurch wird das Geben von Wählstromstößen mit dem Hakenumschalter verhindert.

Geld einwerfen (10 Rpf. oder 2 mal 5 Rpf).

MF Der Münzfühlhebel MF legt sich beim Wählen gegen die Münze. Wird kein Geld eingeworfen, so schließt der MF-Kontakt den nsi-Kontakt kurz.

Wählen der Rufnummer (Bild 90).

dK₁ Beim ersten Aufziehen der Nummernscheibe schließt der Dekadenkontakt dK₁, beim 2. bzw. 3. Aufziehen der Wählscheibe wird dK₂ betätigt (Bild 88).

trk Wird die Wählscheibe am ordnungsmäßigen Ablauf gehindert, schließt der trk-Kontakt den nsi-Kontakt kurz.

o-Kontakt Der o-Kontakt schließt, wenn 04, 09 oder 00 gewählt wird (Ausführung I 9 oder 0, Ausführung II 04, 09, 00).

Betätigung des Schloßkontaktes.

SK Wird mit dem Sicherheitsschlüssel, der im Besitz des Teilnehmers ist, der Schloßkontakt umgelegt, so verhindert SK (Bild 88) den Kurzschluß des nsi-Kontaktes beim Wählen von 04, 09 oder 00 und beim Wählen ohne Münze.

Freizeichen und Meldung des angerufenen Teilnehmers (Hörstromkreis, Bild 91); keine Sprechverständigung.

Drücken des Zahlknopfes.

Das Geld fällt in den Geldbehälter.

KT Der KT^I-Kontakt verhindert das Auslösen der Verbindung mit dem nsi-Kontakt, ohne den Hörer anzuhängen.

Der KT^{II}-Kontakt überbrückt den Kondensator C₂; das Mikrofon erhält Speisestrom (Bild 91).

Hörer wird angehängt.

Sämtliche Kontakte gehen in Ruhestellung.

Wenn der Zahlknopf nicht gedrückt worden ist, fällt das Geld in den Rückgabebecher.

b) Tischapparate.

Unterschiede in der Bedienung und Schaltung. Tischapparate haben an Stelle des Münzkanals einen Münzschieber, in den ein 10-Rpf.-Stück flach hineingelegt wird; mittels eines Knopfes wird die Münze nach rechts gedrückt.

mk^I Dadurch wird ein Münzkontakt mk^I geschlossen, der den

mk^{II} Kondensator C₂—0,01 μF überbrückt. Der mk^{II}-Kontakt schließt während des Gesprächs den nsi-Kontakt kurz. Er hat dieselbe Bedeutung wie der KT^I-Kontakt im Wandgehäuse.

Münzfühlhebel MF und KT-Kontakte fehlen beim Tischapparat.

VI. Fehlerbeispiel:

Fehler:

Sprechverständigung ohne Drücken des Zahlknopfes.

Ursache:

a) dK₁-Kontakt trennt nicht auf, Gleichstromweg für die Mikrophonspeisung bleibt bestehen.

b) Kondensator C₂ ist überbrückt (Schluß des KT^{II}-Kontaktes oder Berührung der beiden Anschlußdrähte des Kondensators).

Eingrenzen:

Spannungsmesser in die a-Leitung schalten.

Der Ausschlag muß verschwinden, wenn dK₁ aufgetrennt oder die Überbrückung des Kondensators C₂ aufgehoben wird.

Beseitigung:

a) Nummernscheibe auswechseln.

b) Überbrückung beseitigen.

zu a): Nummernscheibe in aufgezogenem Zustande einsetzen.

Münzfernsprecher 28c

I.



Bild 92.
Münzfernsprecher 28 c
für Orts- und Fern-
verbindungen.

II. Übersichtsschaltungen: (Siehe Seite 143, 144, 145.)

III. Verwendungszweck:

Der Münzfernsprecher wird als „Öffentlicher Fernsprecher“ in W-Netzen verwendet. Er kann benutzt werden: zur Führung von Orts-, Schnellamts- und Ferngesprächen, zur Aufgabe von Telegrammen und zur Benachrichtigung des Fernsprechauftragsdienstes.

Gespräche zu gebührenfreien Dienststellen und Notrufe sind ohne Münzeinwurf möglich, wenn der Zusatzkontakt zK eingeschaltet ist (siehe unter V.).

Der Münzfernsprecher 28 c unterscheidet sich vom Mf 28 b durch erhöhte Sicherheit gegen Einbruch (Türverstärkung, Verlegung des Geldbehälters ins Innere, Verstärkung der Riegelgegenlagen, Schloßverbesserung).

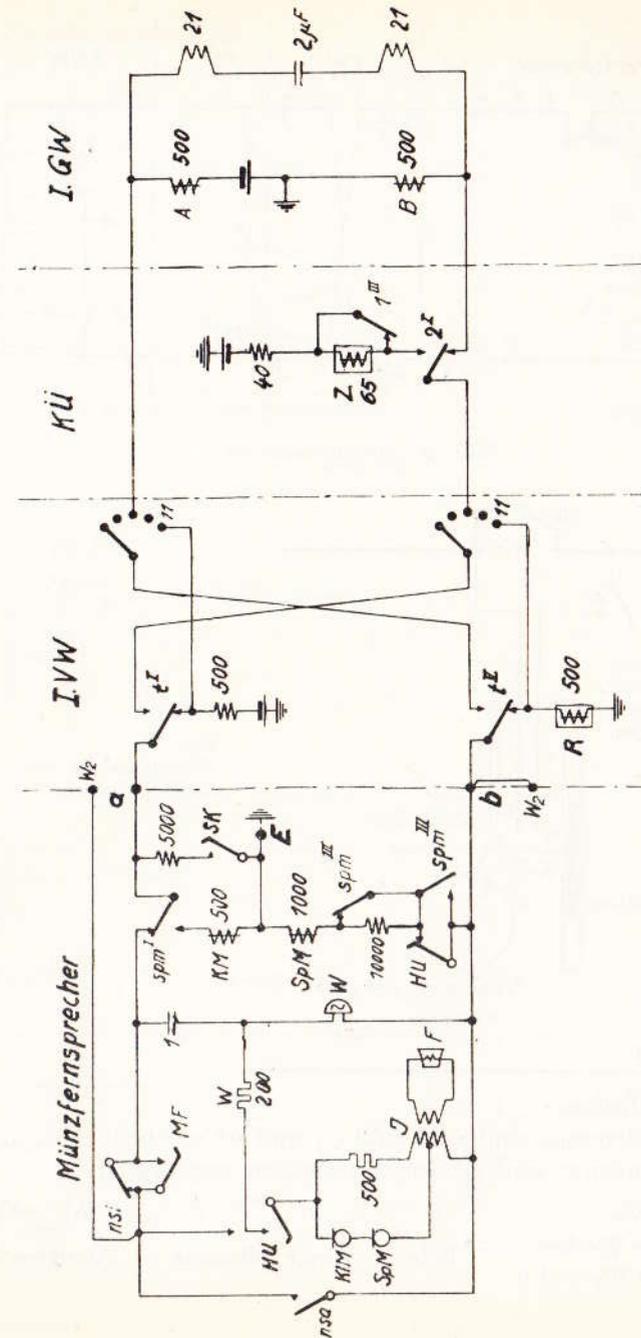


Bild 93. Gesamtschaltung Mf 28.

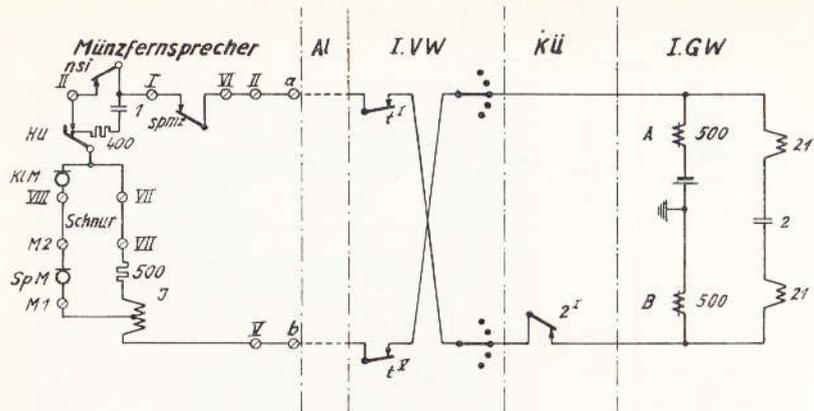


Bild 94. Sprechstromkreis.

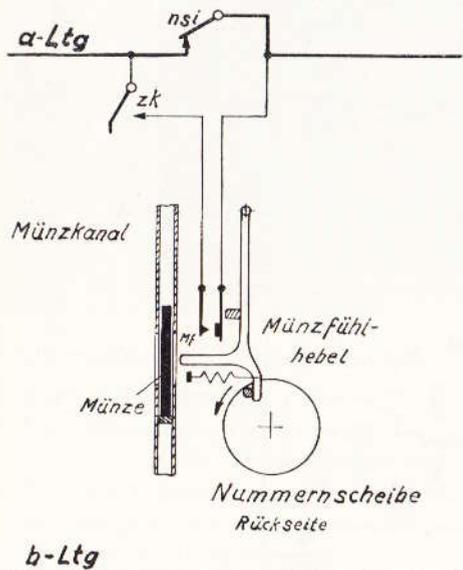


Bild 95. Wirkungsweise des Münzfühlhebels.

IV. Anschließen:

Die Klemmen sind nach Bild 93 und 98 anzuschließen, an der Klemmleiste sind sie folgendermaßen angeordnet:

W_2	E	b	a	Al_2	Al_1
zweiter Wecker	Erde	Anschlußleitung		Alarmwecker	

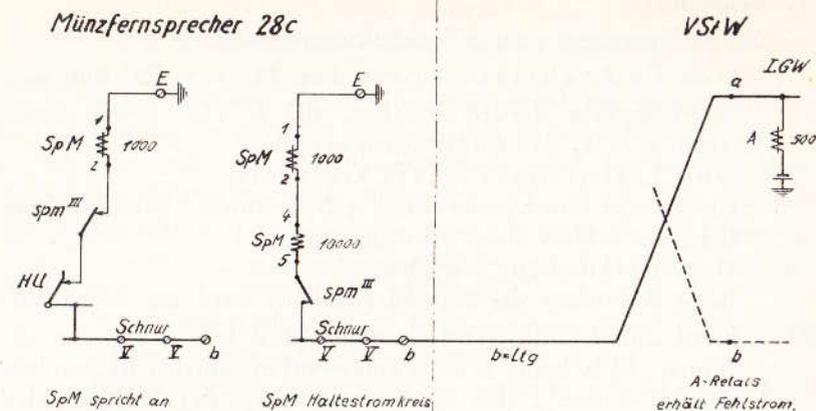


Bild 96.

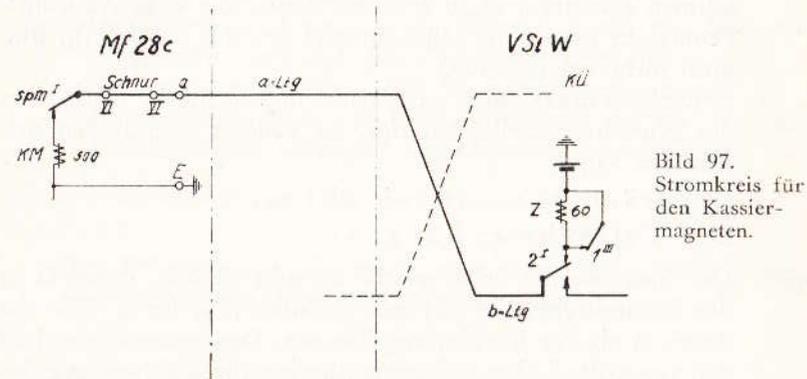


Bild 97. Stromkreis für den Kassiermagneten.

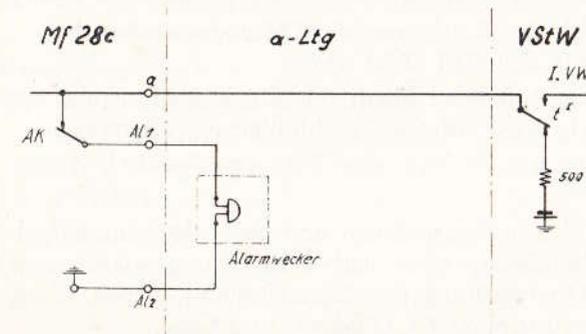


Bild 98. Alarmstromkreis.

V. Bedienung

und Erläuterungen zu den Schaltungsauszügen:

Der Teilnehmer nimmt den Hörer ab (Bild 94):

HU-Kontakte werden betätigt, der I. VW belegt einen freien I. GW, das Amtszeichen ertönt.

Der Teilnehmer wirft Geld ein:

ein 10-Rpf.-Stück oder zwei 5-Rpf.-Stücke; Münzprüfung siehe am Schluß dieses Abschnittes.

Der Teilnehmer wählt:

Beim Aufziehen der Nummernscheibe wird der Münzfühl-

MF hebel „MF“ (Bild 95) freigegeben und legt sich gegen die Münze. Falls keine Münze eingeworfen worden ist, schließt der MF-Kontakt den nsi-Kontakt kurz; das Wählen wird verhindert.

zk Wenn der Zusatzkontakt „zk“ eingeschaltet ist (Bild 95), können gebührenfrei zu errufene Anschlüsse z. B. Auskunft, Feuerwehr usw. ohne Münzeinwurf gewählt werden (in Bln. noch nicht eingeschaltet).

Der zk-Kontakt wird erst nach mehrmaligem Aufziehen der Nummernscheibe betätigt. Er schließt danach den nsi-Kontakt kurz.

Gesprächszustand (wie Bild 94).

Der Teilnehmer hängt an:

SpM Der Sperrmagnet SpM spricht an und schaltet $10\,000\ \Omega$ in den Stromkreis (Bild 96) ein; dadurch fällt im I. GW das Relais A ab, die Verbindung löst aus. Der Sperrmagnet hält sich trotz des hohen Widerstandes bis der Zählvorgang beendet ist und der I. VW auslöst. Der Sperrmagnet betätigt einen Sperrhebel, der das Öffnen der Rückgabefallen solange

KM verhindert, bis der Kassiermagnet KM angesprochen hat. Stromkreis für den KM (Bild 97).

Der Zählstromstoß wird durch die Kassierübertragung von der c-Ader (I. VW) auf die Anschlußleitung übertragen.

Der Teilnehmer hat ein Ferngespräch angemeldet:

Bei Fern- und Schnellgesprächen und bei Telegrammaufgabe wird der Münzfernsprecher nach Anmeldung wieder angerufen. Zur Überwachung des Münzeinwurfs dienen Klangstäbe, Klangmikrofon KL (Bild 93) und Gong.

Die Beamtin hört beim Einwurf von 1 RM. zwei hohe Töne, 50 Rpf. einen hohen Ton, 10 Rpf. zwei tiefe Töne, 5 Rpf. einen tiefen Ton.

Beim Drücken des Zahlknopfes wird ein Gongton übertragen; die Münzen fallen in den Geldbehälter.

Das Anhängen des Handapparates wird der Beamtin durch ein Schnarrgeräusch angezeigt, das durch den Schnarr-

sk kontakt sk hervorgerufen wird (sk erdet die a-Leitung mit schnellen Unterbrechungen über $5000\ \Omega$), (siehe Bild 93). Alarmstromkreis (Bild 98).

Wenn der Geldbehälter herausgezogen wird, schließt der Alarmkontakt AK; der Alarmwecker ertönt.

Beim Sperren eines Münzfernsprechervorwählers darf die a-Leitung nicht aufgetrennt werden, damit der Alarmstromkreis nicht unterbrochen wird.

Münzprüfvorrichtungen.

Im Einlaufkanal werden die Münzen durch die Aussondervorrichtung auf den Durchmesser geprüft.

Eisenmünzen werden durch Magnete ausgesondert.

Aluminiummünzen und Pappscheiben werden in allen Kanälen durch schwache Ablenksfedern herausgekippt.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Der Teilnehmer wählt, erhält aber trotz Münzeinwurfs keine Verbindung, das Amtszeichen bleibt bestehen.

Ursache:

Münze gelangt nicht bis zum Münzfühlhebel.

a) Münzeinwurfstück gegenüber dem Fallenkanal verschoben.

b) Verschmutzung des Fallenkanals durch verbogene Ablenksfedern oder durch Schmutz.

Beseitigung:

zu a) Einrichten des Münzeinwurfstückes.

zu b) Richten der Ablenksfedern oder Beseitigung der Verstopfung.

2. Fehler:

Kein Amtszeichen.

Ursache:

HU-Kontakt (Bild 94) schließt nicht oder nsi- bzw. spm^l-Kontakt sind unterbrochen.

Eingrenzung:

Spannungsmesser an die b-Ader oder an Erde anlegen und mit dem anderen Anschluß die Kontaktstellen Bild 94 von der a-Ader aus abtasten. Der Ausschlag verschwindet, wenn die Unterbrechungsstelle überschritten worden ist.

Beseitigung:

Kontakte reinigen und einstellen.

3. Fehler:

Geld wird nicht vereinnahmt.

Ursache:

- a) spm^1 -Kontakt schließt nicht.
- b) Erdung mangelhaft.

Eingrenzung:

- zu a) Spannungsmesser oder Prüfhörer an die b-Ltg. anschließen und mit dem anderen Anschluß den spm^1 -Kontakt prüfen.
- zu b) Erdwiderstand messen (siehe unter „Leitungen und Leitungsstörungen“).

Beseitigung:

- a) Kontakt reinigen und einstellen.
- b) Einwandfreie Erdung herstellen.

Rückfrageapparat W 28



Bild 99.

II. Übersichtsschaltungen: (Bilder 100, 101 und 102.)

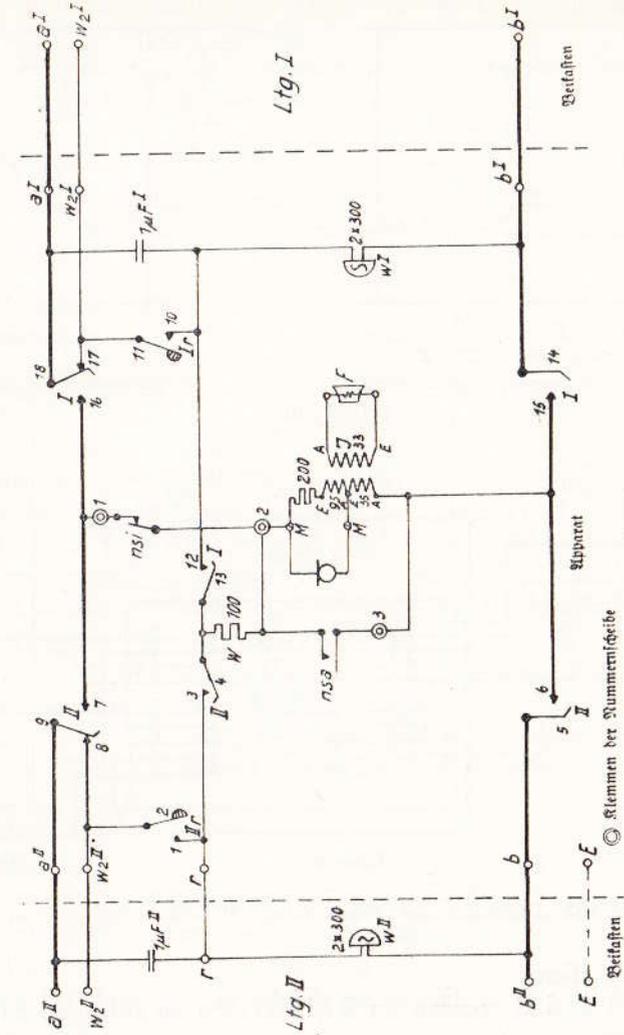


Bild 100.

III. Verwendungszweck:

Rückfrageapparate werden aufgestellt, wenn ein Fernspreckgehäuse mit 2 Leitungen beschaltet werden soll. Wird in der einen Leitung gesprochen, so kann in der anderen Leitung Rückfrage gehalten werden, ohne die erste Verbindung zu trennen (s. Bild 99 und 101).

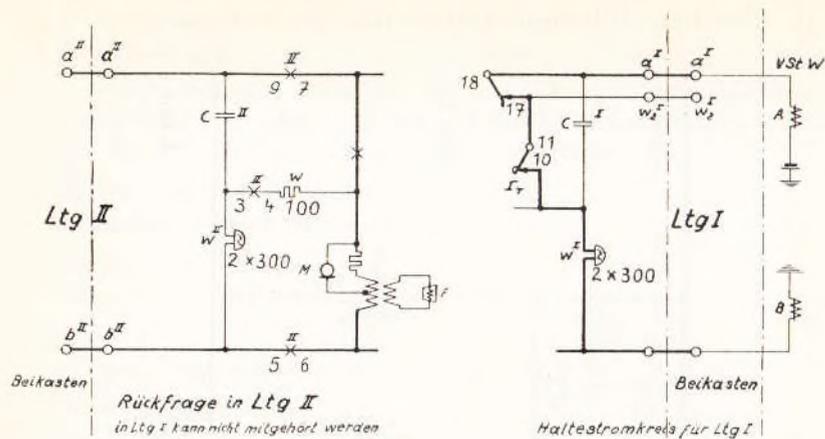


Bild 101.

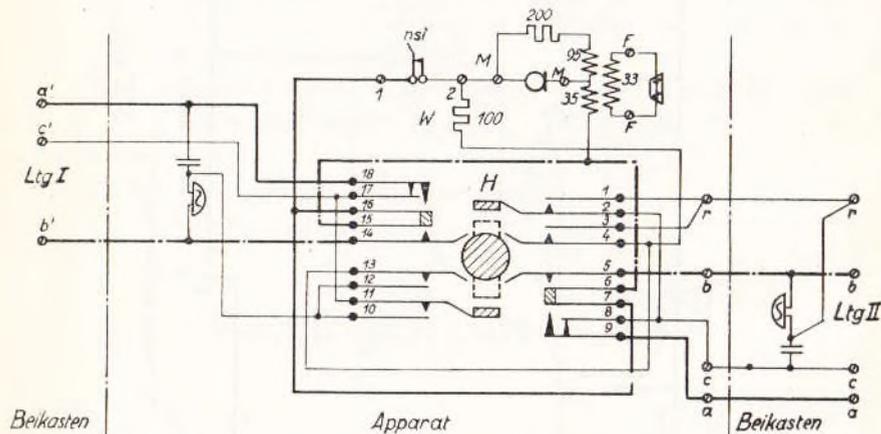
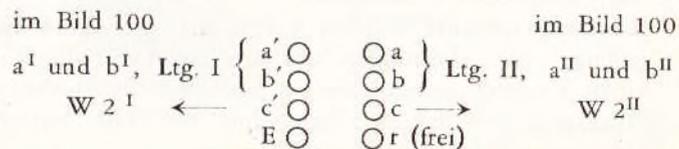


Bild 102. Federsatz des Hebelschalters H (von unten gesehen).

IV. Anschließen:

Ltg. I und II werden im Beikasten an folgende Klemmen gelegt:



Klemme E dient zur Erdung für Apparate mit Erdtaste.

Der Apparat enthält den Wecker für die Ltg. I, der Beikasten enthält den Wecker für die Ltg. II.

Der Kontaktsatz des Hebelschalters H mit seinen Verbindungen ist im Bild 102 dargestellt.

V. Bedienung:

Abnehmen des Handapparats, mechanische Sperre für den Hebelschalter wird freigegeben (Gabelumschalter nicht vorhanden).

Hebel links: Sprechen in Ltg. I, betätigt sind Kontakte I u. Ir	}	Hebel rechts: Sprechen in Ltg. II, betätigt sind Kontakte II u. IIr (Bild 100).
---	---	--

Rückfrage.

Wird der Hebel von links nach rechts umgelegt, ohne den Hörer aufzulegen, so sind die Kontakte Ir und II in Arbeitsstellung (Rückfrage in Ltg. II, siehe Bild 101). Im entgegengesetzten Falle, beim Umlegen von rechts nach links sind die Kontakte IIr und I in Arbeitsstellung (Rückfrage in Ltg. I).

Auflegen des Handapparats.

Hebel wird in die Mittelstellung zurückgeführt und gesperrt, alle Kontakte nehmen Ruhestellung ein.

Beim Anruf in Leitung I ertönt der Apparatwecker, beim Anruf in Leitung II ertönt der Wecker im Beikasten.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Während der Rückfrage in Ltg. II wird die Verbindung in Ltg. I (Amtsverbinding) nicht gehalten.

Ursache:

Kontaktfedern I 17, 18 oder Ir 10, 11 (Bild 100) schließen nicht.

Eingrenzen:

Spannungsmesser an die b-Ader, mit dem 2. Anschlußdraht die Punkte a^I; I 18, 17; Ir 11, 10 (Bild 101, 102) abtasten; Ausschlag verschwindet, wenn die Fehlerstelle überschritten wird. Federn I 18, 17 und Ir müssen schließen bevor I 18, 16 öffnet.

Beseitigung:

Federn reinigen und einstellen.

2. Fehler:

Während der Rückfrage leises Mithören in der anderen Leitung.

Ursache:

- a) Schnuradern zwischen Beikasten und Apparat falsch angelegt; z. B. die b-Ader der Leitung II ist als a-Ader für die Leitung I benutzt worden, d. h. die Anschlüsse sind im Beikasten und im Apparat vertauscht. Dadurch wird die Wirkung der Verseilung aufgehoben.
- b) Die Anschlußschnur ist feucht.

Beseitigung:

Schnur nach Farbenbezeichnung ordnungsmäßig anschließen, bzw. feuchte Schnur auswechseln.

Zwischenstellenumschalter W 25 b (Tischform)

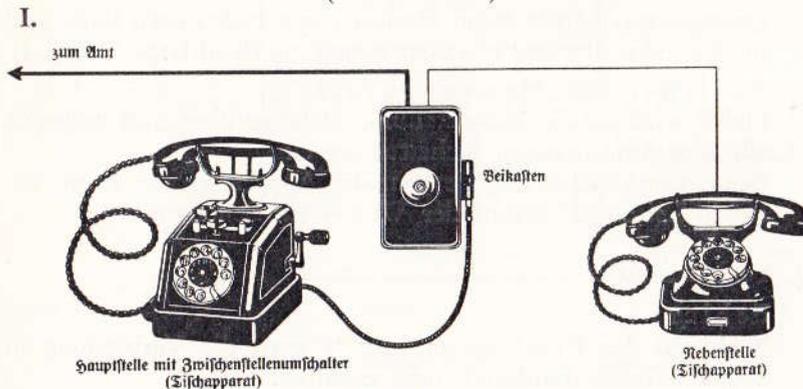


Bild 103.

II. Übersichtsschaltungen: (Siehe Seite 153, 154, 155.)

III. Verwendungszweck:

Der Zwischenstellenumschalter W 25 b wird für Sprechstellen mit einem Hauptanschluß und einer Nebenstelle verwendet, insbesondere für Anlagen, bei denen die Sprechstellen auf verschiedenen Grundstücken liegen. Verwendbar in ZB- und in W-Netzen.

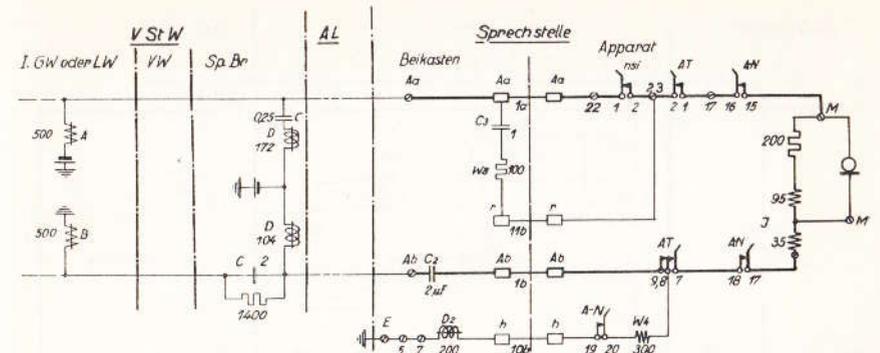


Bild 104. Verbindung VStW — Hauptstelle.

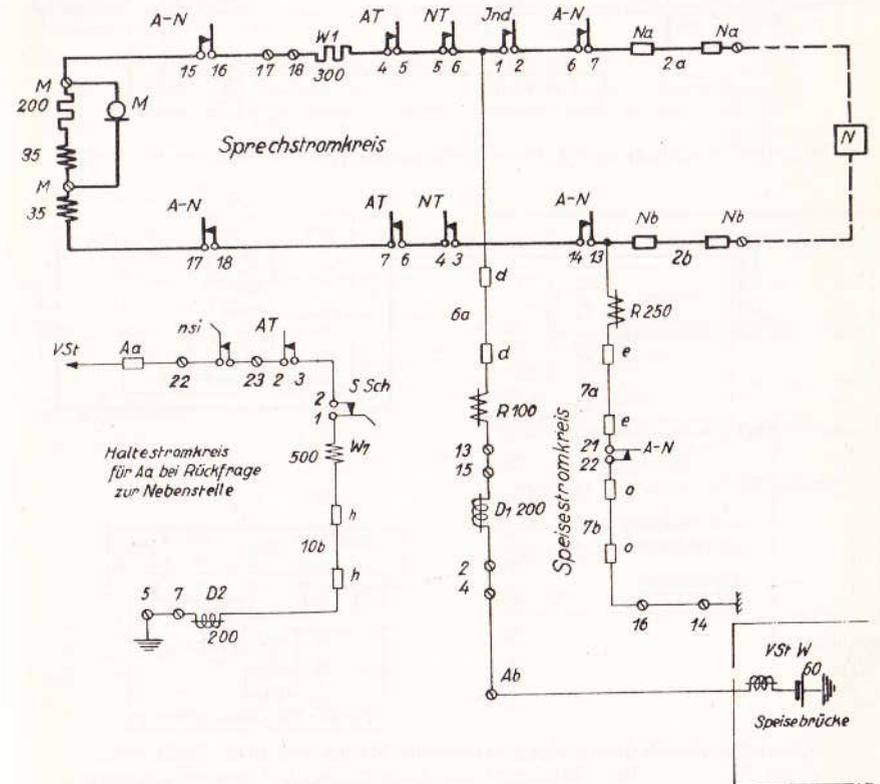


Bild 105. Verbindung Hauptstelle—Nebenstelle und Rückfrage.

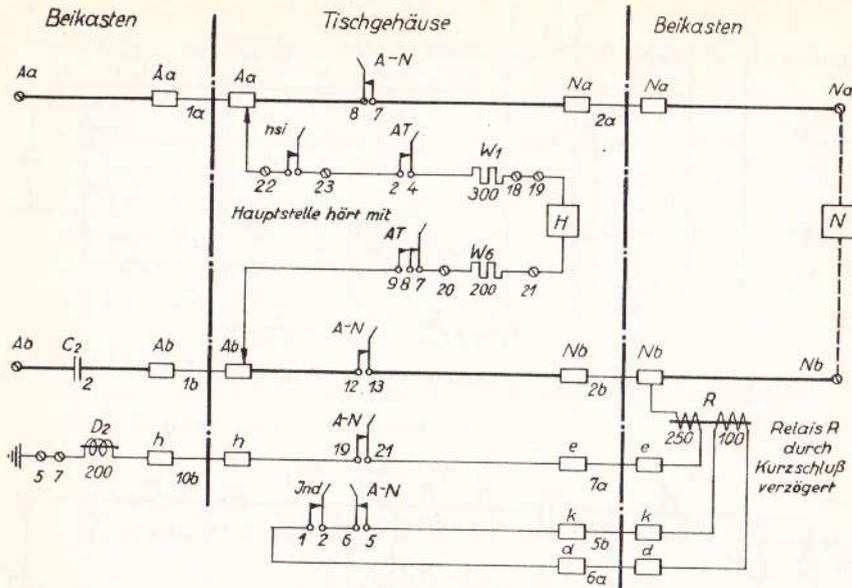


Bild 106. Verbindung VStW — Nebenstelle (A-N = Schalter betätigt.)

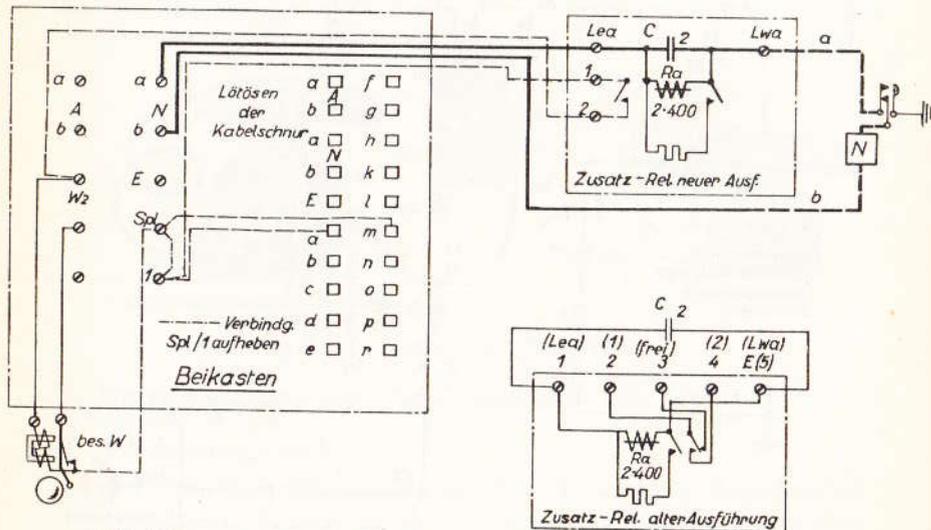


Bild 107. Anschaltung des Zusatzrelais Ra an die Beikastenklemmen für das Eintretezeichen (Weckruf) zur Hauptstelle in Dauerverbindungen. (Zusatzrelais Ra durch Federspannung verzögern, damit es später anspricht als das R-Relais im Apparat.)

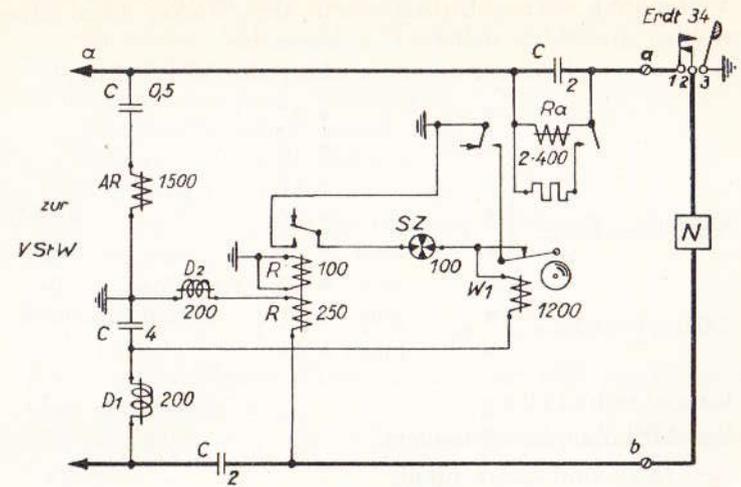


Bild 108. Eintretezeichen (ZwU. W 25 b). Beim Einschalten der Nebenstelle müssen die r-Kontakte vor den ra-Kontakten schließen. Beim Drücken der Erdtaste ertönt der Wecker ununterbrochen, SZ stromlos.

IV. Anschließen:

Anschlüsse und Klemmverbindungen im Beikasten:

Hauptanschlußleitung zur VStW	<ul style="list-style-type: none"> ● Aa ● Ab 	<ul style="list-style-type: none"> ● Na ● Nb 	<ul style="list-style-type: none"> } Nebenstellenanschlußleitung
2. Wecker	<ul style="list-style-type: none"> ● W2 	<ul style="list-style-type: none"> ● E ● Spl 	<ul style="list-style-type: none"> } Erdanschluß } Anschluß für eine Speiseleitung (nur bei Speiseleitungsschaltung)
Widerstand W 2	<ul style="list-style-type: none"> ● 2 ● 4 ● 6 ● 8 ● 10 ● 12 ● 14 ● 16 	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 ● 3 ● 5 ● 7 ● 9 ● 11 ● 13 ● 15 	

Die unteren Klemmen Nr. 1...16 dienen zur Umschaltung des Apparates auf verschiedene Schaltungsarten. Eingezeichnete Verbindungen gelten für die W-Schaltung.

Verbindung 9/11 aufheben, wenn der Wecker beim Durchwählen anspricht, dafür 11/12 herstellen.

Apparatklemmen (hergerichtet für W-Schaltung):

	• 25	• 17	
	• 26	• 18	
		• 19	
Fernhörschnur	{	• F	• 20
		weiß	• 21
		gelb	• 22
Mikrophonschnur	{	• M	• 23
		grün	• 24
		braun	

} Anschlüsse für die Nummernscheibe

Regelschaltung:

Das Mithören ist verhindert:

18/19 und 20/21 offen,
17/18 und 25/26 verbunden.

Mithören und Mitsprechen:

17/18 und 25/26 offen,
18/19 verbunden.

W 6, 200 Ω -Widerstand zwischen 20/21 einschalten.

Nur Mithören:

17/18 und 20/21 verbunden,
zwischen 18/19 Kondensator (0,25 μ F) nachsetzen.
W 6, 200 Ω -Widerstand zwischen 20/21 einschalten.

V. Bedienung:

Hörer abnehmen (Apparat hat keinen Gabelumschalter).

Verbindung VStW-Hauptstelle (Bild 104).

Amtstaste AT (linken roten Knopf) drücken.

Verbindung Hauptstelle-Nebenstelle (Bild 105).

Nebenstellentaste NT (rechten, grauen Knopf) drücken,
Nebenstelle mit Kurbelinduktor rufen.

Rückfrage (Haltestromkreis, Bild 105 links).

NT-Taste drücken und rufen. Seitenschalter der AT-Taste hält die Amtsverbindung.

Verbindung VStW-Nebenstelle (Bild 106).

Knebelschalter A-N (schwarz) betätigen, bei Dauerverbindung Knebelschalter Na (rot) umlegen, dadurch wird das Schauzeichen an Stelle des Weckers eingeschaltet.

Mithören bei der Hauptstelle (Bild 106).

Amtstaste AT drücken, Klemmenverbindung siehe unter IV. „Anschließen“.

Eintretezeichen (Weckruf).

Hauptstelle erhält Zusatzrelais,

Nebenstelle erhält Erdtaste,

Schaltung (Bild 107 und 108).

Wecker der HSt ertönt solange wie bei der NSt die Erdtaste gedrückt wird.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Keine oder schlechte Verständigung der HSt bei Gesprächen über die Amtsleitung.

Verständigung mit der NSt gut, Mikrophonstromkreis in Ordnung.

Ursache:

Federn 8/9 der AT (Bild 104) schließen nicht.

Beseitigung:

Kontakt reinigen und einstellen.

2. Fehler:

Nebenstelle hat schlechte Verständigung bei Gesprächen über die Amtsleitung. Mikrophonstromkreis in Ordnung.

Ursache:

Sprechstromkreis an den Federn 12/13 des A-N-Schalters unterbrochen.

Beseitigung:

Kontakt reinigen und einstellen.

3. Fehler:

Wecker der Hauptstelle spricht an, wenn die Nebenstelle durchwählt.

Ursache:

Relais AR und Kondensator C_1 liegen zwischen a-Ltg. und Erde; AR spricht an, es erhält während des Wählens Lade- und Entladestromstöße des Kondensators C_1 ; ar-Kontakt schaltet den Wecker ein.

Beseitigung:

Weckerstromkreis an den Klemmen 9—11 (im Beikasten) unterbrechen, dafür 11—12 verbinden, dadurch wird der Weckerstromkreis, wenn der A-N-Schalter umgelegt, an den Federn A-N 10/11 unterbrochen.

Zwischenstellenumschalter W 33

I.

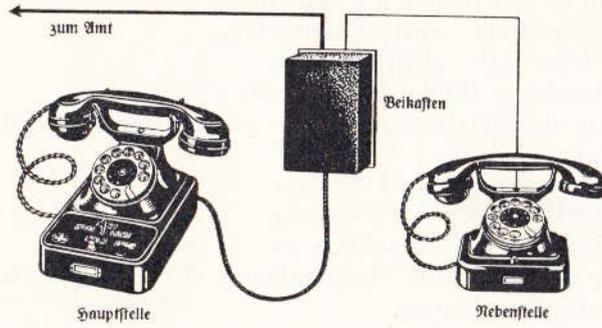


Bild 109.

II. Übersichtsschaltungen:

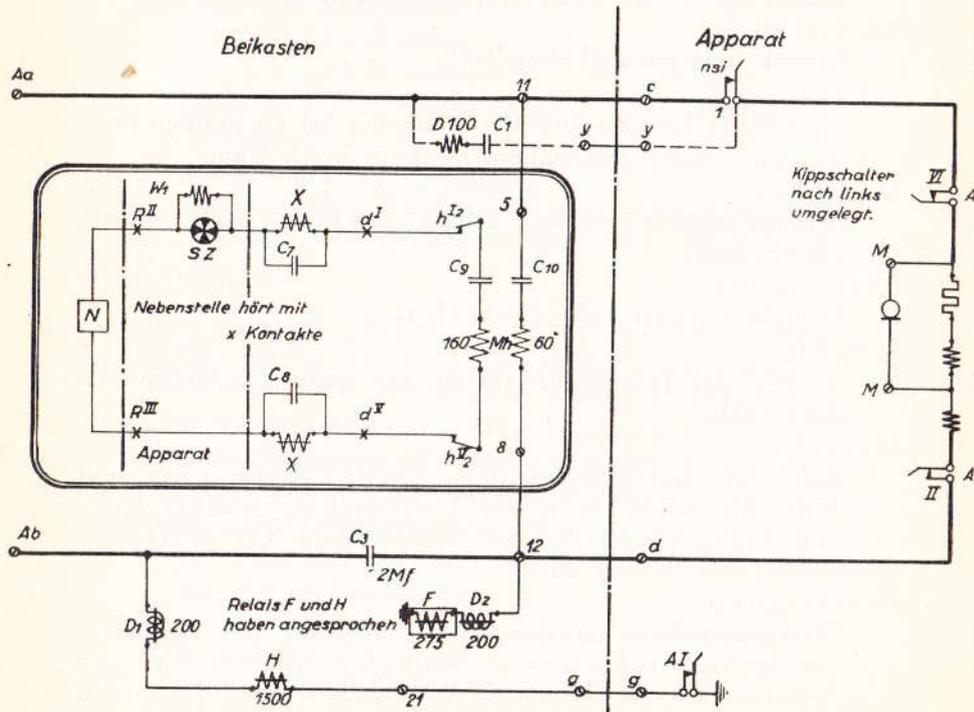


Bild 110. Verbindung VStW — Hauptstelle.

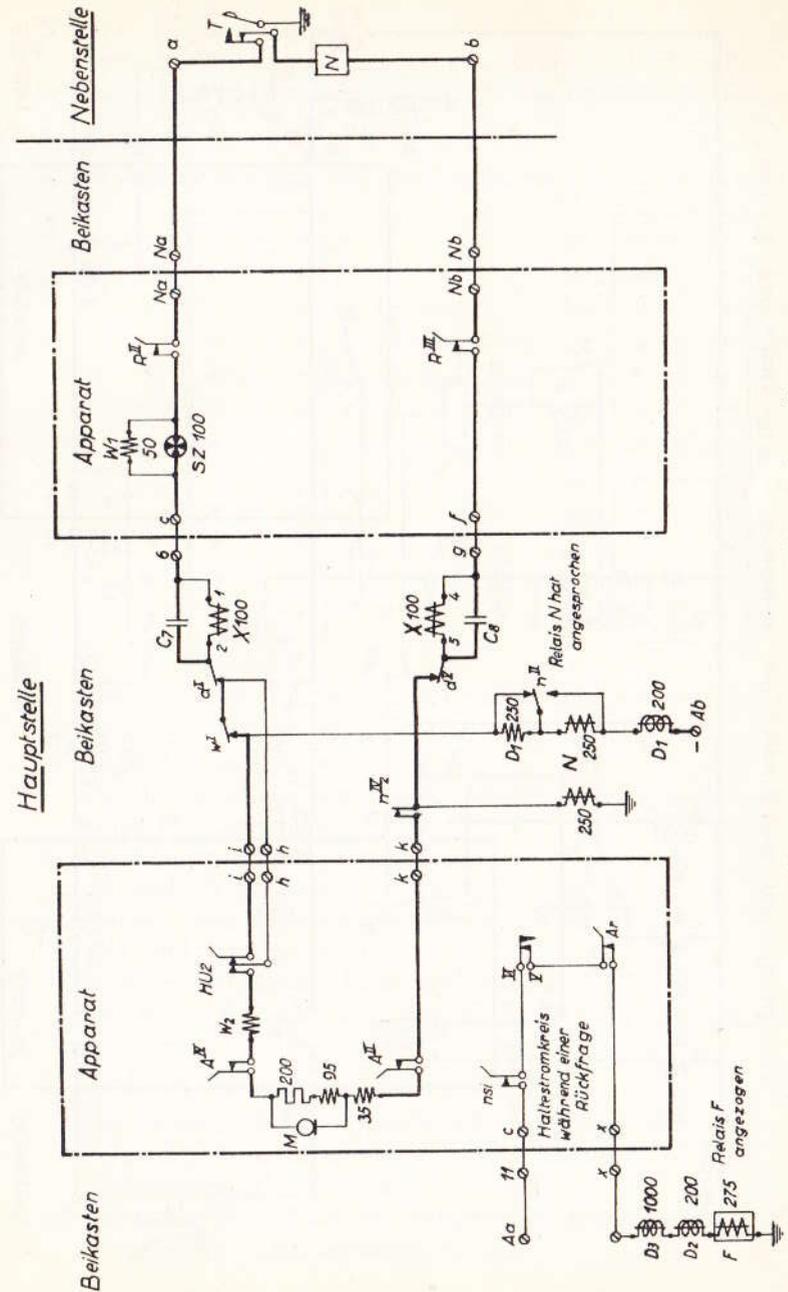


Bild 111. Verbindung: Hauptstelle — Nebenstelle.

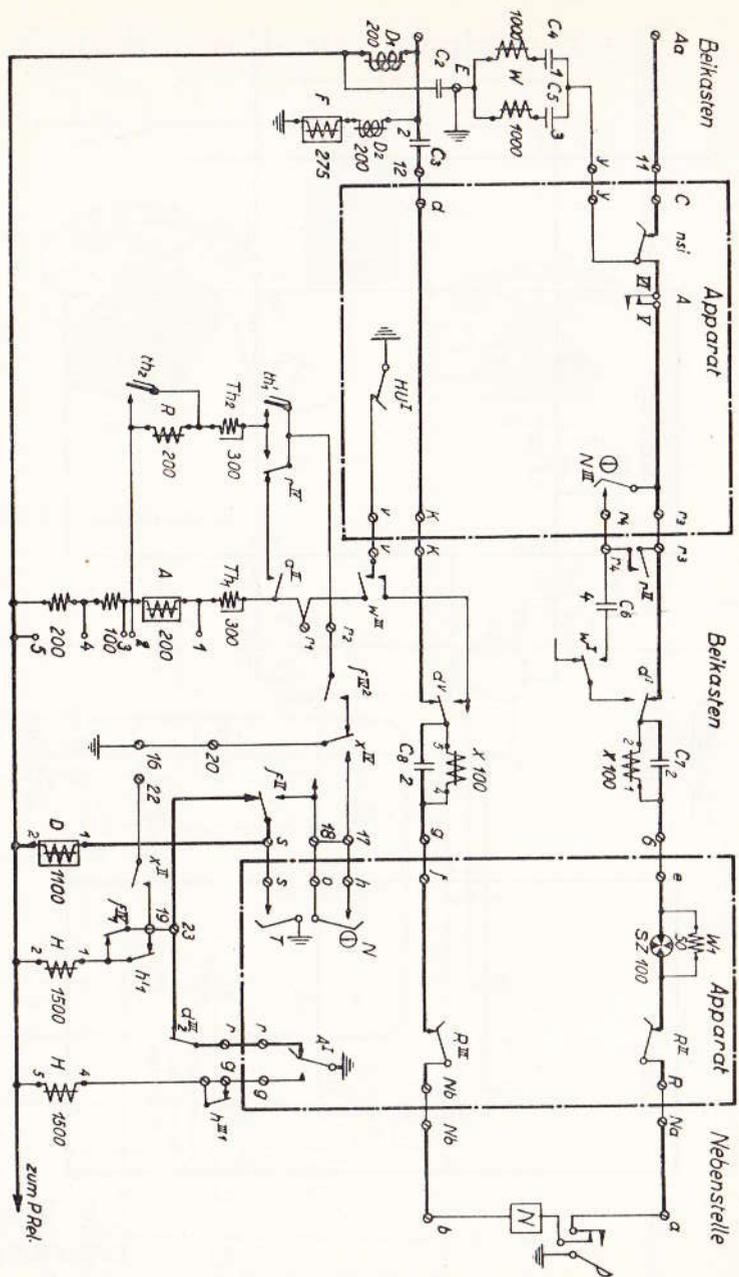


Bild 112. Verbindung VStW — Nebenstelle (mit eingezeichnetem Amtsrufumschalter).
Relais F, H, D haben angezogen. Kontakte f, h, d in Arbeitsstellung gezeichnet.

III. Verwendungszweck:

Nur für W-Schaltungen,
für Sprechstellen mit einer Haupt- und einer Nebenstelle.
Selbsttätige Durchschaltung zur VStW, von der Nebenstelle aus.

IV. Anschließen:

Klemmenanordnungen und Verbindungen im Beikasten:

Hauptan- schlußleitung	Aa	● — ●	Aa	● — ●	B	● — ●	B
	Ab	● — ●	Ab	● — ●	W2	● — ●	W2
	x	● — ●	Na	} Neben- schlußleitung	frei	● — ●	22
	y	● — ●	Nb		20	● — ●	16
	E	● — ●	E	Erdanschluß	r	● — ●	s
	r3	● — ●	r4		23	● — ●	19
	6	● — ●	frei		15	● — ●	16
	5	● — ●	11		17	● — ●	18
	7	● — ●	9		frei	● — ●	h
	12	● — ●	8		i	● — ●	k
	v	● — ●	10		p	● — ●	q
	13	● — ●	14		g	● — ●	21

Umlegen der Klemmenverbindungen für ver-
schiedene Schaltungsarten:

- Regelschaltung:
Das Mithören ist verhindert, Klemmenverbindungen wie unter IV. gezeichnet.
- Die Hauptstelle kann mithören:
5/6 und 8/9 verbinden.
- Haupt- oder Nebenstelle können mithören:
5/11 und 8/12 verbinden.
- Nur die Nebenstelle kann mithören:
5/7, 8/10, 16/22 und 20/r verbinden, 16/20, 19/23 und 21/g trennen.

Der Nachtschalter ist betätigt.

Der Wecker der Hauptstelle soll nicht ansprechen,

- wenn der Amtsruf eingeht:
Verbindung 15/16 aufheben;
- wenn der Hörer bei der Nebenstelle abgenommen wird:
Verbindung 13/14 aufheben.

Eingrenzung:

Spannungsmesser an Na-Klemme der HSt, Nb-Ltg. abklemmen und messen; zur NSt hin kein Ausschlag, zur HSt hin Ausschlag (X_{100} , N_{250} , Erde).

Beseitigung:

Erdschluß des b-Zweiges beseitigen.

3. Fehler:

Nach Tastendruck der NSt sprechen X und D an; Relais D hält sich nicht, wenn die Taste losgelassen wird.

Ursache:

Haltestromkreis des Relais D unterbrochen (Bild 112), (f^{II} , $d^{III}2$, $r \div r$ oder A^I unterbrochen).

Eingrenzen:

Spannungsmesser an (— Pol), Kontakte und Klemmen abtasten.

Beseitigung:

Kontakte einstellen und reinigen; wenn eine Unterbrechung in der Schnurader $r \div r$ vorliegt, Schnur auswechseln.

Klappenschrank W 13a für 3 Ltg.

I.

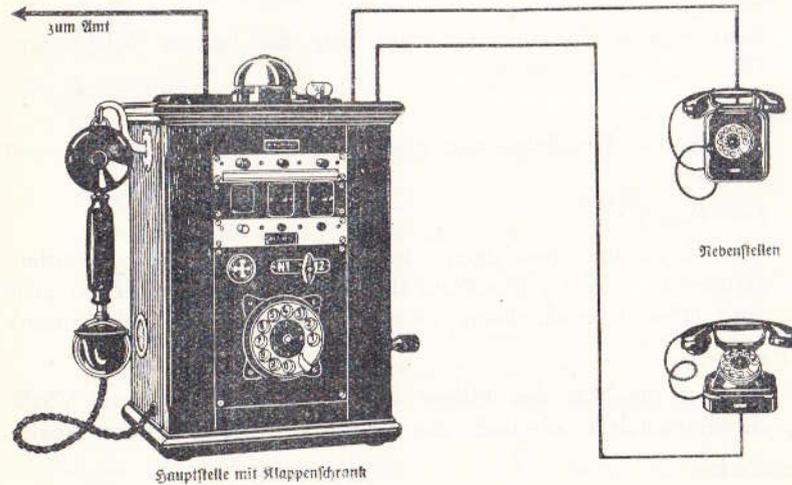
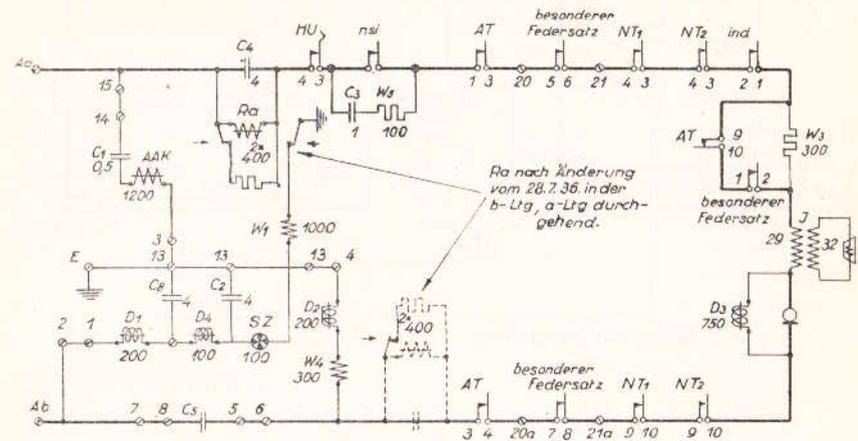


Bild 113. Klappenschrank für 1 Amtsleitung und 2 Nebenstellen.

II. Übersichtsschaltungen:



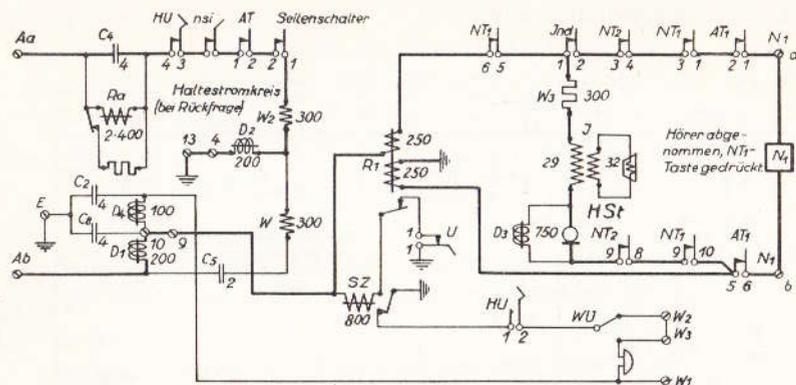


Bild 116. Verbindung Nebenstelle — Hauptstelle.

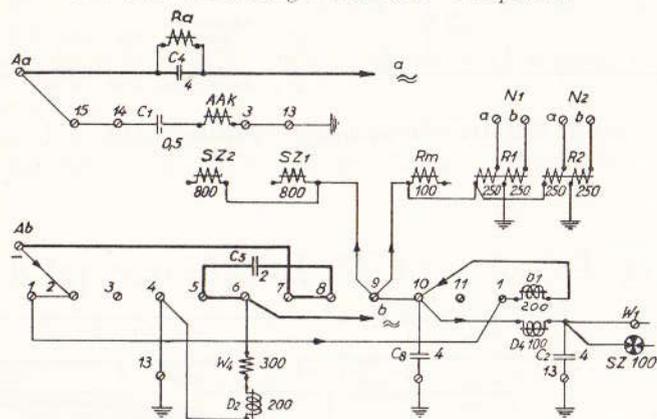


Bild 117. Klappenschrank W 13/3, Speisebrücke (Stromverzweigung.)

III. Verwendungszweck:

Für Anlagen mit einer Hauptanschlußleitung und 2 Nebenstellen, zum Anschluß an VStW und VSt-Hand (ZB).

IV. Anschließen:

Klemmen am Schrank, Rückseite oben:

A		Sp	c	N1	N2	W	E
a	b			a	b	1 2 3	
φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ
Hauptanschlußleitg.		Speiseltg. (nur für Speiseleitungsschaltung)	Spz-Leitung	Nebenanschlußleitungen 1 und 2		Weckerklemmen	Erdanschluß
			Spz-Leitung, wenn Reihensperre vorge-schaltet werden.				

Zweiter Wecker zwischen 1 und 2. Beide Wecker läuten gleichzeitig, ohne Betätigung des Umschalters, wenn Klemmen 2 und 3 verbunden.

Klemmen an der Tür:

links					rechts					
20a	21a	20	21	22 23	24 25	16	17	18	19	Klemme 19
φ	φ	φ	φ	φ-φ	φ-φ	φ	φ	φ	φ	bleibt im
W6						gelb		braun		Schleifen-
200 Ω						grün	weiß			betriebs frei,
										weiße
										Schnur
										isolieren

Nummernscheibe

Mithören und Mitsprechen:

Im Amtsverkehr 20/21 verbinden, W₆, 200 Ω zwischen 20a/21a einschalten.

Im Nebenstellenverkehr 24/25 trennen.

Klemmen am Schrankboden:

F	M
φ	φ
φ	φ
Fernhörer	Mikrophon

Klemmen an der Tür unten:

hergerichtet für Speisung über die Hauptanschlußleitung.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1
φ-φ		φ	φ	φ-φ		φ-φ		φ-φ		φ	φ
φ-φ		[Bar]				[Bar]					
15	14	13				12					

V. Bedienung:

Verbindung Hauptstelle — VStW (Bild 114).

- Handapparat abnehmen, Hakenumschalterkontakte HU werden betätigt.
- Amtstaste AT drücken (Bild 113 linke obere Taste), Schanzeichen SZ₁₀₀ sichtbar.

Verbindung VStW — Nebenstelle 1 oder 2.

(Im Bild 115 als Dauer Verbindung mit umgelegtem Nachtschalter und mit Zusatzrelais dargestellt)

- ankommend: Wecker bei der Hauptstelle ertönt, Amtsklappe fällt. Hauptstelle fragt ab: Hörer abnehmen und AT-Taste drücken.

NT₁ oder NT₂-Taste drücken (graue Tasten rechts oben). Kurbelinduktor drehen, nach Meldung der Nebenstelle Taste AT₁ oder AT₂ drücken (rechte, untere, rote Tasten). Hörer anhängen. Schauzeichen sichtbar, der besondere Federsatz ist betätigt.

Rückfrage: HSt drückt NT-Taste und ruft. Die Verbindung zur VStW wird durch die Seitenschalterfeder der AT gehalten (Bild 116).

b) abgehend:

Nebenstelle nimmt ab, Wecker bei der Hauptstelle läutet bis der Handapparat abgenommen wird (Gitterschauzeichen!).

Nebenstellentaste NT₁ oder NT₂ wird zum Abfragen gedrückt.

Die Verbindung zur VStW wird mit der AT₁ oder AT₂-Taste durchgeschaltet.

Mithören und Mitsprechen:

Die Hauptstelle drückt die AT-Taste.

c) Dauerverbindung (Bild 115).

Außer der AT₁ oder AT₂ wird der Nachtschalter Na (neben dem Wecker) betätigt, Wecker abgeschaltet.

Eintretezeichen:

Drückt die Nebenstelle die Erdtaste, so läutet der Wecker bei der Hauptstelle.

Gesprächsschluß:

Nebenstelle hängt an, Sz₁₀₀ verschwindet, Wecker läutet, wenn Na-Schalter auf „Tag“ steht, bis die gelbe Auslösetaste gedrückt wird.

Verbindung Nebenstelle—Hauptstelle (Bild 116).

Nebenstelle nimmt ab, Wecker bei der Hauptstelle ertönt, das zugehörige Gitterschauzeichen (zwischen beiden Tastenreihen) ist sichtbar.

HSt drückt die Nebenstellentaste NT₁ oder NT₂.

Verbindung Nebenstelle 1—Nebenstelle 2.

Die Verbindung wird mit dem Knebelschalter U_{1—2} hergestellt.

Dauerverbindung: U_{1—2} und Na-Schalter umlegen.

Die Nebenstellen erhalten für den gegenseitigen Anruf Zusatzkurbelinduktoren.

Hinweise für das Einstellen der Federsätze:

AT

Beim Drücken darf Feder m nicht vor o und p schließen, beim Zurückgehen muß n schließen, bevor o und p öffnen.

NT₁ und ₂

Beim Drücken muß Feder r vor x und y schließen.

AT₁ und ₂

Die Federn der Tasten AT₁ und ₂ müssen beim Drücken schließen, ehe die Federn a und b des besonderen, gemeinsamen Schalters öffnen.

U_{1—2} (Knebelschalter)

Beim Umlegen muß Feder c vor den Federn d und e schließen.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

b-Leitung hat Nebenschluß (hierzu siehe Bild 117).

Ursache:

a-Ader einer Nebenanschlußleitung hat Nebenschluß, Kondensatoren C₂, C₅ oder C₈ schadhaf oder Weckerleitung zum zweiten Wecker (über Klemme W₁) hat Nebenschluß.

Eingrenzen:

Spannungsmesser in die b-Leitung einschalten, der Reihe nach auftrennen:

a-Ltg. N₁ an der Klemme a,

a-Ltg. N₂ an der Klemme a,

Klemmen 5—6 für Kondensator C₅,

Klemmen 9—10 für Kondensatoren C₂ und C₈.

Der Ausschlag geht zurück, wenn der Nebenschluß abgetrennt ist.

Beseitigung:

Nebenschluß entfernen, z. B. feuchte Schnur bei der Nebenstelle oder schadhafte Kondensatoren C₂, C₅ oder C₈ austauschen.

2. Fehler:

Schlechte Verständigung bei Gesprächen über die Hauptanschlußleitung (hierzu Bild 114).

Ursache:

D₂₀₀ durch Nebenschluß in der b-Ader an den Federsätzen AT, NT₁ oder ₂ überbrückt.

Eingrenzen:

Klemmverbindung 13—4 trennen, Spannungsmesser in die a-Leitung einschalten. Kontakte bei gedrückter AT der Reihe nach öffnen; der Ausschlag verschwindet, wenn der Neben-schluß überschritten wird.

Beseitigung:

Federpackung lösen, reinigen und richten.

Rückstellklappenschrank W 21

(kleiner Form) mit Rückfragetaste

für 20 Leitungen

I.

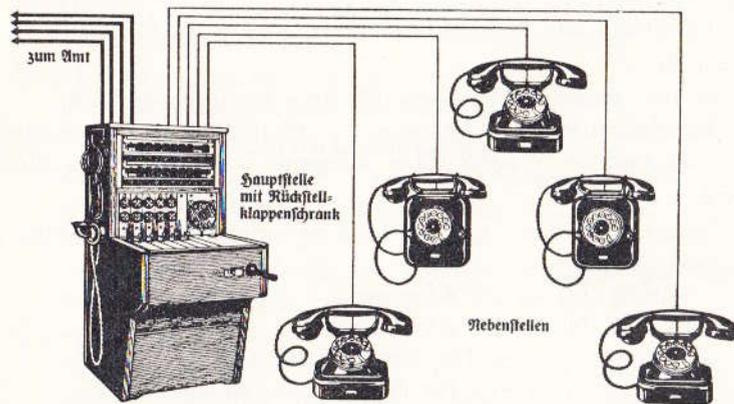


Bild 118.

II. Übersichtsschaltungen: (Siehe Seite 171 bis 174.)

III. Verwendungszweck:

Handbediente Vermittlungseinrichtung für Anschluß an ZB- und W-Netze. Der Schrank kleiner Form ist eingerichtet für: 1...5 Hauptanschlußleitungen und 15...19 Nebenanschlußleitungen mit 5 Schnurpaaren. Er ist erweiterungsfähig auf 30 Leitungen, d. h. 1...5 Hauptanschlußleitungen und 25...29 Nebenanschlußleitungen mit 6 Schnurpaaren.

Bei Bedarf kann eine Reihenanlage vorgeschaltet werden, oder als zweite Nebenstellenanlage an den Schrank angeschlossen werden. Der Schrank wird an der Wand befestigt.

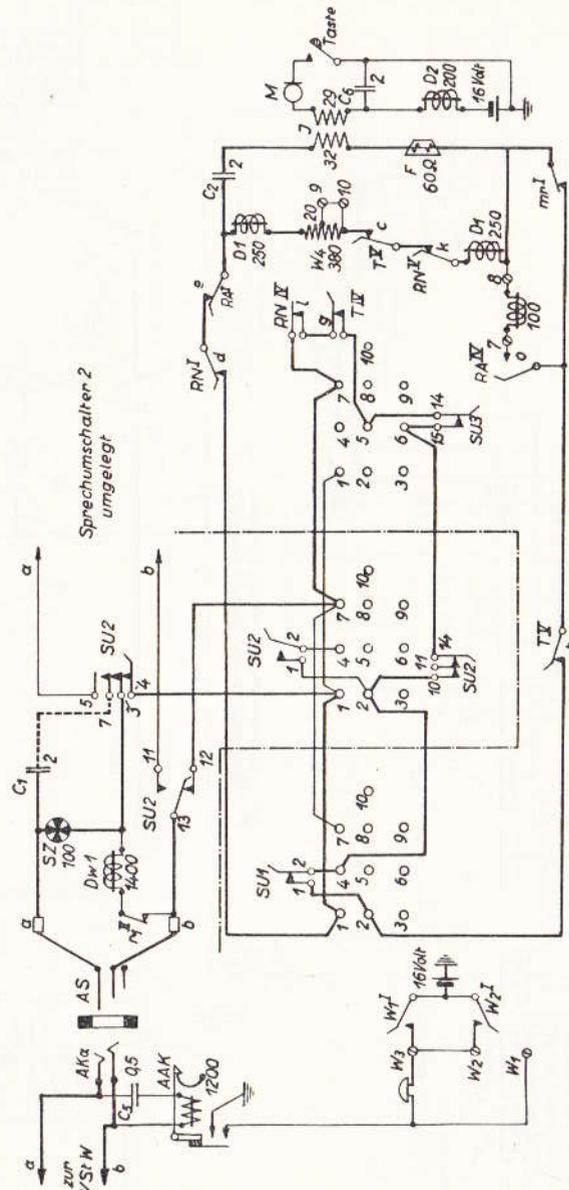
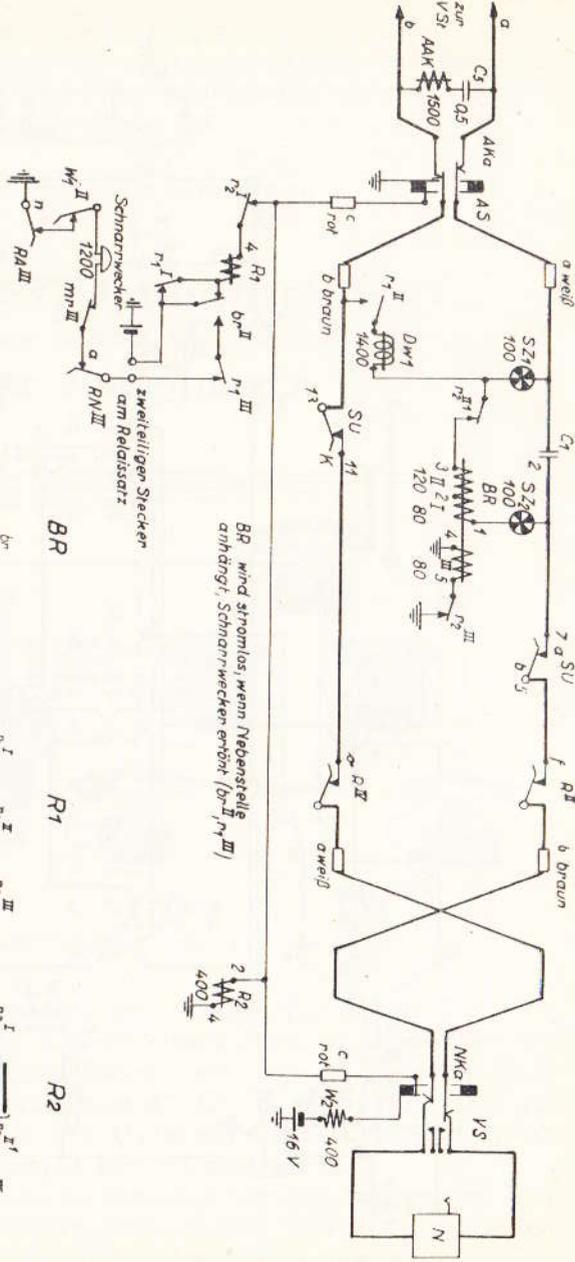


Bild 119. Verbindung VStW — Hauptstelle.

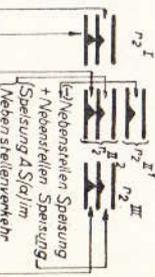
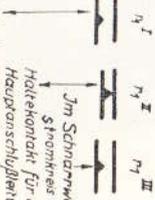
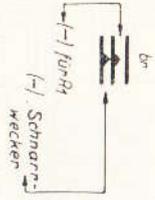
Bild 120. Verbindung VStW — Nebenstelle.



BR

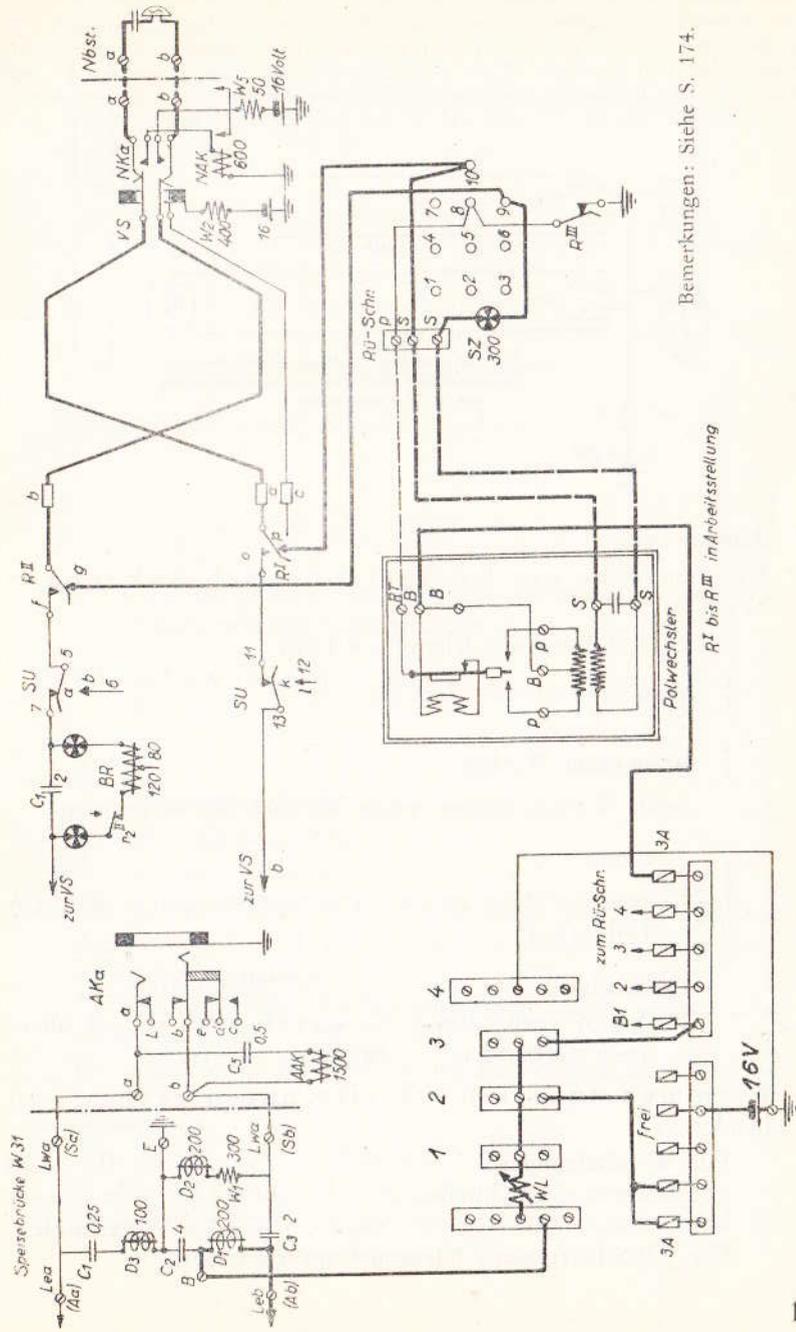
R1

R2



BR wird schrittlos wenn Nebenstelle anhängt, Schnarrwecker erhört (für R1, R2)

Bild 121. Übersicht über die Verteilung der Relaiskontakte (Rückstellklappenschrank).



Bemerkungen: Siehe S. 174.

Kufsstrom zur Nebenstelle.

Bild 122.

Stromversorgung

Bemerkungen zu Bild 122:

Zum Einstellen des Ladewiderstandes W_1 : Meßgerät zwischen Klemmen 1 u. 2.
Zur Messung des Entladestromes und Feststellen von Nebenschlüssen in der Anlage: Meßgerät zwischen 2 u. 3. Zweck der Kreuzung zwischen a- und b-Ader am VS: Relais BR wird stets in gleicher Richtung vom Strom durchflossen, gleichgültig, ob VS oder AS in die AKa gesteckt wird.

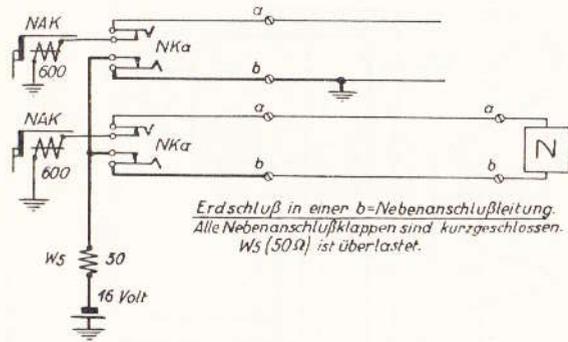


Bild 123.

IV. Anschließen:

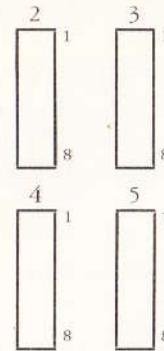
Klemmen an der Rückseite des Schrankes oben rechts:

- P ϕ → zum Polwechsler Klemme RT (E)
- S ϕ } zum Polwechsler Klemmen S,S
- S ϕ }
- W_1 ϕ } besonderer Wecker
- W_2 ϕ }
- W_3 ϕ } beide Wecker läuten, wenn W_2 und W_3 verbunden
- B_1 ϕ }
- B_2 ϕ }
- B_3 ϕ } Batterieanschlüsse zu den Steatitsicherungen 1...4 je 3 A
- B_4 ϕ } (Bild 122)
- E ϕ Erdanschluß In ZB-Schaltungen:
- 5 ϕ Mithören verhindert: C_4 0,25 μ F durch 5000 Ω überbrücken.
- 6 ϕ 5—6 verbunden.

Klemmen an der Rückseite unten rechts und links.

- Für W-Schaltungen: 7 8 9 10
- 100- Ω -Drossel anschließen. ϕ ϕ ϕ — ϕ
- (D_{100}) verbinden.
- Für ZB-Schaltungen: Klemmen unverbunden.

4x8 Klemmen (Rückseite, Mitte, rechts):



zum Umschalten der Anrufklappen 2 bis 5;

als Hauptanschlußklappe:
1—2 und 4—5 verbinden, Kondensator C_5 nachsetzen;
als Nebenanschlußklappe:
3—4, 5—6 und 7—8 verbinden, Kondensator C_5 herausnehmen.

Klemmen am Schrankboden:



Zum Nachsetzen der Kondensatoren C_5 (0,5 μ F) für die Hauptanschlußleitungen 2 bis 5.

Klemmen im Schrank:

- | | | | |
|------------|---|------------|-----------|
| | links | | rechts |
| 1 ϕ } | | M ϕ } | Mikrophon |
| 2 ϕ } | | M ϕ } | |
| 3 ϕ } | Nummernscheibe
(für ZB-Schaltung
1 und 2 verbinden) | F ϕ } | Fernhörer |
| 4 ϕ } | | F ϕ } | |

Die Schnurwinkel werden durch einen 10-teiligen Stecker mit dem Schrank und durch einen 5-teiligen Stecker mit dem Relaisatz verbunden.
Vorschalten von Reihenapparaten siehe unter „Reihenanlage W 25“.
Das Anschließen der Batterie und des Polwechslers siehe Bild 122.

V. Bedienung:

I. Amtsverkehr.

- a) Abfragen (Bild 119).
Abfragestöpsel in die Hauptanschlußklinke und Sprechumschalter SU umlegen.

- b) Rückfrage zur Nebenstelle.
Rückfrageschalter (rot) und Sprechumschalter nach vorn umlegen, oberes Schauzeichen sichtbar.
- c) Verbinden mit der Nebenstelle und rufen.
Verbindungsstöpsel in die Nebenanschlußklinke, bei umgelegtem Sprechumschalter mit dem Kurbelinduktor rufen; wenn der Polwechsler angeschlossen, Sprechumschalter kurz nach hinten drücken (Bild 122).
- d) Gesprächszustand (Bild 120).
Alle Schalter in Ruhelage, beide Schauzeichen sichtbar.
- e) Gesprächsschluß.
Beide Schauzeichen unsichtbar, Schnarrwecker ertönt, Schnüre herausziehen.
- f) Gespräch in der Hauptanschlußleitung vom Schrank aus.
Verbindungsstöpsel in eine Hauptanschlußleitung, Rückfrageschalter nach hinten umlegen, Sprechumschalter öffnen und wählen.
Wenn diese Verbindung für eine Nebenstelle bestimmt ist: Abfragestöpsel in die Nebenanschlußklinke, mit Kurbelinduktor rufen; oberes Schauzeichen ist sichtbar, wenn die Nebenstelle abnimmt.
Soll die Nebenstelle zunächst benachrichtigt werden: Rückfragetaste T drücken und sprechen, danach Taste loslassen und Hebel in die Ruhelage stellen.
- g) Mithören, wenn Nebenstelle spricht.
Klemmen 5—6 nicht verbunden!
Sprechumschalter der dazugehörigen Schnur nach vorn umlegen (unteres Schauzeichen unsichtbar).
- h) Nachtverbindungen
zwischen VSt und Nebenstellen werden mit losen 2-adrigen Schnüren ausgeführt.

II. Nebenstellenverkehr.

- a) Abfragen.
Abfragestöpsel in die Nebenanschlußklinke, SZ_1 sichtbar, Relais BR, R_1 und R_2 haben angezogen.
- b) Verbinden mit der gewünschten Nebenstelle.
Verbindungsstöpsel in die verlangte Nebenanschlußklinke und rufen.

- c) Gesprächszustand.
Alle Hebel in Ruhelage, SZ_1 und SZ_2 sichtbar.
- d) Gesprächsschluß.
Die Schauzeichen werden von den Nebenstellen einzeln gesteuert. Der Schnarrwecker ertönt, wenn beide Nebenstellen angehängt haben, bis die Schnüre gezogen worden sind.
- e) Nachtverbindungen
zwischen zwei Nebenstellen werden mit besonderen Schnurpaaren hergestellt, die über Speisedrosseln mit der Batterie verbunden sind. Die Nebenstellen erhalten Zusatzinduktoren.

Stromversorgung (Bild 122).

Der Strom wird einer 16-Volt-Sammlerbatterie zu 3,3 Ah entnommen, die aus der Zentralbatterie der VStW über die b-Ader hinweg geladen wird.

Kurze Angaben über Kontakteinstellungen.

am SU: a öffnet, bevor i schließt; l schließt, bevor a öffnet; r und q schließen, bevor f und o öffnen; f und o müssen etwas folgen, jedoch öffnen, ehe g und p schließen.

am Induktor: a öffnet, bevor b schließt.

am RU: m schließt, bevor d öffnet.

an der Taste T: c öffnet, ehe a und b schließen; d und g öffnen, ehe k schließt.

An allen Umschaltekontakten müssen die Ruhekontakte öffnen, bevor die Arbeitskontakte schließen.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Kein Anruf in der Hauptanschlußleitung.

Ursache:

Eine Anschlußklemme am Kondensator C_5 , $0,5 \mu F$ lose oder Drahtbruch an der Anrufklappe.

Eingrenzung:

Kondensatorklemmen überbrücken, AAK muß ansprechen (Gleichstromschleife!).

Beseitigung:

Klemmen reinigen und anziehen oder schadhaften Kondensator auswechseln, bzw. Drahtbruch beseitigen.

2. Fehler:

Eine Anrufklappe schnarrt, ohne den Wecker einzuschalten. Der Wecker spricht aber über andere Klappenkontakte an.

Ursache:

aak-Zwillingskontakt verschmutzt.

Beseitigung:

Kontakt reinigen und einstellen.

3. Fehler:

Bei gestecktem Abfragestöpsel (Aka-Klinke) und geschlossenem Sprechumschalter kein Schauzeichen.

Ursache:

Haltestromkreis am r_1^{II} -Kontakt unterbrochen (Bild 119).

Beseitigung:

Kontakt r_1^{II} reinigen und einstellen.

4. Fehler:

Nach Umlegen des Sprechumschalters keine Verständigung, weder in der Hauptanschlußleitung noch in der Nebenanschlußleitung.

Ursache:

Abfrageweg im Schrank unterbrochen (im Bild 119 stark gezeichnet). In diesem Stromkreis sind häufig die SU-Federn 1 und 2 vor dem geöffneten Sprechumschalter oder die dahinterliegenden SU-Federn 14 und 15 unterbrochen.

Eingrenzung:

Meßgerät in die a-Ltg. (Hauptanschlußltg.) einschalten; es zeigt bei unterbrochenem Abfrageweg etwa 22 mA an. Der Strom fließt über den Halteweg r_1^{II} -Kontakt, SZ₁ usw.

R₁-Relais andrücken, das Relais hält sich selbst und unterbricht den Haltestromkreis; das Meßgerät zeigt auf „0“, ein Beweis, daß der Abfragestromkreis unterbrochen ist.

Nähere Eingrenzung dieses Abfragestromkreises: a-Ltg. wieder durchschalten, b-Ltg. und den Kontakt r_1^{II} isolieren, Meßgerät an Erde anschließen und mit dem anderen Anschluß beide Seiten des Kondensators C₂ (2 µF) abtasten. Zeigt das Meßgerät links vom Kondensator (Bild 119) keinen Ausschlag, so sind die Klemmen 9—10 und die Kontakte T^{II} und RN^V zu prüfen.

Wenn der Stromweg bis dahin in Ordnung ist: Meßgerät wieder in die a-Ltg. einschalten, b-Ltg. durchschalten, R₁-Re-

lais andrücken und folgende Kontaktstellen nacheinander überbrücken, bis das Meßgerät anzeigt: mr^I, T^V, Buchsen 2/4 am ersten 10-teiligen Stecker, usw. bis zum gesteckten Schnurpaar. Hinter diesem Schnurpaar Buchsen 5 und 6 der übrigen 10-teiligen Stecker überbrücken.

Tritt der Fehler nur zeitweise auf, so ist eine Taschenlampenbatterie als Meßstromquelle zu benutzen.

Beseitigung:

Schadhaften Kontakt reinigen und einstellen.

5. Fehler:

Kein Schnarrwecker; Fehler tritt an allen Schnurpaaren auf (Bild 120).

Ursache:

Ruhekontakt mr^{III}, Kontakte RN^{III}, W₁^{II} oder RA^{III} unterbrochen.

Eingrenzen:

Spannungsmesser an „— Pol“ und Kontakte abtasten.

Beseitigung:

Kontaktunterbrechung beseitigen.

6. Fehler:

Kein Schnarrwecker nach Gesprächsschluß der Nebenstelle; Fehler tritt nur an einem Schnurpaar auf.

Ursache:

b^{II}-Ruhekontakt oder r_1^{III} -Arbeitskontakt unterbrochen.

Beseitigung:

Kontaktfehler beheben.

7. Fehler:

In der Verbindung VStW-Nebenstelle, keine Schauzeichen (Bild 120).

Ursache und Beseitigung:

r_2^{III} -Ruhekontakt unterbrochen, reinigen und einstellen.

8. Fehler:

Schnarrwecker spricht an, wenn die Nebenstelle wählt.

Ursache:

Wicklung BR III, 80 Ω ist nicht kurzgeschlossen, Relais BR wird nicht verzögert.

Beseitigung:

r_2^{III} -Kontakt einstellen.

9. Fehler:

Nebenstellenanrufe kommen nicht an.

Ursache:

b-Ader einer Nebenanschlußleitung hat Erdschluß, alle Nebenanschlußklappen sind kurzgeschlossen (Bild 123).

Eingrenzung und Beseitigung:

Meßgerät zwischen Klemmen 2 und 3 der Batterieverteiung (Bild 122) einschalten.

Die Klinken Nka sind nacheinander mit einer Nachtschnur abzustecken, bis der angezeigte Ausschlag verschwindet, in der aufgefundenen Klinke oder Nebenanschlußleitung ist der Erdschluß zu beseitigen.

Reihenanlage W 31 1/4

für 1 Hauptanschlußleitung und 2 Sprechstellen.

I.

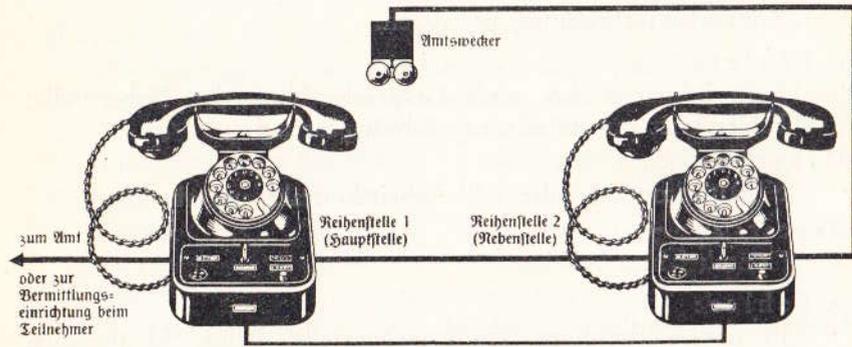


Bild 124. Reihenanlage mit 2 Reihenstellen (W 31 1/4), mit einer Ruftaste für Gleichstromanruf.

II. Übersichtsschaltungen:

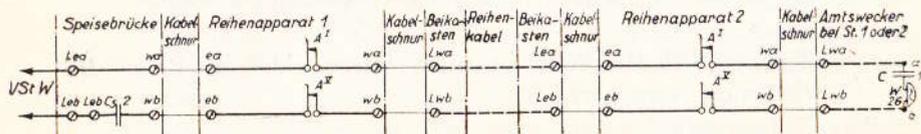


Bild 125. Anruf in der Hauptanschlußleitung.

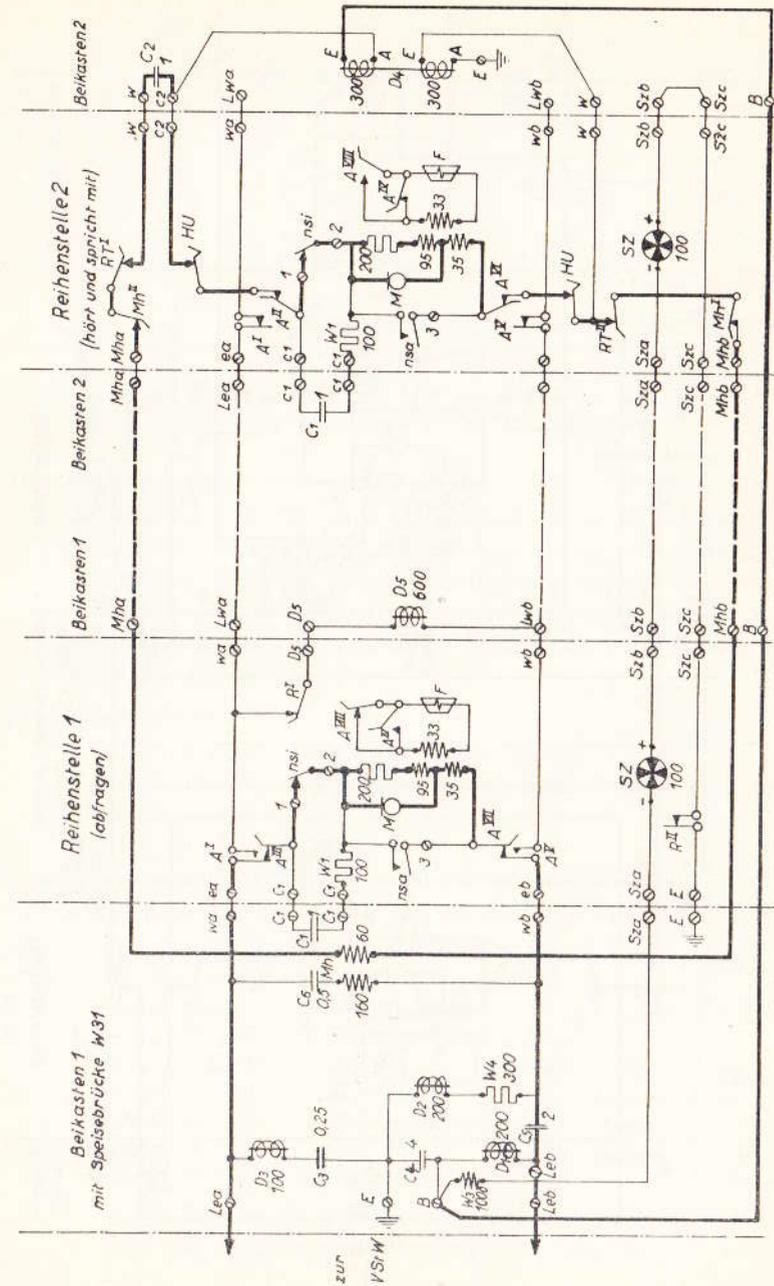


Bild 126. Verbindung VStW — Reihenstelle 1.

Bild 127. Verbindung Reihenstelle 1 — Reihenstelle 2.
 Beim ersten Apparat sind angedeutet: a) der Ruf zur Nebenstelle,
 b) der Halteweg für die Hauptschlußleitung während der Rückfrage.

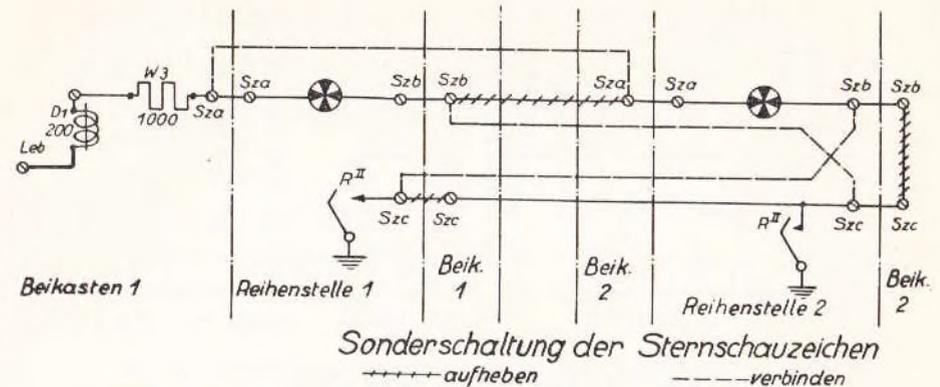
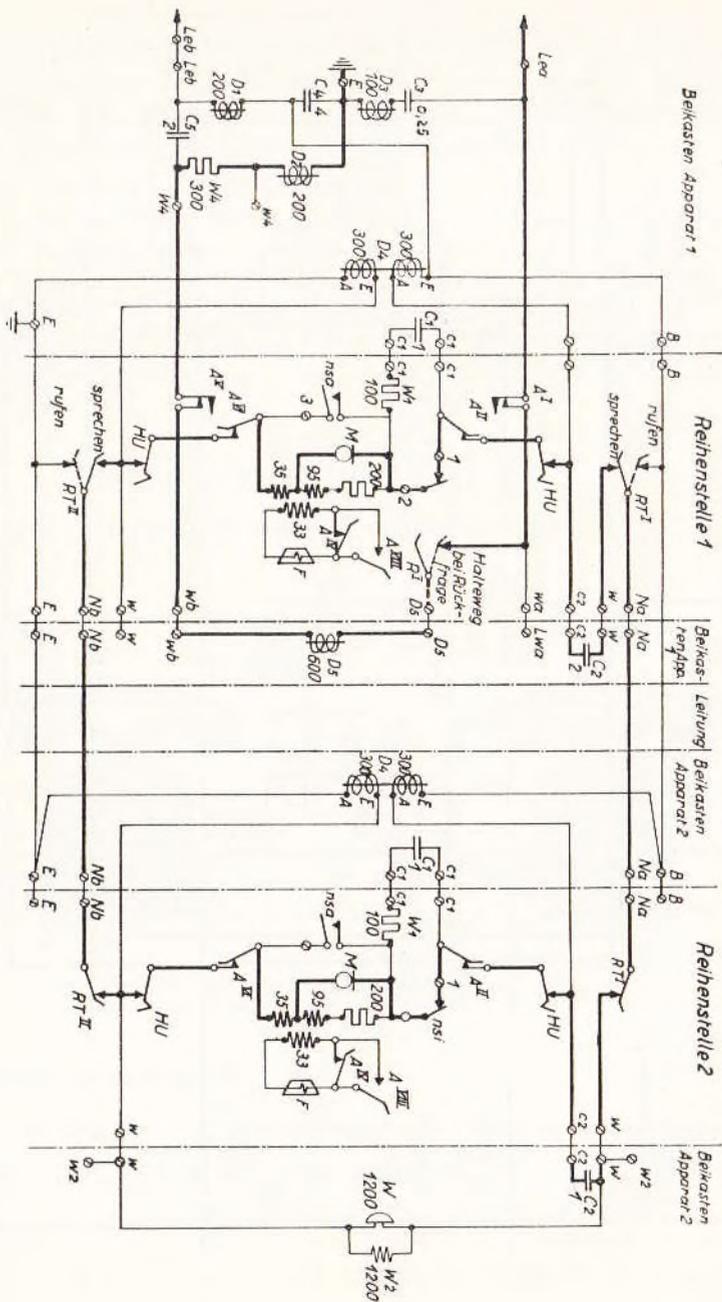


Bild 128. Reihenstelle 1 kann am Ansprechen des Schauzeichens erkennen, wenn sich Reihenstelle 2 einschaltet.

III. Verwendungszweck:

Verwendbar in ZB- und W-Netzen für 2 Sprechstellen auf demselben Grundstück. Die Anlage kann als Zweitstellenanlage an eine Nebenstellenanlage angeschlossen werden. Amtsrufe können selbsttätig zur Reihenstellenanlage umgeschaltet werden (Verwendung eines Amtsrufumschalters an Stelle des Amtsweckers).

IV. Anschließen:

Reihenhauptstelle (an erster Stelle):

Apparat W 31^{1/1}, Beikasten mit Speisebrücke und Amtswecker.

Reihennebenstelle:

Apparat W 31^{1/1}, Beikasten ohne Speisebrücke.

Anschlüsse im Beikasten mit Speisebrücke:

Mha	φ	zum 2. Beikast.	Hauptanschluß-	φ Lea	2. Wecker	} φ W ₂ für Innen- verkehr } φ W ₂
Mhb	φ	Kl. Mha und b	leitung a u. b	φ Leb		
E	φ	Erdanschluß				
B	φ	→ zum 2. Beikasten Kl. B	2. Beikasten Le a und Leb	φ Lwa φ Lwb		
Szc	φ	→ zum 2. Beikasten Kl. Szc	2. Beikasten Na und Nb	} φ Na φ Nb	bereits verdrahtet	} φ Sza φ D5 φ C ₂ φ W ₄ φ W ₄
Szb	φ	→ zum 2. Beikasten Kl. Sza	Innensprechleitung			

in ZB-Netzen W₄ ÷ W₄ verbinden, aber auch in W-Netzen, falls die Hauptanschlußleitung sehr lang ist.

Anschlüsse im Beikasten ohne Speisebrücke:



Mithören und Sprechen (Bild 126):

Der Kondensator C₆, 0,5 μF und die Mithörspule R 31, 160/60 Ω sind im „Beikasten mit Speisebrücke“ nachzusetzen.

Außennebenstellen können nicht angeschaltet werden.

V. Bedienung:

Anruf in der Hauptanschlußleitung (Bild 125).

Der Amtswecker bei der Reihenhauptstelle ertönt.

Abfragen, Verbindung V St W — Reihenstelle 1 (Bild 126).

Hebelschalter nach links umlegen, zur Rückfrage bei der Reihenstelle 2 Hebel in die Mittelstellung und weiße Ruf-taste drücken (Bild 127).

Verbindung: Reihenstelle 1 — Reihenstelle 2 (Bild 127).

Hörer abnehmen und Ruf-taste drücken, Reihenstelle 2 nimmt den Hörer ab, ohne den Hebelschalter umzulegen.

Mithören und Mitsprechen (Bild 126):

Hörer abnehmen und Hebelschalter nach rechts umlegen.

Sonderschaltung der Schauzeichen (Bild 128):

Die Schaltung hat den Zweck der Reihenhaupt-(Abfrage-) Stelle anzuzeigen, wann sich Reihennebenstelle in die vermittelte Hauptanschlußverbindung einschaltet.

Kontaktfolge am Hebelschalter:

Von den A-Kontakten werden A^{IV} zuerst und A^{VIII} zuletzt betätigt, A^{III} und A^{VII} müssen gleichzeitig schließen.

Hauptanschlußverbindung: A und R betätigt

Rückfrage: R betätigt

Mithören: Mh betätigt

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Kein Ruf in der Hauptanschlußleitung.

Ursache:

Meist Kontakt- oder Schnurstörung.

Eingrenzen: nach Bild 125.

Klemmverbindungen Lea, Wa, ea usw. der Reihe nach prüfen, Meßgerät zwischen a- und b-Leitung (Schleifenstrom).

Beseitigung:

Kontaktunterbrechung an Klemmen beseitigen, schadhafte Schnur auswechseln, Wecker einstellen.

2. Fehler:

Keine Verständigung in der Verbindung Reihenstelle—Reihenstelle (Bild 127), weder von der einen noch von der anderen Reihenstelle aus.

Ursache:

Meist Schnuraderbruch, Verbindung verläuft über vier Schnuradern C₂, W, Na und Nb.

Eingrenzen: Beim Messen Kondensator überbrücken,

- Spannungsmesser an Erde und mit dem anderen Anschluß a-Leitung abtasten,
- Spannungsmesser an Batterie und in gleicher Weise die b-Leitung abtasten (Klemmen und Kontaktstellen siehe Bild 127).

Beseitigung:

Schadhafte Schnur auswechseln.

3. Fehler:

Rückfragegespräch wird vom andern Teilnehmer über die Hauptanschlußleitung mitgehört.

Ursache:

Eine Wicklung der Drossel D₄, 300 Ω (Bild 127) im Beikasten 1 oder 2 ist unterbrochen oder durch Lagenschluß überbrückt.

Schaltung wird dadurch elektrisch ungleich (unsymmetrisch).

Eingrenzung:

Beide Wicklungen der Drossel D_4 nachmessen, ob 300 Ω -Widerstand vorhanden ist.
 Durch diese einfache Widerstandsmessung lassen sich allerdings nicht Wicklungsschlüsse von wenigen Windungen feststellen.

Beseitigung:

Schadhafte Drosselspule austauschen.

Reihenanlage W 33 ¹/₅

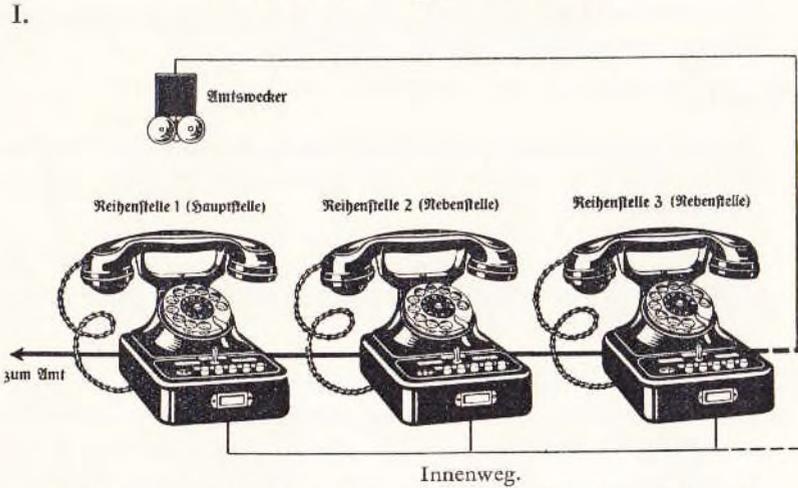


Bild 129. Reihenanlage vereinfachter Art mit einer Hauptstelle und 3...6 Reihenstellen, 5 Ruftasten (Gleichstromruf). Nur 1 innerer Verbindungsweg!

II. Übersichtsschaltung: (Siehe nebenstehende Seite.)

Hierzu können auch die Bilder 125...127 verwendet werden, da die Schaltungen des Reihenapparats W 31 ¹/₄ mit dieser Anlage übereinstimmen.

III. Verwendungszweck:

Für kleine und mittlere Betriebe, deren Sprechstellen auf dem Grundstück des Hauptanschlusses liegen (bis zu 6 Reihenstellen). Hausstellen erhalten Reihenapparate ohne Hebelschalter, ohne Nummernscheibe und ohne Schauzeichen. Innenverkehr nicht geheim.

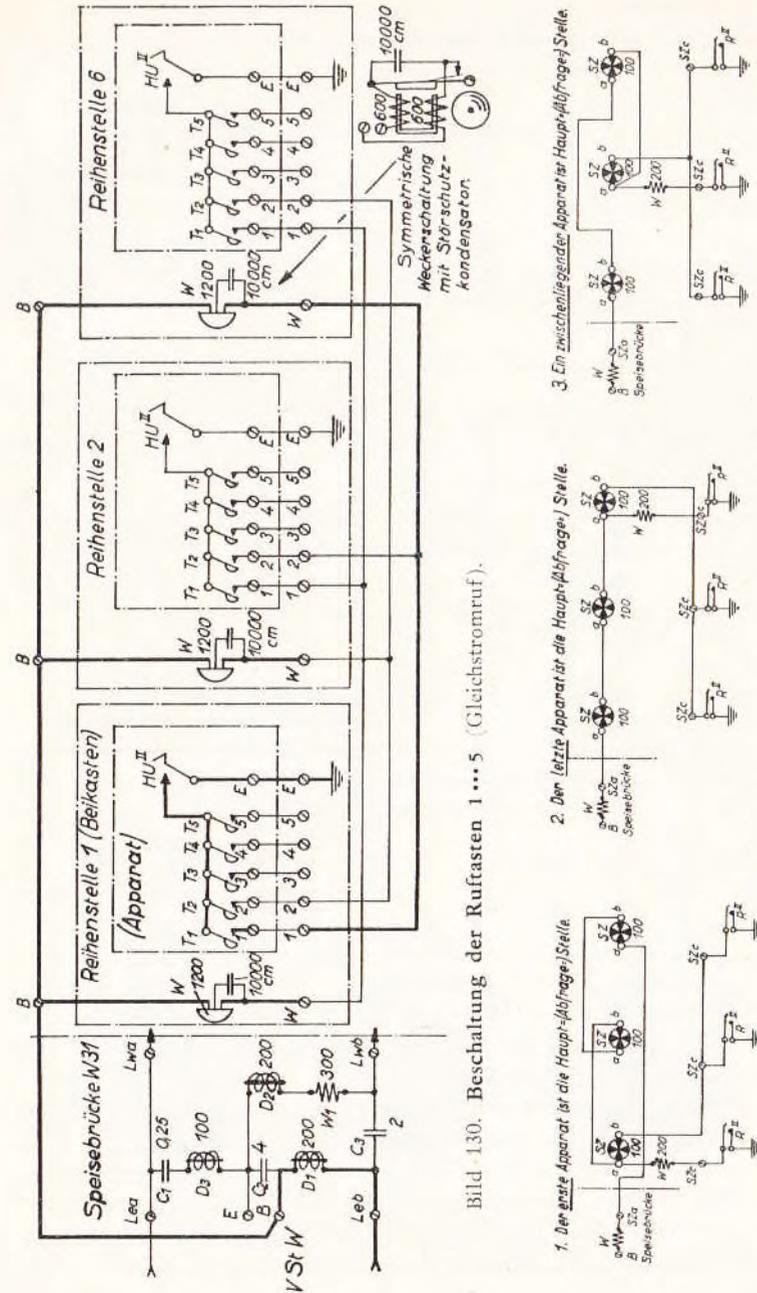


Bild 130. Beschaltung der Rufkasten 1...5 (Gleichstromruf).

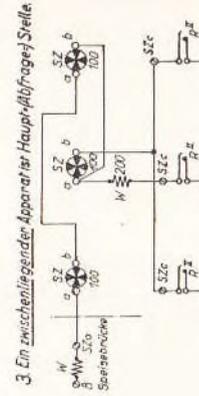
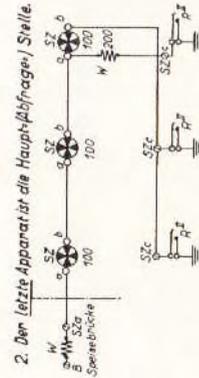
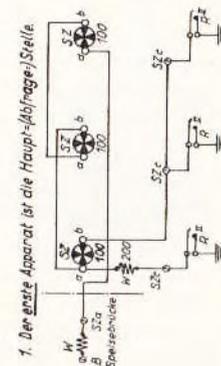


Bild 131. Schauscheinonderschaltung.

Widerstand W 200 im Beikasten nachsetzen. Die Schaltungen haben den Zweck, der Haupt-(Abfrage-) Stelle anzuzeigen, wann sich nach dem Heranholen einer Amtsverbindung die verlangte Reihen nebenstelle in die Amtsleitung einschaltet.

II. Übersichtsschaltungen:

Bild 133. Verbindung VStW — Reihensstelle 2 (Reihensstelle 1 hört und spricht mit).

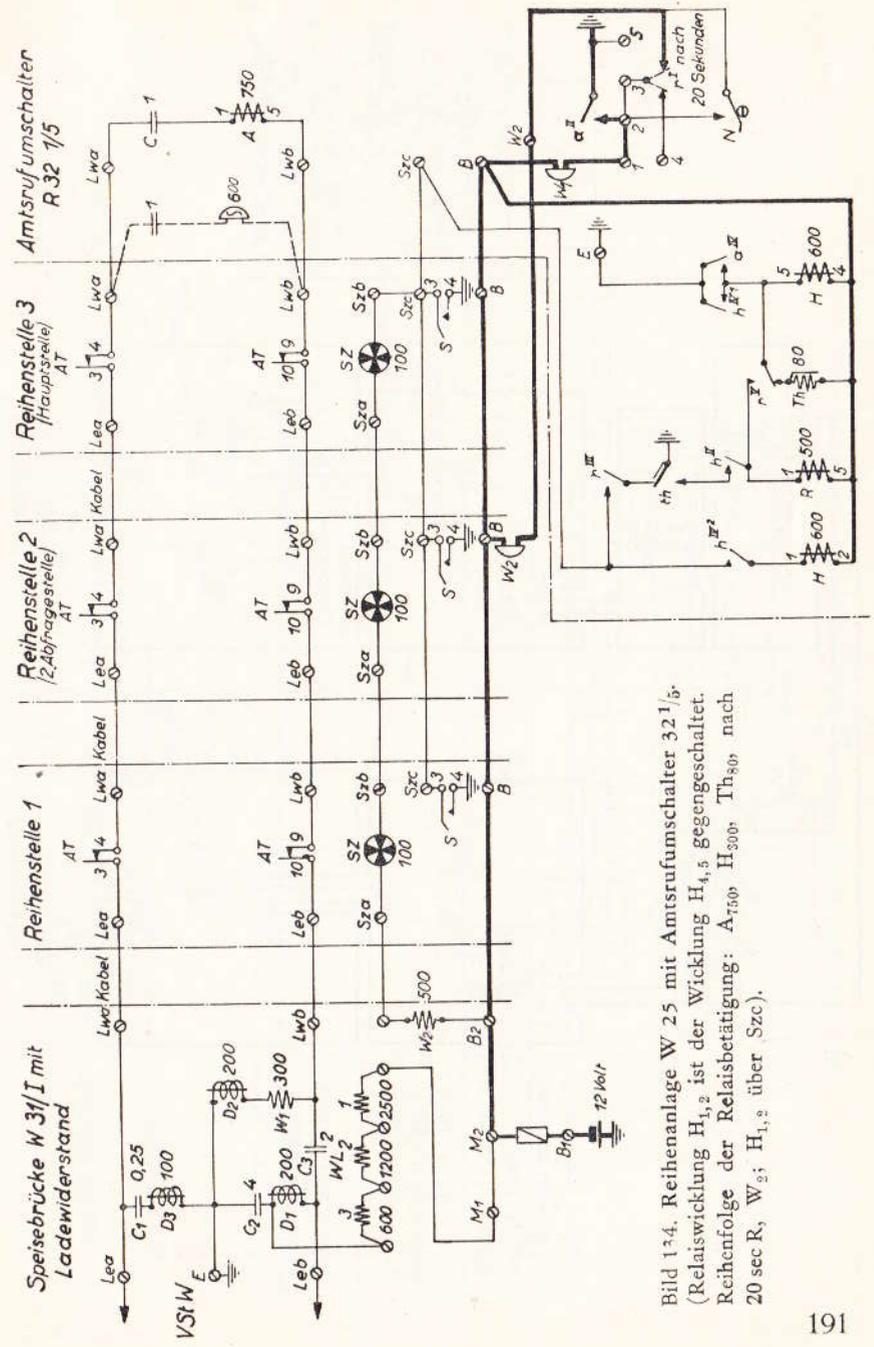
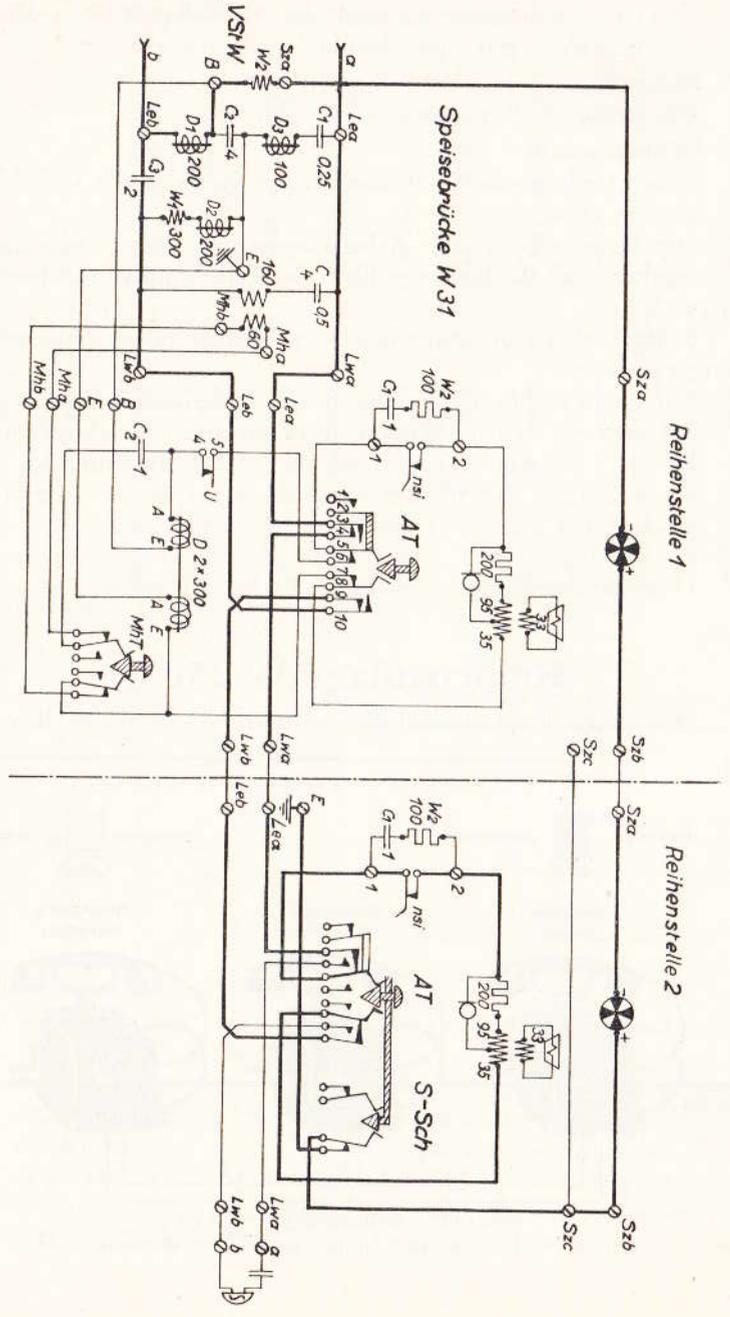


Bild 134. Reihenanlage W 25 mit Amtrufumschalter 32 1/5. (Relaiswicklung H_{1,2} ist der Wicklung H_{4,5} gegengeschaltet. Reihenfolge der Relaisbetätigung: A₁₅₀₀ H₃₀₀ Th₈₀ nach 20 sec R, W₂; H_{1,2} über Szc).

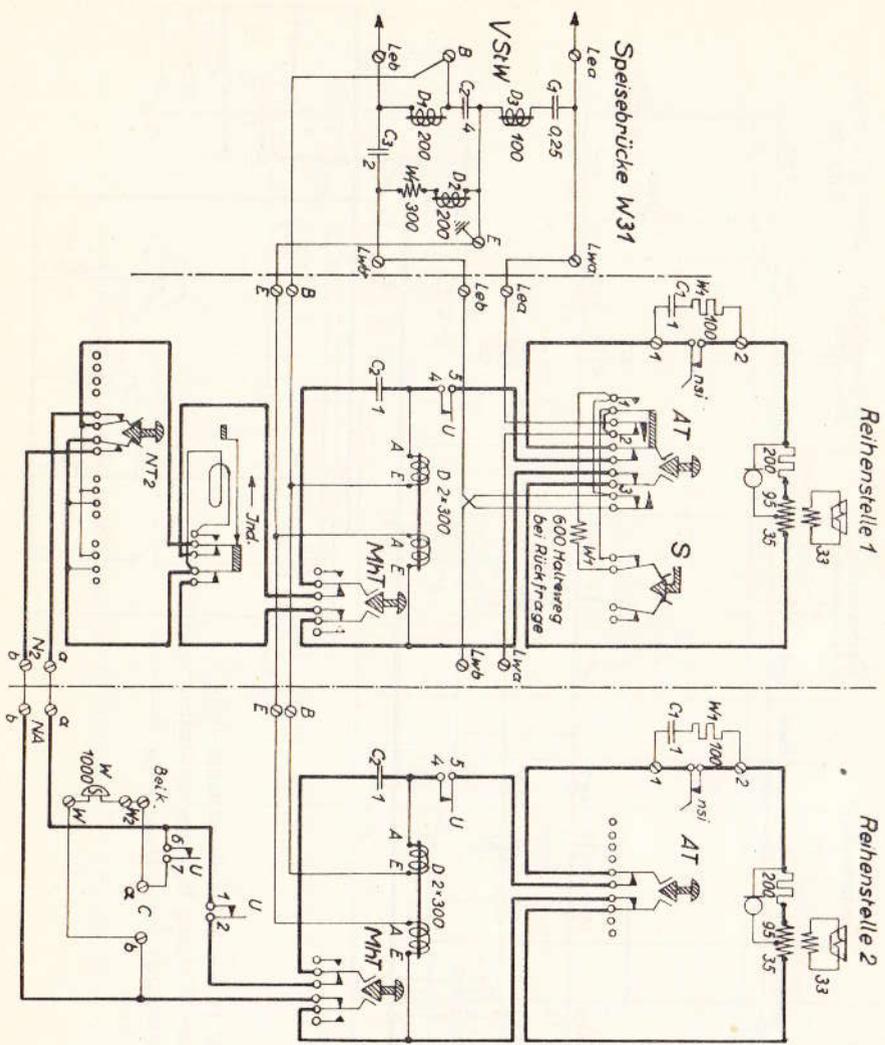


Bild 135.
Verbindung Reihen-
stelle — Reihenstelle.
Folgekontakte an der
AT:
Kontakt 1 schließt
vor 2 und 3, um
unberechtigtes Mit-
hören zu verhin-
dern.

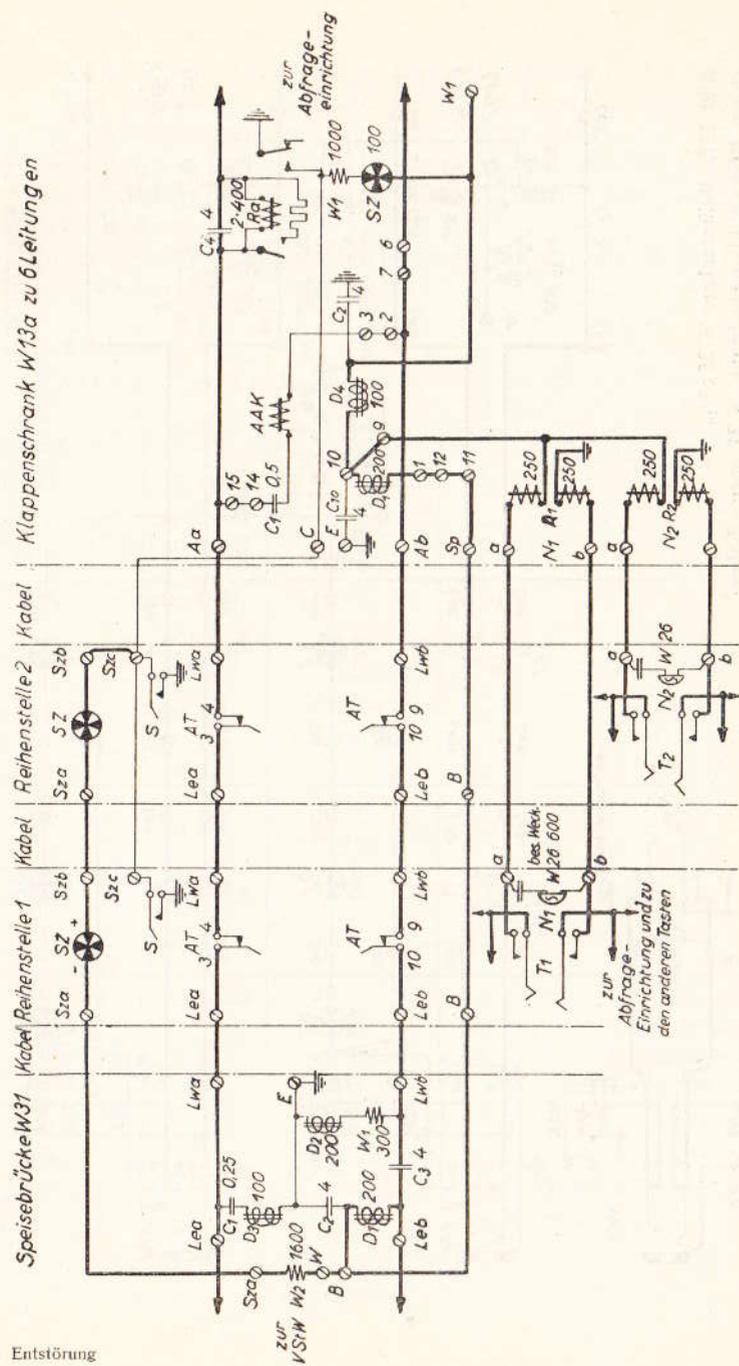


Bild 136. Reihenanlage W 25 c¹/₅ einem Klappenschrank W 13 a vorgeschaltet.

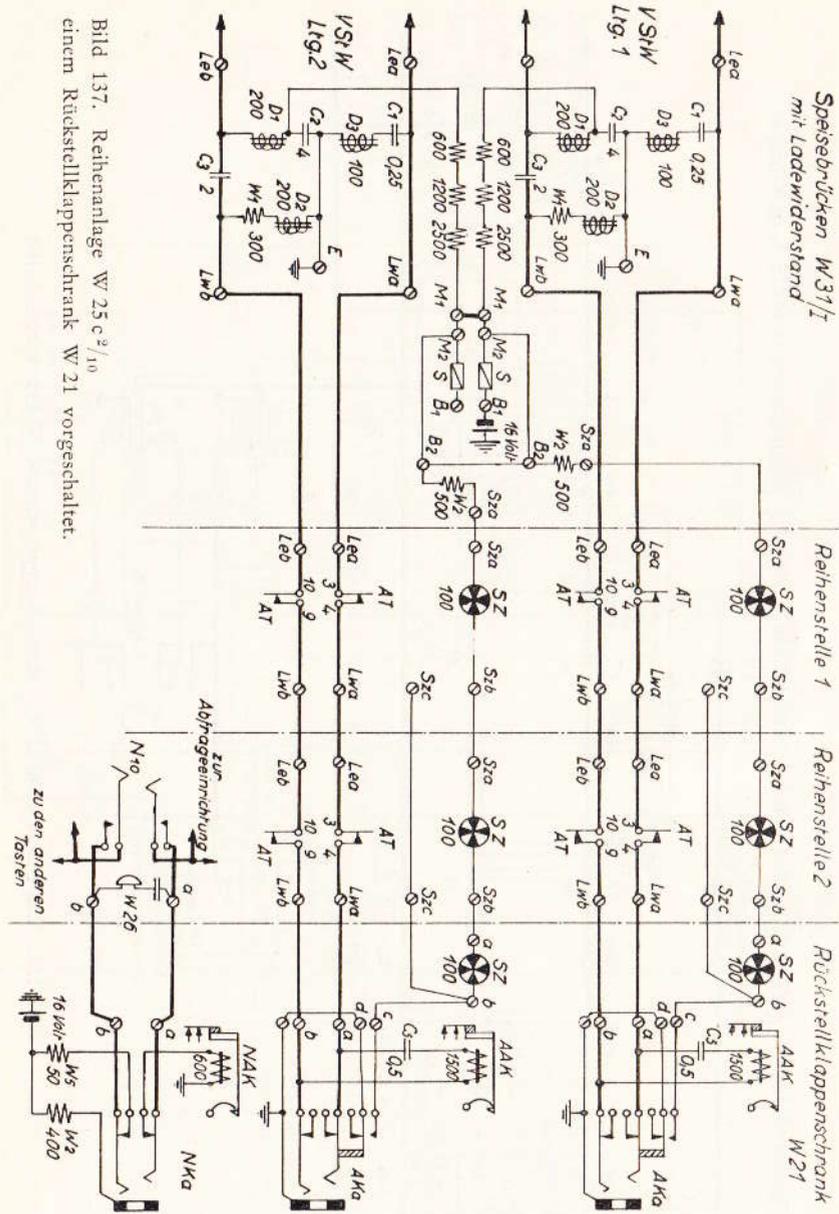


Bild 137. Reihenanlage W 25 c²/1⁰ einem Rückstellklappenschrank W 21 vorgeschaltet.

III. Verwendungszweck:

Für kleine und mittlere Betriebe, deren Sprechstellen auf demselben Grundstück liegen. Die Reihenanlage kann an ZB- und W-Vermittlungsstellen angeschlossen werden.

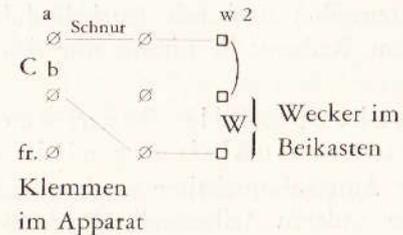
Es können 3 Hausstellen eingerichtet werden (Apparate ohne Nummernscheibe, Amtstaste, Mithörtaste und ohne Schauzeichen).

Innenverkehr nicht geheim; für jede Reihenstelle ist ein Innenweg vorhanden.

IV. Anschließen:

Lötösen im Beikasten 1:

Speisebr. Lw a/b	<input type="checkbox"/> Lea <input type="checkbox"/> Leb	} zu den Schnurklemmen im Apparat mit gleicher Bezeichnung	<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> N ₁ <input type="checkbox"/> b	NA a/b Beikasten App. 6
Beik. 2 Lea/b	<input type="checkbox"/> Lwa <input type="checkbox"/> Lwb		<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> N ₂ <input type="checkbox"/> b	" " 2
Speisebr. W 2	<input type="checkbox"/> Sza		<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> N ₃ <input type="checkbox"/> b	" " 3
Beik. 2 Sza	<input type="checkbox"/> Szb		<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> N ₄ <input type="checkbox"/> b	" " 4
" 2 Szc	<input type="checkbox"/> Szc		<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> N ₅ <input type="checkbox"/> b	" " 5
Speisebr. und Beik. B	<input type="checkbox"/> B	} von den ersten Tasten der anderen Apparate N ₁ a/b.	<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/> b	
Beik. 2 Mh a/b	<input type="checkbox"/> Mha <input type="checkbox"/> Mhb			
Speisebr. und Beik. E	<input type="checkbox"/> E			



Mithören und Mitsprechen:

Mithörspule und Kondensator C_4 , $2\ \mu\text{F}$ in der Speisebrücke W_{31} nachsetzen.

In Apparaten ohne Nummernscheibe:

Klemmen 1 und 2 verbinden.

Doppelkondensator $C_{3/4}$ zu $2 \times 1\ \mu\text{F}$ nur in gemischten Anlagen eingesetzt, Einschaltstellen für gewöhnlich überbrückt.

Widerstand W_2 in der Speisebrücke derart einstellen, daß der Gesamtwiderstand ($W_2 + Sz_1 + Sz_2$ usw.) $1800\ \Omega$ beträgt. In ZB-Netzen nur bei weniger als 5 Reihenstellen nachsetzen und auf $300 \dots 500\ \Omega$ bemessen.

Außennebenstellen werden über die Zusatzeinrichtungen R_{14} , $R_{30\frac{1}{2}}$ oder $RAN_{34\frac{1}{1}}$ angeschlossen.

V. Bedienung:

Bei Anrufen in der Hauptanschlußleitung ertönt der Amtswecker bei der Reihenhauptstelle.

Abfragen und Verbindung VStW-Reihenstelle (Bild 133):

Amtstaste AT (rote Taste) drücken, Schauzeichen an allen Apparaten sichtbar.

Mithören und Mitsprechen:

Mithörtaste MhT (graue Taste vorn, links) drücken (Bild 133, Reihenstelle 1).

Weitergeben der Verbindung an eine andere Reihenstelle oder Rückfragen (Bild 135):

Eine der 5 Nebenstellentasten $N_{1 \dots 5}$ drücken (schwarze Tastenreihe) und mit Kurbelinduktor rufen. Die angerufene Reihenstelle nimmt nur den Hörer ab.

Reihenhauptstelle beantwortet den Ruf in Hauptanschlußleitung nicht:

Der Amtsrufumschalter schaltet nach $15 \dots 20$ Sekunden zu einer anderen Reihenstelle durch (Bild 134).

Wenn der Wecker der Hauptstelle nach Umschaltung nicht mehr ansprechen soll, sind Klemmen $1/2$ zu trennen und $1/4$ zu verbinden.

Wird der N-Schalter umgelegt, dann läuten beide Wecker gleichzeitig.

Der Amtsrufumschalter wird aber nur auf besonderen Antrag des Teilnehmers eingebaut.

Rundgespräche: Die Reihenstellen werden der Reihe nach angerufen, nehmen den Hörer ab und drücken die N-Taste, die der rufenden Reihenstelle entspricht.

Anderen Vermittlungsschränken vorgeschaltete Reihenapparate (Bild 136 und 137):

Die in der Hauptanschlußleitung ankommenden Verbindungen werden am Vermittlungsschrank (Kl. Schr. oder RückSchr) abgefragt.

Die Reihenstellen werden von dort aus über eine Nebenanschlußleitung angerufen und können sich unmittelbar in die Amtsleitung einschalten (AT-Taste).

VI. Fehlerbeispiele:**1. Fehler:**

Kein Amtszeichen bei der Reihenhauptstelle (Bild 133, App. 2).

Ursache:

a/b-Leitung innerhalb der Anlage stromlos.

Eingrenzen:

Die Fehlerlage kann zunächst durch Eintreten in die Amtsleitung von den einzelnen Reihenapparaten aus näher bestimmt werden.

Angenommen, der Fehler liegt im Reihenapparat 1, so sind die Federsätze und Schnuradern dieses Apparates zu prüfen:

- Meßgerät an die b-Leitung schalten und die a-Ltg. bis zur Klemme LW_a abtasten.
- Meßgerät an die a-Ltg. anschließen und b-Ltg. über die Schnuradern und den Apparat abtasten.

Beseitigung:

Unterbrochene Schnurader auf eine Ersatzader umschalten oder Kontaktunterbrechung beseitigen.

2. Fehler:

Die Schauzeichen sind dauernd sichtbar (Bild 133).

Ursache:

Szc-Leitung hat Nebenschluß.

Eingrenzen:

Die Klemmen Szb—Szc sind vom letzten Apparat aus der Reihe nach aufzutrennen, und dabei ist zu beobachten, bei welcher Klemme die Schauzeichen stromlos werden.

Danach ist an dem betreffenden Apparat der Nebenschluß in der Szc-Leitung näher einzugrenzen.

Beseitigung:

Nebenschluß am Seitenschalter oder in der Schnurader entfernen.

3. Fehler:

Keine Verständigung Reihenstelle...Reihenstelle.

Die Nachprüfung der Arbeitsweise der Apparate hat ergeben, daß der Fehler nur nach der Stelle 2 hin auftritt.

Ursache:

Sprechstromkreis unterbrochen.

Eingrenzen (am Reihenapparat 1, Bild 135):

Einen Anschluß des Prüfhörers an Batterie legen, mit dem anderen Anschluß an N₂ a- und b-Leitung prüfen, ob ein Knacken im Hörer wahrzunehmen ist. An der b-Ader ist das Geräusch etwas stärker als an der a-Ader.

Wenn in einer Ader kein Knacken zu hören ist, so muß an den Klemmen NA a/b des Apparates 2 weiter eingegrenzt werden.

Die a/b-Schleife kann von den NA a/b-Klemmen aus schrittweise durch Abknacken geprüft werden, wenn man den Kondensator C₂ überbrückt (Gleichstromweg!).

Beseitigung:

Die gefundene Unterbrechungsstelle ist auszubessern.

Klappenschrank R 30 1/2

Zusatzeinrichtung für Reihenanlagen W 25 zum Anschluß von Außenstellen.

I.

Bild 138.

II. Übersichtsschaltungen:

(Siehe Seite 200 und 201, Bilder 139 — 141)

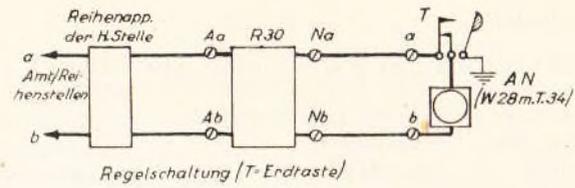
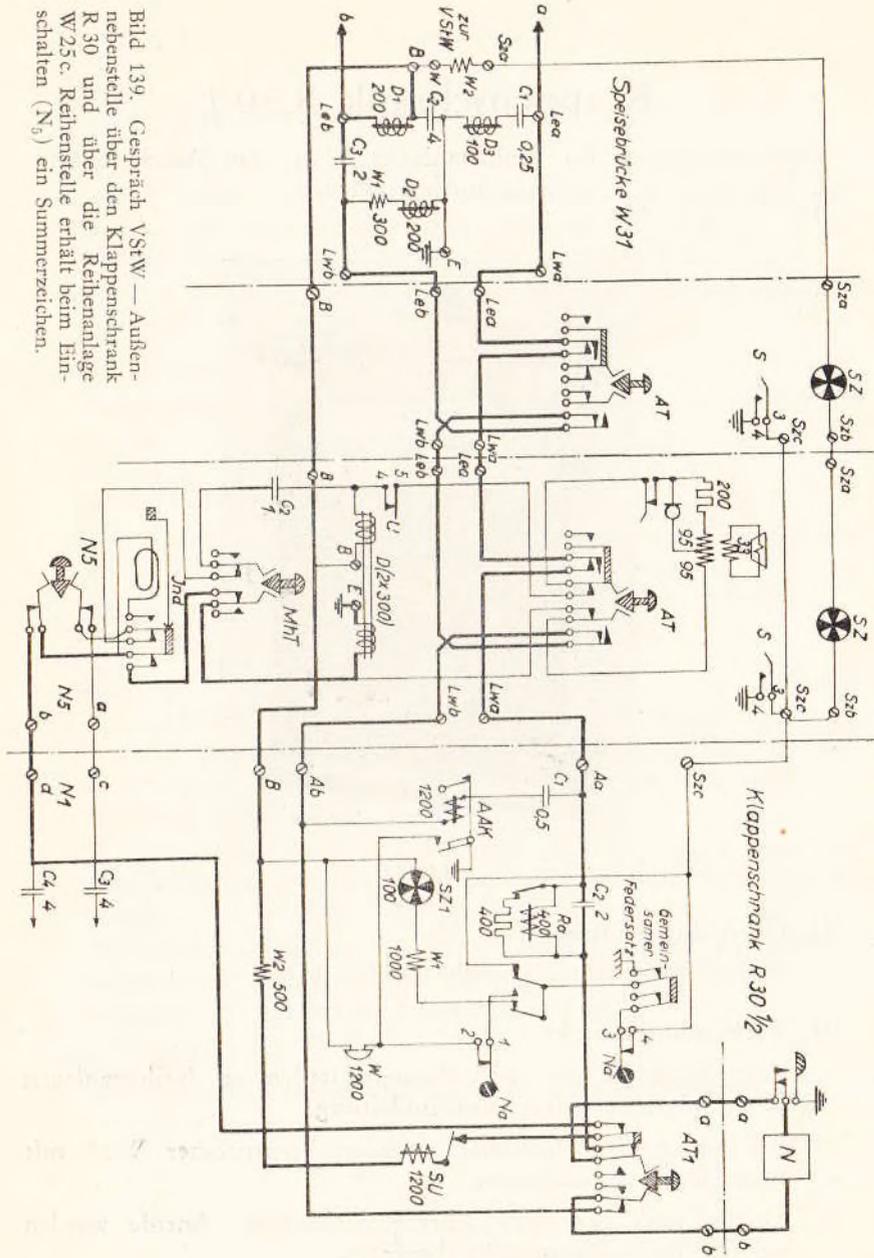
III. Verwendungszweck:

Zum Anschluß von 2 Außenstellen an Reihenanlagen W 25 mit einer Hauptanschlußleitung.

Bei den Außenstellen werden Fernsprecher W 28 mit Erdtaste 34 angeschlossen.

Der Schrank hat keine Abfrageeinrichtung; Anrufe werden bei der Reihenhauptstelle abgefragt.

Bild 139. Gespräch VStW — Außen- nebenstelle über den Klappenschrank R 30 und über die Reihenanlage W25c. Reihenstelle erhält beim Binschalten (N₀) ein Summenzeichen.



Regelschaltung (T-Erdtraste)

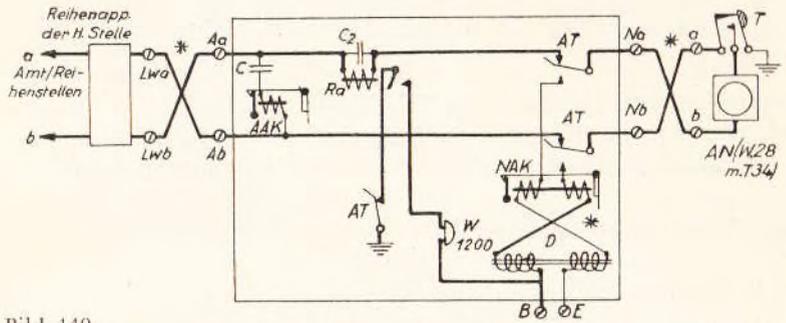


Bild 140. Flackerzeichen und Weckruf zur Hauptstelle bei Amtsverbindungen (T = Erd- und Flackertaste).

- Bemerkungen:
- * einzurichtende Kreuzungen.
 - Beim Drücken der Taste T bei der AN während eines Amtsgesprächs fällt Ra ab, W spricht an, SZ verschwindet.

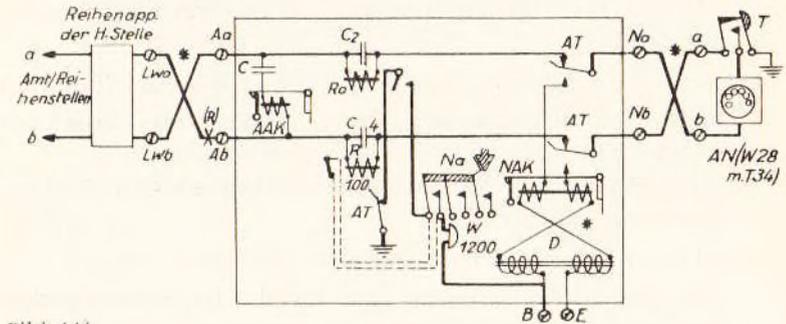
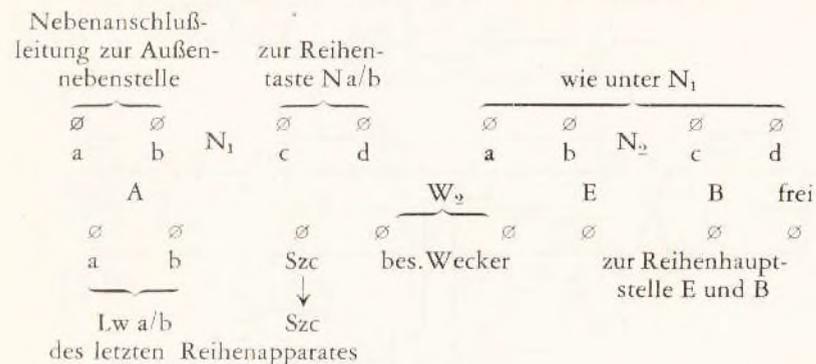


Bild 141. Flackerzeichen und Weckruf zur Hauptstelle bei Amtsverbindungen.

- Bemerkungen:
- Topfrelais R (100 Ω) und C (4 MF) in den Schrank einbauen; bei Platzmangel außerhalb des Schrankes an der mit × (R) bezeichneten Stelle einschalten.
 - Beim Drücken der Taste T der AN während einer Amtsdauerverbindung (NA umgelegt) bleibt R gehalten, RA fällt ab; W spricht an, SZ verschwindet.
 - Ra-, R-, AT-, Na- und T-Kontakte sind in Arbeitsstellung gezeichnet. * Einzurichtende Kreuzungen, - - - - neue Verbindungen.

IV. Anschließen:

Klemmen an der Rückseite des Schrankes, oben:



V. Bedienung:

Der eingehende Amtsruf betätigt die Amtsklappe AAK (1200 Ω) und damit den Schrankwecker (Gleichstromwecker 1200 Ω). Abfragen bei der Reihenhauptstelle durch Drücken der Amtstaste (AT, rot).

Rufen der Außennebenstelle:

N-Taste am Reihenapparat drücken und mit Kurbelinduktor rufen.

Herstellen der Verbindung: VStW—AN (Bild 139) durch Drücken der AT₁-Taste (linke rote Taste am KISchr. R 30).

Amtsschauzeichen Sz₁ und Schauzeichen an den Reihenapparaten sichtbar.

Auslösen der Verbindung:

Am Schluß des Gesprächs fällt Ra ab, der Schrankwecker ertönt und die Schauzeichen verschwinden; die Reihenhauptstelle drückt die gelbe Auslösetaste (oben links) am Schrank.

Schaltet sich während der Verbindung VStW-AN eine Reihenstelle in die Nebenanschlußleitung ein, so ertönt ein Summer als Besetztzeichen (Bild 139).

Verbindung Reihenstelle—AN:

N-Taste am Reihenapparat drücken und rufen.

Verbindung AN—Reihenhauptstelle:

Die AN nimmt den Hörer ab und drückt die Erdtaste. NAK (Nebenstellenanrufklappe) fällt.

Der Schrankwecker läutet solange, wie die Taste gedrückt wird.

Die Reihenhauptstelle tritt in die Lw-Ltg. der AN ein. Wird eine andere Reihenstelle gewünscht, dann benachrichtigt die Reihenhauptstelle die verlangte Reihenstelle.

Verbindung AN₁—AN₂:

AN₁ ruft Reihenhauptstelle an (Erdtaste); die Reihenhauptstelle drückt die N-Taste und ruft AN₂, dann werden beide Außennebenstellen durch Umlegen des Knebelschalters verbunden.

Schauzeichen Sz₂ und Sz₃ sind sichtbar; sie werden von den beiden AN einzeln gesteuert.

Dauerverbindung (Nachtverbindung):

Die Reihenhauptstelle drückt die Amtsverbindungstaste AT₁ oder AT₂ und legt den Nachtschalter (Na) um.

Flackerzeichen und Weckruf zur Reihenhauptstelle (Bild 140 und 141):

Durch mehrmaliges Drücken der Erdtaste können die Außennebenstellen der Hauptstelle ein Eintretezeichen geben (Schauzeichen flackert, Wecker ertönt).

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler: Verbindung AN—VStW (Bild 139). Reihenstellen erhalten keinen Besetztsummer, wenn sie sich in die Lw-Ltg. der AN einschalten.

Ursache:

Summerstromkreis unterbrochen.

Eingrenzen:

Spannungsmesser an Klemme B und Summerstromkreis vom Summerkontakt aus bis zur Drossel D 300 Ω, Erde abtasten.

Beseitigung:

Unterbrechungsstelle in Ordnung bringen.

2. Fehler:

NAK-Relais hat während eines Nebenstellengesprächs Dauerstrom (Verbindung: AN—Reihenstelle), Wecker läutet während des Gesprächs.

Ursache:

AN-b-Ltg. hat Erdschluß. Die zweite Wicklung des NAK-Relais ist also kurzgeschlossen, die Gegenwirkung aufgehoben.

Eingrenzen:

Spannungsmesser an Klemme B, Klemme E am Schrank isolieren, N-b-Ltg. messen.

Beseitigung:

Erdschluß der b-Ltg. entfernen.

Zusatzeinrichtung RAN 35 a^{1/1}

I.

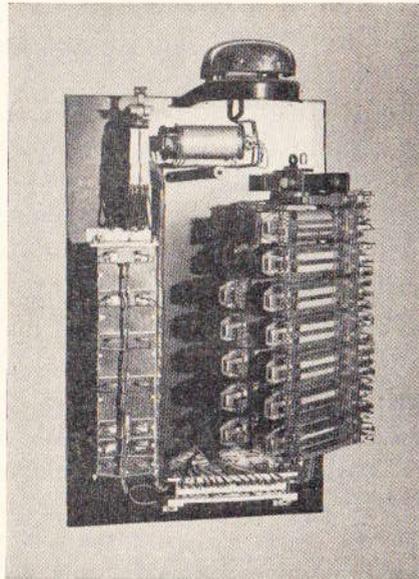


Bild 142.

II. Übersichtsschaltungen:

Siehe Seite 205—208

III. Verwendungszweck:

Zur Anschaltung einer Außennebenstelle an Reihenanlagen W33^{1/6} vereinfachter Art.

Sie wird bei der Reihenhauptstelle angebracht.

Die AN erhält einen Fernsprechapparat W28 mit Erdtaste 34 und mit Nummernscheibe (auch im Anschluß an VSt-Hand).

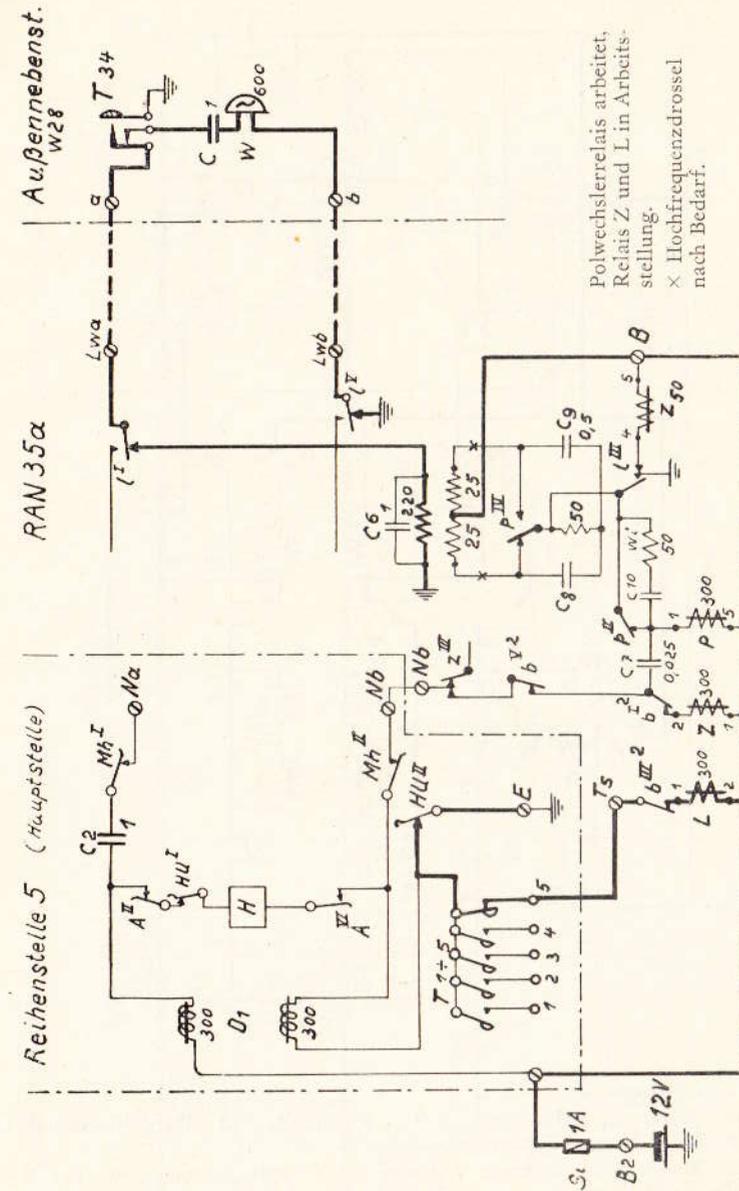
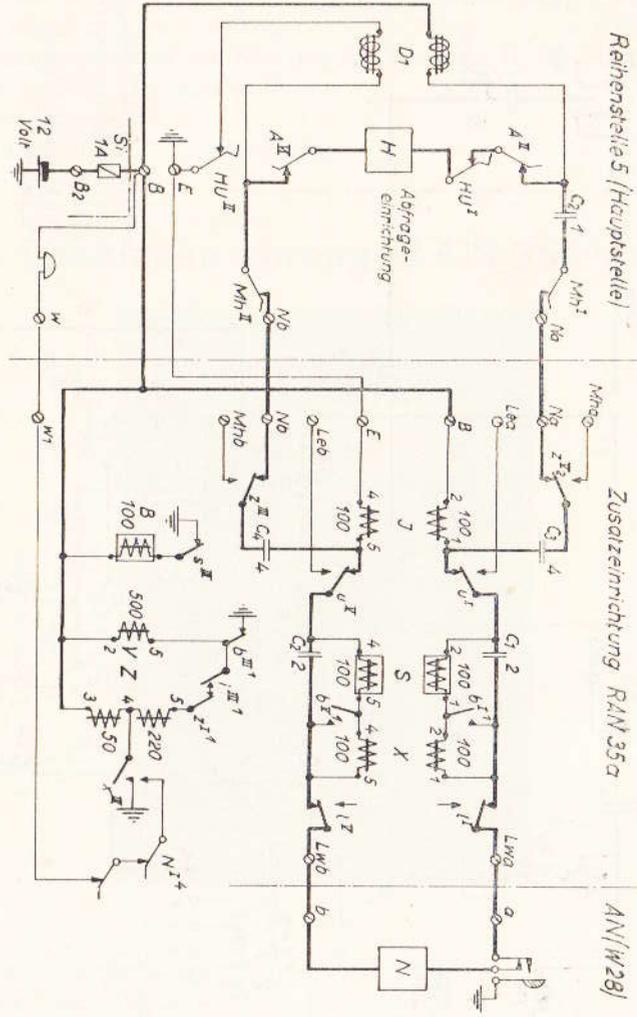


Bild 143. Ruf: Reihenstelle — AN (Reihenstelle hört Freizeichen, C7 0,025).

Bild 144. Verbindung Reihenstelle — AN.



Bemerkungen:

AN nimmt Hörer ab, Relaisfolge: J, S (a/b-Schleife), B (über sIII-Kontakt), V 500 spricht nicht an (Fehlstrom).

Rufen der Hauptstelle: Erdtaste drücken, X, Z (xIII-Kontakt), Wecker der Hauptstelle (xIII, Erde).

i-, s- und b-Kontakte in Arbeitsstellung gezeichnet.

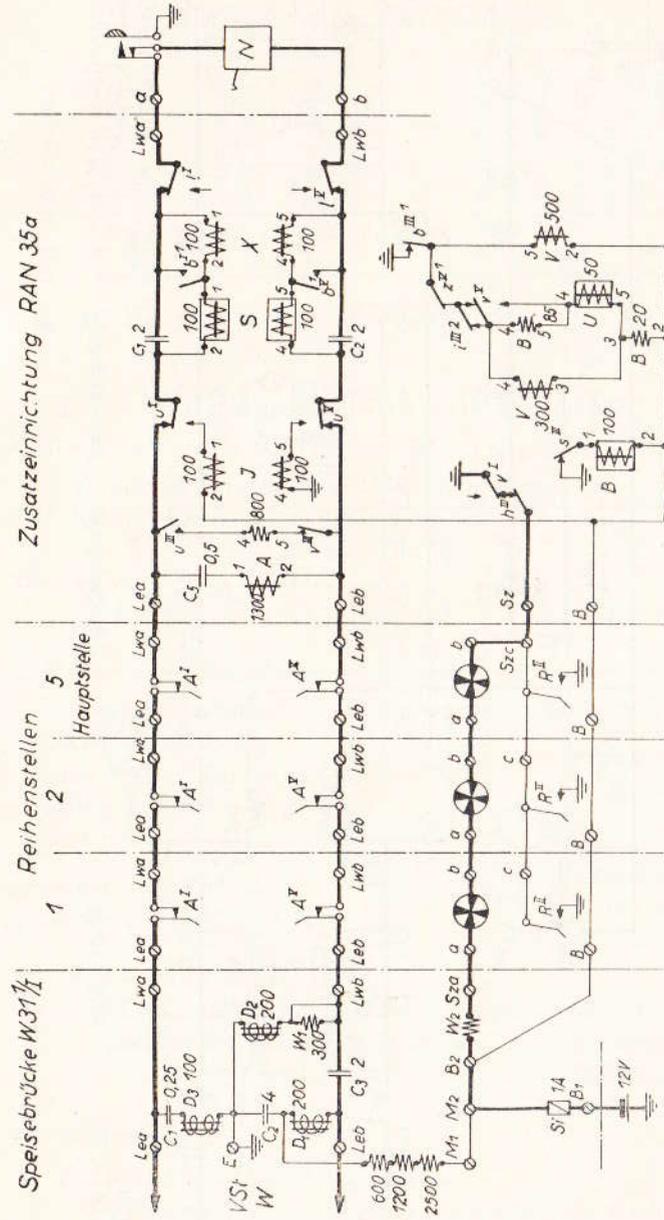


Bild 145. Verbindung VSt — AN.

Bemerkungen:

AN nimmt Hörer ab, Relaisfolge: J, S (a/b-Schleife), B (über sIII), AN wählt Ziffer 1, Relais V 300 und U 50 sprechen an (III²).

V 500 dient als Haltewicklung, wenn bei Rückfrage Rel. Z angesprochen hat.

s-, b-, v- und u-Kontakte in Arbeitsstellung gezeichnet.

Widerstand B 85Ω zur Stromersparnis eingeschaltet.

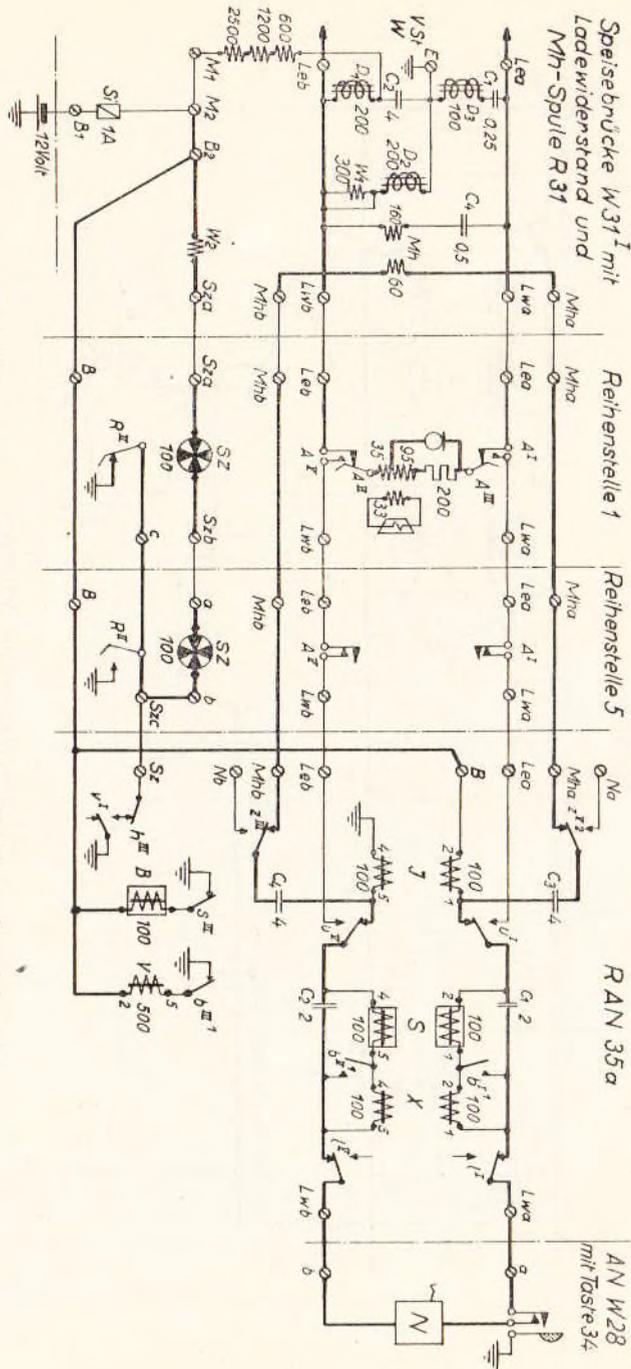


Bild 146. Reihenstelle 1 spricht über VSEW. AN hört und spricht mit. Bemerkungen: Nach Abnehmen des Handapparates bei der AN sprechen an: Relais J und S durch a/b-Schleife. Relais B durch stu. V spricht nicht an (Fehlstrom). In Arbeitsstellung sind: Relais J, S, B.

IV. Anschließen:

Lötösenstreifen unter dem Relaisatz.

Erdanschluß	Außennebenstelle a/b	Reihenhauptstelle Na/b	Speisebrücke Mha/b	Letzte Reihenstelle Lwa/b (Amtsleitung)	Reihenhauptstelle Szc	Ruftaste I der Reihenapparate	Klemme W	Reihenhauptst. Klemme W	2. Abfragestelle	— 12 Volt Batt.		
E	a b	a b	a b	a b	Szc	T5	W ₁	W ₂	B			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	frei

Lötverbindungen für den Amtsruf:

- A. Für den selbsttätigen Weiterruf nach 20 sec.
 - a) zur AN: 7/8, 10/11 Regelverbindung
 - oder b) zur IN (Innennebenstelle): 1/2, 6/7
 - 2. Abfragestelle
 - oder c) zu beiden Stellen
 - IN und AN: 1/2, 7/8, 10/11
- B. Für verschiedene Weiterrufarten.

(Diese Verbindungen sind g.F. außer denen unter A herzustellen)

 - a) sofort zur IN: 4/5
 - b) nach 20 sec. zur AN: 8/9, 11/12
 - c) sofort zur IN und nach 20 sec. zur AN: 4/5, 8/9, 11/12
 - d) sofort zur AN: —
 - e) sofort zur AN und IN: 3/4

Nachtschalter in Ruhelage

Nachtschalter in die Stellung 1 umlegen.

Nachtschalter in die Stellung 2 umlegen.

Mithörberechtigung:

Mh-Klemmen anlegen. In der Speisebrücke muß W₁ 300 Ω überbrückt werden, weil in der Zusatzeinrichtung RAN 35a die Relais S und X (4 × 100 Ω) eingeschaltet sind.

V. Bedienung:

Ankommende Amtsrufe.

Wecker der Zusatzeinrichtung ertönt, die Reihenstelle fragt ab und ruft die AN (Außennebenstelle) durch Drücken

der dazugehörigen Ruftaste an (Gleichstromruf, Tasten T 1...5, Hebelschalter in Mittelstellung, Bild 143).

Ein Freizeichen (Summertone im Fernhörer) zeigt der Reihenhauptstelle an, daß die AN frei ist und Rufstrom abgeht.

Verbindung Reihenseite — AN (Bild 144).

Die AN nimmt den Hörer ab und spricht mit der Reihenseite, danach übernimmt die AN die Amtsverbindung durch Wahl der Ziffer 1.

Verbindung VStW — AN (Bild 145).

Die AN wählt bei ankommenden und abgehenden Amtsgesprächen die Ziffer 1, um die Ltg. zur VStW durchzuschalten.

Rückfrage zur Reihenseite.

AN drückt die Erdtaste.

Rückfrage beendet.

AN wählt Ziffer 1 und setzt das Amtsgespräch fort.

Verbindung AN — Reihenseite (Bild 144).

AN drückt Erdtaste.

Wecker bei der Reihenseite läutet nur solange wie die Taste gedrückt wird.

Um Verwechslungen mit Amtsrufen zu vermeiden, ist es vorteilhaft, wenn die AN mehrmals kurz hintereinander die Taste drückt.

AN hört und spricht mit (Bild 146):

Die AN nimmt nur den Hörer ab; in der Zusatzeinrichtung müssen die Klemmen Mh a/b angeschlossen sein.

Selbsttätige Amtsrufumschaltung.

Beantwortet die Reihenseite den Amtsruf nicht innerhalb 15...20 sec, so wird er je nach Wunsch zur AN oder zum besonderen Wecker einer Reihenseite (2. Abfragestelle) durchgeschaltet.

Die AN beantwortet den Ruf durch Abnehmen des Hörers; die Reihenseite muß außerdem den Hebel nach links umlegen.

Bei umgelegtem Nachtschalter erhalten diese Stellen den Ruf gleichzeitig mit der Reihenseite.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Reihenseite erhält beim Rufen der AN kein Freizeichen, obwohl die AN frei ist (Bild 143).

Ursache:

b^{V2}- oder z^{III}-Kontakt schließt nicht.

Beseitigung:

Kontakt reinigen und einstellen.

2. Fehler:

Reihenseite ruft AN und hat nach Loslassen der Taste T keine Verständigung (Bild 143).

Ursache:

Z-Relais 50 Ω spricht an, aber es hält sich nach Loslassen der Ruftaste nicht über seine Haltewicklung Z 300, weil der Haltestromkreis unterbrochen ist.

Eingrenzen:

Prüfen des Haltestromkreises mit dem an Batterie geschalteten Prüfhörer. Folgende Kontakte abtasten: +HU^{II}, Drossel D₁, Mh^{II}, z^{III}, b^{V2}, b¹².

Beseitigung:

Fehlerstelle entfernen.

3. Fehler:

AN hört nach dem Wählen der Ziffer 1 kein Amtszeichen (Bild 145).

Ursache:

Relais V und U sprechen nicht an, da die Kontakte i^{III2} oder z^{V1} nicht schließen.

Eingrenzen:

Kontakte i^{III2}, z^{V1} und b^{III1} mit dem Hörer nachprüfen.

Beseitigung:

Fehlerhaften Kontakt reinigen und einstellen.

Tischapparat W/OB 35

I.



Bild 147.

II. Übersichtsschaltung:

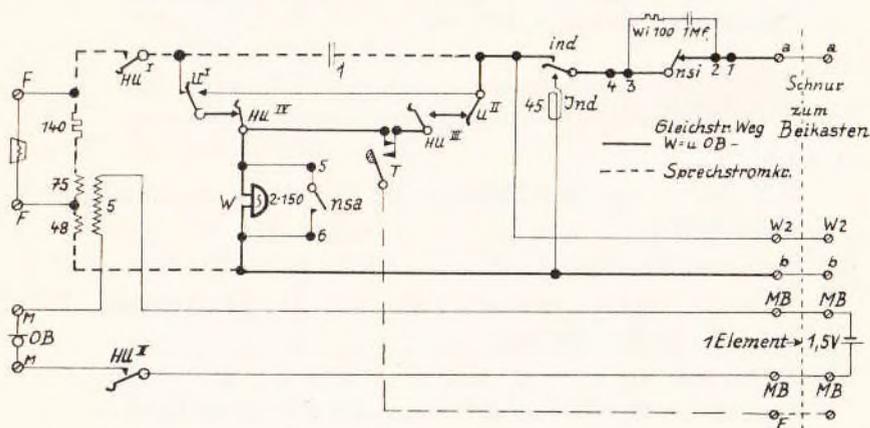


Bild 148.

Schaltmöglichkeiten:

1. W-Schaltung für den Anschluß an W-Ämter.
 2. OB —: für den Anschluß an OB-Ämter mit Gesprächsschauzeichen.
 3. OB +: für den Anschluß an OB-Ämter mit Schlußzeichen.
- Die Gleichstromschleife in der Schaltung „OB +“ führt über U^I (Arbeitsstellung) HU^{IV} (Ruhelage) und den Wecker $2 \times 150 \Omega$.

III. Verwendungszweck:

Der Tischapparat W/OB 35 ist für den Anschluß an W-, ZB- und OB-Ämter geeignet.

Er soll nur verwendet werden, wenn er wahlweise an 2 verschiedenen Netzen angeschlossen werden soll (z. B. W- und OB-Netz).

Die Mikrophonspeisung wird bei allen Anschlußarten einer Ortsbatterie von 1,5 V (Trockenelement) entnommen.

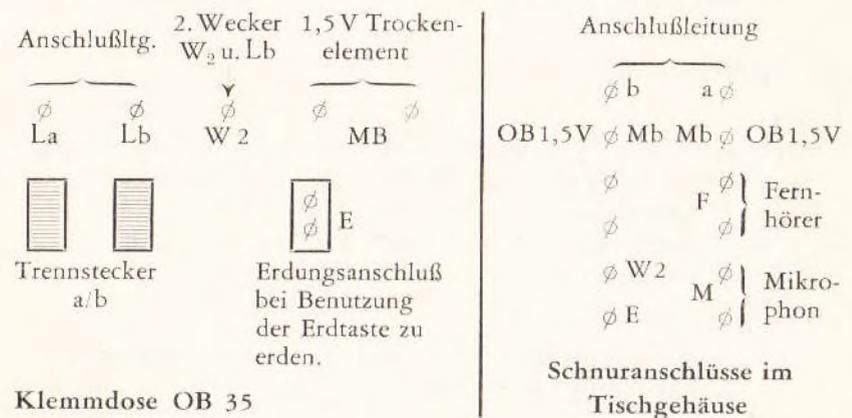
Der Apparat ist auch für den Einbau in Fahrzeuge geeignet, die während ihres Aufenthalts in verschiedenen Städten mit dem örtlichen Fernsprechnet verbunden werden sollen.

Lange Anschlußleitungen in ZB-Schaltung, insbesondere Nebenstellenanschlußleitungen, deren Dämpfungsmaß wesentlich höher als 0,45 Neper ist, eignen sich mitunter nicht für den Anschluß von ZB-Apparaten, weil die Sprechverständigung infolge zu geringer Mikrophonspeisung nicht ausreicht.

In diesem Falle kann man zuweilen mit einem W/OB 35 noch ausreichende Sprechverständigung erzielen.

IV. Anschließen:

Zum Anschließen wird eine Klemmdose OB 35 verwendet:



Klemmdose OB 35

V. Bedienung:

Vor Benutzung des Apparats ist darauf zu achten, daß der Umschalter U — im Gehäuse links oben — auf die richtige

Netzart eingestellt ist. Der verstellbare Hebel kann auf 3 Anschlußarten eingestellt werden:

- a) **W/ZB** zum Anschluß an W- oder ZB-Netze.
Die Schalterkontakte U bleiben in der Ruhelage. Der Kurbelinduktorkontakt „ind“ wird in der Ruhelage festgehalten.
- b) **OB—** zum Anschluß an OB-Netze mit Gesprächszeichen.
Die Schalterkontakte U bleiben in der Ruhelage. Der Kurbelinduktorkontakt „ind“ wird freigegeben und während der Kurbeldrehung umgelegt.
- c) **OB+** zum Anschluß an OB-Netze mit Schlußzeichengabe.
Die Schalterkontakte U werden umgelegt. Der Kurbelinduktorkontakt ist freigegeben.

Der verstellbare Hebel ist von außen her zugänglich, wenn man das links oben angebrachte Abdeckblech zur Seite schiebt. Darunter befinden sich Bezeichnungsschilder mit den Buchstaben R = Regelschaltung und A = Ausnahmeschaltung, die den gewünschten Anschlußarten entsprechend eingelegt werden. Zum Umlegen dieser Schilder muß man die Gehäusekappe abnehmen.

Die Kontakte HU^I bis ^{IV} gehören zum Gabelumschalter und werden beim Abheben des Handapparats umgeschaltet.

VI. Fehlerbeispiel:

Fehler:

In der Schaltung „OB—“ erscheint in der OB-Vermittlungsstelle bei abgenommenem Hörer kein Gesprächszeichen.

Die Nachprüfung der Arbeitsweise ergibt, daß der Schalthebel des Schalters „U“ in der richtigen Stellung steht und daß die Sprechverständigung gut ist.

Ursache:

Der Gleichstromkreis — im Bild 148 stark ausgezogen — ist zwischen a- und b-Ader unterbrochen.

Eingrenzung:

Ein Pol des Trockenelements wird mit der a-Leitung verbunden, an den anderen Pol wird der Prüfhörer einseitig angeschlossen. Mit der Prüfspitze des Hörers werden die Kon-

taktstellen U^{II}, HU^{III}, T und der weitere Stromweg bis zur b-Ader untersucht (Handapparat abnehmen).

Beseitigung:

Unterbrechung oder fehlerhaften Kontakt in Ordnung bringen.

Schlußbetrachtung

Wenn der Entstörer die unter den Fernsprechapparaten gebrachten Fehlerbeispiele durchgearbeitet hat, wird er in der Lage sein, auch Fehler anderer Nebenstellenschaltungen einzugrenzen, die hier nicht gebracht wurden, weil sonst das Hilfsbuch zu umfangreich und damit unhandlich werden würde.

Ich bin allen Arbeitskameraden für Verbesserungsvorschläge und Mitteilungen über ihre Erfahrungen im praktischen Dienst dankbar, die ich in einer späteren Auflage des Buches berücksichtigen kann.

Der Verfasser

Sachweiser

Abfallfehlstrom 58
 Ableitung 23, 24
 Abschlußwiderstand 32
 Amperewindungszahl 20
 Anschlußdosen 135
 Anschlußleitungen, Eingrenzen
 von Störungen in — 110
 Ansprechstrom 58
 Anzugsfehlstrom 58
 Arbeit 37
 Außenleitung, Fehler in der — 111
 Außenströme 10

Betriebsspannung 1
 Bleisammler 62
 Blindwiderstand 30
 Breitbandkabel 45
 Brückenverzweigung nach
 Kirchhoff 35

Dämpfung 48
 Dämpfungsmaß 48
 Dämpfungsmessung 93
 Dämpfungswerte, höchst-
 zulässige — 49
 Dämpfungswerte,
 kilometrische — 50
 Dämpfungszeiger 92
 Dauermagnete 53
 Dielektrizitätskonstante 40
 Dieselhorst-Martinverseilung 44
 Drahtfunkamtsweiche 117
 Drahtfunkanschaltdose 119
 Drahtfunkleitungen,
 Anschließen von — 115
 Drahtfunkleitungsnetz 117
 Drahtfunksender 116

Drahtfunkteilnehmer, Anschaltung
 der 117
 Drahtfunkteilnehmerweiche 118
 Drahtfunkverstärker 116
 Dreiecksspannung 6
 Drehpulmeßgeräte 81
 Drehstrom 15
 Drehstromleistung 39
 Drehstromnetz, Spannung
 des — es 6
 Dynamometrische Meßgeräte 82

Effektivspannung 5
 Effektivstrom 11
 Eingangswiderstand 31
 Eingrenzen von Störungen 124
 Eisenkerne, Aufbau der — 59
 Eisen-Wasserstoffwiderstand 26
 Elektrolytische Meßgeräte 83
 Elektrolytische Wirkung des
 Stromes 19
 Elektrolytkondensatoren 41
 Elektromagnetismus 54
 Elektromagnetkerne 60
 Elektrostatische Meßgeräte 83
 Entladestrom 10
 Erdmagnetismus 51
 Erdstrom 9
 Erdübergangswiderstand 28
 Erdungen bei Sprechstellen 113
 Erdungen (einfache Prüfung) 114
 Erdungsgesamtwiderstand 29
 Erdungswiderstand 28

Fassungsvermögen
 der Sammler 65
 Feinsicherung 18

Feldstärke 52
 Fernsprechapparate 124
 Fernsprechkondensatoren 40
 Fernsprechrelais 56
 Flachrelais 56
 Freileitungsstörungen 105
 Frequenzmesser 82
 Füllelemente 62

Gegenzellen für Sammler-
 batterien 66
 Glättungsmittel 76
 Gleichrichter 73
 Gleichrichterschaltungen 75
 Gleichstrom 8
 Gleichstrompuffergerät 33 76
 Gleichstrompuffergerät 37 79
 Grenzfrequenz 12
 Grobsicherungen 17
 Güteklassen der Meßgeräte 83

Haltestrom 58
 Hautwirkung 13
 Hitzdrahtmeßgeräte 83
 Hitzdrahtrelais 19
 Hochfrequenz 12
 Hochohmwiderstände 25
 Hochspannung 5
 Höchstspannung 5
 Hörnerblitzableiter 3
 Hysteresis 54

Induktion, magnetische — 52
 Induktionsmeßgeräte 82
 Induktionsspannung 4
 Induktivität 45
 Induktivität, Anwendungs-
 beispiele 47
 Isolationswiderstand 24
 Joul'sches Gesetz 37

Kabelprüfsummer 68, 72, 73
 Kabelstörungen 108
 Kabelsuchgerät 92
 Kapazität 40

Kapazitätsberechnungen (für Kon-
 densatoren) 42
 Kilowattstunde 37
 Kirchhoffsche Regeln 9
 Klappenschrank W 13a^{1/3} 164
 Klappenschrank R 30^{1/2} 199
 Klemmenspannung 1
 Kohleblitzableiter 4
 Kohlemikrophon 27
 Kondensatoren, Aufbau 40
 Kondensatoren, Verwendungs-
 beispiele 42
 Kontaktarten am Relais 57
 Kopplungskapazität 44
 Kraftfluß, magnetischer 52
 Kreisfrequenz 13
 Kupferoxydulgleichrichter 75
 Kurbelinduktor 67, 68
 Kurzschlußwiderstand 31

Laderegeln für Sammler 64
 Ladestrom 10
 Lampenwiderstände 26
 Leerlaufwiderstand 31
 Leistung 37
 Leistungsfaktor 39
 Leitfähigkeit, magnetische — 52
 Leitungen 103
 Leitungskapazität 44
 Leitungsstörungen 103
 Leitwert G — 23
 Luftleerblitzableiter 4
 Luftsauerstoffelemente 62

Magnetische Größen 51
 Magnetische Regeln 54
 Magnetische Wirkung des
 Stromes 20
 Magnetischer Widerstand 60
 Maximalspannung 5
 Maximalstrom 11
 Meßbereichserweiterung 86
 Meßgeräte 81
 Meßgeräte, Anschriften der — 84

Meßwandler 87
 Mikrophon OB 27
 Mikrophon ZB 27
 Mikrophonwiderstand 27, 113
 Milliampere 8
 Milliwattsender 68, 71
 Modulationsstrom 13
 Münzfernsprecher 28 c 142
 Münzfernsprecher, Orts- — 138

 Nebensprechdämpfung 51
 Nebenstellenanlagen 124
 Nennspannung 1
 Neper 48, 92, 104
 Nummernscheibe 10

 Ortsmünzfernsprecher 33 138

 Phasenverschiebung 14
 Polstärke 51
 Polwechsler 67, 68
 Prüfschrank 29, großer — 100
 Prüfschrank 29, kleiner — 95
 Prüfung der Drahtverbindungsstellen 106

 RAN 35a $\frac{1}{1}$ (Zusatzeinrichtung) 204
 Regelbare Widerstände 26
 Regelleistung 39
 Regelwiderstand 21
 Regelwiderstände einiger Werkstoffe 22
 Reihenanlage W 31 $\frac{1}{1}$ 180
 Reihenanlage W 33 $\frac{1}{5}$ 186
 Reihenanlage W 25c $\frac{1}{5}$ 189
 Resonanzfrequenz 12
 Restmagnetismus 54
 Röhrensummer 70
 Rückfrageapparat W 28 148
 Rückstellklappenschrank W 21 170
 Rufrelais 59
 Rufstrom 11
 Rufstrommaschine 67, 69
 Ruftransformator 67, 70

Sammler, alkalische — 65
 Sammler, Blei- — 62
 Sättigung, magnetische — 53
 Scheinleistung 39
 Scheinwiderstand 30
 Schirmwirkung, magnetische 53
 Schleifenwiderstand 28
 Schleifenwiderstandsmessung der Sprechstelle 112
 Schutzmaßnahmen bei Kreuzungen oberirdischer Anlagen 120
 Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen oberirdischer und unterirdischer Anlagen 122
 Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen unterirdischer Anlagen 123
 Schutzmaßnahmen beim Zusammentreffen von Fernmelde- und Starkstromanlagen 123
 Selbstinduktionsspannung 4
 Selengleichrichter 74
 Sicherungen für Fernmeldeanlagen 17
 Sicherungen für Starkstromnetze 17
 Sicherungsstörungen 19
 Spannung 1
 Spannungsabfall 1
 Spannungsmesser 86
 Spannungsmesser G 3 88
 Spannungsreihe 2
 Spannungsresonanz 7
 Spannungssicherungen 3
 Spannungsteiler 2
 Spannungsunterschied 2
 Spannungswandler 87
 Sprechstrom 11
 Starkstromschutzmaßnahmen 120
 Steatitsicherung 18
 Sternspannung 6
 Störungen in Anschlußleitungen 110
 Störungseingrenzung 103
 Streifensicherungen 18

Strommesser 87
 Stromquellen 61
 Stromresonanz 14
 Stromsicherungen 16
 Stromstärke 8
 Stromverzweigungen 9
 Summertonerzeuger 70

 Temperaturabhängigkeit des Widerstandes 22
 Thermoclement 67
 Thermostrom 10
 Tischapparat W 24 125
 Tischapparat W 28 129
 Tischapparat W/OB 35 212
 Tonfrequenzströme 12
 Trägerfrequenz 13
 Trockenelement 61
 Trockenplattengleichrichter 74

Übergangswiderstand 29
 Umspanner 7
 Untersuchungsstelle, Prüfung einer — 107

Verbundwiderstand 33, 36
 Vereinfachte Sprechstellen-schaltung 132
 Vergleichswiderstände 25
 Verlustwiderstand 31
 Verzögerungsrelais 58

Wählstrom 10
 Wärmerichtzahl 23

Wärmewirkung 16
 Wattstunde 37
 Wechselspannung 5
 Wechselstrom 11
 Wechselstromfrequenz 11
 Wechselstrompuffergerät 35 79
 Wechselstromquellen 67
 Wechselstromwiderstände 30
 Weckereinstellung 131
 Weicheisenmeßgeräte 81
 Wellenwiderstand 31
 Wicklungsbezeichnung 57
 Widerstand 21, 32
 Widerstand des Kondensators 42
 Widerstand, innerer und äußerer — 29, 61, 62, 65, 86
 Widerstandsarten 24
 Widerstandsberechnungen 32
 Widerstandsmesser 10 M 91
 Widerstandsmesser 0,5 M 97
 Widerstandsverzweigungen 34
 Wirbelströme 14
 Wirbelstromverluste 59
 Wirkspannung 5
 Wirkung des elektrischen Stromes 16
 Wirkungsgrad der Sammler 64
 Wirkungsgrad μ 38
 Wirkwiderstand 30

 Zusatzeinrichtung RAN 35a $\frac{1}{1}$ 204
 Zwischenstellenumschalter W 25b 152
 Zwischenstellenumschalter W 33 158

Hilfsbuch für Rundfunkentstörer

Im Auftrage des Reichspostministeriums

bearbeitet von

Willy Schulz

Techn. Obertelegapheninspektor

Mit 223 Bildern

Einführung in die Elektrische Nachrichtentechnik für Betrieb und Verwaltung

Im Auftrage des Reichspostministeriums

bearbeitet von

Postrat Dipl.-Ing. W. Hering

Mit 104 Bildern

VERLAG FÜR WISSENSCHAFT UND LEBEN
GEORG HEIDECKER
BERLIN-FRIEDENAU

