

K. KABATT

Hilfsbuch für Entstörer

**Verlag für Wissenschaft und Leben
Georg Heidecker
Windsheim/Mittelfr.
(früher Berlin)**

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.

~~EF40~~ III DC

Juv. B. IIE / 1957

7.464

OPD-Nürnberg
- Postmuseum -

Hilfsbuch für Entstörer

Im Auftrage des Bundesministeriums
für das Post- und Fernmeldewesen

bearbeitet von

Kurt Kabatt
Postamtman

Zweite erweiterte Auflage

Mit 257 Bildern
(davon 20 ganz- oder mehrseitig)
und 12 Tafeln „Schaltzeichen der Fernmeldetechnik“

1957

VERLAG FÜR WISSENSCHAFT UND LEBEN GEORG HEIDECKER

WINDSHEIM/MITTELFR.

(früher Berlin)

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen
Nachdrucks, der photometrischen Wiedergabe
und der Übersetzung vorbehalten.

Copyright 1957 by

Verlag für Wissenschaft und Leben
Georg Heidecker
Windsheim/Mittelfr.

Vorwort zur ersten Auflage

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 Fernsprechgeräte, 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 Fernsprecheinrichtungen zu unterrichten.

Allen Stellen, die mich bei der Bearbeitung des Stoffes mit Rat und Tat unterstützt haben, ebenso dem Verlag für die vorzügliche Ausstattung 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

K. Kabatt

Vorwort zur zweiten Auflage

Die zweite Auflage des Hilfsbuches für Entstörer ist vollständig neu bearbeitet worden. Der erste Teil „Allgemeine Grundlagen“ wurde ausführlicher als bisher behandelt und besonders im Abschnitt „Meßgeräte“ wesentlich ergänzt. Dasselbe gilt für die Gebiete „Leitungen und Leitungsstörungen“, für den „Drahtfunk“ und den „Starkstromschutz“. An vielen Stellen sind die Grundlagen auch rechnerisch über die an Entstörer zu stellenden Anforderungen hinausgehend behandelt worden, um diesen damit Fortbildungsmöglichkeiten zu bieten. Auch den Beamten des mittleren technischen Dienstes wird das Hilfsbuch eine willkommene Unterstützung sein bei dem Bestreben, ihre Kenntnisse auf diesem Gebiete zu bewahren oder zu erweitern.

Im zweiten Teil „Fernsprechapparate, Nebenstellenanlagen“ wurden nur noch die neuzeitlichen Tischapparate und Kleinanlagen gebracht. Die Gemeinschaftsanschlüsse und Gebührenanzeiger sind ebenfalls eingehend behandelt worden. Das Hilfsbuch mit seinen zahlreichen Anleitungen zur Störungseingrenzung wird — so hoffe ich — die praktische Arbeit des Entstörers erleichtern.

Allen Stellen, die mich mit Rat und Tat unterstützt haben, meinen besten Dank! Besonders danke ich den Herren Oberpostrat Dipl.-Ing. Dollmann und Techn. Fernmeldeinspektor Krummrich für die Durchsicht und die Ergänzung der neuen Auflage; ebenso danke ich dem Verlag für die vorzügliche Ausstattung des Buches, die namentlich bei der Herstellung und dem Einbau der vielen Bilder besondere Mühe und Sorgfalt erforderte.

Ich bin allen Benutzern des Buches für Verbesserungsvorschläge und Mitteilungen über ihre Erfahrungen in der Praxis dankbar, die ich in einer weiteren Auflage berücksichtigen könnte.

Braunschweig, im November 1957

Der Verfasser

Inhaltsübersicht

	Seite
Vorwort zur ersten Auflage	III
Vorwort zur zweiten Auflage	IV
Erster Teil	
Die Spannung	1
Die Stromstärke	9
Der elektrische Widerstand	29
Widerstandsberechnungen	44
Die elektrische Leistung	51
Die Kapazität	55
Die Induktivität	62
Die Dämpfung	66
Magnetische Größen	70
Fernsprechrelais	77
Stromquellen	82
Gleichrichter	98
Meßgeräte (Verschiedene Bauarten — Prüfschränke)	108
Leitungen und Leitungsstörungen (Freileitungs- und Kabelstörungen — Störungen in Anschlußleitungen — Erdung von Sprechstellen — Fernleitungsübertrager)	148
Anschließen von Drahtfunkleitungen (Allgemeines über den Drahtfunk — Drahtfunktensender — Drahtfunkverstärker — Drahtfunkteilnehmer)	169
Starkstromschutz	182

Zweiter Teil

Fernsprechapparate, Nebenstellenanlagen

	Seite
Allgemeines zum zweiten Teil	187
Tischapparat W 38	189
Tischapparat W 48 mit Erdtaste	194
Tisch- und Wandapparat W 49	200
Öffentlicher Münzfernsprecher 30 für den Ortsverkehr	201
Ortsmünzfernsprecher 33	205
Münzfernsprecher 28 c	209
Tischapparat W/OB 35	215
Tischapparat OB 33	218
Sprechstellen mit 2 Apparaten	220
Sprechstellen mit Anschlußdosen	222
Zweieranschlüsse	227
Gemeinschaftsübertragung	235
Gemeinschaftsvorwähler	235
Wählsternanschlüsse	244
Rückfrageapparat W 28	248
Übersicht über die verschiedenen Nebenstellenanlagen, (— Einteilung, Leitungsbedingungen, Stromversorgung —)	252
Zwischenumschalter W 25 b (Tischform)	255
Zwischenumschalter M & G. Handbedient für Amts- oder Netzspeisung	261
Zwischenumschalter W 33	270
Zwischenumschalter W 33 a, selbsttätiger — (Fa. Merk)	277
Zwischenumschalter, selbsttätiger — (Fa. Hagenuk)	281
Zwischenumschalter, selbsttätiger — (Fa. T & N)	291
Reihenanlage W 31 ^{1/1}	301

	Seite
Reihenanlage W 31 ^{1/5}	307
Zusatzeinrichtung, RAN 35 a ^{1/1}	310
Reihenanlage ^{1/5} (ATF, Hamburg)	318
Reihenanlage ^{2/10} (ATF, Hamburg)	324
Gebührenanzeiger	325
Anlage 1: Abkürzungen für das Tagebuch	337
Anlage 2: Schaltzeichen (alte und neue Symbole)	338
Sachweiser	351

Zusammenstellung

der wichtigsten elektrischen Größen und Grundgesetze

Spannung: Das Volt (Abkürzung „V“), Formelzeichen U und E

Strom: Das Ampere („ „A“), „ I

Widerstand: Das Ohm („ „Ω“), „ R

Das Ohmsche Gesetz: Spannung = Strom \times Widerstand

$$U = I \cdot R$$

Leistung: Das Watt (Abkürzung „W“), Formelzeichen N

für Gleichstrom: $N = U \cdot I$

für Wechselstrom: $N = U \cdot I \cdot \cos \varphi$

für Drehstrom: $N = U \cdot I \cdot \cos \varphi \sqrt{3}$

Kapazität: Das Farad (Abkürzung „F“), Formelzeichen C

Induktivität: Das Henry („ „H“), „ L

Dämpfung: Das Neper („ „N“), „ b

Frequenz: Das Hertz („ „Hz“), „ f

Die elektrischen Einheiten erhielten ihre Bezeichnungen zu Ehren bedeutender Forscher:

„Volt“ nach dem italienischen Physikprofessor Alessandro Volta (1745—1827)

„Ampere“ „ „ französischen Physikprofessor André Marie Ampère (1775—1836)

„Ohm“ „ „ deutschen Physikprofessor Georg Simon Ohm (1789—1854)

„Watt“ „ „ englischen Erfinder und Fabrikanten James Watt (1736—1819)

„Farad“ „ „ englischen Experimentalphysiker Michael Faraday (1791—1867)

„Henry“ „ „ amerikanischen Physikprofessor Joseph Henry (1797—1878)

„Neper“ „ „ englischen Mathematiker John Napier (1550—1617)

„Hertz“ „ „ deutschen Physikprofessor Heinrich Hertz (1857—1894).

Erster Teil

Die Spannung

Einheit: Das Volt

Formelzeichen: U

abgekürzt: V

1 kV = 1 Kilovolt = 1000 V

1 mV = 1 Millivolt = $\frac{1}{1000}$ V

Das Volt, die Einheit der elektrischen Spannung, erzeugt in einem Leiter von 1 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 überwinden muß. Unter „Innerem Widerstand“ versteht man den Eigenwiderstand der Stromquelle.

Betriebsspannung ist die Spannung, die an den Klemmen der stromverbrauchenden Apparate oder Apparatteile herrscht.

Nennspannung ist die Spannung, mit der Motoren, Geräte, Apparate usw. arbeiten und betrieben werden müssen.

Spannungsabfall oder Spannungsverlust.

Längs eines stromdurchflossenen Leiters (einer Leitung oder eines Widerstandes) tritt ein Spannungsabfall ein; er fällt nach dem Ende des Stromkreises hin bis auf „0“ ab. Ein Spannungsabfall tritt jedoch erst ein, wenn ein Strom fließt, d. h., wenn der Stromkreis geschlossen ist.

Beispiel: Durch einen Leitungsabschnitt mit einem Widerstand von $R = 100 \Omega$ fließt ein Strom $J = 200 \text{ mA}$ (0,2 A). 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 gehalten werden (große Leiterquerschnitte!).

Spannungsabfall an Leitungen: (Siehe unter „Leitungen, Leitungseigenschaften und Leitungsstörungen“.)

Spannungsteiler (Potentiometer, Bild 1).

An dem Widerstand R kann an den Punkten A und B eine beliebige Teilspannung U_t von U abgegriffen werden, z. B. zum Laden kleinerer Akkumulatoren oder als Gittervorspannung für eine Elektronenröhre.

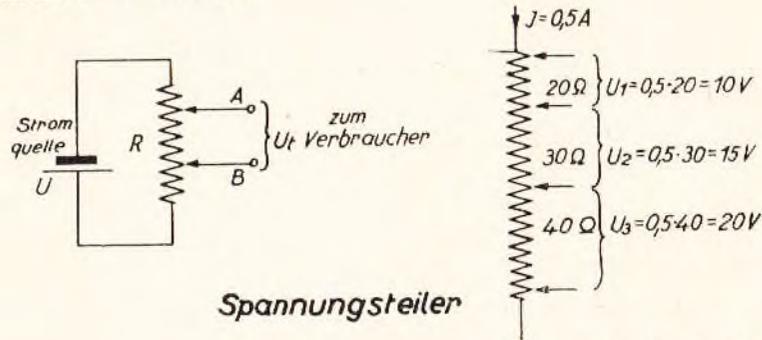


Bild 1. Spannungsteiler. Die Spannungsabfälle verhalten sich wie die Widerstände, ändern sich aber bei Stromabzweigungen mit der Belastung der Teilwiderstände.

Die Spannungsteiler werden als Stabwiderstände mit Abgriffschellen oder als Drahtwiderstände mit Schiebekontakten oder Stufenschaltern ausgeführt. Bei großem Strombedarf sind Spannungsteiler wegen des hohen Eigenverbrauchs unwirtschaftlich.

Spannungsunterschied.

Hierunter versteht man den Unterschied der Einzelspannungen an zwei Punkten eines Stromkreises oder eines Leitungsnetzes. Hat z. B. der Leiter I eine Spannung von $+24\text{ V}$ gegen Erde und der Leiter II $+60\text{ V}$ gegen Erde, so besteht zwischen Leiter I und II ein Spannungsunterschied von $24\text{ bis }60\text{ Volt} = 36\text{ V}$.

Bei Spannungsmessungen muß man also immer 2 Bezugspunkte angeben; z. B. ob die Spannung zwischen der a-Leitung und der b-Leitung oder zwischen der a-Leitung und einer Erdklemme gemessen worden ist. Es wäre daher ungenau, zu sagen: „An der Klemme „a“ herrscht eine Spannung von 52 Volt .“

Spannungsreihe.

Ordnet man die verschiedenen Metalle nach ihren elektrochemischen Kontaktspannungen gegenüber einem Elektrolyten,

so ergibt sich eine elektrochemische Spannungsreihe. Werden nun zwei dieser Metalle in einen Elektrolyten getaucht, so bildet sich zwischen den beiden Metallelektroden eine Spannung, die um so größer ist, je weiter die Metalle in der Spannungsreihe voneinander entfernt sind. Unter „Elektrolyten“ versteht man Lösungen von Salzen, Säuren oder Basen, die die Elektrizität unter gleichzeitiger Zersetzung ihrer Lösung leiten. Aus dieser Gesetzmäßigkeit entstanden die galvanischen Primärelemente (z. B. Zink-Kupfer-Element, Zink-Kohle-Element).

Elektrochemische Spannungsreihe.

Grundstoff	Berührungspotential (in Volt)	Grundstoff	Berührungspotential (in Volt)
Zink	$-0,76$	Blei	$-0,13$
Eisen	$-0,44$	Wasserstoff	$\pm 0,00$
Nickel	$-0,25$	Kupfer	$+0,34$

Die Spannungsreihe enthält die Potentiale der Metalle gegen eine Wasserstoffelektrode als Bezugsstelle. Der Wasserstoff als Nichtmetall nimmt eine Mittelstellung ein; er bildet wie ein Metall positive Ionen. Kohle, ebenfalls ein Nichtmetall, hat kein Bezugspotential und dient nur als Stromleiter.

Bei Primärelementen mit zwei verschiedenartigen Metallelektroden bildet sich der negative Pol immer am unedleren und der positive Pol am edleren Metall. Elemente, die eine Metallelektrode und eine Elektrode aus anderem Stoff — wie z. B. Kohle oder Bleidioxid — enthalten, zeigen den negativen Pol an der Metallseite (z. B. beim Zink-Kupferelement: Zink = $-$ Pol, Kupfer = $+$ Pol, beim Zink-Kohleelement: Zink = $-$ Pol, Kohle = $+$ Pol).

Thermospannungen.

Elektrische Spannungen, die von Thermoelementen erzeugt werden. (Siehe Stromversorgung Thermoelement).

Spannungswandler für Meßgeräte (siehe unter Meßgeräte).

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

Die hohen Spannungen können von atmosphärischen Entladungen herrühren, oder sie gelangen durch Berührung mit Starkstromanlagen auf die Fernmeldeleitung. Auch durch Induktionswirkungen können von Hochspannungsanlagen aus höhere Spannungen auf Fernmeldeleitungen und -einrichtungen übertragen werden. Man unterscheidet bei den Spannungssicherungen zwischen Grobschutz- und Feinschutzsicherungen (siehe auch Abschnitt Stromsicherungen).

Ausführungsformen: Hörnerblitzableiter (Grobschutz, Bild 2).

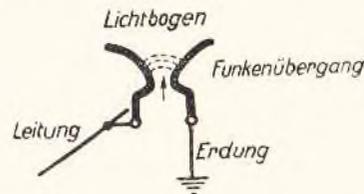


Bild 2.
Hörnerblitzableiter.

Beim Überschlag an der Funkenübergangsstelle bildet sich meist ein Lichtbogen aus; die von ihm erhitzte Luft steigt nach oben und bewirkt, daß sie in diesem Zustand besser leitet, daß der Lichtbogen ihr folgt; dabei gleitet er an den immer mehr auseinanderstrebenden Bügeln entlang aufwärts und reißt schließlich ab, wenn seine Länge für sein weiteres Bestehen zu groß geworden ist. Nach der Form der Bügel hat man dieser Spannungsableitung die Bezeichnung „Hörnerblitzableiter“ gegeben. Sie wird meist als Überspannungsschutz bei Hochspannungsleitungen eingesetzt. An Hochspannungsschaltern schützt sie die Schalterteile gegen Verbrennung.

Im Sicherungskästchen besteht der **Spannungsgrobschutz** im allgemeinen aus einer Funkenstrecke, bei der sich eine Metallplatte und eine Schraubenspitze in geringem Abstand gegenüberstehen, oder es werden zwei gezahnte Metallelektroden einander gegenübergestellt. Die Abstände zwischen den Metallspitzen sind meist unveränderlich. **Ansprechspannung:** etwa 1500 bis 2500 Volt. Als **Feinschutz-Spannungssicherungen** werden Kohleblitzableiter und Luftleerblitzableiter verwendet.

Der **Kohleblitzableiter** besteht aus zwei Kohleklötzchen (besonders harte Retortenkohle), die durch ein siebartig durchlöcherteres Zellitplättchen voneinander getrennt sind (Abstand 0,12 bis 0,15 mm). Das ist der meist angewandte Spannungs-

Feinschutz (z. B. an der Sicherungsleiste des Hauptverteilers und im Sicherungskästchen der Einführung oberirdischer Anschlußleitungen).

Ansprechspannung: 400 V bei Zwischenlagen von 0,135 mm; 500 V bei Zwischenlagen von 0,15 mm.

Luftleerblitzableiterpatronen enthalten in einer abgeschlossenen Glasröhre zwei Kohleelektroden, die an der Oberfläche geriffelt sind; die Schneiden stehen sich kreuzweise gegenüber (Spitzenwirkung). Zwischenraum: etwa 0,5 . . . 0,8 mm. Neuere Patronen sind mit Wasserstoffgas gefüllt und enthalten zwei längliche, plattenförmige Aluminiumelektroden.

Ansprechspannung: 350 . . . 400 V.

Der Luftleerblitzableiter wird überwiegend zum Schutz von Amtseinrichtungen in Fernleitungen verwendet.

Induktionsspannung oder induzierte Spannung.

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

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

Werden z. B. 100 Millionen magnetische Kraftlinien in der Sekunde geschnitten, so wird dadurch eine Spannung von 1 V induziert. Werden dagegen 400 Millionen je Sekunde geschnitten, so beträgt die Spannung 4 Volt.

Selbstinduktionsspannung.

Bei Zunahme des Magnetfeldes wirkt sie der erzeugenden Spannung entgegen, beim Abnehmen der magnetischen Kraftlinien ist sie dieser gleichgerichtet.

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

Die induzierte Spannung ruft einen Strom hervor, wenn der Stromkreis geschlossen ist; seine Stärke hängt ab von der Größe der induzierten Spannungen und von der Größe der eingeschalteten Widerstände, vom inneren Widerstand des Generators und den äußeren Widerständen des Stromkreises. Man darf also immer nur von einer „induzierten Spannung“ sprechen, niemals von einem „induzierten Strom“!

Hochspannung. Man versteht darunter Gleich- oder Wechselspannungen über 1000 V im Gegensatz zu Spannungen unter 1000 V (früher: Niederspannungen).

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

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 Leitungen bei kleinem Leiterquerschnitt gering gehalten werden. Hochspannungsleitungen müssen genügenden Abstand von anderen elektrischen Anlagen (besonders Fernmeldeanlagen) haben, um ein Überschlagen oder eine Beeinflussung durch Induktion zu vermeiden; außerdem dürfen wegen der sonst auftretenden Störinduktionen Fernmeldeleitungen nicht auf längere Strecken parallel zu Hochspannungsleitungen geführt werden.

Als Betriebsspannungen werden jetzt überwiegend 6 kV, 15 kV, und 30 kV in Mittelspannungsanlagen, 60 und 110 kV in Hochspannungsanlagen sowie 220, 380 kV in Höchstspannungsanlagen verwendet. Über den Schutz der Fernmeldeeinrichtungen gegen diese hohen Spannungen ist im Abschnitt „Starkstromschutz“ Näheres gesagt.

Wechselspannung.

Eine Wechselspannung ändert periodisch ihre Größe und Richtung.

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

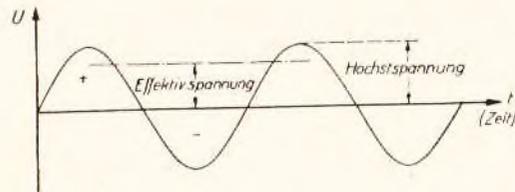


Bild 3. Wechselspannung.

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

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{U_{max}}{1,414} = 0,707 U_{max}$$

Die Meßgeräte werden auf die Effektivwerte von sinusförmigem Strom und sinusförmiger Spannung geeicht. Der Effektivwert ist gleich der Wurzel aus dem Mittelwert aller ins Quadrat erhobenen Augenblickswerte einer Stromperiode. Das Verhältnis

$\frac{\text{Höchstwert}}{\text{Effektivwert}}$ heißt Scheitelfaktor.

Für sinusförmige Wechselströme ist er $\sqrt{2}$. In Drehstromnetzen heißt der zwischen den 3 Leitern gemessene effektive Spannungswert „Spannung des Drehstromnetzes“ (früher „verkettete Spannung“ oder „Dreiecksspannung“).

Sternspannung heißt die Spannung zwischen je einem Leiter und dem Sternpunkt (früher Phasenspannung, Bild 4).

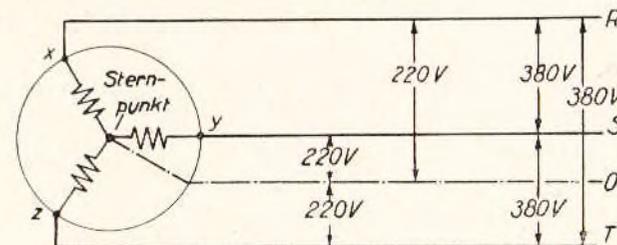


Bild 4. Sternschaltung

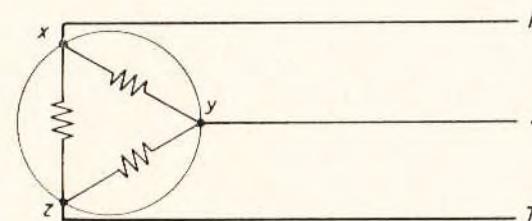


Bild 5. Dreiecksschaltung.

Die bei Niederspannungsnetzen üblichen Spannungen für Drehstrom betragen 380 V (Netz- oder Dreiecksspannung), 220 V (Stern- oder Phasenspannung).

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

d. h. die beiden Spannungen verhalten sich wie 1,73: 1 bzw. $\sqrt{3}$: 1.

Bei der Dreiecksschaltung (Bild 5) gibt es keinen Nulleiter, also nur eine Spannung.

Umspanner (Transformatoren)

haben den Zweck, Wechselspannungen umzuformen, d. h. sie je nach Notwendigkeit zu erhöhen oder zu erniedrigen. Ein Umspanner besteht meist aus 2 galvanisch voneinander getrennten (isolierten) Wicklungen und einem gemeinsamen geschlossenen Eisenkern. Je nach Wahl der Windungszahl kann man eine vorhandene Spannung auf eine beliebige andere Höhe umspannen (transformieren). Die Windungszahlen verhalten sich wie die Spannungen.

Hat z. B. die Erstwicklung 2000 Windungen und die Zweitwicklung 30 000 Windungen, so erhält man bei einer an die Erstwicklung angelegten Spannung von 200 Volt aus der Zweitwicklung eine 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 bei starkem Strom und umgekehrt. Über die Beschaffenheit des Eisenkerns siehe unter „Magnetische Größen“ und unter „Wirbelstrom“.

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

Zwischen dem Kondensator C und der Spule L (Bild 6) besteht Spannungsresonanz, wenn sie sich in ihrer Wirkung gegenseitig aufheben, d. h. wenn die Ladespannung am Kondensator in jedem Augenblick gleich der Spulenspannung ist, und sie einander entgegengesetzt gerichtet sind. Im Stromkreise wirkt dann nur noch der Drahtwiderstand der Spule (abgesehen von dem Widerstand der Stromzuführungen).

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

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

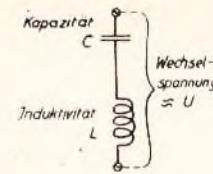


Bild 6.

L = Induktivität in Henry
C = Kapazität in Farad
 $\omega = 2\pi \cdot f$
f = Frequenz
 $2\pi = 2 \cdot 3,14 = 6,28$

Am Kondensator und an der Spule treten im Resonanzfall sehr hohe Spannungen auf. Sie sind bedeutend größer als die angelegte Wechselspannung. Der Strom erreicht seinen Höchstwert; denn es wirkt nur noch der Leiterwiderstand „R“. Bei kleinem „R“ wird also der Strom sehr groß.

Die Stromstärke

Einheit: Das Ampere

abgekürzt: A

Formelzeichen: I

1 mA = 1 Milliampere = $\frac{1}{1000}$ A

Fließt ein elektrischer Strom durch eine Silbernitratlösung (Elektrolyt), so scheidet er aus der Flüssigkeit metallisches Silber aus; je stärker der Strom ist, 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 0,00118 Gramm Silber aus, (d. s. etwa 4 g in der Stunde).

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

1 A = 1000 mA
0,1 A = 100 mA
0,05 A = 50 mA
0,002 A = 2 mA usw.

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

Gleichstrom ist ein in seiner Richtung und Stärke gleichbleibender Strom. Man erhält ihn aus galvanischen Elementen und Akkumulatoren. Dagegen müssen „Gleichströme“, die elektri-

schen Gleichstrommaschinen und Gleichrichtern entnommen werden, für viele Verwendungszwecke erst geglättet werden;

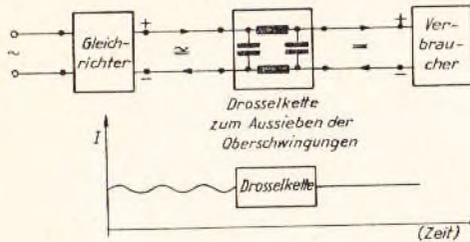


Bild 7. Gleichstrom vor und hinter der Drosselkette (Siebkette).

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

Der **Stromanstieg** beim Einschalten und der Stromabfall beim Ausschalten eines Gleichstromkreises richten sich nach der Größe und Art der eingeschalteten Widerstände (ohmsche Widerstände, Leitungskapazität und Induktivität, Kondensatoren und Drosselspulen). Beispiele siehe Bild 8.

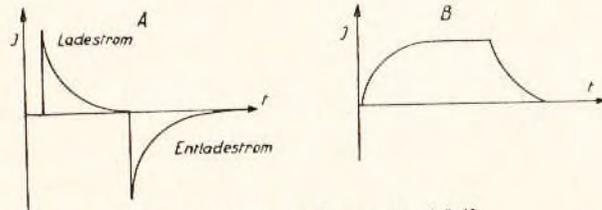
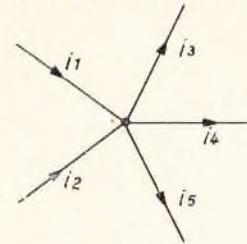


Bild 8. Stromanstieg und -abfall.
A. Bei eingeschalteter Kapazität. B. Bei eingeschalteter Induktivität.

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

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

Kirchhoffschen Regeln:



$$i_1 + i_2 = i_3 + i_4 + i_5$$

Bild 9.

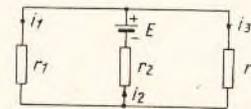


Bild 10.

$$E = i_1 r_1 + i_2 r_2 = i_3 r_3 + i_2 r_2$$

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; Summe aller „E“ = Summe aller „i · r“ (Bild 10).

Die **Teilströme** in parallelen Zweigen verhalten sich **umgekehrt** wie die **Widerstände** dieser 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 Fernmeldeleitungen abfließt. — Werden in Fernmeldeleitungen **Außenströme** (Fremdströme) festgestellt, so können sie auch aus anderen Anlagen (Berührung mit Starkstrom- oder Schwachstromanlagen) herrühren.

Fehlstrom, Haltestrom und Ansprechstrom.

(Siehe unter Fernsprechrelais Abschn. „Magnetische Größen“).

Hauptstrom.

Wegen des bei bestimmten elektrischen Maschinen durch die in Serie liegenden Anker- und Feldwicklungen fließenden Stromes hat man diesen Maschinen die Bezeichnung „Hauptstrom“-Maschinen gegeben.

Ladestrom und Entladestrom.

Darunter versteht man Ströme, die beim Laden und Entladen von Kondensatoren auftreten (Bild 8) und jeweils nur von kurzer Dauer sind.

Auch beim Laden und Entladen von elektrischen Akkumulatoren unterscheidet man zwischen Lade- und Entladeströmen (siehe unter „Stromquellen“).

Stromrichter sind Einrichtungen zum Umformen elektrischer Energien. Ihre Arbeitsweise beruht auf der Wirkung elektrischer Ventile. Dazu gehören u. a.: Trockengleichrichter (z. B. Selenzellen) und Glühkathodengleichrichter.

Die Stromrichter dienen je nach dem beabsichtigten Zweck:

- a) als Gleichrichter zum Umformen von Wechselstrom in Gleichstrom,
- b) als Wechselrichter zum Umformen von Gleichstrom in Wechselstrom,
- c) als Umrichter zum Umformen der Periodenzahl eines Wechselstromes,
- d) als Umspanner zur Umspannung von Gleichstrom (Erzeugung hochgespannter Gleichströme).

Stromwandler dienen zum Umwandeln starker Wechselströme in schwächere, zu dem Zweck, sie in dieser Form leichter messen zu können (siehe Abschnitt Meßgeräte).

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 sich erst wieder, wenn die Nummernscheibe die Ruhelage erreicht. Der nsa-Kontakt schließt während des Wählens das Mikrophon und die Erstwicklung des Sprechübertragers kurz, d. h. alle zwischen a- und b-Leitung eingeschalteten

Widerstände werden überbrückt. Durch das Ausschalten des Mikrophons werden Widerstandsschwankungen vermieden und ein Verzerren des Wählstromes verhindert. Durch Überbrücken der Übertragerspule 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 Nummernschalterkontakte werden nach genauen Prüfvorschriften eingestellt. Fehlerhafte Nummernschalter sind auszuwechseln!

Die neuen Nummernschalter erzeugen 2 Impulse mehr, als der gewählten Ziffer entspricht. Mit Hilfe eines Zusatzkontaktes, des **nsr**-(Nummernscheibenruhe-)Kontaktes werden jedoch beim Ablauf der Scheibe jeweils die letzten zwei Stromstöße unterdrückt (der nsi-Kontakt wird kurzgeschlossen). Die Vorgabe von 2 Impulsen dient dazu, den Wählern genügend Zeit zum Prüfen und Einstellen zu geben, bevor der Teilnehmer die nächste Impulsreihe wählt (z. B. bei mehrmaligem Wählen der Ziffer „1“).

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

Maximalstrom, I_{\max}

Der höchste Wert, den der Wechselstrom erreicht; er wird auch Schwingweite des Stromes, Stromamplitude, Höchststrom oder Maximalstrom genannt. 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, wenn nicht ausdrücklich andere Hinweise gegeben werden, immer auf den Effektivstrom. Ein Wechselstrom von 0,5 A (Effektivstrom) hat dieselbe Wärmewirkung (d. h. denselben „Effekt“) wie ein Gleichstrom von 0,5 A.

Ausgehend von der nur kurzzeitig auftretenden Größe I_{\max} ist daher der Wert des zugehörigen I_{eff} bei vorausgesetztem sinusförmigem Stromverlauf um etwa 30 v. H. kleiner. Es ist

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

In diesem Sinne erhält man, vom Effektivwert I_{eff} des Stromes ausgehend, bei sinusförmigem Stromverlauf den zugehörigen Maximalwert I_{max} durch Aufschlag von rund 40 v. H. Es ist $I_{\text{max}} = I_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} = I_{\text{eff}} \cdot 1,414 = \text{rd. } 140 \text{ v. H. von } I_{\text{eff}}$ bzw. rd. 40 v. H. Aufschlag zu I_{eff} .

Wechselstromfrequenz (Formelzeichen f).

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

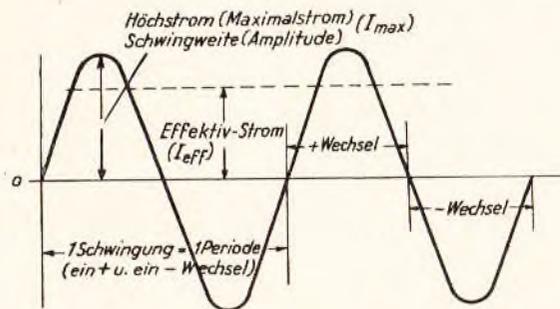


Bild 11.

Die Frequenz wird in Hertz (Hz) oder Kilohertz (kHz) angegeben (1000 Hertz = 1 Kilohertz).

Je nach der Größe der Schwingungszahl in der Sekunde (Per/sec) 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, die Sprechströme von 300 ... 2800 Per/sec (bei einfachen Anforderungen an die Sprechqualität).

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 tiefgesprochene Vokale (o und u).

Bei einer Fernsprechverbindung genügt die Übertragung eines **Frequenzbandes von 300 ... 2400 Hertz**. Die Verständlichkeit der Sprache nimmt jedoch zu, wenn man darüber hinaus noch einige höhere Frequenzen überträgt. Heute erstrebt man einen **Bereich von 300 ... 3400 Hertz**, um die Übertragungsgüte zu verbessern. Je mehr Frequenzen übertragen werden sollen, d. h. je breiter das Frequenzband wird, um so höher werden die Kosten für die

technischen Einrichtungen. Außerdem ergeben sich bei zu großer Frequenzbandbreite Nachbildschwierigkeiten für die Nachbildungen von Kabelleitungen in den Verstärkerämtern.

Zur Übertragung von Musikdarbietungen für den Rundfunk — **Tonfrequenzströme** — muß für die tonrichtige Wiedergabe der Musik ein bedeutend breiteres Frequenzband übertragen werden (30 ... 10 000 Hz, neuerdings sogar bis 16 000 Hz). Die Grenzen der Hörempfindlichkeit des menschlichen Ohrs liegen nach unten bei etwa 16 Hz, nach oben bei 16 000 Hz.

Hochfrequenz (über 100 000 Hz).

Hochfrequenzströme werden mit Hilfe von Elektronenröhren in Verbindung mit Schwingungskreisen erzeugt. Früher wurden sie auch aus Hochfrequenzmaschinen bezogen. Hochfrequente elektrische Energie wird von elektrischen Leitern (Antennen) abgestrahlt und pflanzt sich drahtlos im Raume fort. Auch durch Funkenübergänge an Kontakten entstehen Hochfrequenzschwingungen, die sich im Raum ausbreiten (Rundfunkstörungen!).

Bild 12 zeigt eine Übersicht über die in der Nachrichtenübertragungstechnik üblichen Frequenzen oder Frequenzbänder:

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“).

Die Resonanzfrequenz ist angenähert: $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, wobei $2\pi = 6,28$ ist.

L = Induktivität in Henry.

C = Kapazität in Farad.

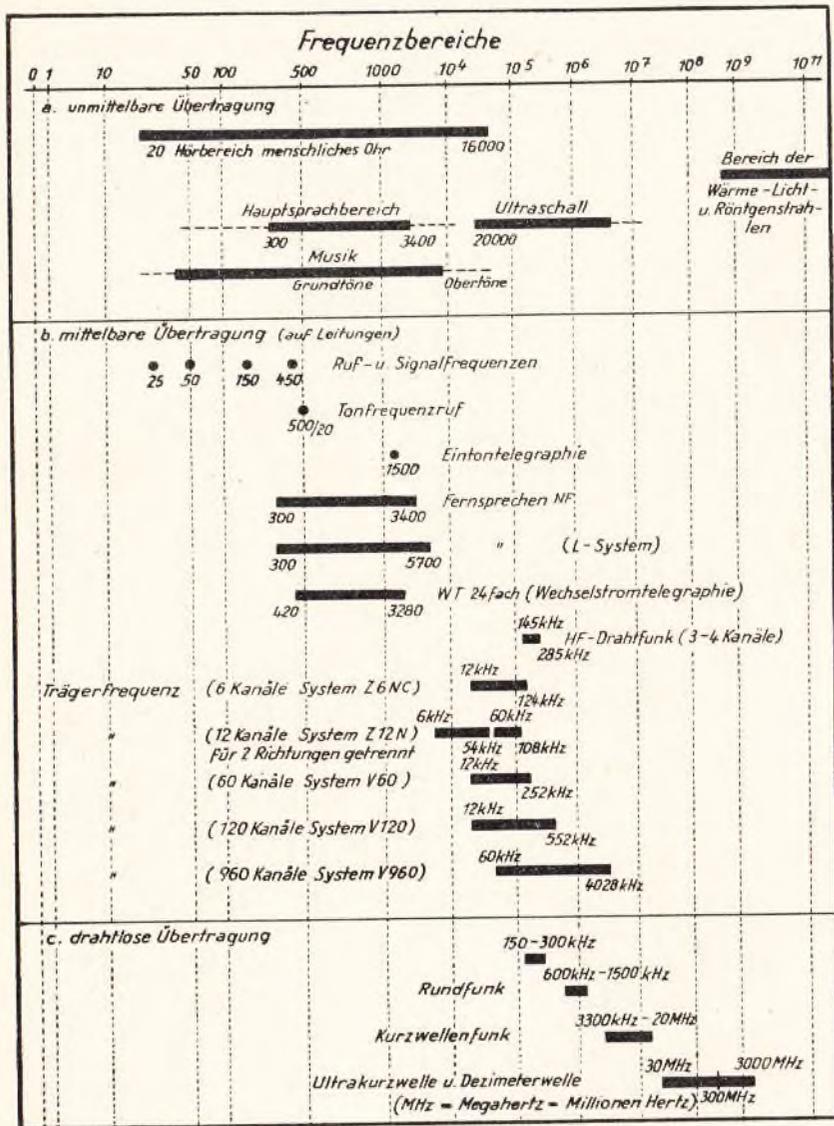


Bild 12.

Trägerfrequenz.

Die Frequenz einer Trägerwelle.

In der Rundfunk- und Fernsehtechnik benutzt man hochfrequente Schwingungen als Träger für Sprech- oder Bildströme. Die im unbeeinflussten Zustand gleich starken Hochfrequenzschwingungen werden in ihrer Schwingweite im Takt der Sprech-, Musik- oder Bildströme gemodelt (verformt). Die Sendestationen führen diese so gemodelten Schwingungen, meist unter weiterer Verstärkung ihrer Energie, der Antenne zu und lassen sie in den Raum ausstrahlen. Aber auch über Fernsprechleitungen überträgt man heute Hochfrequenzschwingungen als Trägerfrequenzen zur Mehrfachausnutzung eines Adernpaares (Mehrkanal-Systeme), wie z. B. für die Wechselstromtelegraphie, für das Trägerfrequenzfernsprechen und für den Drahtfunk. Die Kreisfrequenz ω (lies: Omega) ist die Bezeichnung für das Produkt $2\pi \cdot f$.

Die von einem Wechselstromgenerator erzeugte Spannung hängt im allgemeinen von der Geschwindigkeit ab, mit der die magnetischen Kraftlinien des Feldes von den Läuferdrähten geschnitten werden, d. h. von der Drehgabe des Läufers und der Stärke des geschnittenen Flusses. Ist der Läufer, wie bei einem Kurbelinduktor oder wie bei einer Ruf- und Signalmaschine, für die Rufstromwicklung mit zwei Polen ausgerüstet, so ist die Frequenz der so erzeugten Wechselspannung gleich der sekundlichen Umdrehungszahl des Läufers. Zur Erzeugung von 25 Hertz muß also ein Kurbelinduktor oder eine Rufmaschine eine Ankerdrehung von $n = 25 \text{ Umdr./sec} = 25 \times 60 = 1500 \text{ Umdr./Min.}$ ausführen.

Hautwirkung bei Wechselstrom (Skinneffekt, „skin“ = „Haut“).

Ein Wechselstrom verteilt sich nicht gleichmäßig über den Querschnitt seines Leiters; infolge gegenseitiger Induktion zwischen den inneren und äußeren Leiterschichten entsteht an der Oberfläche des Leiters weniger Gegenspannung als nach dem Leiterinneren hin. Dieser Effekt tritt um so stärker auf, je höher die Frequenz des Wechselstromes ist. Der volle Querschnitt verliert dabei für das elektrische Leitvermögen immer mehr an Bedeutung. Ein voller Leiter erscheint vor allem bei sehr hohen Stromfrequenzen nur noch in seiner Außenschicht (Haut!) leitend. Man bildet Hochfrequenzleitungen daher als Rohrleitungen oder

als Litzenleiter mit voneinander isolierten Einzeldrähten und bestimmter Verdrallung aus. Dadurch ergibt sich zwar die gewünschte große Leiteroberfläche; das Leitergewicht kann aber stark verringert werden, was zu einer wesentlichen Materialersparnis führt. In diesem Sinne erreicht man beispielsweise bei Kurzwellenspulen aus dünnwandigem Kupferrohr eine Steigerung der elektrischen Leitfähigkeit durch Aufbringen eines Silberüberzuges.

Modulationsstrom.

Mit Modulationsstrom bezeichnet man den Strom, der zur Modulation (Amplitudenbeeinflussung) einer hochfrequenten Trägerwelle verwendet wird. Je nach Art des Modulationsvorganges besteht der Modulationsstrom aus einem mehr oder weniger reichhaltigen Wechselstromgemisch ohne (beim Rundfunk) oder mit (beim Fernsehen) einem Gleichstromanteil.

Stromresonanz.

Stromresonanz tritt ein, wenn sich die Kapazität C und die Induktivität L in ihrer Blindwirkung aufheben (Bild 13). Die Energie des elektrischen Feldes der Kapazität ist gleich der Energie des magnetischen Feldes der Induktivität. Im Resonanzfall ist:

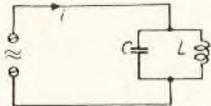


Bild 13.

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

Der Widerstand der Gesamtschaltung wird bei Resonanz sehr hoch, der zugeführte Strom „ i “ sehr klein und der im Schwingungskreis fließende Strom groß. Die Spannungen an C und L erreichen zugleich mit dem Schwingkreisstrom ihren höchsten Wert.

Phasenverschiebung des Stromes gegenüber der Spannung:

Zwischen den Kurven von Spannung und Strom besteht Phasenverschiebung, wenn sie nicht gleichzeitig ansteigen oder abfallen. Die Spannungskurve eilt der Stromkurve voraus, wenn der Stromkreis wie ein induktiver Widerstand erscheint, z. B. 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 die Stromkurve der Spannungskurve voraus.

Wenn kein ohmscher Widerstand vorhanden ist, sondern nur Induktivität oder nur Kapazität, so beträgt der Phasenwinkel 90° , d. h. der Strom erreicht gerade immer dann seinen Höchstwert, wenn die Spannung durch 0 geht, und umgekehrt. Meist sind aber alle drei Größen — ohmscher Widerstand, Kapazität und Induktivität — wirksam, so daß der Phasenwinkel kleiner als 90° ist.

Im Resonanzfall wirkt der Schwingkreis wie ein hoher ohmscher Widerstand, weil sich die induktiven und kapazitiven Eigenschaften gegenseitig aufheben; der Phasenwinkel ist dann 0° .

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

Wirbelströme.

Werden nichtunterteilte Eisenkerne von Drosselspulen oder Relais von zeitlich veränderlichen Magnetfeldern durchsetzt, so werden, wie bei jedem anderen Leiter, auch in den Eisenkernen elektrische Spannungen induziert. Dadurch bilden sich im Eisen Wirbelströme aus, die vorzugsweise dort fließen, wo sie den geringsten Widerstand vorfinden. Sie treten immer auf, wenn Kraftlinien massive Leiter schneiden. Die Stromstärken können wegen des großen Querschnittes — also wegen des geringen Widerstandes — sehr große Werte annehmen, so daß die Kerne stark erwärmt werden.

Um diese Wirbelstromverluste gering zu halten und eine Erwärmung zu vermeiden, werden daher Eisenkerne, die einem magnetischen Wechselluß 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 die Bewegung.

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

Der Drehstrom.

Unter Drehstrom versteht man die Verkettung von 3 Einphasen-Wechselströmen gleicher Stärke und gleicher Frequenz, die durch diese Eigenschaft besonders günstige technische Anwendungsmöglichkeiten ergeben. Er wird in Drehstromgeneratoren erzeugt, in denen die drei Induktionswicklungen für die Erzeugung der in der Phase verschiedenen Spannungen (meist fest im Stator der Maschine eingebaut) mechanisch so gegeneinander (um 120° in der Polteilung!) versetzt sind, daß sie aus dem rotierenden Feldpolpaar des Läufers nacheinander mit 120° Phasenverschiebung die gleichen Wechselspannungen induziert bekommen. Verbindet man die Anfänge dieser 3 Generatorenwicklungen miteinander in einem Punkt (dem sog. Sternpunkt), so kann man von den 3 freibleibenden Enden die verketteten Drehstrom-Phasenspannungen abnehmen. Die Summe aller zu- und abfließenden Ströme in diesen drei Leitungen muß zwangsläufig jederzeit gleich Null sein. Dadurch ist es möglich, drei gleichwertige Einphasenwechselstromkreise unter Verwendung von nur drei Leitungen zur Energieübertragung zu verwenden. Der „Drehstrom“-Begriff ist von der Betrachtungsseite des Verbrauchers her entstanden und dadurch gegeben, daß in einem durch Drehstrom betriebenen Motor die um 120° Grad in der Polteilung versetzten Phasenentwicklungen nacheinander ihr Magnetfeld zur vollen Entfaltung bringen und damit ein stetiges Drehen der magnetischen Hauptflußrichtung im Statorfeld des Motors stattfindet. Der davon induzierte Kurzschlußläufer (Motoranker) folgt mit etwas lastabhängigem Schlupf (Tourenzahl meist 1480/1490 statt 1500 Umdr./Min.) diesem „Dreh“feld. Die drei Drehstromphasen zeigt Bild 14 in ihrem zeitlichen Ablauf.

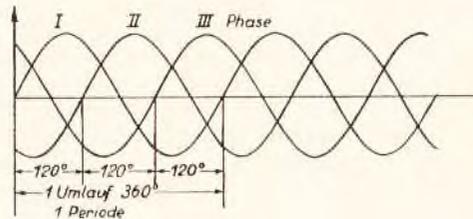


Bild 14.

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 der Bimetallfeder im Hitzdrahtfederersatz; für Beleuchtungszwecke bei Glühlampen, Signallampen usw.; zur Erwärmung von Heizwiderständen, von 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.

Es fehlen die kapazitiven oder induktiven Einflüsse, die für die Leistung bei Wechselströmen eine besondere Rolle spielen oder sie sind so gering, daß sie für den technischen Wechselstrom von 50 Hertz wirkungslos bleiben. Man muß nur auf die richtige Spannung und Höchststromstärke (zulässige Belastung) achten.

Anwendungsbeispiele:

Stromsicherungen.

Zum Schutz gegen zu hohe Erwärmung der Leitungen und Apparate werden Stromsicherungen in den Stromkreis geschaltet, die bei hoher Stromstärke durch Durchbrennen oder Abschalten den Stromkreis unterbrechen. In Leitungsnetzen der Starkstromtechnik werden Sicherungen jeweils an den Stellen eingeschaltet, an denen sich der Leitungsquerschnitt verringert.

In Anlagen, bei denen ein Pol der Stromquelle geerdet ist, wird die Sicherung immer nur in den nicht geerdeten Leitungszweig geschaltet, so daß auch bei Erdschlüssen die Sicherung anspricht. Damit ist zugleich unter allen Umständen eine zuverlässige Erdung sichergestellt.

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), d. h. der die Sicherung auf beliebige Zeit hinweg noch nicht wirklich beansprucht, also nicht zu stark erhitzt.

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

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

Es gibt Sicherungen, die sehr schnell ansprechen, den Stromkreis also in Bruchteilen einer Sekunde unterbrechen, und solche, die träge (verzögert) arbeiten. Die „trägen“ Sicherungen halten den Ansprechstrom eine gewisse Zeit aus, ohne durchzubrennen; das ist vorteilhaft, wenn die Sicherung bei Überbelastungen von kurzer Dauer nicht sofort unterbrechen soll.

Der Aufbau gebräuchlicher Sicherungen.

Sicherungen für Starkstromnetze.

Hierfür werden Sicherungspatronen aus Porzellan verwendet, die an der einen Seite durch ein Fußkontaktteil (Messingkappe oder ähnliches) und an der anderen durch ein Stirnkontaktteil (Messingkappe mit Kennplättchen) 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 Ampere gebaut.

Die Fußkontaktteile haben — der Nennstromstärke entsprechend — verschiedene Durchmesser, die mit der Sicherungsstromstärke zunehmen, so daß Sicherungen für höhere Nennstromstärken mit ihren größeren Fußkontaktdurchmessern nicht in die Fußpassungen von Sicherungen mit geringeren Nennstromstärken, also auch geringeren Fußdurchmessern eingeschraubt werden können. Außerdem sind die Sicherungen am Stirnkontaktteil mit verschiedenfarbigen Kennplättchen, ihrer Nennstromstärke entsprechend, versehen. Die Metallkappe trägt in Zahlen die Angabe der Nennstromstärke.

Die **Quarzsandfüllung** löscht den beim Abschmelzen auftretenden Lichtbogen.

Das **Durchbrennen** einer Sicherung wird durch Herausfallen des Kennplättchens, das je nach der Nennstromstärke verschie-

den gefärbt ist, aus dem Stirnkontaktteil angezeigt, wobei eine Vorspannfeder für eine sichere Auslösung sorgt.

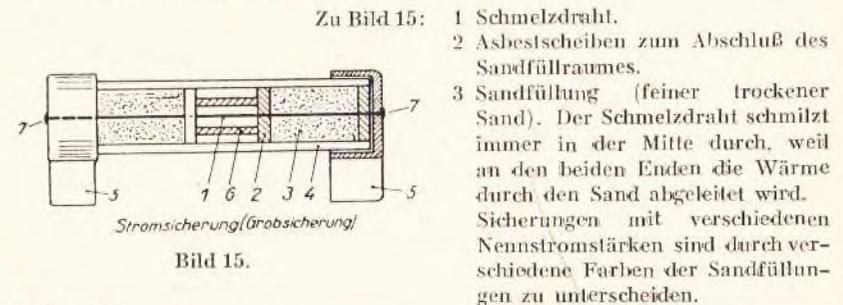
Der Widerstand eines Schmelzdrahtes beträgt bei 6 A etwa $0,028 \Omega$ und bei 15 A etwa $0,008 \Omega$. Im allgemeinen werden mehrere feine Schmelzdrähte nebeneinander geschaltet, weil dadurch der verlangte Widerstand und die Ansprechzeiten besser eingeregelt werden können.

In Starkstromanlagen verwendet man heute auch vielfach Rückstellsicherungen (Automaten), die nach dem Ansprechen wieder eingeschaltet werden können. Das sind jedoch keine Stromwärme- oder Schmelzsicherungen; sie haben Magnetspulen und nutzen die **m a g n e t i s c h e** Wirkung des elektrischen Stromes aus.

Sicherungen für Fernmeldeanlagen.

Grobsicherungen (Bild 15). Ansprechstromstärke verschieden.

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



- 4 Glasrohr.
- 5 Metallkappen mit Kontaktflächen, die in passende Klemmstücke der Porzellansockel eingesteckt werden.
- 6 Kleines Glasrohr, das die äußere Glaswand gegen Metallspritzer und damit gegen Zerplatzen schützt.
- 7 Lötstellen des Schmelzdrahtes.

Steatitsicherung (Bild 16). Ansprechstromstärke 3 A.

Der Isolierkörper (2) besteht aus Steatit. Durch eine Mittelbohrung führt der Schmelzdraht (1). Beim Durchbrennen biegen sich die Metallzungen (4), die mit den Kontaktblechen verbunden

sind, nach außen; sie können sich gegen eine Erdschiene legen und dadurch einen Alarmstromkreis schließen.

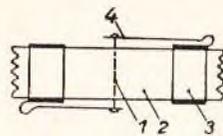


Bild 16.

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

Sie wird in Heizstromkreisen und Signalstromkreisen verwendet, deren Belastung über 1,5 A hinausgeht (Verstärkerämter, UT-Stromkreise usw.). Diese Sicherung kann nach dem Durchbrennen durch Einlöten eines neuen Schmelzdrahtes schnell wieder instandgesetzt werden.

Streifensicherungen (Bild 17).

Sie bestehen aus mehreren Metallstreifen, die zwischen zwei Metallklötzen eingelötet sind (für große Stromstärken).

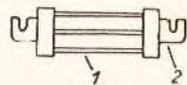


Bild 17.

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

Feinsicherung nach DIN 41 579 (Rücklötsicherung) (Bild 18).

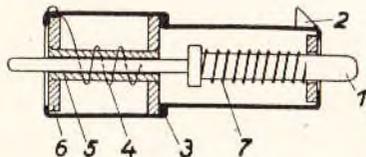


Bild 18.

- 1 Isolierter Metallstift.
- 2 Haltenase, die beim Einsetzen der Sicherung in den Halter in einen kleinen Einschnitt eingreift und die Sicherung festhält.
- 3 Spritzguß-, Druckgußmantel.
- 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 nach links herausdrückt.

Wirkungsweise (Bild 18): Der Strom durchfließt auf seinem Wege von 1 nach 3 die Heizspule 4 und bringt bei Überbelastung das Woodsche Metall (zwischen 1 und 5) zum Schmelzen; der Metallstift 1 wird frei und von der Feder 7 herausgedrückt. Da-

durch springt der Sicherungsbügel am Gestell zur Seite und unterbricht den Stromkreis.

Auslösestromstärken für Feinsicherungen: 0,2, 0,3, 0,5, 0,75, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0 Amp.

Ansprechzeit: 40 Sekunden.

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

Die Sicherungen lassen sich in besonderen Rücklötvorrichtungen erhitzen und wieder gebrauchsfähig machen. Ein LötKolben darf auf keinen Fall dazu verwendet werden, weil dadurch leicht das Schmelzlot der Sicherung verbrannt wird und die Sicherung nicht mehr betriebssicher arbeitet. Nach dem Umlöten ist besonders darauf zu achten, daß die Heizspule noch den vorgeschriebenen Ohmschen Widerstand hat; ist dies nicht der Fall, so ist die Sicherungspatrone auszusondern. Strom- und Spannungssicherungen werden in Fernmeldeanlagen oft zu einem Sicherungssatz vereinigt, wie z. B. im Sicherungskästchen, Einführungsisolator, Luftleerblitzableiter und an der Sicherungsleiste der Hauptverteiler.

Die Bilder 19 und 20 zeigen alte und neue Freileitungsschutzanordnungen.

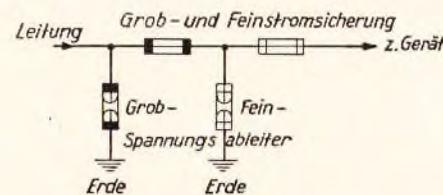


Bild 19. Alter Freileitungsschutz.

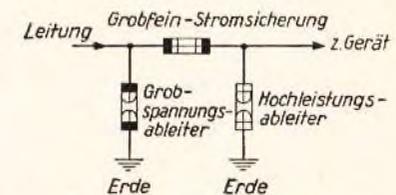


Bild 20. Neuer Freileitungsschutz.

In der neuen Freileitungsschutzanordnung sind die Stromsicherungen (grob und fein) in einer vereinigt worden (Bild 21). Die Sicherung enthält einen Schmelzdraht „S“, der bei 10 A schmilzt, ohne daß bei dieser Stromstärke der Widerstandskörper W ausglüht. Die Feinsicherung spricht bei 0,7 A an, hält jedoch kurzzeitig hohe Belastungen besser aus als die bisher übliche 8 A-Sicherung. Dadurch werden bei kurzen Gewitterentladungen Betriebsunterbrechungen vermieden. Bei längerem schwachem Stromdurchgang erwärmt der Widerstandskörper die Lötstelle

am metallisierten Ende M und wird von der Feder F abgezogen. Die beiden Drahtspiralen auf dem Widerstandskörper dienen als Funkenstrecke; zwischen ihnen springt bei hohen Spannungen ein Kriechfunke über; dadurch wird eine Erwärmung des Widerstandes und damit ein Auslöten verhindert. Bild 22 zeigt die neuen Kleinspannungsableiter.

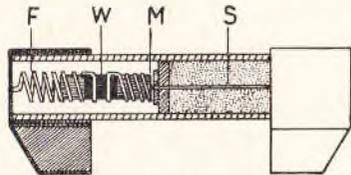


Bild 21. Grobfein-Stromsicherung
F=Zugfeder; W=Widerstandsfab;
S=Schmelzdraht; M=metallisiertes
Ende des Widerstandskörpers.

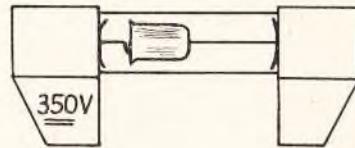


Bild 22.
Kleinspannungsableiter mit Messer-
kontakten.

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 bringen Spannungsverluste in den Stromkreisen.

Hitzdrahtrelais (Thermorelais).

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

Auf eine Feder aus zwei verschiedenen Metallen (Bimetallfeder) ist eine Heizwicklung aus isoliertem Manganindraht gewickelt. Fließt der Strom durch die Windungen, so wird der Draht und damit die Feder erwärmt. Da die beiden Metalle sich verschieden stark ausdehnen, krümmt sich die Bimetallfeder immer nach derselben Richtung und betätigt den darüberliegenden Kontaktfedersatz, dessen Steuerfeder ebenfalls eine Bimetallfeder sein muß; diese muß aber so eingesetzt sein, daß sie bei

Raumerwärmung sich entgegengesetzt zur Feder mit der Heizwicklung verbiegt. Damit wird erreicht, daß die beiden Bimetallfedern (die steuernde und die gesteuerte) bei jeder Raumtemperatur in der gleichen Lage verbleiben und der Kontaktsatz nur bei Speisung der Heizwicklung in Tätigkeit tritt.

Die Windungen des Manganindrahtes sind mit einer hitzebeständigen Asbestfaser umspinnen, um die Wicklungen gegen die Kontaktfeder und auch untereinander zu isolieren. Die Ansprechzeit ist je nach Bauart und Kontakteinstellung verschieden, es werden Zeiten von 5 bis 45 Sekunden und mehr erreicht.

Elektrolytische Wirkung des Stromes.

(Zersetzende Wirkung des Stromes.)

Beim Durchgang eines Gleichstromes durch eine leitende Flüssigkeit wird die Flüssigkeit zersetzt. Man 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, wird der Sauerstoff und an der negativen Stromzuführung, der Kathode, die doppelte Menge Wasserstoff ausgeschieden. 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 auf der Kathode niedergeschlagen. Aber auch das Metall der positiven Elektrode (Anode) wird allmählich zersetzt und sammelt sich an der Kathode an.

Anwendung:

1. Herstellung von Metallüberzügen auf unedlen Metallen (Silber-, Chrom- und Nickelüberzüge).
2. 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 einen Elektrolyten), so zeigt sich zwischen den Elektroden eine elektrische Spannung. 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 Akkumulatoren 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 Stromquelle, 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 anderen Stellen austreten, zersetzen den Bleimantel an den Austrittsstellen. Derartige Streuströme können mit dem Mantelstrommeßgerät nachgewiesen werden.

Bei diesen Zersetzungs Vorgängen wirken die Luftfeuchtigkeit, die 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).

Das magnetische Feld wird verstärkt, 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** erzeugen 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 nach Stärke und Richtung wechselndes Magnetfeld.

Die Regeln, nach denen aus der Stromrichtung die Richtung des magnetischen Flusses bzw. Feldes, und aus der Stromrichtung und Feldrichtung die Bewegungsrichtung des vom Strom durchflossenen Leiters bestimmt werden kann, sind im Abschnitt „Magnetische Größen“ (Seite 70 und folgende) zu finden.

Der elektrische Widerstand

Einheit: Das Ohm

Formelzeichen: R

abgekürzt: Ω

1 M Ω = 1 Megohm

= 1 000 000 Ω = $10^6 \Omega$

1 k Ω = 1 Kilohm = 1000 Ω

Die Einheit eines Ohm wird dargestellt durch den Widerstand einer Quecksilbersäule von der Temperatur des schmelzenden Eises bei einem durchweg gleichen Querschnitt von 1 mm² und einer Länge von 106,3 cm. Ein elektrischer Leiter hat den Widerstand von 1 Ω , wenn ein ihn durchfließender Strom von 1 A einen Spannungsabfall von 1 V erzeugt (Ohmsches Gesetz!).

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

Der Widerstand nimmt mit der Länge des Leiters zu und mit der Erhöhung des Querschnittes ab. An der Art des Stoffes (Leiters) wird auch der sog. „Spezifische Widerstand“ bestimmt.

Darunter versteht man bei einem bestimmten Leiterstoff den Widerstand einer Stoffsäule von 1 m Länge, 1 mm² Querschnitt (bei Runddraht entspricht dies einem Durchmesser von 1,13 mm!) und einer bestimmten Gebrauchstemperatur (meist „plus 20 Grad Celsius“). Der Ohmsche Widerstand eines Leiters kann daher rechnerisch ermittelt werden, wenn die Abmessungen des Materials, seine Art und seine Temperatur bekannt sind.

Ist l = Leiterlänge in m,

F = Leiterquerschnitt (Fläche) in mm²,

ϱ = spezifischer Widerstand in Ω

(bezogen auf 1 m Leiterlänge, 1 mm² Querschnittsfläche und + 20 °C Temperatur)

und besteht eine Raumtemperatur von

t = + 20 °C,

dann ergibt sich der Ohmsche Widerstand bei dieser Temperatur zu:

$$R = \frac{\varrho \cdot l}{F} \Omega.$$

Berechnungsbeispiele:

1. Freileitungen aus Bronzedraht II (Einzelleitung!)

Durchmesser d = 2 mm, Länge l = 3000 m, ϱ = 0,028, R = ?

F = r · r · π = 1 · 1 · 3,14 = 3,14 mm²

$$R = \frac{\varrho \cdot l}{F} = \frac{0,028 \cdot 3000}{3,14} = \frac{84}{3,14} = 26,8 \Omega$$

2. Kabelleitungen, 1,4 mm Durchmesser (Kupferdraht, Einzelleitung!)

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

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

$$R = \frac{\varrho \cdot l}{F} = \frac{0,0175 \cdot 10000}{1,54} = \frac{175}{1,54} = 113,5 \Omega$$

Anmerkungen:

- a) Diese Widerstandswerte gelten für die Einzelleitung; bei Doppelleitungen (a- und b-Ader) sind die doppelten Längen einzusetzen, wodurch sich dann auch die Widerstandswerte verdoppeln.
- b) Die Zahl $\pi = 3,14 \dots$ ergibt sich, wenn der Kreisumfang durch den Durchmesser geteilt wird:

$$\frac{\text{Umfang}}{\text{Durchmesser}} = 3,14159 \dots = \pi \text{ (lies: Pi).}$$

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

- d) Setzt man anstelle des Radius den Durchmesser ein, so ist

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

Werden r bzw. d in mm eingesetzt, dann ergibt sich F in mm^2 .

Künstlich hergestellte elektrische Widerstände.

Dazu verwendet man Mischmetalle (Legierungen), die folgende Eigenschaften erfüllen sollen:

- a) Möglichst großer spezifischer Widerstand,
- b) möglichst konstanter (gleichbleibender) Widerstand bei den in der Praxis üblichen Temperaturen (+20 Grad +40 Grad C), was gleichbedeutend ist mit der Forderung nach einem möglichst kleinen elektrischen Temperaturkoeffizienten,
- c) gute mechanische Bearbeitbarkeit des Widerstandsmaterials, genügende Elastizität beim Ziehvorgang, leichte Lötbarkeit, Unfähigkeit zur Oberflächenoxydation, also keine Neigung zur Korrosion.

Mischmetalle sind: Nickelin (bestehend aus Kupfer, Nickel und Zinn), Konstantan (bestehend aus Kupfer und Nickel), Manganin (bestehend aus Kupfer, Mangan und Nickel) und Kruppin (bestehend aus Eisen und Nickel) in den verschiedensten Vohndersätzen. Außer den Hauptbestandteilen kommen noch Silber- und Chromzusätze in Betracht. Neuerdings sind als Werkstoff für künstliche Widerstände Legierungen verschiedener Zusammensetzungen auf den Markt gekommen, deren Handelsbezeichnungen lediglich aus Buchstaben und Nummern bestehen.

Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes von der Temperatur

Die zur Stromleitung benutzten Stoffe verhalten sich bei Temperaturveränderungen verschieden in ihrer Leitfähigkeit. Reine Metalle und viele Legierungen erhöhen ihren Widerstand mit der Temperatur; Elektrolyte, Halbleiter und Kohle sowie die Gruppe der sog. Heißeiter verringern dagegen bei steigender Temperatur ihren Widerstand, während besonders dafür hergestellte Metallegierungen trotz Temperaturänderungen ihren Widerstandswert beibehalten (Manganin, Konstantan, Rheofan u. a.).

Der Wärmefaktor (Temperaturfaktor, Temperaturkoeffizient) gibt an, um welchen Bruchteil der für die Temperatur von +15 Grad C oder von +20 Grad C in den Tabellen festgelegte spez. Widerstand, bzw. der daraus ermittelte Gesamtwiderstand bei diesen Temperaturen je Grad Temperaturabweichungen zunimmt (bei positivem α) oder abnimmt (bei negativem α !).

Temperaturfaktoren für:

Kupfer . . .	$\alpha = 0,004 = 1/250$
Silber . . .	$\alpha = 0,0034 = 1/294$
Eisen . . .	$\alpha = 0,0045 = 1/222$
Messing . . .	$\alpha = 0,0015 = 1/670$
Manganin . .	$\alpha = 0,00001 = 1/100\ 000$ (!)
Nickelin . .	$\alpha = 0,0001 = 1/10\ 000$ (!)
Kruppin . .	$\alpha = 0,0008 = 1/1250$

Nickelin und Manganin eignen sich besonders zur Herstellung künstlicher Ohmscher Widerstände, weil sie einen hohen spezifischen Widerstand haben und weil ihr Temperaturfaktor klein

ist, d. h., der Widerstand ändert sich bei Erwärmung des Drahtes nicht wesentlich.

Mit Hilfe der für die verschiedenen Metalle (Leiter) feststehenden Temperaturfaktoren kann man bei Temperaturveränderungen die Veränderung des Widerstandes berechnen. In nachstehendem Beispiel wird errechnet, um wieviel Ohm sich der Widerstand einer Kupferleitung erhöht, die bei $+10^{\circ}\text{C}$ einen Widerstand von $250\ \Omega$ hat und durch starke Sonneneinstrahlung auf $+35^{\circ}\text{C}$ erwärmt worden ist.

Berechnungsbeispiel:

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

(R_{10} heißt: Widerstand bei $+10^{\circ}\text{Celsius}$)

$R_{35} = ?$, d. h.: Wie groß ist der Widerstand bei $+35^{\circ}\text{C}$?

$R_{35} = R_{10} (1 + \alpha \cdot t)$

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

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

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

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

Der Widerstand erhöhte sich durch diese Erwärmung um $25\ \Omega$.

Spezifische Widerstände einiger Werkstoffe:

(d. h. Widerstandsdrähte, die bei $+20^{\circ}\text{C}$ eine Länge von 1 Meter und einen Querschnitt von 1 Quadratmillimeter besitzen)

Aluminium,		Quecksilber	0,958	Ω
hart gezogen	0,029	Silber	0,0165	"
Bronzedraht I	0,021	Stahldraht	0,12 ... 0,14	"
" II	0,028	Wismut	1,2	"
" III	0,056	Wolfram	0,05	"
Konstantan	0,5	Zink	0,06	"
Kruppin	0,85	Zinn	0,12	"
Kupfer, weich	0,01754	Bogenlampen-		
Kupfer,		kohle	50 ... 90	"
hart gezogen	0,01786	Kohlebürsten	40 ... 75	"
Manganin	0,4	Graphit-		
Messingdraht	0,08	bürsten	12 ... 40	"
Neusilber	0,35 ... 0,41	Kupferkohle-		
Nickelin	0,45	bürsten	0,12 ... 4,5	"
Platin	0,1			"

Leitwert G: Das ist der Kehrwert des Widerstandes R.

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

Der Leitwert wird in **Siemens** gemessen (abgekürzt: S).

Ein Widerstand von $10\ \Omega$ hat einen Leitwert von $1/10 = 0,1\ \text{S}$.

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.

Als Isolierstoffe dienen

bei **Freileitungen**: Porzellan- oder Glasglocken an den Aufhängepunkten, Luftzwischenräume zwischen den Leitungen,

bei **Kabelleitungen**: Papierbewicklung und Lufthohlräume oder auch Gummi; neuerdings bei Breitbandkabeln: Styroflexspiralen mit Luftzwischenräumen.

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

Ein Doppelglockenisolator hat im trockenen Zustand etwa $5000\ \text{M}\Omega$ (Meg-Ohm) Isolationswiderstand, der bei Regen bis unter $10\ \text{M}\Omega$ sinken kann. Die Ableitung einer Freileitung schwankt zwischen $0,5$ und $1\ \mu\text{S}$ je km ($\mu\text{S} =$ Mikro-Siemens, also ein Millionstel Siemens) im Bereich der Fernsprechfrequenzen.

Kabelleitungen haben gegen Erde und gegeneinander folgende Isolationswiderstände:

Fernkabel	1000 $\text{M}\Omega$ 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 der Leitung (in km) den Gesamtisolationswiderstand ergibt.

Ableitung „G“.

Der Kehrwert des Isolationswiderstandes $\frac{1}{w} = \text{Ableitung } G$ (gemessen in Siemens).

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

Einem Isolationswiderstand von $5 \text{ M}\Omega$ entspricht eine Ableitung von $\frac{1}{5\,000\,000} = 0,000\,005 \text{ Siemens} = 5 \mu\text{S}$.

Widerstandsarten.

Die **künstlichen Widerstände** — wie sie für die Fernmeldeeinrichtungen gebraucht werden — wickelt man meist **zweidrähtig** (bifilar, Bild 23). Hierzu verwendet man Nickelin-, Manganindrähte und ähnliche (siehe unter Wärmefaktor).

Durch zweidrähtige Wicklungen, die vom Strom in entgegengesetzter Richtung durchlaufen werden, entstehen Magnetfelder, die sich gegenseitig aufheben und daher nach außen wirkungslos werden.

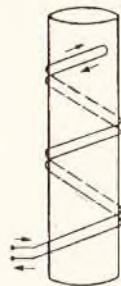
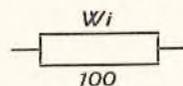
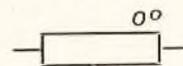


Bild 23.
Zweidrähtige
Wicklung

Bildzeichen in Schaltungen:



zweidrähtiger
Widerstand zu 100Ω



zweidrähtiger Widerstand
für Meßzwecke.

Bild 24.

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

Widerstände, die der Raumersparnis wegen bereits vorhandenen **Relaisspulen** zugewickelt werden, sind ebenfalls zweidrähtig (ohne magnetisierenden Einfluß auf den Relaiskern). Sie tragen

auf den Schaltzeichnungen dieselbe Bezeichnung wie das Relais oder die Drosselspule, auf die sie gewickelt sind; außerdem sind die Lötstiftnummern angegeben, an die sie angeschlossen sind.

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 auf einem Isolierkörper aufgebracht ist.

Sie können in der Weise hergestellt werden, daß Kohlenwasserstoffgas über einen erhitzten Isolierkörper streicht. Dabei schlägt sich der Kohlenstoff als dünne gleichmäßige Schicht nieder. Auch Rußschichten aus reinen Benzinflammen können aufgetragen werden. Diese Kohlenstoffschichten müssen mit einem nichtleitenden Schutzlack überzogen werden. Widerstände, die nicht aus Drähten, sondern aus gepreßten pulverförmigen Mischungen teils leitender, teils nichtleitender Stoffe bestehen, 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 M Ω** , während **Drahtwiderstände** höchstens bis zu **500 000 Ω** 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 eine bessere Wärmeableitung zu ermöglichen. Bei sehr hoher Belastung wird künstliche Kühlung durch Lüfter oder Ölkühlung angewendet.

Schaltzeichen für regelbare Widerstände:



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-Wasserstoff-Widerständen** ist der Eisendraht von Wasserstoffgas umgeben. Das Gas leitet die Wärme gut ab und schützt den Metallfaden gegen Verbrennung. **Der Widerstand** des Drahtes nimmt aber — von einer bestimmten Strombelastung ab — infolge einer sich hier ändernden Wärmeableitung durch das Gas mit dem an ihm auftretenden Spannungsabfall zu, so daß der Strom für ein bestimmtes Intervall der Spannungssteigerung nicht weiter zunimmt.

Der so entstehende Regelbereich wird zum Ausgleich von Stromschwankungen in Heizstromkreisen von Elektronenröhren ausgenutzt.

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 und auch mit Sprechkapseln bezeichnet (Bild 25 und 26).

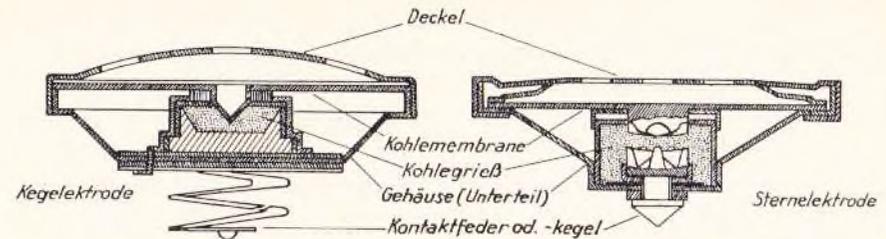


Bild 25. Sprechkapsel mit Kegelelektrode.

Bild 26. Sprechkapsel mit Sternelektrode.

Der Kohlestempel der Membran ragt in jeder Lage des Mikrophones in den Kohlegrieß hinein; dadurch wird vor allem bei horizontaler Lage der Kohlemembran eine Unterbrechung des Speisestromes und ein Verschmoren der Berührungsstellen des Kohlegrießes verhindert, was zu einem frühzeitigen Nachlassen des Mikrophoneffektes führen würde („Taubwerden“ der Mikrofonkapsel!).

Mikrofonwiderstände.

ZB-Mikrophon	150 ... 350 Ω	30 mA Betriebsstrom
W 28-	50 ... 130 Ω	30 „ „
W 33-	150 ... 300 Ω	30 „ „
OB 05-	12 ... 25 Ω	50 „ „
OB 35-	20 ... 60 Ω	40 „ „

(ZB = Zentralbatterie, W = Wähleranlage, OB = Ortsbatterie).

Das OB-Mikrophon (für Ortsbatterieschaltung) enthält statt des Kohlegrießes Kohlekörner, die in kegelförmigen Vertiefungen der Kohlepflanne untergebracht sind. Die Batterie für OB-Mikrophone soll 1,5 V, mindestens aber 0,7 V haben.

Der Gleichstromwiderstand einer Mikrofonkapsel neuer Bauart — auch Sprechkapsel genannt — darf in senkrechter Lage der Kapsel 50 bis 140 Ω betragen, und zwar bei 60 V Spannung und 30 mA Mikrofonstrom. Die neuen Sprechkapseln gibt es in verschiedenen Empfindlichkeitsgruppen:

Sprechkapselgruppe

I	für Anschlußleitungen von	0—250 Ω Widerstand
II	„ „ „	250—500 Ω „
III	„ „ „	500—700 Ω „

Die Güte eines Mikrophons hängt davon ab, wieviel von der geringen Schalldruckenergie in elektrische Energie umgesetzt wird (Wirkungsgrad), und außerdem von der Verzerrungsfreiheit hinsichtlich Amplitudentreue und Frequenzgang.

Amplitudentreu arbeitet ein Mikrophon, wenn Schalldruckschwankungen ebenso große Stromschwankungen durch das Mikrophon auslösen.

Frequenzgetreu arbeitet ein Mikrophon, wenn der gleiche Schalldruck bei allen Frequenzen eine gleich große Stromschwankung entstehen läßt.

Ältere Mikrophone übertragen Frequenzen von 200 bis zu 3000 Hz, neue von 100 bis 5000 Hz.

Die heutigen ZB- und W-Mikrophone lassen an den Anschlußklemmen einer Teilnehmerleitung bei kräftiger Besprechung Wechselspannungen auftreten, die allerdings mit starken Verzerrungen eine Höhe bis zu 3 Volt_{eff} und mehr annehmen können. Bei normaler Sprechlautstärke kann aber mit etwa 0,7—1,0 Volt_{eff} Sendespannung gerechnet werden.

Die grundsätzlichen Unterschiede der OB- und ZB-Mikrophonschaltung zeigen die Bilder 27 und 28.

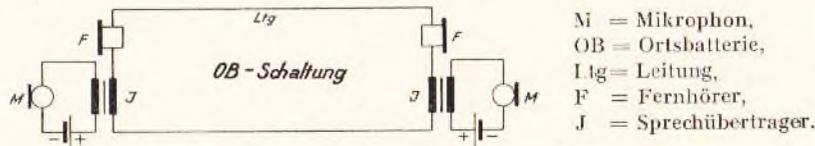


Bild 27. OB-Schaltung.

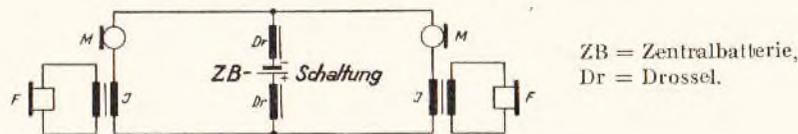


Bild 28. ZB-Schaltung.

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**, dem **Erdübergangswiderstand** (zwischen dem Erder und dem Erdreich) und dem **Ausbreitungswiderstand**, d. h. dem Widerstand des Erdbodens gegen die Ausbreitung des Stromes vom Erder in dessen weitere Umgebung.

Erdungen werden gebraucht als:

1. Stromkreiserdung
2. Sicherungserdung
3. Blitzschutzterdung
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 | 10 Ohm |
| mittlerer Größe | 8 " |
| größeren Umfangs | 0,5—2 " |
| 2. Fernsprechvermittlungsstellen (W- u. ZB-Schaltung) | |
| mit 500 Anrufeinheiten | 7 " |
| 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),
Gemeinschaftsumschalter, Wählsternschalter,
Drahtfunkanschlüsse | 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 und 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 entsteht er hauptsächlich durch den Stromweg von der einen Elektrode über den Elektrolyten zur anderen Elektrode, in elektromagnetischen Maschinen durch den Ankerdraht und die Feldwicklung je nach ihrer Zusammenschaltung.

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

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

Der magnetische Widerstand.

Darunter versteht man (im Gegensatz zu den Stromwiderständen) den Widerstand, der sich den magnetischen Kraftlinien auf ihrem Wege durch Eisen und Luftzwischenräume entgegensetzt (s. unter „magnetische Größen“).

Wechselstromwiderstände.

Im Wechselstromkreis treten außer dem Ohmschen Widerstand noch induktive und kapazitive Widerstände auf.

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

Widerstände, die neben der Stromgröße auch den zeitlichen Ablauf der Stromkurve gegenüber der Spannungskurve (Phasenverschiebung) beeinflussen, ohne Energie zu verbrauchen, nennt man **Blindwiderstände**. Ebenso unterscheidet man zwischen Wirk- und Blindstrom.

Wirk- und Blindwiderstand ergeben zusammen den **Scheinwiderstand**. Bild 29 zeigt, wie sich aus Wirk- und Blindwiderstand der Scheinwiderstand zeichnerisch ermitteln läßt.

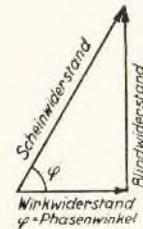


Bild 29.

Der induktive und der kapazitive Widerstand sind Blindwiderstände, deren Augenblicksreaktion für den Strom entgegengesetzte Wirkungen zeigt. So kommt es vor, daß bei Serienschaltung nur ihre Widerstandsdifferenz als wirksamer Blindwiderstand auftritt.

Praktisch sind in einem Wechselstromkreis immer alle drei Widerstände (Wirkwiderstand, kapazitiver und induktiver Widerstand) vorhanden, denn die Zuführungsleitungen haben immer eine gewisse Eigen-Kapazität oder Selbst-Induktivität, je nachdem, welche der beiden Größen überwiegt. Diese Größen können bei Berechnungen oder Messungen nur vernachlässigt werden, wenn im Stromkreis Wechselströme mit geringen Frequenzen fließen. Bei Hochfrequenzen (Rundfunk- oder Trägerfrequenzen usw.) fallen sie dagegen schon ins Gewicht.

1. Der **Wirkwiderstand** (R_W) wird gebildet durch Draht- und Schichtwiderstände, die weitgehend induktions- und kapazitätsfrei aufgebaut sein müssen, aus den Ohmschen Widerständen der Leitungen, Spulen und Kondensatorbelägen, aus Widerstandsgrößen, die sich aus den Wirbelstromverlusten in den Drossel- und Massekernen, den Molekular- und Hystereseverlusten in den Isoliermaterialien und Kondensator-Dielektriken herleiten lassen.

2. Der **kapazitive Widerstand** (R_C) entsteht durch Kondensatoren, Leitungskapazitäten und Wicklungskapazitäten.

3. Der **induktive Widerstand** (R_L) tritt auf bei Leitungen, Drosselspulen, Übertragerspulen und Relais.

Die drei vorstehenden Widerstandsarten ergeben je nach ihrer Zusammenschaltung die unterschiedlichsten Scheinwiderstandswerte (Parallelschaltung, Reihenschaltung, Gemischtschaltung).

Nachstehend werden nur Ergebnisse aus den am leichtesten zu überschenden Serienschaltungen angegeben. Der Scheinwiderstand (R_S) bei Einzelwiderstand oder bei bestimmter Serienschaltung von Einzelwiderständen läßt folgende Rechnungen zu.

Beispiele elektrischer Widerstandsarten in verschiedener Zusammensetzung.

- (dabei ist: R_W die Summe aller Wirkwiderstände (d. h. nicht nur der Drahtwiderstände, sondern auch aller meist frequenzabhängigen Verlustwiderstände),
 R_L der rein induktive Blindwiderstand einer Spule,
 R_C der rein-kapazitive Blindwiderstand eines Kondensators,
 R_S der Scheinwiderstand, der sich aus einer jeweiligen Mischung von R_W , R_L und R_C ergibt,
 f = die Frequenz des Speisestromes,
 $\pi = 3,14$
 $\omega = 2 \pi f$
 L = Induktivität in Henry
 C = Kapazität in Farad)

- Widerstand einer verlustlosen Induktivität (reiner Blindwiderstand): $R_L = \omega L$ (Ω), abhängig von der Frequenz.
 Widerstand einer verlustlosen Kapazität (reiner Blindwiderstand): $R_C = \frac{1}{\omega C}$ (Ω), abhängig von der Frequenz.
 Widerstand aus Draht- und sonstigen Verlusten (reiner Wirkwiderstand): R_W (Ω), abhängig von der Frequenz.

Scheinwiderstand einer Reihenschaltung von R_W und L :

$$R_S = \sqrt{(R_W)^2 + (R_L)^2} = \sqrt{R_W^2 + \omega^2 L^2} \text{ (Ω)}.$$

Scheinwiderstand einer Reihenschaltung von R_W und C :

$$R_S = \sqrt{(R_W)^2 + (R_C)^2} = \sqrt{R_W^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}} \text{ (Ω)}.$$

Scheinwiderstand einer Reihenschaltung von R_W , L und C :

$$R_S = \sqrt{(R_W)^2 + (R_L - R_C)^2} \\ = \sqrt{R_W^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2} \text{ (Ω)}.$$

Siehe auch unter „Induktivität“ und „Kapazität“.

Verlustwiderstand (ein Teil des Wirkwiderstandes).

Der oben erwähnte Wirkwiderstand stimmt mit dem reinen „Ohmschen Widerstand“ nur überein, wenn es sich um eine Gleichstromspeisung handelt. Bei Speisung mit Wechselstrom dagegen ist der Wirkwiderstand um die zusätzlich, vor allem bei steigender Frequenz des Stromes, auftretenden verschiedenartigen Verlustwiderstände größer.

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

Diese Verluste dürfen also bei der Bestimmung des Wirkanteiles des Wechselstromscheinwiderstandes nicht übersehen werden. Nur bei sehr niedrigen Frequenzen kann man sie wegen ihrer Größenordnung im Vergleich zum reinen Leiterwiderstand vernachlässigen.

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 — d. h. nicht mit einem Abschlußwiderstand belastet —, wird der Eingangswiderstand zum **Leerlaufwiderstand**, bei einer am Ende kurzgeschlossenen Leitung zum **Kurzschlußwiderstand**.

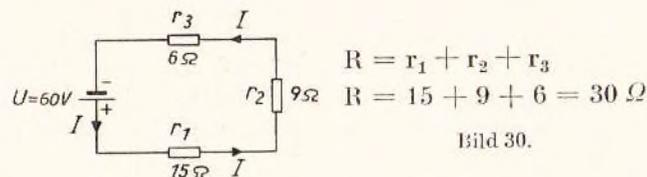
Bei den üblichen Betriebsmessungen mit Wechselstrom muß eine Doppelleitung jedoch mit einem Widerstand abgeschlossen werden, der ihrem Wellenwiderstand entspricht. Dieser **Abschlußwiderstand** muß um so genauer diesem Wellenwiderstand entsprechen, je geringer die Leitungsdämpfung ist. Er wird am Ende der Leitung zwischen a- und b-Ader eingeschaltet und soll ein Entstehen von zurücklaufenden Wellen verhindern.

Widerstandsberechnungen

I. Hintereinandergeschaltete Widerstände (Bild 30).

Diese Schaltungsart heißt Hintereinander- oder Reihenschaltung.

Der Gesamtwiderstand ist gleich der Summe der Einzelwiderstände.



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 30:

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

Wie groß ist der Spannungsabfall am Widerstand r_3 ?

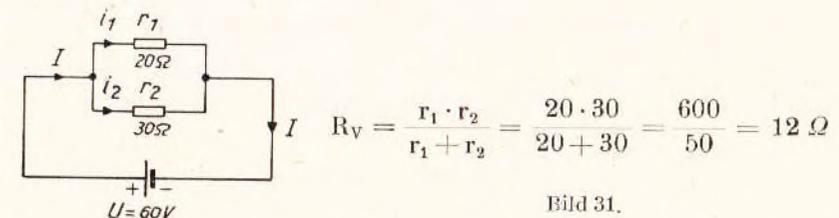
$$\text{Spannungsabfall } U = I \cdot r_3 = 2 \cdot 6 = 12 \text{ V.}$$

II. Nebeneinandergeschaltete Widerstände (Bild 31).

Diese Schaltungsart heißt Nebeneinander- oder Parallelschaltung.

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

Der Verbundwiderstand zweier nebeneinandergeschalteter Widerstände ist (nach Bild 31):



Will man den Leitwert, den Kehrwert dieses Verbundwiderstandes ermitteln, so muß man die Einzel-Leitwerte zusammenzählen. Aus dem Gesamtleitwert erhält man durch Umkehrung den gesuchten 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:

$$\begin{aligned} r_1 &= 15 \Omega & \frac{1}{R_V} &= \frac{1}{15} + \frac{1}{10} + \frac{1}{4}; \quad \left[\text{Hauptnenner} = 60 \right] \\ r_2 &= 10 \Omega & & \\ r_3 &= 4 \Omega & \frac{1}{R_V} &= \frac{4}{60} + \frac{6}{60} + \frac{15}{60} \\ & & \frac{1}{R_V} &= \frac{25}{60} = \frac{5}{12}; \quad R_V = \frac{12}{5} = \underline{\underline{2,4 \Omega}}, \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} 1. \quad R_{V_1} &= \frac{15 \cdot 10}{15 + 10} = \frac{150}{25} = 6 \Omega \\ 2. \quad R_V &= \frac{6 \cdot 4}{6 + 4} = \frac{24}{10} = \underline{\underline{2,4 \Omega}} \end{aligned}$$

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

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

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

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

oder mit 15 Ω -Widerständen:

$$2 \text{ Widerstände zu } 15 \Omega; R_V = \frac{15}{2} = 7,5 \Omega$$

$$3 \quad \text{„} \quad \text{„} \quad 15 \Omega; R_V = \frac{15}{3} = 5 \Omega \text{ usw.}$$

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

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

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

Wie groß sind im Bild 31 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 32.)

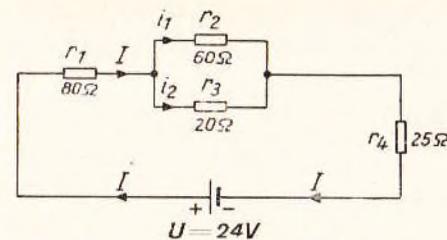


Bild 32.

$$r_1 = 80 \Omega$$

$$r_2 = 60 \Omega$$

$$r_3 = 20 \Omega$$

$$r_4 = 25 \Omega$$

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.

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

Der Strom I ist gleich

$$\frac{U}{R} = \frac{24}{120} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ A}; I = \underline{\underline{200 \text{ mA.}}}$$

Die Teilströme i_1 und i_2

$$i_1 = \frac{I \cdot r_3}{r_2 + r_3} = \frac{0,2 \cdot 20}{60 + 20} = \frac{4}{80} = \underline{\underline{0,05 \text{ A}}},$$

$$i_2 = \frac{I \cdot r_2}{r_2 + r_3} = \frac{0,2 \cdot 60}{60 + 20} = \frac{12}{80} = \underline{\underline{0,150 \text{ A}}}$$

oder für i_2 einfacher: $i_2 = I - i_1 = 0,2 - 0,05 = \underline{\underline{0,150 \text{ A}}}$.

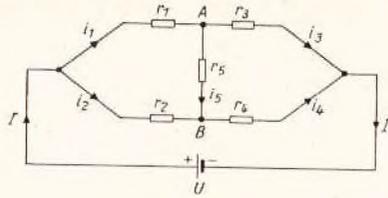
In Milliampere ausgedrückt: $i_1 = 50 \text{ mA}$ und $i_2 = 150 \text{ mA}$ ergeben beide zusammen den Gesamtstrom $I = 200 \text{ mA}$.

Wie groß ist der Spannungsverlust am Widerstand r_2 ?

$u = i_1 \cdot r_2 = 0,05 \cdot 60 = 3,0 \text{ Volt}$ (nicht den Gesamtstrom und nicht in mA einsetzen!). Der gleiche Spannungsabfall herrscht auch am Widerstand r_3 , da beide Widerstände nebeneinandergeschaltet sind.

Brückenverzweigung nach Kirchhoff.

In Brückenverzweigungen (Bild 33) fließt vom Punkt A zum Punkt B kein Strom ($i_5 = 0$), wenn $\frac{r_1}{r_2} = \frac{r_3}{r_4}$ oder $r_1 \cdot r_4 = r_2 \cdot r_3$ ist.



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

Bild 33.

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 ?

$$\begin{aligned} r_1 \cdot r_4 &= r_2 \cdot r_3 \\ 100 \cdot r_4 &= 1000 \cdot 50 \\ 100 \cdot r_4 &= 50\,000, \\ \underline{\underline{r_4}} &= \frac{50\,000}{100} = \underline{\underline{500 \Omega}}. \end{aligned}$$

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

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

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

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 34).

Zeichnet man 3 Strahlen, die zwei Winkel von 60° einschließen, und versieht sie mit den gleichen Wertemaßstäben, so kann man auf dem mittleren Strahl den Verbundwiderstand ablesen, wenn man die Werte r_1 und r_2 auf den beiden äußeren Strahlen durch eine punktierte Linie verbindet. Der Schnittpunkt der punktierten Linie mit dem Mittelstrahl zeigt das Ergebnis an.

Im Bild 34 z. B. $r_1 = 6 \Omega$, $r_2 = 3 \Omega$, die Verbindungslinie der beiden Werte schneidet den R_V -Strahl bei 2Ω .

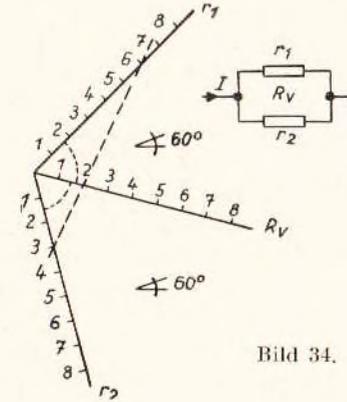


Bild 34.

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 ?

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

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

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-Leitung einen Widerstand von $600 - 500 = \underline{\underline{100 \Omega}}$.

Zwischen den Klemmen (s. Bild 35) eines Teilnehmerhauptanschlusses wird bei abgenommenem Handapparat eine Gleichspannung 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 Gleichstromwiderstand der Sprechstelle?

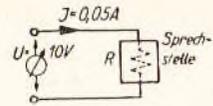


Bild 35.

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

Da die Widerstände des Meßgerätes sowohl die wirklichen Spannungs- wie auch die wirklichen Stromwerte praktisch nicht veränderten, konnten diese zu der vorstehenden Rechnung unmittelbar benutzt werden.

3 Widerstände von 6, 10 und 15 Ω sind nebeneinandergeschaltet. Wie groß ist der Gesamtwiderstand? Man zählt hierbei die Leitwerte zusammen und erhält den Summen-(Verbund-)Leitwert:

$$G_V = \frac{1}{R_V} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15}$$

Der Hauptnenner ist: 30

$$\text{Leitwert } G_V: \frac{1}{R_V} = \frac{5 + 3 + 2}{30} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3} \text{ (S)}$$

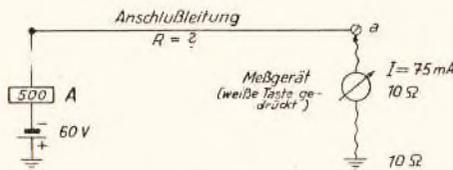


Bild 36.

Der Kehrwert des Leitwertes ergibt den Verbundwiderstand $R_V = 3 \Omega$.

An der a-Klemme einer Teilnehmeranschlußleitung wird bei abgetrenntem Apparat mit dem Strommesser gegen Erde ein Strom von 75 mA gemessen.

Wie groß ist der Widerstand der a-Leitung bei den im Bild 36 angegebenen Werten?

Ausrechnung: Der Gesamtwiderstand ergibt sich nach dem Ohmschen Gesetz:

$$R = \frac{U}{I}; \quad R = \frac{60}{0,075} \quad (75 \text{ mA} = 0,075 \text{ A});$$

$R = 60 : 0,075 = 60\,000 : 75 = 800 \Omega$; zieht man davon alle bekannten Widerstände ($500 \Omega + 10 \Omega + 10 \Omega$) der Amtsortane ab, so bleibt der Drahtwiderstand der Kabelader (a-Leitung) übrig, also $800 - 520 = 280 \Omega$. In ähnlicher Weise kann man auch den Widerstand der Doppelader ermitteln; dazu ist das Meßgerät zwischen a- und b-Klemme einzuschalten. Von dem errechneten Widerstand sind dann die Widerstände der beiden Relaiswicklungen ($2 \times 500 \Omega$) und des Meßgerätes (10Ω) abzuziehen.

Die elektrische Leistung

Einheit: Das Watt

abgekürzt: W

Formelzeichen: N

1 kW = 1 Kilowatt = 1000 W

1 mW = 1 Milliwatt = $\frac{1}{1000}$ 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 $N = \frac{U \cdot U}{R} = \frac{U^2}{R}$ Watt.

Ersetzt man dagegen die Spannung U durch „I · R“, so erhält man $N = I \cdot R \cdot I$ Watt, ($I \cdot R = U$; Ohmsches Gesetz) oder $N = I^2 \cdot R$ Watt. Man versteht darunter diejenige elektrische Leistung, die der Strom I beim Durchfließen des Widerstandes R erzeugt.

Joulesches Gesetz.

Die auf elektrischem Wege erzeugte Wärme wächst mit dem **Quadrat der Stromstärke**, mit dem **Widerstand** und mit der **Zeit** „t“. Die Wärmemenge, die in Kilogramm-Kalorien gemessen wird, läßt sich experimentell schwer bestimmen, wenn man die Größe der Abstrahlung nicht kennt. Die rechnerische Erfassung siehe nachstehend unter „Kalorie“.

Die Größe der **elektrischen Arbeit**:

Elektrische Arbeit = Leistung · Zeit; $A = N \cdot t$ Wattsekunden. Meist wird bei der Angabe der Arbeit die elektrische Leistung mit dem tausendfachen Wert und die Zeit in Stunden angegeben; daher ist der gebräuchliche Ausdruck für die elektrische Arbeitsmenge die

Kilowattstunde (kWh).

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

Rechenbeispiele:

1. Eine elektrische Glühlampe von 100 Watt leuchtet täglich 5 Stunden. Wie groß ist die elektrische Arbeit in 6 Tagen und

wie hoch sind die Stromkosten (die Kosten einer kWh zu 40 Dpf angenommen)?

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

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

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

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

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

$$N = I \cdot I \cdot R = 2,5 \cdot 2,5 \cdot 50 = 6,25 \cdot 50 = 312,5 \text{ W.}$$

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

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

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

Höchstzulässige Klemmenspannung am Widerstand:

$$U^2 = R \cdot N = 500 \cdot 20 = 10\,000; U = \sqrt{10\,000} = 100 \text{ V.}$$

Die Kalorie (cal) (Wärmeeinheit).

Die durch den Strom erzeugte Wärmemenge kann auch in Kalorien ausgedrückt werden. Eine Kalorie ist diejenige Wärmemenge, welche aufgewendet werden muß, um 1 g Wasser um 1° Celsius zu erwärmen. Man nennt sie auch Gramm-Kalorie oder „Kleine Kalorie“. Die größere Wärmeeinheit ist die Kilo-Kalorie:

$$1 \text{ Kilokalorie} = 1000 \text{ Grammkalorien} \quad (1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal})$$

Versuche ergaben, daß man durch eine elektrische Leistung von 1 Watt in der Zeit von 1 Sekunde die Wärmemenge von 0,239 cal erzeugen kann.

$$\begin{aligned} 1 \text{ Wattsekunde} &= 0,239 \text{ Grammkalorien} \\ 1 \text{ Ws} &= 0,239 \text{ cal; demnach sind} \\ 4 \text{ Ws} &\sim 1 \text{ cal.} \end{aligned}$$

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

$$1 \text{ mkg} = 9,81 \text{ Ws,} \quad (\text{Ws} = \text{Wattsekunde})$$

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

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

Im Maschinenbau pflegt man größere Leistungen in **Pferdestärken (PS)** auszudrücken. Darunter versteht man die in einer bestimmten Zeit durchgeführte Arbeit, die als Leistungsbegriff Verwendung findet. Will man von einem solchen Gerät die über eine bestimmte Zeit hinweg geschaffene **Arbeitsmenge** angeben, so erhält man sie aus der Multiplikation von

Leistung mal Zeit (Ws, kWh, mkg); es sind demnach:

$$1 \text{ PS} = 75 \text{ mkg/s} = 736 \text{ W} = 0,736 \text{ kW} \text{ ein Leistungsbegriff,}$$

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

Der **Leistungswirkungsgrad** η ist das Verhältnis der abgegebenen Leistung N_2 zur aufgenommenen Leistung N_1 ; $\eta = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100(\%)$.

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

Wechselstromleistung.

Bei Wechselstrom ist zur Leistungsberechnung außer den Faktoren U und I noch der Leistungsfaktor zu berücksichtigen.

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

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

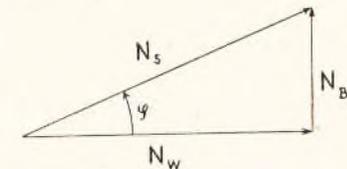
Der **Leistungsfaktor** ist eine Funktion des Phasenwinkels, um den bei sinusförmigem Wechselstrom die Spannungskurve gegen die Stromkurve zeitlich versetzt ist (Phasenverschiebung). Das Produkt $U \cdot I$ ergibt die **Scheinleistung in VA** (Volt-Ampere); vervielfacht man diese Scheinleistung mit dem Leistungsfaktor (dem cosinus-Wert von φ), so erhält man die **Wirkleistung** in Watt.

Die **Scheinleistung** N_S , **Wirkleistung** N_W und **Blindleistung** N_B sind bei bestehendem Phasenwinkel φ (zwischen Spannung und Strom) verbunden durch die Beziehungen:

$$1. N_S^2 = N_W^2 + N_B^2$$

$$2. N_W = N_S \cdot \cos \varphi$$

$$3. N_B = N_S \cdot \sin \varphi.$$



Der Leistungsfaktor $\cos \varphi$ ist immer gleich oder kleiner als eins; er kann also nur Zahlenwerte zwischen 0 und +1 annehmen.

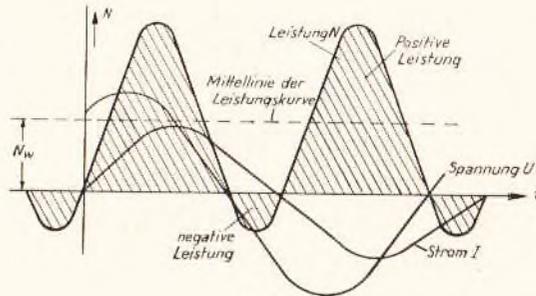


Bild 37.

Im Bild 37 wurden die Augenblickswerte einer Leistungskurve bei einem bestimmten Phasenverschiebungswinkel zwischen Spannungs- und Stromkurve aus den Produkten der Augenblickswerte dieser beiden Kurven erhalten. Hätten Spannungs- und Stromkurve keine Phasenverschiebung, dann würde die Leistungskurve nur oberhalb der Null-Linie verlaufen. Der Wirkleistungsbetrag ergibt sich dann im Diagramm aus dem Abstand der Mittellinie der sinusförmig verlaufenden Leistungskurve von der Null-Linie der Spannungs- und Stromkurve. Je mehr die Phasenverschiebung zwischen Strom- und Spannungskurve sich nach plus oder minus 90 Grad verschiebt, desto mehr sinkt bei gleichbleibenden Strom- und Spannungsamplituden die Mittellinie der in ihrer Form und Größe gleichbleibenden Leistungskurve auf die Null-Linie herab (Bild 37) und erreicht diese bei plus oder minus 90 Grad Phasenverschiebung völlig. Der Abstand der Mittellinie der Leistungskurve von der Null-Linie der Spannungs- und Stromkurve läßt also unmittelbar die jeweils vorliegende Wirkleistung ablesen.

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 Dreieckschaltungen für eine gleiche Spannung zwischen den Phasenleitern gleich groß. Als „U“ gilt die effektive Spannung zwischen den Drehstromleitungen und als „I“ die in jeder der drei

Leitungen gemessene effektive Stromstärke. φ ist der Phasenwinkel, den die Stromkurve gegenüber der Spannungskurve besitzt. Dabei wird angenommen, daß alle drei Leitungen gleich belastet sind, d. h. in jeder Leitung der gleiche Strom I fließt.

Regelleistung.

Für Dämpfungsmessungen an Fernsprechleitungen werden Milliwattsender (Wechselstromerzeuger für Schwingungen von 800 Hz) 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 600Ω eine Leistung

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

Die Kapazität

Einheit: Das Farad

abgekürzt: F,

Formelzeichen: C

$$1 \mu\text{F (Mikrofarad)} = \frac{1}{1.000.000} \text{ F}$$

$$1 \text{ nF (Nanofarad)} = \frac{1}{1.000} \mu\text{F}$$

$$1 \text{ pF (Picofarad)} = \frac{1}{1.000.000} \mu\text{F}$$

Die Kapazitätsgröße von einem Farad (1F) hat ein Kondensator, wenn sich nach Zuführung einer Elektrizitätsmenge von einem Coulomb an seinen Anschlußklemmen eine Spannung von 1 Volt einstellt. 1 Coulomb ist diejenige Elektrizitätsmenge Q, die als Strom von 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 sich erhöht, wenn an Stelle von Luft ein anderes Dielektrikum verwendet wird.

Die Dielektrizitätskonstanten von Isolierstoffen:

Luft = 1	Papier = 3,0 ··· 4,0
Zellon = 3,5	Papier/Lufttraum = 1,6 ··· 2,0
Glas = 5 ··· 6	(Fernsprechkabelisolierung)
Glimmer = 5 ··· 8	Porzellan = 4,4 ··· 6,4
Gummi = 2,5 ··· 2,8	Schellack = 2,7 ··· 3,7
Guttapercha = 3 ··· 3,2	Trolit = 5,0 ··· 6,0
Hartgummi = 2 ··· 3	Trolitul = 2,5
	Steatit = 6,0

Nimmt man z. B. bei einem Kondensator statt des Luftzwischenraums eine gleichstarke Glimmerzwischenlage, so wird die Kapazität 5 ··· 8mal so groß.

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 geprüft.

Kondensatoren für Rundfunkstörungenzwecke, 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 wechselseitig miteinander verbunden. Diese Kondensatoren lassen sich in ihren Kapazitätswerten genauer herstellen; sie werden vor allem für Meßzwecke verwendet.

Metallpapier-Kondensatoren (MP-Kondensatoren).

Bei dieser neuen Ausführung wird der Metallbelag auf ein Papierband einseitig hauchdünn aufgedampft (etwa 0,008 mm dick). Diese Kondensatoren haben nur **eine** Papierzwischenlage als Dielektrikum und besitzen eine bedeutend höhere Kapazität bei gleichen Abmessungen als die sonst üblichen Papierwickel-

kondensatoren. Während eines Durchschlages verdampft die dünne Metallschicht, aus der die Belegungen gebildet werden, mit so geringer Wärmeentwicklung, daß das Dielektrikum keine nennenswerte Schädigung erfährt. Der Kondensator bleibt trotz des Durchschlages betriebsfähig, weil sich von der Durchschlagsstelle die aufgedampfte Metallschicht soweit weg verflüchtigt hat, daß mit der Durchschlagsstelle als Mittelpunkt eine kreisförmige Isolierfläche von mehreren mm Durchmesser entsteht, die den Kondensator funktionsfähig bleiben läßt und nur ein geringfügiges Nachlassen der Kapazität durch die kleine Flächenverminderung des Kondensatorbelages eintritt. Solche MP-Kondensatoren sind derartig kurzschlußsicher, daß sogar das Durchnageln eines im Betrieb befindlichen Kondensatorwickels mit Eisennägeln keine Betriebsunterbrechung hervorruft.

Elektrolytkondensatoren.

Diese Kondensatoren bestehen aus zwei Aluminiumelektroden und einem Elektrolyten, der die Metallplatten nicht angreift. Beim Stromdurchgang wird Sauerstoff ausgeschieden, so daß sich an der Oberfläche der einen Platte, an der der Strom zugeleitet wird (Anode), eine Aluminiumoxydschicht bildet. Der Stromdurchgang wird dadurch in dieser Richtung gesperrt. Das Dielektrikum, das hier von der Aluminiumoxydschicht auf der Anodenoberfläche gebildet wird, während der Elektrolyt nur als Stromleiter dient, ist bei diesen Kondensatoren außerordentlich dünn, und die Kapazität ist trotz der verhältnismäßig kleinen Oberfläche schon sehr groß.

Beim Anschließen muß man auf die am Kondensator angebenen 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 höchstzulässige Betriebsspannung angegeben; sie werden z. B. als Glättungskondensatoren in Netzgleichrichtergeräten für Anodenspannungen verwendet.

Drehkondensatoren.

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

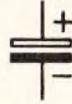
Schaltzeichen:



Blockkondensator
Plattenkondensator
unveränderlich;



regelbarer
Drehkondensator
Stöpselkondensator



Elektrolytkondensator
gepolt

Prüfen eines Kondensators auf Betriebsfähigkeit: (siehe Teil II)

Berechnung der Kapazität.

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

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

Reihenschaltung: Bei Reihenschaltung werden die Kehrwerte zusammengezählt.

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

Bei 2 hintereinandergeschalteten Kondensatoren C_1 und C_2 gilt für den gesamten Kapazitätswert C :

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

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 bei Reihenschaltung von Kapazitäten immer kleiner als die kleinste Einzelkapazität.

Eigenschaften des Kondensators in Gleich- und Wechselstromkreisen.

Schaltet man einen Kondensator an eine Gleichstromquelle, so wird er durch einen kurzen Stromstoß aufgeladen. Die beiden Belegungen nehmen aber nur so lange Ladung auf, bis sie die Spannung der Stromquelle angenommen haben; danach kann kein Strom mehr fließen. Der Stromkreis zwischen den beiden Batteriepolen wird also für Gleichstrom durch den Kondensator

unterbrochen. Nach dem Abschalten der Batterie bleibt die Ladung auf den Belegungen längere Zeit erhalten. Verbindet man jetzt die beiden Belegungen miteinander, so gleichen sich ihre Ladungen aus. Der Entladestrom verläuft in entgegengesetzter Richtung (s. Bild 8) wie der Ladestrom, jedoch in gleicher Form.

Im Wechselstromkreis wechselt die Ladung des Kondensators mit jedem Richtungswechsel des Stromes; der Stromkreis erscheint in diesem Falle geschlossen, da zwischen Stromquelle und Kondensatorbelegungen jetzt dauernd Lade- und Entladeströme, d. h. Ströme, die fortwährend ihre Richtung wechseln (Wechselströme!), hin- und herfließen. Allerdings stellt ein Kondensator auch für Wechselstrom einen von der Größe seiner Kapazität und der Frequenz des Wechselstromes abhängigen Widerstand dar, der um so größer wird, je kleiner die Kapazität und Frequenz ist. Außerdem ruft ein Kondensator bei seinem Lade- und Entladevorgang eine Phasenverschiebung zwischen der Spannungs- und der Stromkurve des Wechselstromes hervor, wobei der Strom der Spannung um 90° voreilt.

Der Widerstand des Kondensators.

$R_c = \frac{1}{\omega C}$ (Ω); $C =$ Kapazität in Farad
 $\omega = 2\pi \cdot f$; $f =$ Frequenz des Wechselstromes in Hz.

Die Formel besagt, daß R_c mit steigendem f (bzw. ω) und C abnimmt:

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.

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

$$3. R_c = \frac{1\,000\,000}{2\pi \cdot 800 \cdot 2} = \frac{1\,000\,000}{5000 \cdot 2} = 100 \Omega.$$

Die Rechnungen zeigen, daß der kapazitive Widerstand R_c mit steigender Frequenz geringer wird, also **frequenzabhängig** ist. Gegenüber Gleichstrom, der in schneller Folge in gleichen Zeiträumen unterbrochen und wieder eingeschaltet wird, ver-

hält sich der Kondensator ähnlich wie gegenüber Wechselstrom. Einen derartig schwankenden Gleichstrom kann man sich aus einem Gleichstrom-Anteil von der halben Schwankungshöhe und aus einer Summe mehrerer Wechselströme zusammengesetzt denken; ihre Frequenzen richten sich nach der Schaltgeschwindigkeit, mit der die Kontakte schließen und öffnen.

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 des Nummernschalters oder an Relaiskontakten. Die an den Öffnungsstellen auftretenden Funken verursachen Kontaktverbrennungen und lösen hochfrequente Schwingungen aus, die den Rundfunk erheblich stören können. Kondensatoren, die diese Öffnungsstellen überbrücken, verhindern solche Störschwingungen — Störschutzkondensatoren! —),
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 Aus-sieben bestimmter Frequenzen oder Frequenzbänder,
6. zur Nachbildung der Kabelkapazität in künstlichen Leitungen, in Verstärker- und Telegraphenschaltungen,
7. um die Wirkung von Selbstinduktivitäten aufzuheben,
8. zur zeitlichen Regelung des Stromanstiegs,
9. als kapazitiver Widerstand, als Kopplungskondensator, insbesondere in der Funktechnik,
10. als Vergleichskondensator in Meßschaltungen,
11. als Speicherkondensator u. a. m.

Leitungskapazität.

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

Der Leiter bildet die eine Belegung und die Erdoberfläche oder der fremde Leiter die andere Belegung eines solchen 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 im Kabel die einzelnen Adern doch sehr 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 Adernpaar mithören, was über ein anderes Adernpaar gesprochen wird. Außerdem treten Fremdgeräusche 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.

Leitungen und daran angeschlossene Apparate müssen also möglichst symmetrisch, meist zum Erdpotential, geschaltet werden. Eingeschaltete Übertrager, Drosseln, Relais, Kondensatoren und dergl. müssen in beiden Leitungszweigen in ihren elektrischen Eigenschaften vollkommen gleich sein. Das gilt insbesondere bei Vierer- und Achterbildungen, Mehrfachausnutzung der Leitungen sowie bei hohen Frequenzen (z. B. Trägerfrequenzen, Drahtfunkfrequenzen).

In den Fernsprechkabeln werden meist vier Adern zu einer Gruppe zusammengefaßt und miteinander verseilt (Viererseil). Man unterscheidet zwischen der Stern- und DM-(Dieselhorst-Martin-)Verseilung (s. Bild 38).

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 Kupfer-Volleiter von 5 mm Durchmesser wird eine Styroflexwendel (hochwertiger Isolierstoff) gewickelt, die die

äußere Kupferbandumwicklung (den Rückleiter) trägt. Über dem Kupferband befindet sich eine Leinenbandwicklung und darüber

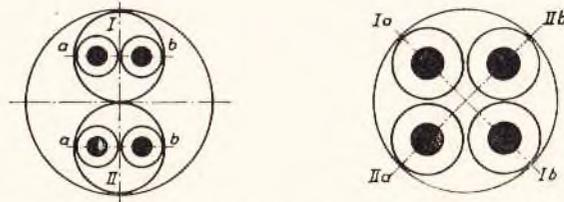


Bild 38. Verseilungsarten für Kabel.

Dieselhorst-Martin-Verseilung
(Querschnitt).

Sternverseilung
(Querschnitt).

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

Die Induktivität

Einheit: Das Henry

abgekürzt: 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 (eigentlich genauer ausgedrückt: Selbstinduktivität!) im allgemeinen versteht man die Eigenschaft einer Leiteranordnung (Drahtstück, Drahtschleife, Drahtspule usw.), sich bei einer Änderung des sie durchfließenden Stromes mit einer Gegen- bzw. Zusatzspannung zur aufgedrückten Betriebsspannung zu induzieren.

Die (Selbst-)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 nahezu oder vollständig geschlossen ist (Drosselspulen). In einem solchen Eisenkern treten allerdings durch Induktion aus den Spulenwicklungen neben den aus den Eiseneigenschaften begründeten Hystereseverlusten auch Wirbelstromverluste auf, 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 ihre (Selbst-)Induktivität.

Eine Leiteranordnung besitzt die Einheit der (Selbst-)Induktivität, wenn in ihr durch eine im Ablauf einer Sekunde sich gleichmäßig vollziehende Stromänderung des sie durchfließenden Stromes um 1 Ampere eine Zusatzspannung von 1 Volt induziert wird.

Bei Stromzunahme wirkt diese Induktionsspannung gegen die Betriebsspannung, bei Stromabnahme erhöht sie die Betriebsspannung.

Gegeninduktivität.

Auch in benachbarten Leitern verursacht eine Stromänderung eine elektromagnetische Induktion. Je enger die beiden Leiter gekoppelt sind, d. h. je stärker das von einem Leiter erzeugte magnetische Kraftfeld auch den anderen Leiter in seinen Wirkungsbereich einbezieht, um so größer ist die Gegeninduktivität zwischen den beiden Leitern. Diese Eigenschaft findet z. B. Anwendung bei Übertragern und Symmetrierspulen (früher „Induktionsspulen“) und bei Fernleitungsübertragern (früher „Ringübertrager“).

Die Induktivität im Gleich- und Wechselstromkreis.

Im **Gleichstromkreis** macht sich der Einfluß der Induktivität nur beim Ein- und Ausschalten des Gleichstromes oder beim Verändern seiner Stromstärke bemerkbar.

Beim **Ein-schalten** des Gleichstromes wird in dem Leiter eine Spannung induziert, die der angelegten Spannung entgegen wirkt (Selbstinduktionsspannung). Sie verhindert einen plötzlichen Stromanstieg. In benachbarten Leitern — z. B. Zweitwicklungen — entstehen aber ebenfalls Induktionsspannungen, die dort Ströme solcher Richtung auslösen, daß das durch sie sich bildende Magnetfeld dem Erregerfeld der Erstwicklungen entgegen gerichtet ist. Dadurch wird durch Rückinduktion die Selbstinduktionsspannung der Erstwicklung gemindert, der Stromanstieg in dieser beschleunigt und so im Endergebnis eine Verringerung der (Selbst-)Induktivität bewirkt.

Beim **Ausschalten** eines Gleichstromes entsteht ebenfalls eine Selbstinduktionsspannung, aber von gleicher Richtung wie die Batteriespannung. Sie verhindert ein plötzliches Absinken des

Stromes. Werden dabei benachbarte Leiter induziert, so bewirkt das von diesen ausgehende magnetische Gegenfeld ein Verrin- gern der Selbstinduktionsspannung, ein schnelles Absinken des Ausschaltstromes und damit im Endergebnis auch wieder eine Verringerung der (Selbst-)Induktivität.

Bleibt dagegen der Gleichstromkreis geschlossen und treten **keine Stromänderungen** auf, so wirkt eine eingeschaltete Induktivität (Drosselspule, Übertragerwicklung) nur mit ihrem Gleichstromwiderstand. Bei Berechnung der zu erwartenden **Ruhestromstärke** ist daher nur der **Drahtwiderstand** des Kupferleiters zu berücksichtigen.

Im **Wechselstromkreise** dagegen macht sich die Selbstinduktivität dauernd bemerkbar, weil sich die magnetischen Kraftlinien mit den Stromschwankungen 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 .

$$R_L = \omega L (\Omega) \quad \omega = 2\pi f$$

$f = \text{Frequenz des Wechselstromes in Hz.}$

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 $1 \cdots 5$ Windungen; auch die Induktivität eines kurzen gestreckten Drahtes setzt hier den Hochfrequenzströmen bereits 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 deren Zuleitungen. Fernsprechrelais, Anrufklappen, Wecker, Schauzeichen usw. wirken ebenfalls als Drossel.

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

Müssen jedoch aus schaltungstechnischen Gründen trotzdem Relaiswicklungen in Sprechstromkreise, die Gleich- und Wechsel-

stromanteile führen, eingebaut werden, so müssen sie durch Kondensatoren oder auch durch induktionsfreie Widerstände überbrückt werden, um so einerseits den Sprechströmen möglichst wenig Dämpfung zu bringen, andererseits aber den Gleichstromanteil zur Schaltungssteuerung so gut wie möglich zu erhalten.

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

Bei Rundfunkübertragungen auf Kabeladern oder beim Mehrbandfernsprechen dürfen zum Erhalt einer höheren Grenzfrequenz nur geringe Induktivitäten eingeschaltet werden, oder man verzichtet ganz auf die Bespulung und schaltet zum Ausgleich der höheren Dämpfung Verstärker ein.

3. Drosselspulen werden außerdem verwendet:

- a) als Netzdrosseln zum Ausschleichen der Oberschwingungen oder zum Unterdrücken von Störschwingungen,
- b) in Drosselketten zum Sperren hoher oder zum Ausschleichen niedriger Frequenzen, beispielsweise auch zum Beseitigen von Wechselstromanteilen welliger Gleichströme,
- c) 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 Selbstinduktivität und die Kapazität sein,
- d) als Vergleichsinduktivität für Meßzwecke. Hierzu werden feste und auch veränderliche Spulen mit Induktivitäten von 0,01 bis 1 Henry hergestellt.

Selbstinduktivitätswerte einiger Fernsprechbauteile bei 800 Hz:

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 Selbstinduktionswerte von Spulen mit Eisenkernen 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: N

1 mN = 1 Millineper = $1/1000$ 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 .

$$b = \beta \cdot l_{\text{km}} \text{ (in Neper) .}$$

Begriffserklärung.

Werden Wechselströme (z. B. Sprechströme, Musikströme, Telegraphieströme usw.) über eine Leitung gegeben, so nimmt ihre ursprüngliche Leistung, die wir aus der Stärke der Ströme (Schwingweiten, Amplituden, Scheitelwerte) erkennen, längs der Leitung immer mehr ab. Dies erfolgt bei sonst gleichartig bleibenden Leitungsverhältnissen am Anfang der Leitung schneller als nach ihrem Ende hin, d. h. die Schwächung ist nicht verhältnismäßig zur ablaufenden Leitungslänge.

Bei einer gleichmäßig aufgebauten (d. h. homogenen) Leitung werden Spannung und Strom über die Leitungsstrecke fortschreitend im gleichen Maße gedämpft (geschwächt).

Homogene Leitungen sind solche, bei denen sich der Verlustwiderstand, die Ableitung, die Selbstinduktivität und die Kapazität **g l e i c h m ä ß i g** über die Leitungslänge verteilen, wie es z. B. für eine Freileitung zutrifft, bei der der Drahtabstand, die Drahtstärke, das Leitermaterial, die Ableitung, der Abstand vom Erdboden und anderen Leitern sich nicht ändern.

Man erhält das Dämpfungsmaß b einer betriebsmäßig geschalteten Leitung aus dem Vergleich der Spannungen U_a und U_e , die man am Anfang und am Ende der Leitung mißt, und zwar aus folgender Beziehung:

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

Der Buchstabe e ist hierbei das Formelzeichen für die Grundzahl 2,718 der natürlichen Logarithmen, die in den Rechnungen der Fernmeldetechnik eine wichtige Rolle spielen.

Wir erhalten die Einheit der Dämpfung ($b = 1$!) auf einer Leitung, wenn die an ihren Enden gemessenen Spannungswerte

(U_a = Spannung am Anfang der Leitung und U_e = Spannung am Ende der Leitung) das Verhältnis

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

ergeben, d. h. die Spannung am Leitungsanfang 2,718 mal größer ist, als am Leitungsende.

Vergleicht man an Stelle der **Spannungen** oder **Ströme** die elektrischen **Leistungen** N_a und N_e , die eine an den Leitungsanfang gelegte Wechselspannung U dort als U_a und am Leitungsende, das mit dem Wellenwiderstand (dem sog. Z-Wert) der Leitung (R_{Ltg}) selbst abzuschließen ist, als U_e vollbringt, dann läßt sich das Dämpfungsmaß b aus den Leistungen N_a und N_e durch die Beziehung ermitteln:

$$\frac{N_a}{N_e} = \frac{U_a^2}{R_{Ltg}} : \frac{U_e^2}{R_{Ltg}} = \frac{U_a^2}{U_e^2} = \left(\frac{U_a}{U_e} \right)^2 = e^{2b} = 2,718^{2b} .$$

Dabei bedeuten:

N_a die Leistung der elektrischen Schwingung am Leitungsanfang

U_a die Spannung „ „ „ „ „

N_e die Leistung „ „ „ „ Leitungsende

U_e die Spannung „ „ „ „ „

e die Basis der natürlichen Logarithmen mit dem Zahlenwert 2,718

b das Dämpfungsmaß der untersuchten Leitungsstrecke.

Bewirkt also eine Leitungsstrecke die Einheit der Dämpfung ($b = 1$), dann wird:

$$N_a : N_e = e^{2b} = e^2 = 2,718^2 = 7,4 .$$

Das heißt: Die elektrische Leistung am Anfang einer Leitung mit dem Dämpfungsmaß $b = 1$ verhält sich zur Leistung an ihrem Ende (richtiger Abschluß vorausgesetzt!) wie 7,4 : 1. (Die zugehörigen Spannungen verhalten sich dabei wie 2,718 : 1!) Daraus ergibt sich die höchstzulässige Dämpfung b_{max} , die eine Fernsprechverbindung zwischen Mikrophon (Sendequelle der Sprachschwingungen) und Fernhörer (Empfänger der Sprachschwingungen) haben darf, zu 3,5 Neper. Nimmt man nämlich an, daß die von einem Mikrophon bei Besprechung abgegebene elektrische Leistung N_M zwischen 0,1 und 15 mW schwankt, im Mittel also 2 mW beträgt, die von einem Fernhörer zum verständlichen Ansprechen noch benötigte Leistung N_F dagegen auf etwa 0,002 mW angesetzt werden muß, dann gilt:

$$e^{2b_{\max}} = \frac{N_M}{N_F} = \frac{2 \text{ mW}}{0,002 \text{ mW}} = 1000$$

Nach Umformung ergibt sich daraus:

$$2 b_{\max} = \ln 1000; b_{\max} = \frac{1}{2} \ln 1000 = \text{etwa } \frac{1}{2} \cdot 7,0 = 3,5 \text{ (N)} .$$

Die höchstzulässige Dämpfung einer Verbindung zwischen zwei Fernsprechteilnehmern darf also (ohne Zwischenverstärker) nur 3,5 Neper betragen. Von dieser Dämpfungszahl ging man aus, als man die höchstzulässigen Dämpfungswerte der Unterabschnitte einer solchen Verbindung festlegte. Sie sind nachstehend aufgeführt.

Höchstzulässige Dämpfungswerte.

Für Anschlußleitungen	$b = 0,45$ Neper
Für den Fall, daß Orts- und Fernamt in einem Gebäude liegen, ausnahmsweise	$b = 0,65$ „
Für Nebenstellenleitungen	$b = 0,75$ „
in Ausnahmefällen höchstens	$b = 0,95$ „
Für Ortsverbindungsleitungen	$b = 1,00$ „
Für örtliche Fernvermittlungsleitungen	$b = 0,3$ „
Für Überweisungsleitungen	$b = 0,5$ „
Für Endamtsleitungen im Selbstwählferndienst	
a) bei 4-drähtiger Durchschaltung	
im Knotenamt	höchstens 0,7 „
b) bei 2-drähtiger Durchschaltung	höchstens 0,35 „

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 mit der Frequenz 800 Hz gemessen. Diese entspricht der mittleren Sprechfrequenz. Die zu messenden Dämpfungen können an den neuzeitlichen Meßgeräten unmittelbar in „Neper“ abgelesen werden; Umrechnungen von Spannungswerten (in Volt) in Dämpfungswerte (in Neper) sind dadurch nicht mehr notwendig.

Bild 39 zeigt den Dämpfungsverlauf von Fernsprechleitungen in Abhängigkeit von den Frequenzen des üblichen Übertragungsbereiches (300—4000 Hz).

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

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

Sie ist für höhere Frequenzen größer als für niedrige Frequenzen.

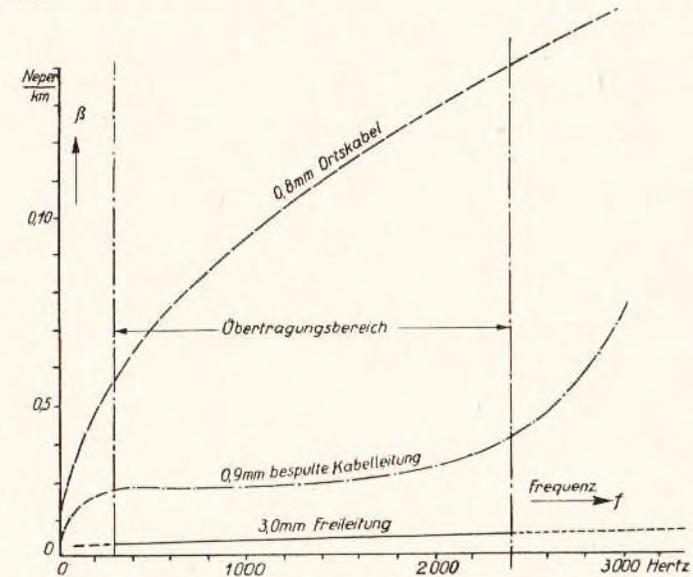


Bild 39. Zunahme der Leitungs-Dämpfung mit der Frequenz.

Verzerrungen, Übertragungsgüte.

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 Verständlichkeit der übertragenen Laute beeinträchtigen.

Die Formveränderungen — Verzerrungen genannt — werden verursacht:

1. durch die Frequenzabhängigkeit der Dämpfung. Schwingungen hoher Frequenz werden stärker gedämpft,
2. durch die Erscheinungen, daß Schwingungen höherer Frequenzen zum Durchlaufen einer Leitung mehr Zeit benötigen, als solche niederer Frequenzen,

3. durch Reflexion von Wellenzügen bei nicht ordnungsgemäß abgeschlossenen Leitungen, auch bei falsch angeschlossenen Übertragern,

4. durch äußere Störeinflüsse aus Nachbarleitungen oder fremden Anlagen,

5. durch Rückkopplungen in Verstärkerschaltungen.

Zum Ausgleich der Verzerrungen unter 1. werden Entzerrer vor die Verstärker geschaltet.

Zusammenfassung:

Die **Dämpfung** längs einer Leitung zwischen 2 Sprechstellen muß 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 magnetischer Anziehungs- oder Abstoßungskraft. Dagegen befindet sich im mittleren Teil eines Magneten eine magnetisch **neutrale Zone** (Indifferenzzone), die nach außen hin keine magnetische Wirkung zeigt.

Die Kraft eines Magneten — **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 = $\frac{1}{981}$ gr, also etwa 1 mg (Milligramm).

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) angenähert 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 überdeckt werden.

Die Feldstärke: \mathfrak{H}

Der mit magnetischen Kraftlinien ausgefüllte Raum in der Umgebung eines Magneten 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 3facher Entfernung nur $\frac{1}{9}$ der ursprünglichen Größe.

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

Magnetische Induktion: \mathfrak{B}

Bringt man in ein magnetisches Feld ein Stück Eisen, so entsteht im Eisen eine größere Feldliniendichte als vorher in der Luft. Diese induzierte Liniendichte heißt magnetische „Induktion“. Sie wird in **Gauß** (magnetische Kraftlinien je cm^2 Durchflußquerschnitt des von den Kraftlinien durchsetzten Materials) gemessen und ergibt sich, wenn man die Feldstärke \mathfrak{H} mit der magnetischen Leitfähigkeit oder Durchlässigkeit μ (lies „Mü“) multipliziert ($\mu \cdot \mathfrak{H} = \mathfrak{B}$); μ bezeichnet man als Permeabilitätskonstante.

Die magnetische Leitfähigkeit oder Durchlässigkeit (Permeabilität).

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

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

Paramagnetische Stoffe: Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Platin.

Diamagnetische Stoffe: Kupfer, Silber, Antimon, Wismut, Blei.

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

Ferromagnetische Stoffe: Eisen, Stahl. Sie gehören zur Gruppe der paramagnetischen Stoffe, spielen in ihr aber dadurch eine besondere Rolle, daß ihre magnetische Leitfähigkeit ganz besondere Ausmaße annimmt (sehr großes μ). Sie werden ferromagnetisch genannt, weil ihr Hauptbestandteil das Eisen (lat. ferrum) ist.

Magnetischer Induktionsfluß.

Die magnetische Feldstärke \mathfrak{H} bezieht sich stets auf 1 cm Feldlinienlänge. Die Induktion \mathfrak{B} bedeutet die Zahl der durch einen Querschnitt von 1 cm im Quadrat senkrecht hindurchtretenden magnetischen Kraftlinien (in Maxwell). Der gesamte magnetische Fluß Φ in einem Eisenquerschnitt F (in cm^2) ergibt sich, wenn man diese Fläche F mit der Flußdichte (magnetische Induktion \mathfrak{B}) multipliziert

$$\Phi \text{ (lies Phi!)} = \mathfrak{B} \cdot F \text{ (Maxwell).}$$

Ein Eisenkern von 10 cm^2 Querschnitt, in dem eine Induktion von 1000 Gauß besteht, führt also einen Kraftfluß von

$$1000 \cdot 10 = 10\,000 \text{ Maxwell.}$$

Die Zahl μ_E gibt an, um wieviel größer die Feldliniendichte im Eisen als in Luft ist. 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 so eine Beeinflussung der inneren Teile.

Magnetische Sättigung.

Der Kraftfluß im Eisen läßt sich nur bis zu einer bestimmten Grenze steigern, er nimmt dann kaum 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-Magnete angefertigt.

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

Die neuen permanentdynamischen Lautsprecher enthalten Magnete aus Kobalt-, Nickel- oder Chrommolybdänstählen und aus Alnico-(Aluminium-Nickel-Kobalt-)Verbindungen, die sich durch besonders hohe Feldstärken auszeichnen.

Elektromagnetismus.

Zwischen dem elektrischen Strom und dem von ihm erzeugten magnetischen Feld 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 Elektromagneten 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 Richtkraft 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 40.
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 Richtung des magnetischen Feldes an (Bild 40).
2. Polbestimmung eines Elektromagneten. Blickt man auf den Nordpol eines Elektromagneten, so fließt der Strom im entgegengesetzten Sinne der Uhrzeigerdrehung (Bild 41).

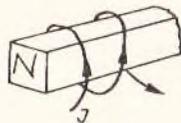


Bild 41.

Außerhalb eines Magneten verlaufen die Induktionslinien vom Nordpol zum Südpol. Diese Richtung ist als „positiv“ festgelegt worden. Der magnetische Nordpol einer Magnetnadel zeigt auf den Südpol des zu prüfenden Magneten.

3. Amperesche Schwimmerregel. Denkt man sich in einem Leiter mit dem Strome schwimmend und blickt man dabei auf eine unter dem Leiter befindliche, frei bewegliche Magnetnadel, so wird der Nordpol der Nadel durch das magnetische Feld des Stromes nach links abgelenkt.
4. Läßt man die magnetischen Kraftlinien in die Innenfläche der rechten Hand eintreten und bringt man den abgespreizten

Daumen in die Bewegungsrichtung des die Kraftlinien schneidenden Leiters, so entsteht in diesem ein Spannungsdruck in Richtung der ausgestreckten Finger (Bild 42).

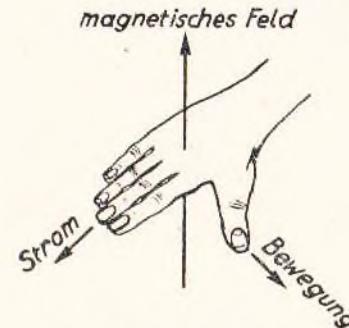


Bild 42. Rechte Handregel.
Angewendet bei Stromerzeugung
(Generator).

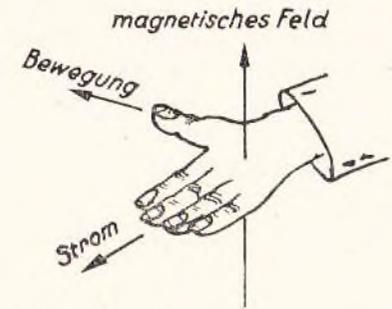


Bild 43. Linke Handregel.
Angewendet auf Stromverbraucher
(Motore).

5. Zur Bestimmung der Bewegungsrichtung eines stromdurchflossenen Leiters im ruhenden Magnetfeld (Umwandlung elektrischer Energie in mechanische) läßt man die magnetischen Kraftlinien in die Innenfläche der linken Hand eintreten und bringt die Finger in die Richtung des im Leiter fließenden Stromes, so weist der gespreizte Daumen in die Richtung der entstehenden mechanischen Bewegung des Leiters (Bild 43).
6. Leiter, in denen Ströme gleicher Richtungen fließen, ziehen sich gegenseitig an. Leiter, in denen die Ströme entgegengesetzte Richtungen haben, stoßen sich gegenseitig ab. Ist von zwei vom Strom durchflossenen Spulen eine fest und eine beweglich, dann versucht die bewegliche sich so einzustellen, daß die Kraftfelder beider Spulen die gleiche Richtung besitzen (Wirkung bei Zweispulmeßgeräten).

Die **magnetische Wirkung** des elektrischen Stromes wird in der Fernmeldetechnik für die verschiedensten Schalt- oder Bewegungsvorgänge ausgenutzt, z. B. bei den mit einem Weichisenkern ausgerüsteten neutralen Relais, bei den durch einen Dauermagneten polarisierten Relais und außerdem bei vielen anderen Geräten (bei Fernhörern, Schauzeichen, Meßgeräten, Übertragern u. a. m.). Im folgenden sind nur die wichtigsten Eigenschaften des neutralen Relais aufgeführt. Andere Anwendungsbeispiele befinden sich in den Abschnitten: Stromversorgung, Meßgeräte und Fernsprechapparate.

Allgemeines über den Aufbau von Eisenkernen.

Bei Geräten, die hauptsächlich mit Gleichstrom betrieben werden (neutrale Relais, Elektromagnete usw.), müssen die Eisenkerne so hergestellt sein, daß sie für den magnetischen Fluß eine gute Leitfähigkeit besitzen und ihr Aufbau eine geringe magnetische Streuung erzeugt.

In Bauteilen, die auch vom Wechselstrom durchflossen werden (Sprechdrosseln, Übertrager, Siebdrosseln, Rufrelais, Wechselstromrelais usw.), entstehen im Eisenkern zusätzliche Wirkverluste (Wirbelstromverluste), die mit steigender Frequenz zunehmen und die Wirkungsweise des Geräts in hohem Maße beeinflussen können.

Diese **Wirbelstromverluste** werden verringert durch Unterteilen der Eisenkerne, die als Blechkerne mit dünnen Lack- oder Papierzwischenlagen oder als Massekerne aus Eisenpulver mit einem Bindemittel hergestellt werden. Näheres unter Wirbelstrom, Abschnitt „Stromstärke“.

Die Polschuhe der Fernhörer sind ebenfalls parallel zum Fluß der magnetischen Kraftlinien 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 nicht zur beabsichtigten Leistung des Gerätes beiträgt. (Dadurch Minderung der Anzugskraft bei Relais, der übertragenen Leistung bei Transformatoren!). Ringförmige Kerne sind durch Wegfall eines Luftspaltes praktisch streuungsfrei. Je stärker die magnetischen Streufelder sind, um so mehr werden, da sie aus dem Eisenkern heraustreten, benachbarte Spulen und Leiter beeinflußt.

In Eisenkreisen, die wegen der Bewegung eines Ankers oder einer Membrane einen Spielraum freilassen müssen, ist dieser Luftspalt nur so groß zu machen, wie er unbedingt für diese Bewegung notwendig ist.

Die Streuung nimmt zu, wenn der Eisenquerschnitt für den Kraftfluß zu klein ist, d. h., wenn durch zu starke Magnetisierungsströme eine Fluß-Übersättigung eintritt. Bei den geringen Strömen, wie sie in der Schwachstromtechnik vorkommen, ist diese Übersättigung allerdings kaum zu befürchten.

Gepolte Elektromagnetkerne.

Elektromagnete, deren Kerne vom Kraftlinienfluß eines Dauermagneten durchflossen werden, nennt man gepolte (polarisierte) Elektromagnete. Sie können nur bei einer Stromrichtung ihre Anzugskraft verstärken, sind aber dadurch bedeutend empfindlicher als ungepolte (neutrale) Elektromagnete. Auch die Spulenkern des Fernhörers werden von einem Dauermagneten vorerregt. Dadurch wird — neben einer Steigerung der Ansprechempfindlichkeit — auch erreicht, daß die Membran mit der Frequenz des erregenden Wechselstromes schwingt. Ohne Dauermagnet würde sie zu Schwingungen mit der **doppelten** Frequenz angeregt werden.

Fernsprechrelais.

Bei den Fernsprechrelais wird der Elektromagnetismus dazu ausgenutzt, einen Anker anzuziehen und dadurch Relaiskontakte zu schließen oder zu öffnen. Die Relais werden als Rundrelais und als Flachrelais gebaut.

A. Rundrelais (Bild 44).

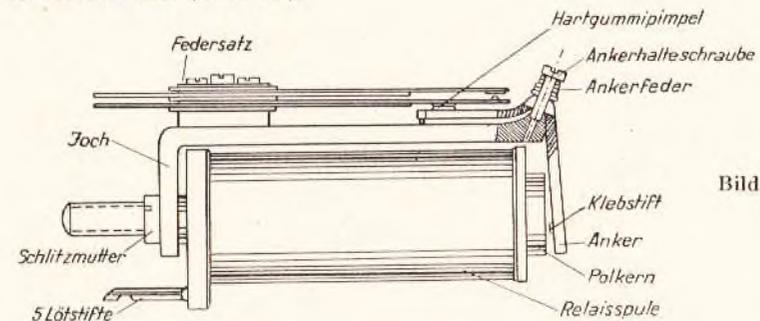
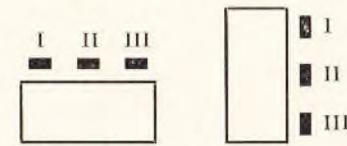


Bild 44.

Kontaktanordnung

(von vorn gesehen)

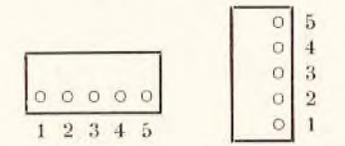


Rundrelais 22

Rundrelais 26

Lötstifanordnung

(von hinten gesehen)



Rundrelais 22

Rundrelais 26

Bild 44 a.

B. Flachrelais.

Bild 45 zeigt das Flachrelais 28; es nimmt in den Wählergestellen weniger Raum ein als die alten Rundrelais.

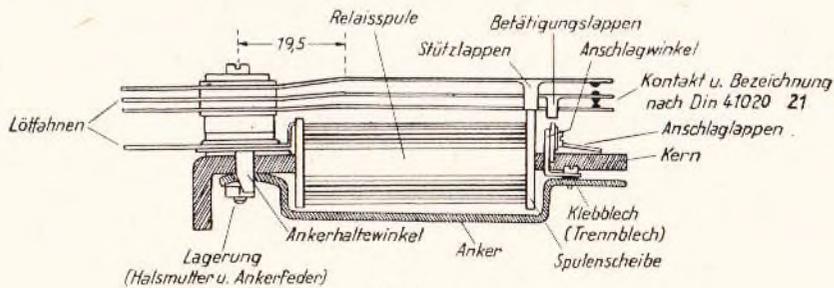
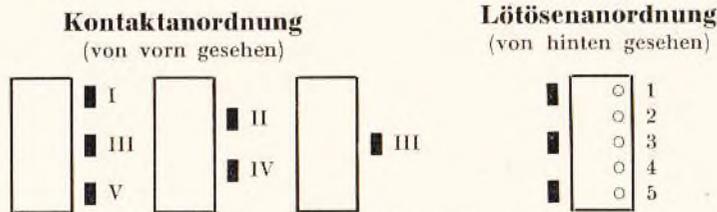


Bild 45.



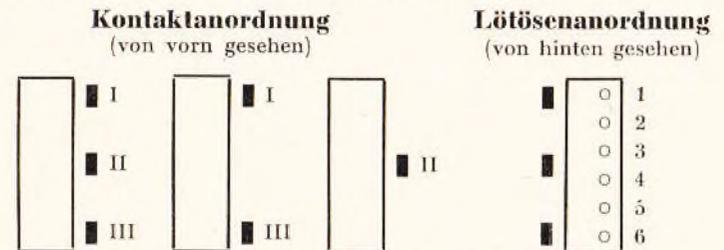
3 Relais (Flachrelais 28) mit verschiedenen Kontaktzahlen.

Bild 45 a.

Als Relaiskern wird ein winkelförmig gebogenes Flacheisen mit rechteckigem Querschnitt verwendet, auf das die den Wickelraum begrenzenden Spulenscheiben aufgeschoben sind. Der Anker besteht aus einem U-förmig gebogenen Eisenblech, das sich flach gegen den Relaiskern legt und an einem Ende schwenkbar gelagert ist. Der magnetische Kreis (Eisenkreis) wird hier nur durch den Anker geschlossen, während beim Rundrelais ein besonderes Eisenjoch verwendet ist. Am vorderen Ende trägt der Anker ein auswechselbares Trennblech (Kleb-blech) aus nicht magnetischem Material (Messing, Kupfer, Bronze), das je nach der Blechstärke wechselt und beim Ankeranzug den Abstand Anker — Kern bestimmt. Der Ankerhub wird durch einen Anschlag-lappen am Anschlagwinkel begrenzt. Zur Betätigung der Relaisfedern dient ein Betätigungs-steg, der am vorderen Ende des Ankers auf dem Anschlagwinkel angebracht ist; er drückt gegen die Betätigungs-lappen der Relaisfedern. Die Kontaktfedern der neuen Flachrelais sind mit Kuppenkontakten ausgerüstet.

Das Flachrelais 48 zeigt, von der Seite gesehen, denselben Aufbau wie das Flachrelais 28 in Bild 45. Die Anordnung der Feder-sätze erfolgt jedoch nur mehr in drei Lochreihen I, II, III. Auf die Lochreihen II und IV wurde verzichtet. Dadurch wird eine etwas schräg nach vorn, gegen die Mittellinie des Relais, verlaufende Federlage der äußeren Federsätze möglich und somit gegenüber dem Flachrelais 28, dessen Außenfedern parallel verlaufen, eine günstigere Abstützlage der Federlappen auf der Spulenscheibe und dem Isoliersteg erzielt. Die Zahl der Löt-anschlüsse ist von 5 auf 6 erhöht.

Die Kontakt- und Lötösenanordnung zeigt Bild 46.



3 Relais (Flachrelais 48) mit verschiedenen Kontaktzahlen.

Bild 46.

Einige Kontaktarten mit Angabe des Kontaktdruckes in Gramm; der Kontaktdruck wird mit der Federwaage gemessen:

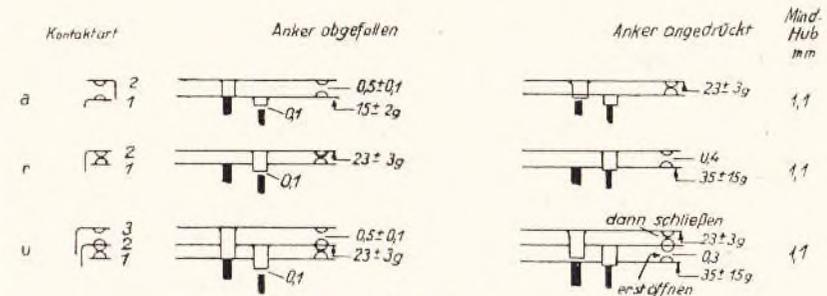


Bild 47.

Bild 47. a = Arbeitskontakt, r = Ruhekontakt, u = Umschaltkontakt.

Beispiele für Kontaktbezeichnungen (Flachrelais):

- Kontakt: fIII₂ gehört zum F-Relais und liegt in der Mitte (oben).
- Kontakt: g^V gehört zum G-Relais und liegt in Lochreihe V
- Kontakt: 1^I gehört zum I-Relais und liegt in Lochreihe I.

Die Relais werden nach Einstellvorschriften eingestellt und ihre Federsätze mit Spezialwerkzeugen justiert. Die Justierarbeiten dürfen nur von hierfür geschulten Kräften vorgenommen werden.

Relais-Spulenzzettel (Beispiel)

2 Lg	0,50	Cu. verz.
I.	150—2100—0,11	CuL
II.	10 —1140—0,37	CuL

Die erste Zeile des Spulenzzettels gibt Aufschluß über die auf den Kern in Lagen aufgebrachte Kurzschlußwicklung, wobei die Angabe, „2 Lagen aus 0,5 mm verzinnem Kupferdraht“ einem Verzögerungsrelais K 1 entspricht.

Die zweite und dritte Zeile mit den römischen Ziffern I, II bezeichnen, vom Kern ausgehend, die Reihenfolge der Wicklungen. Die erste Zahl nach der Wicklungsnummer gibt den Drahtwiderstand der Wicklung in Ohm, die zweite Zahl die Anzahl der Drahtwindungen an. Die dritte Angabe kennzeichnet den Drahtdurchmesser (in mm), den Werkstoff und die Isolierung des Drahtes, wobei CuL Kupferlackdraht bedeutet. 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 besitzt.

Man unterscheidet zwischen:

1. **Fehlstrom.** Das ist diejenige Erregerstromstärke, bei der gerade noch kein Kontakt bei den Relaisfedern betätigt wird. Dabei ist die Stegluft (Luftspalt zwischen Betätigungssteg und Feder-Betätigungslappen) bereits weggesteuert; die Schaltfedern sind schon soweit angehoben, daß gerade noch keine Schaltfunktion durch eine der Relaisfedern erfolgt.
2. **Ansprechstrom.** Das ist diejenige Erregerstromstärke, die den Anker gegen alle Federkräfte bis zum Kernanschlag gerade noch durchziehen läßt.
3. **Haltestrom.** Das ist diejenige Erregerstromstärke, bei der der zuvor mit größerer Stromstärke zum Anzug gebrachte Anker

gerade noch nicht abfällt und alle Schaltfedern-Funktionen, die beim Anzug erfolgen sollen, noch bestehen.

Diese Definierungen ergeben für den betreffenden Arbeitszustand eine „einfache Stromsicherheit“. Sie bedeuten für den Ansprech- und Haltestrom einen Mindestwert und für den Fehlstrom einen Höchstwert. Die Betriebswerte müssen jedoch aus Sicherheitsgründen für Ansprech- und Haltestrom entsprechend größer, für Fehlstrom entsprechend niedriger sein als die einfache Stromsicherheit.

Verzögerungsrelais.

Die Anzugs- und Abfallzeit eines gewöhnlichen Relais liegt zwischen 8 und 20 ms (Millisekunden); sie kann durch bestimmte Maßnahmen verändert werden.

I. Schaltmittel zur Ansprechverzögerung von Relais.

- a) Differenzschaltung zweier Wicklungen mit verschiedenen Amperewindungszahlen, ungleichen Widerständen und verschieden hoher Selbstinduktion.
- b) Parallelschaltung einer größeren Kapazität zur Relaiswicklung unter gleichzeitiger Vorschaltung eines Widerstandes zu dieser Parallelschaltung.
- c) Anwendung von Relaisketten.
- d) Vorschalten eines Hitzdrahtrelais (siehe unter „Stromstärke“).
- e) Ausnutzung mechanischer Hilfsmittel wie z. B. Maschinenkontakte, Anbringen 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 dieser Wicklung geregelt werden. Bei den neuen Flachrelais wird zu diesem Zweck blanker, verzinnter Kupferdraht über die ganze Länge des Relaiskernes gewickelt. Diese Kupferwicklung (2, 4 oder 6 Lagen Kupferdraht, verzinkt; 0,5 mm Durchmesser, dessen Enden verschweißt sind) kann als eine Zweitwicklung mit nur einer Windung, aber einem sehr großen Querschnitt betrachtet werden.

Wirkungsweise: Beim Abschalten der Relaiswicklung wird in der Kurzschlußwicklung durch den schwindenden magnetischen Fluß ein Spannungsstoß induziert, der seinerseits mit dem von ihm ausgelösten Kurzschlußstrom das im Schwinden begriffene magnetische Feld im Relaiskern noch etwas länger bestehen läßt. Der Anker fällt dadurch später ab. Die damit erreichbaren Verzögerungszeiten betragen bis zu 400 ms und mehr. Derartige mit einem Kupfermantel versehene Relais sprechen nicht auf Ruf-Wechselstrom 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 Kupferring eingelegt wird. (Im Bild 48 punktiert angedeutet.) Der im Kupferring durch In-

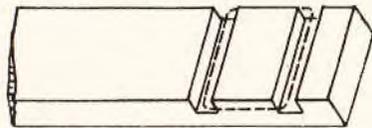


Bild 48.
Relaiskern eines Rufrelais mit eingelegtem Kupferring (punktierte Linie).

duktion erzeugte Strom ist gegenüber dem in der Wicklung fließenden Strom zeitlich versetzt, so daß der Anker auch in dem Augenblick genügend festgehalten wird, indem der Rufstrom selbst durch Null hindurchgeht.

Bei neuzeitlichen Zwischenumschaltern wird der Ruf-Wechselstrom durch einen kleinen Trockengleichrichter gleichgerichtet und dann einem einfachen Gleichstromrelais zugeführt.

Hitzdrahtrelais (siehe unter „Wärmewirkung des Stromes“).

Stromquellen

Das Trockenelement.

Zum praktischen Gebrauch haben sich heute hauptsächlich Kohle-Zinkelemente eingeführt (Monozellen, Stabbatterien, Normaltaschenlampenbatterien, Klingeelemente usw.).

Als positive Elektrode dient ein Kohlestab, der mit einem Braunstein-Graphitgemisch als Depolarisator umpreßt ist. Ein

weitmaschiges Textilgewebe verhindert ein Abbröckeln dieses Gemisches. Die so präparierte Elektrode wird in einen Zinkbecher, der als Gegenelektrode wirkt, untergebracht; die als Elektrolyt zugegebene Salmiaklösung wird durch ein Verdickungsmittel in Pastenform gebracht.

Während der Stromentnahme scheidet sich Wasserstoff aus den Elektrolyten aus, wandert zur Kohlelektrode und wird dort von den Sauerstoffbestandteilen des Braunsteins zu Wasser gebunden. Durch diese depolarisierende Wirkung bleibt die Leistungsfähigkeit des Elements auch bei längerer und stärkerer Stromlieferung ungeschwächt.

Die EMK einer Kohlezinkzelle beträgt 1,5 V; der innere Widerstand eines frischen Elementes soll 0,1 bis 0,5 Ohm nicht überschreiten. Bei längerer Lagerung und auch durch Inanspruchnahme des Elementes steigt der innere Widerstand infolge Austrocknens des Elektrolyten und durch Zersetzung der Zinkelektrode. Die Klemmenspannung sinkt unzulässig tief und macht das Element unbrauchbar, obwohl die chemischen Bestandteile zur Strombildung (Elektroden) noch lange nicht verbraucht sind.

Prüfen der Trockenelemente.

Zum Messen der Spannung eines Trockenelementes verwendet man den Spannungsmesser für 3 Volt Vollausschlag mit einem **inneren Widerstand von 3000 Ω** . (Tascheninstrument von Gossen.) Er wird auf den Meßbereich von 3 Volt eingestellt und zuerst, ohne daß man auf die weiße Taste drückt, zur Messung verwendet. Dabei wird die **volle EMK** des Elements gemessen, weil es nur mit einem verhältnismäßig hohen Widerstand, also gering, belastet ist.

Danach wird durch Drücken der weißen Taste ein 10 Ω -Widerstand in Nebenschluß zum Gesamtwiderstand des Meßgerätes (3000 Ω) gelegt und nun die angezeigte Klemmenspannung „U“ abgelesen.

Je älter das Element bzw. je höher damit — wegen des Austrocknens — sein innerer Widerstand ist, desto mehr werden sich EMK und U unterscheiden und eine mangelnde Güte des Elementes anzeigen.

Der 10 Ω -Widerstand des Meßgerätes (Verbundwiderstand) entspricht annähernd dem Widerstand eines OB-Mikrophonstrom-

kreises; die Meßverhältnisse stimmen also mit denen des praktischen Betriebes überein.

Bei Tastendruck ist der resultierende Instrumentwiderstand etwas kleiner als 10Ω , weil zu dem 10Ω -Widerstand der 3000Ω -Widerstand des Meßgerätes parallel liegt. Zur Berechnung genügt es, einen Gesamtwiderstand von rund 10Ω einzusetzen.

Der **innere Widerstand Ri** eines Trockenelementes ergibt sich aus folgender Beziehung:

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

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

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

R_i = innerer Widerstand.

E = EMK, Ergebnis der ersten Messung.

U = Klemmenspannung. Ergebnis der 2. Messung.

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

Trockenelemente, die für Mikrofonstromkreise verwendet werden, müssen beim Messen unter Zuschaltung des 10Ω -Widerstandes für einige Augenblicke wenigstens 1 oder 2 Minuten nach Stromschluß noch $0,8 \text{ V}$ Klemmenspannung zeigen. Neue Trockenelemente haben einen inneren Widerstand von $0,1 \Omega$.

Füllelemente enthalten ebenfalls Kohle-Zinkelektroden. Die chemischen Bestandteile des Elektrolyten werden von der Herstellerfirma als quellfähige pulverisierte Mischung trocken eingefüllt. Das Element nimmt erst nach Auffüllen mit Wasser $1,5 \text{ V}$ 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. Die frühere Benutzung eines frisch angesetzten Quellelementes geht auf Kosten seiner Lebensdauer.

Luftsauerstoffelemente.

Um die Einfuhr von Braunstein für Trockenelemente zu sparen, wurden zeitweise Elemente mit Luftsauerstoffzuführung gebaut. Hier wird der Sauerstoff der Luft zur Depolarisation ausgenutzt. Durch Umpressen des Kohlestabes mit Kohlegrieß feiner Körnung wird der Luft durch ein Röhrchen vom Verguß-

deckel des Elementes aus die Möglichkeit zum Eindringen des Depolarisators gegeben und so die Regenerierung eingeleitet. Der innere Widerstand eines Luftsauerstoffelementes ist geringer als beim Braunsteinelement.

Die Zellenspannung beträgt $1,35 \text{ V}$.

Der Akkumulator.

Akkumulatoren geben erst elektrische Energie ab, wenn sie vorher geladen worden sind. Beim Laden wird die elektrische Energie in chemischer Form aufgespeichert. Während der Entladung (Stromentnahme) tritt eine Rückbildung der chemischen Stoffe 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 im geladenen und entladenen Zustand.

	Akkumulator geladen	
	+ Platte	- Platte
Spannung	2,04 V (vor Abschalten der Ladung bis zu 2,7 Volt)	
Chemische Zusammen- setzung der Masse	Bleisuperoxyd PbO_2	aufgelockertes Blei Pb
Säuredichte	1,2 (Einheitsgewicht)	
Plattenfarbe	tiefdunkelbraun, fast schwarz	helle Bleifarbe, silbergrau

Akkumulator entladen		
	+ Platte	- Platte
Spannung	etwa 1,93 V (betriebsgemäße Entladung)	
Chemische Zusammen- setzung der Masse	Bleisulfat $PbSO_4$	Bleisulfat $PbSO_4$
Säuredichte*	1,14 ··· 1,17	
Plattenfarbe	rotbraun	bleigrau

* Genaue Größe der niedrigsten Säuredichte durch Tiefentladung feststellen; betrieblich nur 80 % entladen.

Fassungsvermögen des Akkumulators (Kapazität).

Je langsamer ein Akkumulator entladen wird, desto mehr „Amperestunden“ können aus ihm zurückgewonnen werden. Sein Fassungsvermögen erscheint daher bei geringer Stromentnahme infolge einer wirkungsvolleren chemischen Umwandlung größer. Von den Firmen wird ein dem höchsten noch zulässigen Entladestrom entsprechendes Fassungsvermögen gewährleistet.

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

Wirkungsgrad der Akkumulatoren.

Der durch Wärmebildung und Gasentwicklung verursachte Energieverlust muß durch eine verhältnismäßig stärkere Aufladung ausgeglichen werden. Weitere Energieverluste entstehen durch die höhere Ladespannung im Vergleich zu der um etwa $\frac{1}{4}$ niedrigeren Entladespannung bei Annahme der gleichen Lade-

und Entladeströme. Man muß also zum Laden von Akkumulatoren mehr elektrische Arbeit leisten, als man bei der Entladung zurückbekommt. Beim Laden von Akkumulatoren unterscheidet man zwischen Güteverhältnis und Wirkungsgrad.

Das **Güteverhältnis** eines Akkumulators ist das Verhältnis der bei der Entladung zurückgewonnenen Amperestunden zu der bei der vorhergehenden Aufladung gelieferten Amperestundenzahl. Es liegt zwischen 85 und 90 v. H.

Der **Wirkungsgrad** eines Akkumulators ergibt sich aus dem Verhältnis der wiedergewonnenen Energiemenge (Wattstunden) zu der vorher zugeführten. Vor allem wegen der unterschiedlichen Lade- und Entladespannungen kommt man hier nur auf Beträge von 50 bis 60 v. H.

Innerer Widerstand des Akkumulators.

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

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

Der innere Widerstand ändert sich auch mit dem Ladezustand des Akkumulators wegen der verschiedenen Säuredichten. Er ist jedoch immer so gering, daß er für Stromberechnungen vernachlässigt werden kann.

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 **L a d u n g s a u s g l e i c h** stattfinden kann.

2. N a c h l a d u n g (mit halber Ladestromstärke).

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

3. S i c h e r h e i t s l a d u n g.

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

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

Um solche Sulfatverhärtungen zu vermeiden, wird vierteljährlich eine Sicherheitsladung vorgenommen. Nach Beendigung der Nachladung wird der Akkumulator mit einstündigen Pausen so oft nachgeladen, bis die Gasentwicklung sofort nach Einschalten des Ladestromes einsetzt. Nach der Ladung und genügender Beruhigung der Zellen ist die Säuredichte jeder Zelle mit der Senkwaage zu messen und durch Nachfüllen von destilliertem Wasser das zu hohe Einheitsgewicht auf 1,2 abzugleichen.

Akkumulatoren dürfen nur mit destilliertem Wasser nachgefüllt werden. Läßt sich so die vorgeschriebene Dichte nicht erreichen, so soll man nicht durch Zugabe von verdünnter Schwefelsäure den Ausgleich zu schaffen versuchen. Es sind vielmehr nach Vorschrift die Fachdienststellen zu verständigen, die dann weiteres veranlassen.

Unfallverhütung!

In Akkumulatorenzellen 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 Akkumulatorenräume oder in die Nähe von Akkumulatorenzellen bringen!**

Elektrische Schalter sind wegen der Funkenbildung außerhalb der Akkumulatorenräume anzubringen.

Alkalische Akkumulatoren.

Diese Akkumulatoren brauchen weniger Pflege als Bleiakumulatoren und sind bedeutend widerstandsfähiger. Sie sind unter dem Namen Edisonakkumulator bekannt.

Als **positive Elektrode** wird bei den älteren Ausführungen 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 **1,3 ··· 1,4 V Klemmenspannung**; ihre Ladung gilt als beendet, wenn die **Spannung** auf 1,82 V steigt.

Nickel-Cadmium-Akkumulator.

Heute werden für alkalische Batterien nur noch Nickel-Cadmium-Elektroden gebaut.

Positive Elektrode +:

Taschenplatte aus feingelochtem vernickeltem Stahlblech, gefüllt mit wirksamer Masse, **Nickelhydroxyd** $\text{Ni}(\text{OH})_2$.

Negative Elektrode —:

Die gleichen Taschen, jedoch enthalten sie als wirksame Masse feinverteiltes metallisches **Cadmium** (Cd).

Äußerlich sind also beide Akkumulatorenplatten gleich.

Die **Spannung einer Zelle** im unbelasteten Zustand schwankt zwischen **1,3 und 1,5 V**. 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 Akkumulators. Der innere Widerstand ist höher als beim Bleiakkumulator.

Als **Füllung** (Elektrolyt) wird **verdünnte Kalilauge** (KOH) verwendet. Laugendichte: etwa 1,20 bei $+20^\circ \text{C}$.

Zulässige Grenzen: 1,18 ··· 1,20. Die Dichte ändert sich nur wenig bei Ladung und Entladung.

Wirkungsgrad 55,5—60 v. H.

Güteverhältnis 71,5 v. H.

Die Aufnahmefähigkeit (Kapazität) des Nickel-Cadmium-Akkumulators und auch die Spannung steigen etwas mit der Laugentemperatur. Tiefe Temperaturen verursachen umgekehrt ein Absinken der Entladespannung und der Kapazität.

Besondere Vorzüge des Stahllakkumulators:

Keine zerbrechlichen Teile wie Blei oder Glas.

Große mechanische Festigkeit.

Unempfindlich gegen Überladung oder gelegentliche Tiefentladung.

Einfache Wartung und billige Unterhaltung.

Geringe Selbstentladung, lange Lagerfähigkeit.

Nur schwache Gasentwicklung, unempfindlich gegen Temperaturen unter 8°C .

Alkalische Gegenzellen.

Beim Puffern einer Batterie werden in den Stromversorgungsanlagen Gegenzellen zum Ausgleich der Batterieüberspannung eingeschaltet. Unter Puffern versteht man das Laden eines Akkumulators, ohne ihn von seinem Verbraucher abzuschalten; dabei werden die Gegenzellen hinter der Batterie in den Verbraucherstromkreis mit eingeschaltet. Gegenüber den früher 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 bildet (die Polung der Gegenzellen ist der Batteriepolung entgegengesetzt). Die Zellen enthalten Nickelplatten als Elektroden und Kalilauge als Elektrolyt. Die Gegenspannung beträgt schon bei sehr niedrigen Strömen 1,8 V und steigt bis auf 2 oder 2,5 V an. Die Zellen 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; sie haben eine wesentlich größere Haltbarkeit als Bleizellen. Man beachte, daß bei tragbaren Gegenzellen nur Nickelelektroden verwendet werden, bei ortsfesten Gegenzellen jedoch ist die Minusplatte aus Eisen. Tragbare Gegenzellen können deshalb, ohne die Polarität zu beachten, eingeschaltet werden. Bei der Pflege sind zu beachten:

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

Das Thermoelement.

Erwärmt man die Berührungsstelle zweier verschiedenartiger Metalle, so zeigen diese eine elektrische Spannungsdifferenz an. Die Höhe der Spannung richtet sich nach dem Grad der Erwärmung und nach der Art der beiden sich berührenden Metalle; sie beträgt z. B. zwischen Antimon und Wismut $\frac{1}{10}$ Volt je 1°C .

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

Um die Verschweißungsstelle 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 oder auch aus Eisen-Konstantan, Nickel—Nickelchrom und aus Platin—Platinlegierungen zusammengesetzt. Je nach der Höhe der noch zulässigen Temperaturbeanspruchung wählt man die geeigneten Metalle aus.

Wechselstromquellen.

Hierzu zählen:	Kurbelinduktor,	} als Rufstromquellen.
	Polwechsler,	
	Rufstrommaschine,	
	Wechselstromnetz,	
	das über einen Ruftransformator angeschlossen wird.	

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).

Milliwattsender (für Dämpfungsmessungen).

Kabelprüfsummer (zur Ermittlung von Adervertauschungen).

Der **Kurbelinduktor** wird verwendet:

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

Wirkungsweise.

Ein Weicheisenanker, der mit einer Spule aus feinem isolierten Kupferdraht bewickelt ist, wird im magnetischen Kraftfeld eines Dauermagneten gedreht. Der Dauermagnet ist auch heute noch meistens hufeisenförmig ausgebildet und umfaßt den Anker auf einem Teil seines Umfangs. Beim Drehen des Ankers ändert sich fortwährend der magnetische Kraftfluß in der Ankerwicklung, so daß sich die in ihr induzierten elektrischen Spannungen ebenfalls verändern. Die Wechselstromkurve ist nicht sinusförmig, sondern zeigt scharfe Spitzen, die auf die Ankerform zurückzuführen sind.

Zwischen Kurbel und Ankerachse ist eine Zahnradübersetzung 1 : 5 eingebaut. Bei 3 Umdrehungen der Kurbel in 1 Sekunde wird eine Spannung von 40 ··· 70 Volt erzeugt.

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 204 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 Wechselspannung (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, Unterdrückung der Oberschwingungen).

Wenn der Polwechsler Rundfunkstörungen verursacht, werden in die Kontaktzuführungen Hochfrequenzdrosseln eingeschaltet und parallel zu den Kontaktstellen Funkenlöschkondensatoren mit Dämpfungswiderständen angeschlossen. Werden in benachbarten Sprechleitungen Polwechslergeräusche wahrgenommen, so wird eine besondere, niederohmige Drossel in die Batteriezuführung eingeschaltet.

Die Polwechslererrufspannung beträgt 40 ··· 50 V.

Neuerdings werden auch für kleine Anlagen Polwechslerrelais verwendet, bei denen zusätzliche Transformatorwicklungen auf dem Relaiskern untergebracht sind. Sie geben in dieser Schaltung nur eine Rufstrom-Energie für 1—2 Sprechstellen ab. Bei Bedarf größerer Rufleistungen werden Polwechslerrelais nur dazu verwendet, im Takte ihres pendelnden Ankers durch einen Umschaltkontakt die Primärwicklungshälften eines besonderen Ruftransformators wechselseitig an die Zentralbatterie zu legen. Die Sekundärwicklung liefert dann wie beim einfachen Polwechsler eine Rufwechselspannung von etwa 25 Hz.

Rufstrommaschinen

werden jetzt meistens als Einankerumformer gebaut. Der Rufwechselstrom von 25 Hz wird entweder aus isolierten Induktionswicklungen (unechter Einankerumformer!) oder von 2 am Anker gegenüberliegenden Kollektor-Lamellen (echter Einankerumformer!) über 2 Schleifringe am Anker abgenommen. Außerdem sind besondere Induktionswicklungen für die Summerströme von 450 Hz (Amts- oder Wählzeichen, Frei- und Besetztzeichen) vorgesehen. Die Rufmaschine ist über eine Schneckengangübersetzung mit einer Nockenwelle gekoppelt, die Kontaktfedern als 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 Volt für kleine Maschinen bis zu 5 VA, 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** bei Netzfrequenz von 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 **Erstwicklung** des Transformators wird an die Steckdose des Starkstromnetzes angeschlossen, die **Zweitwicklung** ist mit den **Klemmen S a/b** der Reihenapparate zu verbinden.

Die Apparatklemmen P bleiben frei.

Bei Außenstellen sollen Apparate W 48 und solche neuerer Bauart 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 Selbstunterbrechungskon-

takt, der die Erregerwicklung in schneller Folge ein- und ausschaltet. Der Summerwechselstrom wird einer Zweitwicklung entnommen, die auf den gleichen Magnetkern gewickelt ist. Als Stromquelle dient meist ein Trockenelement.

Röhrensummer.

Die grundsätzliche Schaltung eines Röhrensummers zeigt Bild 49.

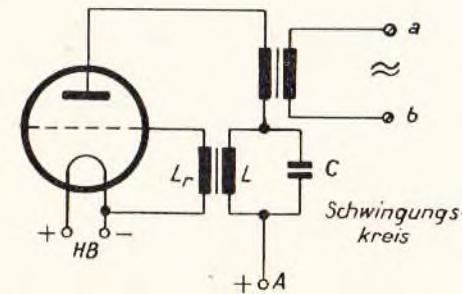


Bild 49.
Röhrensummer mit induktiver Rückkopplung.

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 Verstärkerstufe dem Verbraucher zugeführt.

Der Milliwattsender (Bild 50).

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 Milliwattsender arbeitet als Röhrensender, dessen grundsätzliche Schaltung im Bild 49 dargestellt ist; ein genaues Schaltbild ist jedem Gerät beigegeben.

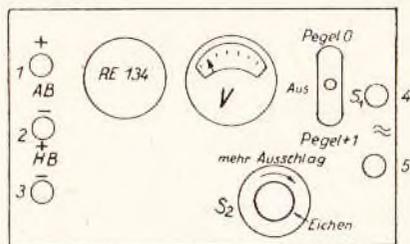


Bild 50.
Tragbarer Milliwattsender,
Bauart 31.

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 für einen Milliwattsender 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 50.)

Zwischen den **Klemmen 2 und 3** wird die Heizbatterie von $4 \dots 4,5$ V angeschlossen. Dazu kann ein Akkumulator oder eine Trockenbatterie verwendet werden. An die Klemmen 1 und 2 wird die Anodenbatterie von 100 V angeschaltet, 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. An die Klemmen 4 und 5 wird der Dämpfungszeiger 3 unmittelbar angeschlossen.

Der Drehknopf S_2 wird nach links oder rechts gedreht, 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 beim Transport besser geschützt.

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

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

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

Der Kabelprüfsummer 31 (siehe Bild 51; die Bilder 51 und 52 mit den alten Schaltzeichen (Symbolen) liegen den Geräten bei).

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

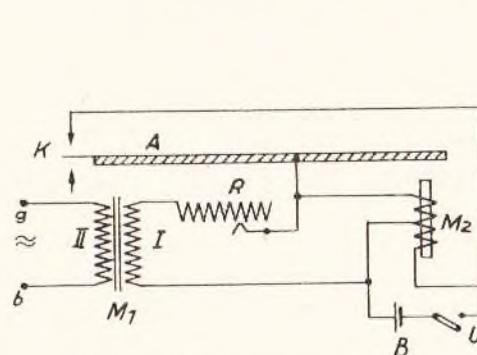


Bild 51. Kabelprüfsummer 31.

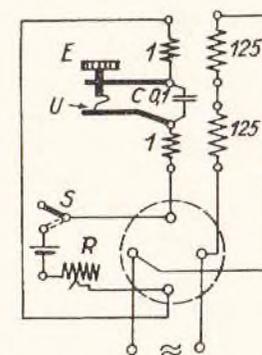


Bild 52. Kabelprüfsummer 37.

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 Magneten M_2 einschaltet und gleichzeitig den Magnet M_1 über den Widerstand R anschließt. Der Anker kippt, von M_1 angezogen, 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 52). 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

Der dem Netz entnommene Wechselstrom muß, bevor er zum Laden von Akkumulatoren verwendet werden kann, gleichgerichtet werden.

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

Ein Trockengleichrichter arbeitet wie ein Ventil; er setzt dem Strom in der Sperrrichtung einen wesentlich höheren Widerstand entgegen als in der Durchlaßrichtung. Als Gleichrichterplatten werden verwendet:

- I. Eisen — Selen (Halbleiter).
- II. Kupfer — Kupferoxydul (Halbleiter).

Als Halbleiter eignen sich auch andere Metallverbindungen (Oxyde, Sulfide, Sauerstoff- und Schwefelverbindungen).

Zu den Halbleitern zählen auch Germanium, Tellur, Silizium.

I. Selengleichrichter.

Die Gleichrichterelemente bestehen aus einzelnen Metallscheiben (Bild 53).

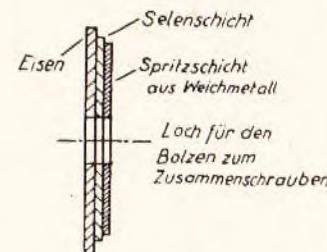


Bild 53.
Aufbau einer Selenzelle.

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

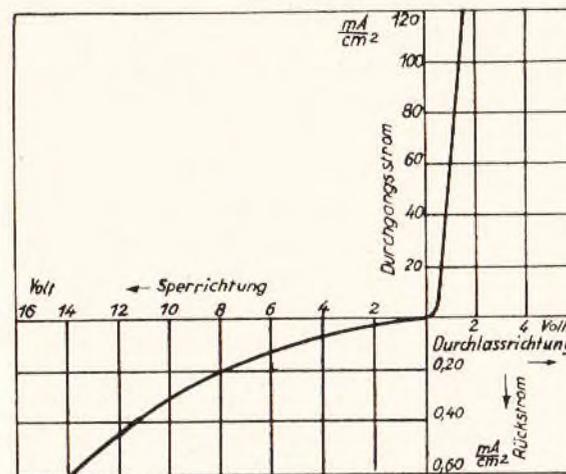


Bild 54.
Kennlinie einer Selengleichrichterscheibe mit 1 cm² wirksamer Fläche.

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.

Bei den Selengleichrichtern ist die



Der Widerstand des Gleichrichters kann bei kleinen Spannungen in der Sperrichtung 8000 mal so groß sein wie in der Durchlaßrichtung.

Gleichrichterschaltungen.

Man unterscheidet zwischen Einweg- und Doppelweggleichrichtung (Bilder 55 und 56). Die Doppelweggleichrichtung hat gegenüber der Einweggleichrichtung den Vorteil, daß beide Halbwellen des Wechselstromes ausgenutzt werden.

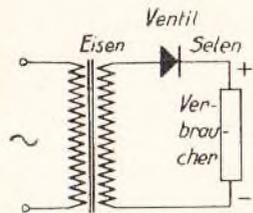
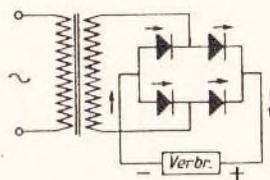
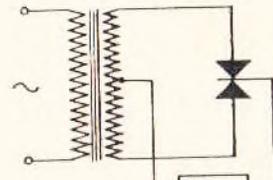


Bild 55.
Einwegschaltung (E).



a. Brückenschaltung (B)



b. Mittelpunktschaltung (M)

Bild 56. Doppelwegschaltungen.

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. Diese Gleichrichter werden überwiegend als Meßgleichrichter benutzt.

Anwendungsgebiete für Trockengleichrichter.

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 beruhigter 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 57).

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 57).

Ausführungsform I für den Anschluß an 110 V: Ausgerüstet mit einer 16kerzigen 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 16kerzigen 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 32kerzige 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 57).

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

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

t_3 -Kontakt stellt Ladestromkreis für die Batterie her.

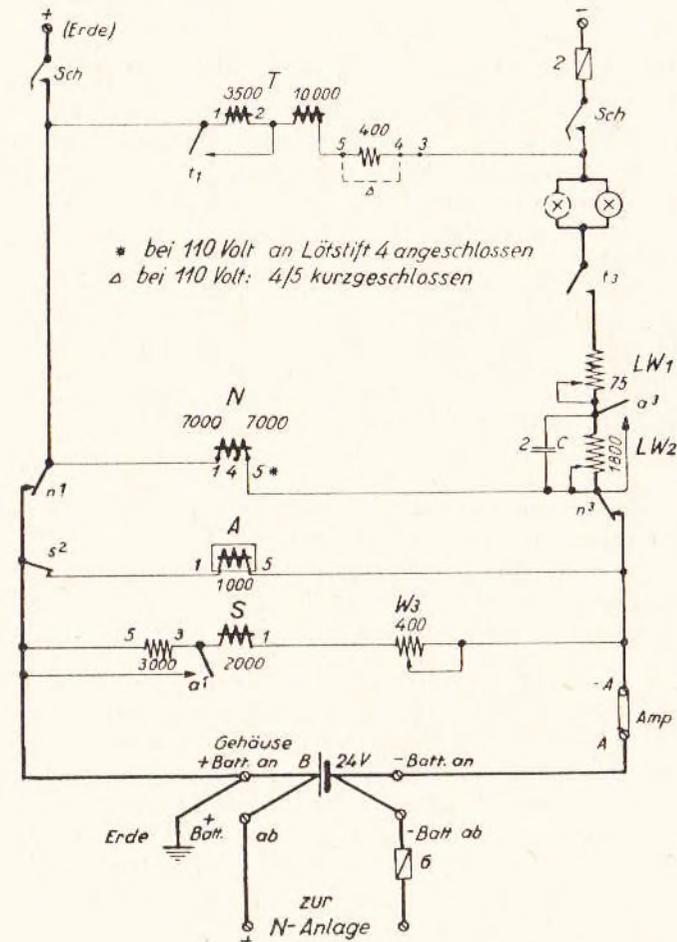


Bild 57. Gleichstrompuffergerät 33.

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

Relais N spricht erst 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 die Netzspannung zu den Sprechstellen gelangt.

Sobald das Relais angesprochen hat, bleibt die Leitung dauernd unterbrochen.

Relais S reagiert auf die Klemmenspannung der Batterie,

a) **z i e h t a n** bei Batterie - **Ü b e r s p a n n u n g** (25,5 Volt) und schaltet das A-Relais ab, das über den sich öffnenden a^3 den Ladestrom herabsetzt (Einschalten von LW_2) und über a^1 das S-Relais auf Haltestrom setzt und damit seinen Abfall bei Absinken der Batteriespannung auf 22,5 Volt vorbereitet,

b) **f ä l l t a b** bei Batterie - **U n t e r s p a n n u n g** (22,5 Volt), wobei über s^2 das A-Relais anzieht, dieses über a^3 auf Vollladung schaltet und über a^1 das S-Relais wieder soweit vorerregt, daß es beim Steigen der Batteriespannung auf 25,5 Volt sofort wieder anspricht und den Ladestrom verringert (s. o.).

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 58) entwickelt worden, das in den Grenzen von $0,015 \cdots 0,08$ A regelbar ist. Der Aufbau ist einfacher, da keine Umschaltung von großer auf kleine Ladestufe vorgesehen ist.

Zum Schutze gegen eine Überladung der 24 V-Batterie aus dem Gleichstromnetz dient das Stufenrelais N, das in der ersten Stufe bei 22 V (12 Zellen zu je 1,85 V), in der zweiten Stufe bei 30 V (12 Zellen zu je 2,5 V) anzieht.

Die Ladespannung aus dem Netz kann über n^{II} nur auf die Batterie gegeben werden, wenn diese mit ihren mindestens 22 V als unterste Entladungsgrenze das N-Relais in der ersten Stufe festhalten kann. Beim Abschalten der Batterie wird das N-Relais sofort zum Abfall gebracht, da es sich über die eigenen LW-Vor-

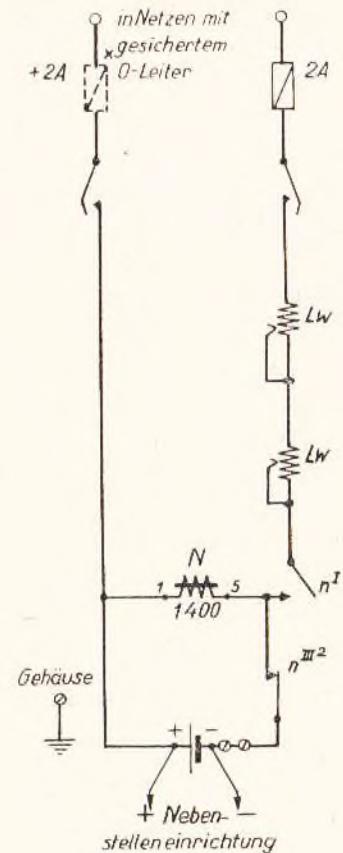


Bild 58.
Gleichstrompuffergerät 37.

widerstände aus dem Netz nicht mehr halten kann, und trennt über n^{II} das Netz von der Batterie ab.

Für gewöhnlich bleibt aber die Batterie angeschlossen; kommt in ihrer Entladespannung nicht unter 22 V und hält das N-Relais zum mindesten immer in der ersten Anzugsstufe fest. Steigt jedoch bei zunehmender Ladung die Batteriespannung, dann zieht bei 30 V das N-Relais in seiner zweiten Ansprechstufe an. Sofort öffnet n^{III2} , das N-Relais kann sich am Netz allein nicht halten, fällt ab und öffnet n^{II} . n^{III2} in Ruhestellung läßt das N-Relais sofort wieder durch die Batteriespannung, die nach dem vorangegangenen Abschalten jetzt wieder unter 30 V steht, nur noch in Stufe 1 ansprechen. Das Netz lädt wieder die Batterie, und zwar solange, bis die Batteriespannung auf 30 V geklettert ist. Dann zieht N wieder in Stufe 2 an, fällt durch Selbstunterbrechen und mangelnde Halteerregung ganz ab, um gleich darauf wieder in Stufe 1 anzuziehen, wodurch die Batterieladung von neuem beginnt.

Wechselstrompuffergerät 35

für Nebenstellenbatterien von 24 V (Bild 59).

Netzspannung 110 oder 220 V; Ladestrom $0,015 \cdots 0,08$ 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 $0 \dots 90 \Omega$,
- 1 Glättungsdrossel 55Ω ,
- 1 Anschlußleiste.

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 $W 0 \dots 90 \Omega$.

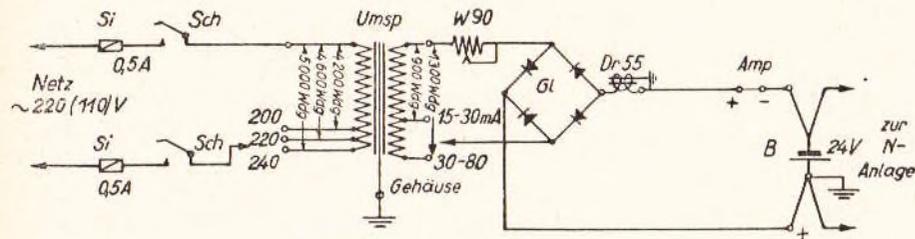


Bild 59. Wechselstrompuffergerät 35.

Anschaltung.

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

Die Gleichrichterezuführungen sind anzulegen zwischen den Klemmen $0 \dots 15/30$ oder $0 \dots 30/80$.

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.

Puffer- und Ladegleichrichter (von Siemens-Schuckert AG).

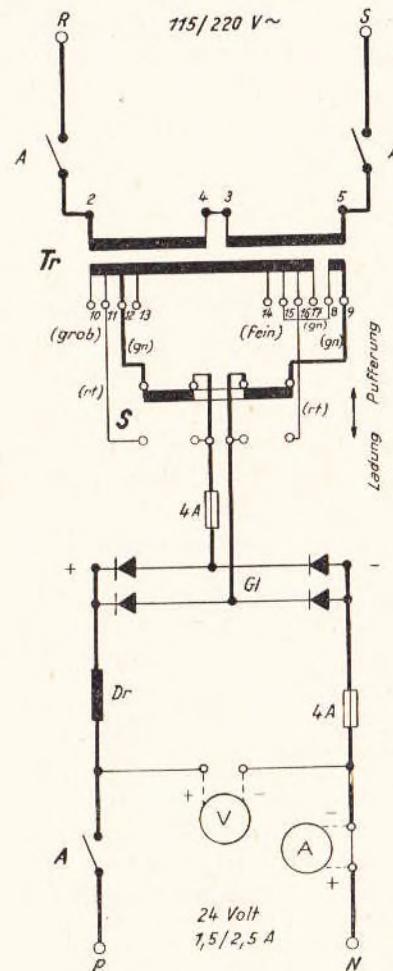


Bild 60.

Für 220 V Klemmen 3 und 4 verbinden.

Für 115 V Klemmen 2 mit 3 und 4 mit 5 verbinden.

R und S Netzanschlußklemmen,

A Netzausschalter gekuppelt mit dem einpoligen Batterieschalter,

Tr Netztransformator mit Abgriffen zur Grob- und Feineinstellung,

S Lade- und Pufferungsschalter,

GL Gleichrichter,

Dr Glättungsdrossel, Spannung an der Verbraucherseite 24 V,

P und N Gleichstromanschlußklemmen für die Batterie.

Bei nach unten umgelegtem Schalter S wird am Transformator Tr eine höhere Sekundärspannung abgegriffen; der Ladestrom wird erhöht.

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 die Anziehung oder Abstoßung zwischen elektrischen Ladungen benutzen.

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 ist ein festes und ein drehbares Weicheisenblättchen angeordnet. Diese Eisenblättchen stoßen sich gegenseitig ab, da sie gleichartig magnetisiert werden. Hierdurch wird der mit dem drehbaren Eisenblättchen verbundene Zeiger aus der Ruhelage abgelenkt. Als Gegenkraft wirkt eine Spiralfeder, die den Zeiger nach Abschalten des Stromes in seine 0-Stellung zurückbewegt.

Verwendbar für Gleichstrom und Wechselstrom niederer Frequenz. Die Meßteilung muß für verschiedene Frequenzen besonders ermittelt werden, weil die Meßwerkspule für jede Periodenzahl einen anderen Widerstand hat. Die Meßwerteskala ist ungleichmäßig geteilt und im unteren Bereich vielfach ungenau.

B. Drehspulmeßgeräte

benutzen die anziehende und abstoßende Wirkung eines Dauermagneten auf eine stromführende, drehbare Spule. Die zylindrisch ausgedrehten Polschuhe eines kräftigen Stahlmagneten umschließen einen Eisenzylinder so, daß dazwischen ein zylindrischer Luftspalt gebildet wird. In diesem Luftspalt, der gleichmäßig von magnetischen Kraftlinien durchsetzt wird, bewegt sich die Drehspule, die auf einen kleinen Aluminiumrahmen ge-

wickelt ist. Fließt ein Meßstrom durch die Spule, so erzeugt er ein Magnetfeld, das sich in die Richtung des Dauermagnetfeldes einzustellen versucht. Die Spule mit dem Zeiger wird dadurch so weit gedreht, bis die Gegenkraft einer Spiralfeder und die magnetische Ablenkkraft 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 besondere Zusätze **nur** zur Messung von **Gleichstrom** verwendbar; sie dienen aber unter Verwendung eines Trockengleichrichters oder eines Thermoelementes auch zu Wechselstrommessungen. Durch diese Zusätze wird die Meßteilung der Skala ungleichmäßig. Am Skalenbeginn drängen sich die Werte zusammen, die Skala erscheint „verkümmert“, am Skalenende dagegen sind die Werte weiter auseinandergezogen.

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 (nur für Wechselstrom!)

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 magnetisches Drehfeld erzeugt, das (gleichsinnig wandernde) Wirbelströme in der drehbaren Trommel induziert.

Die Trommel dreht sich mit dem Drehfeld, bis die magnetischen Zugkräfte aus den Wirbelströmen mit der Federgegenkraft ins Gleichgewicht gelangt sind. Diese Geräte sind nur für Wechselstrom verwendbar.

E. Frequenzmesser

dienen zur Ermittlung der Frequenz eines Wechselstromes. Sie enthalten eine Anzahl verschieden in ihrer Eigenschwingungszahl (z. B. 40—60 Hz) abgestimmter 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 längs einer Frequenzskala, die die Eigenschwingungszahl der Einzelzungen angibt, angeordnet, so daß man an der jeweils schwingenden Zunge die Frequenz des zugeführten Wechselstromes ablesen kann.

Gruppe II.

F. Hitzdrahtmeßgeräte.

Ein ausgespannter dünner Draht wird vom Meßstrom durchflossen, dadurch erwärmt und dehnt er sich proportional zum Quadrat des effektiven Stromwertes aus. Diese Bewegung wird über eine Spannvorrichtung und eine Rolle auf eine Zeigerachse übertragen. Die Null-Lage des Zeigers ist einstellbar. Bei Gleich- und Wechselstrom werden dieselben Meßwerte angezeigt, weil die Dehnung des Meßdrahtes allein vom Effektivwert des Stromes abhängt.

Gruppe III.

G. Elektrolytische Meßgeräte,

deren Angaben aus der zersetzenden Wirkung des Stromes entstehen sind wenig im Gebrauch (z. B. Stia-Zähler) und sollen daher nicht näher beschrieben werden.

Gruppe IV.

H. Elektrostatische Meßgeräte

werden lediglich zur Spannungsmessung benutzt und zeigen bei den gebräuchlichen Ausführungen erst von einer höheren Span-

nung ab einen merklichen Zeigerausschlag. Sie beruhen auf der Anziehung oder Abstoßung elektrisch geladener Belegungen. Der Aufbau ähnelt bei einigen Ausführungen dem eines Drehkondensators mit einer festen und einer beweglichen Metallplatte. Die bewegliche Platte trägt den Zeiger, der je nach der Größe des Ladungsunterschiedes der beiden Belegungen mehr oder weniger abgelenkt wird.

Zeigerdämpfung.

Der Zeiger eines Meßgerätes soll bei Ermittlung eines Meßwertes nach dem Einschalten des Gerätes nicht mehrmals um den gesuchten Meßwert herum pendeln. Er muß daher 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 Dauermagneten bewegt. 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 61).

Vor der Benutzung eines Meßgerätes 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	E		F	G	H
Stromartzeichen	Gleichstrom 	Wechselstrom 	Drehstrom gleich belastet 		Drehstrom ungleich belastet
Gebrauchslage	senkrecht		— waagrecht		schräg
Art des Meßwerks	 Drehspule mit ohne Richtkraft	 Weicheisen-gerät	 Elektrodynamisch ohne mit Eisenabschirmung	 Hitzdraht	 Elektrostatisch
Höchstspannung gegen Gehäuse	Farbige Sterne:	*schwarz 40 Volt	*braun 100 Volt	*rot 650 Volt	*blau 900 Volt

Bild 61.

Vom 1. Oktober 1939 an gelten neue Sinnbilder und Aufschriften für Meßgeräte (Bild 62).

Neue Sinnbilder und Aufschriften für Meßgeräte
(Gültig vom 1. 10. 39 an)

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	$\pm 0,2$ v. H.	} des Endwertes
„ 0,5	0,5 v. H.	
„ 1,0	1,0 v. H.	
„ 1,5	1,5 v. H.	
„ 2,5	2,5 v. H.	

Nr.	Arten der Meßgeräte		Nr.	Arten der Meßgeräte	
1	Drehspulmeßgerät mit permanentem Magnet		15	Isolierter Thermoumformer mit Drehspulmeßgerät*	
2	Drehpul-Quotientenmesser		16	Gleichrichter	
3	Dreheisen-Meßgerät		17	Gleichrichter in Verbindung mit Drehspulmeßgerät*	
4	Dreheisen Quotientenmesser		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 Wechselstrom	
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	Thermoumformer, allgemein		28	Schräge Gebrauchslage mit Angabe des Neigungswinkels	
13	Thermoumformer mit Drehspulmeßgerät*		29	Nulleinstellung	
14	Isolierter Thermoumformer		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 62.

Betriebsspannung des Meßgerätes 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 möglichst hohen Widerstand haben, damit beim Messen die Stromverhältnisse der Gesamtschaltung möglichst wenig verändert werden. Gute Meßgeräte haben je Volt Meßspannung einen inneren Widerstand von mindestens 1000 Ω .

Zur Erweiterung des Meßbereichs

werden dem Spannungsmesser Widerstände **vorgeschaltet**. Da die Widerstände und die Teilspannungen verhältnismäßig sind, kann man den Vorschaltewiderstand leicht errechnen. **Beispiel:** Ein Spannungsmesser mit 10 V Meßbereich und einem inneren Widerstand von 10 000 Ω soll für einen Meßbereich von 15 V hergerichtet werden. Wieviel Ohm sind vorzuschalten?

Auf 10 Volt entfallen 10 000 Ω ; dann gehören zu einem Bereich von 15 V, 15 000 Ω . Da das Meßgerät bereits 10 000 Ω Widerstand besitzt, sind noch 15 000—10 000 = 5000 Ω vorzuschalten. Die abgelesenen Werte sind mit 1,5 zu vervielfältigen.

Allgemein gilt:

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

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 der zu messende Strom keinen nennenswerten Spannungsabfall an ihnen hervorrufen kann. 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.

Für die Meßbereichserweiterung schaltet man zum Strommesser besonders niederohmige 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 Meßgerätewiderstandes sein:

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

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

Allgemein gilt:

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

Meßwandler.

Sollen bei Wechselstrom besonders starke Ströme gemessen werden, deren Durchleitung über Nebenwiderstände meßtechnisch Schwierigkeiten macht, oder ist es aus leitungs-, hochspannungs- oder hochfrequenztechnischen Gründen erwünscht, eine galvanische Verbindung zwischen Leitung und Meßwerk zu vermeiden, so kann dies über Meßwandler erreicht werden. Dies sind kleine Umspanner, deren Erstwicklung von

dem zu messenden Strom durchflossen wird. Das Meßgerät dagegen wird an die Zweitwicklung angeschlossen, die zur Änderung des Meßbereiches auch noch mit verschiedenen Anzapfungen versehen werden kann. In gleicher Weise werden auch besonders hohe Wechselspannungen gemessen, indem man den Spannungsmesser über einen Spannungswandler an die zu messende Wechselspannung legt. Dabei ist die Maximalspannung an der Zweitwicklung (für den Endausschlag des Meßgerätes!) einheitlich auf 100 V festgelegt.

Bei den gebräuchlichen Stromwandlern ist die Zweitwicklung für eine Regelstromstärke von 5 A (Maximalausschlag des Instrumentes!) gebaut.

Üblicherweise sind die beiden Spannungen bzw. Stromstärken der Erst- und Zweitwicklung auf den Meßwandlern in Bruchform angegeben (z. B. 6000/100 V oder 25/5 A). Die Zahl vor dem Bruchstrich bedeutet demgemäß jeweils die auf der Leitung maximal meßbare Spannung (in Volt) oder den maximal meßbaren Strom (in Amp), während die Zahl nach dem Bruchstrich angibt, auf welchen Spannungs- bzw. Stromwert das Meßwerk bei Endausschlag ansprechen und dementsprechend auch in der Meßskala geeicht sein muß.

Besondere Meßgeräte für den Entstörungsdienst.

Für den Entstörer im Fernsprehdienst sind eine Reihe besonderer Instrumentarten in den praktischen Dienst eingesetzt, von denen die am gebräuchlichsten aus der Vergangenheit und Gegenwart nachstehend kurz beschrieben werden sollen. Sie sind — dem meist beweglich gehaltenen Dienst entsprechend — zum überwiegenden Teil als handliche Tascheninstrumente entwickelt worden, haben aber für den Meßdienst an den Prüfständen auch zu größeren und wertvolleren Ausführungen geführt. Man kann daher unterscheiden:

- A. **Spannungsmessgeräte** für die Ermittlung der im Fernmeldedienst üblichen Betriebsspannungen und entsprechender Teilspannungen mit einer nur behelfsmäßig vorgesehenen Möglichkeit zur Messung von üblichen Betriebsströmen.
- B. **Besondere Widerstandsmesser**, die mit eingebauten Batterien oder diese ersetzenden Kurbelinduktoren (mit zugehörigen Gleichrichtern und Spannungsbegrenzern) die Größe von Leitungs- und Isolationswiderständen schnell ermitteln lassen.

A. 1. Der Spannungsmesser G 3 von Hartmann und Braun (nur für Gleichstrommessungen).

Meßbereiche: 0—3 Volt, Empfindlichkeit 200 Ω /Volt.
0—300 mA

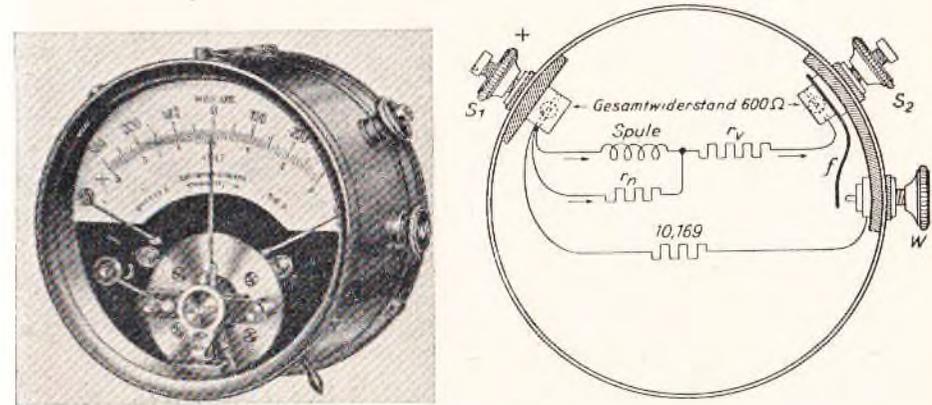


Bild 63. Spannungsmesser G 3 (Hartmann u. Braun).

Dieses Gerät gehört zur Gruppe der Drehspulmeßgeräte und wurde später durch den handlicheren kleinen Spannungsmesser G 3 (in Uhrform) ersetzt. Es diente in erster Linie zur Messung der Spannung von Einzelzellen bei den OB-Stationen; ein Tastknopf, durch dessen Betätigung ein Lastwiderstand von ca. 10 Ω parallel zu den Anschlußklemmen des Voltmeters gelegt werden konnte, gestattete, eine auf Spannung geprüfte Einzelzelle auch unter Last zu prüfen. Die Spannung einer Zelle ohne Last durfte bei Belastung mit diesen etwa 10 Ω nur um einen bestimmten Anteil zusammenbrechen. Andernfalls war die Zelle verbraucht und mußte gegen eine neue ausgewechselt werden. Bei Feststellung des Tastknopfes in der Arbeitsstellung war das Voltmeter dauernd durch diesen Lastwiderstand (von genau 10,169 Ω) geschuntet. Schlägt in dieser Schaltanordnung der Zeiger auf 3 V bzw. 300 mA aus, so bedeutet dies, daß zwar ein Strom von 300 mA gemessen wird, dabei aber auch ein Spannungsabfall von 3 V (!) zwischen den Anschlußklemmen des Instrumentes auftritt. Da ein solch starker Spannungsabfall den Grundsätzen bei der Strommessung widerspricht, ist das Instrument als Amperemeter nur zu verwenden, wenn der Widerstand des restlichen Stromkreises mehr als 100 Ω beträgt. Das „G 3“ in

kleiner Ausführung zeigt das Bild 64; es hat dieselben elektrischen Betriebswerte wie das große Gerät im Bild 63.

Das jetzt vielfach verwendete Tascheninstrument der Firma Gossen, Erlangen, mit 3 Spannungsbereichen (3, 30, 90 V) und einem Strombereich (300 mA) (Beschreibung nachfol-

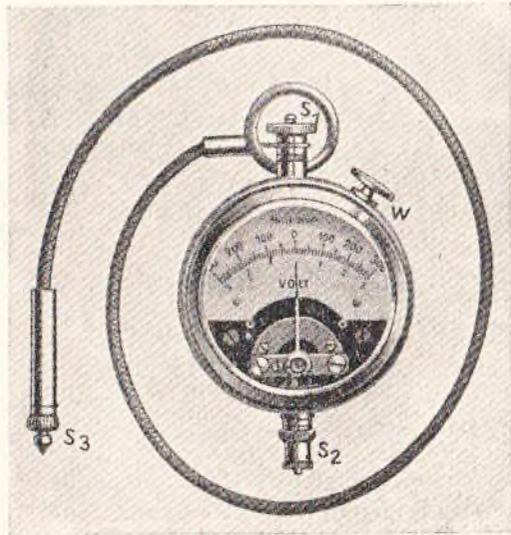


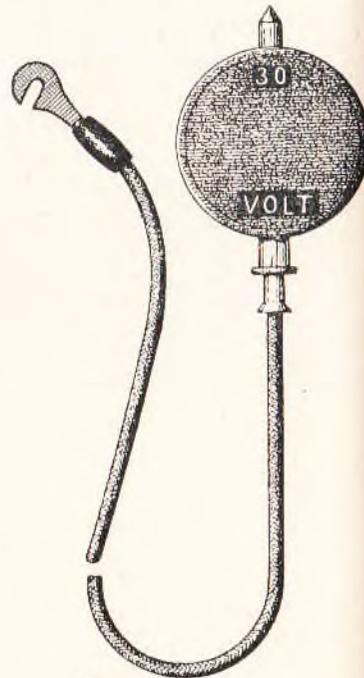
Bild 64. Kleiner Spannungsmesser G 3.

gend, s. Bild 65!) hat zur Messung der Zentralbatterien mit 24 V und 60 V die Spannungsbereiche 0—30 V und 0—60 V zusätzlich eingebaut erhalten und besitzt eine größere Empfindlichkeit, 1000 Ω /Volt).

Da aber noch alte Spannungsmesser G 3 in verschiedener Ausführung benutzt werden, wurde dieser Abschnitt beibehalten.

Spannungsmessungen (3/30/90 Volt) mit dem „G 3“.

Vorausgehend sei bemerkt, daß **bei Spannungsmessungen der im Innern des Instruments über die Rändelschraube W einschaltbare Nebenschlußwiderstand von 10,169 Ω nicht eingeschaltet sein darf.**



Für die Messung von Spannungen bis 3 Volt kann das Instrument bei 600 Ω Gesamtwiderstand **unmittelbar** verwendet werden (Ableseung auf der unteren Skala!). Bei 3 Volt Zeigerausschlag fließt demnach ein Strom von $\frac{3}{600} = 0,005 \text{ A} = 5 \text{ mA}$.

Strommessungen (300/60/600 mA) mit dem „G 3“.

Soll das Gerät für Strommessungen verwendet werden, so muß vor dem Einschalten in die Leitung der über die Rändelschraube W dem Voltmeterzweig parallelschaltbare, im Gerät fest eingebaute Nebenschlußwiderstand von 10,169 Ω angeschaltet werden, da sonst mit einer Beschädigung des Gerätes gerechnet werden muß. Diese Anschaltung gibt dem Gerät einen Gesamtwiderstand von genau 10 Ω .

Für die Messung von 30 V maximal, die die Betriebsspannung bei kleineren Nebenstellenanlagen (24 V mit Ladungszusätzen) erfährt, muß das Gerät mit getrenntem Vorwiderstand einen Gesamtwiderstand von $\frac{30 \text{ Volt}}{5 \text{ mA}} = 6000 \Omega$ besitzen. Das heißt, dem Eigenwiderstand der Gerätspule von 600 Ω sind noch 5400 Ω vorzuschalten. Dementsprechend sind die auf der Meßteilung unten abgelesenen Zahlen mit „10“ zu vervielfachen; jeder Teilstrich gilt dann 1 Volt.

Für die Messung von 90 Volt Spannung maximal, womit die Spannung der Zentralbatterie eines Wähleramtes mit etwaigen Überspannungen erfährt wird, ist der 30fache Eigenwiderstand des Gerätes nötig. Es müssen für diesen Fall $30 \cdot 600 = 17400 \Omega$ vorgeschaltet werden. Jeder Teilstrich der Skala gilt jetzt 3 Volt.

Ein **Strom von 300 mA** bringt jetzt den Zeiger ebenfalls zum vollen Ausschlag, so daß auf der oberen Skala 1 Teilstrich 10 mA gilt. Allerdings ist dabei zu beachten, daß auch der nicht unerhebliche Spannungsabfall von 3 Volt (!) am Gerät auftritt und deshalb diese Art von Strommessung nur behelfsweise und bei größeren Leitungswiderständen ($R_{l,sg} \gg 10 \Omega$!) ein brauchbares Ergebnis bringt.

Auch andere Stromstärken (etwa bis 60 mA für Messung des Mikrophon-Speisestromes oder bis 600 mA zum Prüfen des Speisestromes in der b-Ader bei Nebenstellenanlagen) können **behelfsmäßig** beim Fehlen geeigneter anderer Strommesser gemessen werden.

Für die 60 mA- und 600 mA-Meßbereiche muß aber der im Gerät eingebaute Nebenwiderstand von $10,169 \Omega$ durch die Rändelschraube vorerst abgetrennt sein.

Es sind dann unter **festem Anschluß** an die Instrumentenklemmen etwa 55Ω (für 60 mA Gesamtausschlag, 1 Teilstrich der oberen Skala gleich 2 mA!) bzw. 5Ω (für 600 mA Gesamtausschlag, 1 Teilstrich der oberen Skala gleich 20 mA!) den Instrumentenklemmen zuverlässig (nicht behelfsweise!) parallel zu schalten; **erst dann darf das so abgeänderte Instrument ohne Aufftrennen der Klemmschrauben**, lediglich durch Anklemmen der Leitungsenden an diese Klemmschrauben, in die Leitung eingeschaltet werden, es besteht sonst die Gefahr, daß während des Öffnens der Instrumentenschrauben das Instrument durch Überbelastung des Meßsystems mechanisch und elektrisch Schaden leidet.

In nachstehender Tabelle sind die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten des „G 3“ übersichtlich zusammengestellt.

A. Für Spannungsmessungen (Empfindlichkeit nur $200 \Omega/\text{Volt}$):

Meßbereich	Gesamtwiderstand (Instrument mit Vorwiderstand)	Äußerer Vorschaltwiderstand (ohne Nebenschluß im Instrument!)	Empfindlichkeit je Teilstrich (untere Skala!)
bis 3 Volt	600Ω	ohne	0,1 Volt
bis 90 Volt	$6\,000 \Omega$	$5\,400 \Omega$	1 Volt
bis 90 Volt	$18\,000 \Omega$	$17\,400 \Omega$	3 Volt

B. Für Strommessungen (bei vollem Zeigerausschlag findet jeweils auch ein Spannungsabfall von 3 Volt am Instrument statt!)

Meßbereich	Gesamtwiderstand (Instrument mit Nebenschluß)	Nebenschlußwiderstand	Empfindlichkeit je Teilstrich (obere Skala!)
bis 300 mA	10Ω	$10,169 \Omega$ (eingebauter Nebenschluß)	10 mA
bis 60 mA*)	50Ω	ca. 55Ω	2 mA
bis 600 mA*)	5Ω	ca. 5Ω	20 mA

*) **Eingebauter Nebenschluß ($10,169 \Omega$) ausgeschaltet!**

Der angegebene Parallelwiderstand ist vor Beginn der Messung fest an die Instrumentenklemmen anzuschalten, sein Anschluß darf **während** der Messung nicht gelockert werden!

Für die Strommessungen unter B. sei bemerkt, daß es sich nur um Behelfsmethoden zu einer überschlägigen Strommessung bei Teilnehmer-Anschlußleitungen handelt. Hier gestatten z. B. die bereits mit größeren Wicklungswiderständen behafteten Speiserelais und Speisedrosseln, daß Strommesser, selbst wenn sie $10\text{--}50 \Omega$ Eigenwiderstand besitzen, bei Einschaltung in die Leitungsschleife noch keine wesentliche Fehlmessung entstehen lassen. In anderen Fällen ist dagegen zu beachten, daß Strommessungen nur mit Strommessern vorgenommen werden sollen, bei denen ein Spannungsabfall durch ihren wesentlich geringeren Gesamtwiderstand, als er gemäß Tabelle unter B. entsteht, kaum in Erscheinung treten darf. (Diese Forderung wurde durch den jetzt neu entwickelten „Vereinigten Spannungs- und Strommesser“ (Type Box va der Fa. Gossen, s. Bild 68, erfüllt.)

Für Widerstandsmessungen wird das Meßgerät G 3 kaum noch verwendet, weil dafür die an späterer Stelle beschriebenen, besonderen Widerstands-Meßgeräte (Ohmmeter) vorgesehen sind.

A. 2. Vereinigter Spannungs- und Strommesser (Uhrform).

Tascheninstrument von Gossen, nur für Gleichstrom. Drehspulgerät. + Pol an der unteren Spitzen-Rändelklemme.

Meßbereiche: 0 bis 3, 30, 90 V (für Spannungsmessungen),
0 bis 300 mA (für Strommessungen).

Spannungsempfindlichkeit: $1000 \Omega/\text{Volt}$.

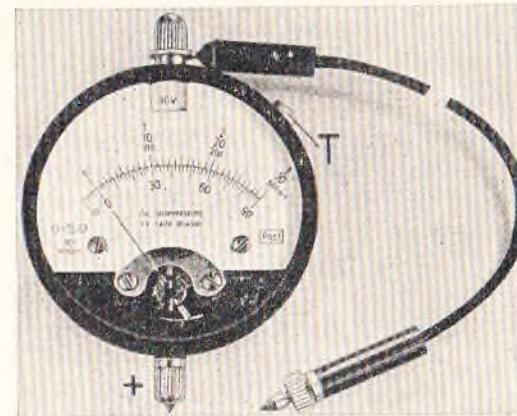


Bild 65.
Vorderansicht



Bild 66.
Rückansicht

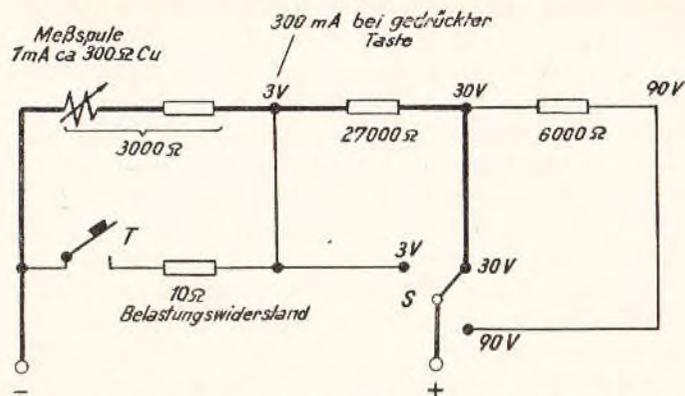


Bild 67. Übersicht über die Schaltung und die inneren Widerstände. T = weiße Taste, S = Meßbereichschalter.

Bedienung und Handhabung (vergl. hierzu Bilder 65—67).

Die Meßbereiche werden am Drehschalter auf der Rückseite des Meßgeräts eingestellt und im Bildfenster auf der Vorderseite abgelesen (Bild 65, 66 und 67 — Schalter S —).

3 Spannungsbereiche (schwarze Skalenwerte, Bild 65)

- I. 0—3 V
- II. 0—30 V
- III. 0—90 V

1 Strombereich (rote Skala, Bild 65).

(I.) 0—300 mA, erhältlich ebenfalls bei Einstellung auf den Spannungsbereich 0—3 V, **jedoch nur, solange die weiße Taste gedrückt wird.**

Zum Prüfen von Trockenelementen oder Sammlerzellen ist also der Meßbereich I (0—3 V) einzustellen und die Spannung **zunächst ohne Drücken, dann beim Drücken der weißen Taste** (d. h. durch Belastung der Zelle mit 10 Ω) zu messen. Je weniger dabei der Ausschlag des Zeigers zurückgeht, desto besser ist der leistungsfähige Zustand der Zelle, der ja bekanntlich nicht nur nach längerer Stromlieferung, sondern auch durch Eintrocknen des Elektrolyten bei längerer Lagerung (ohne Stromentnahme) nachläßt.

Als Stromzuführung dienen eine feste Meßspitze am Meßgerät und eine Meßspitze an der Anschlußsnur, deren anderes Ende unter der oberen Rändelschraube des Meßgeräts angeklemt ist.

Der Eigenwiderstand (d. h. innere Widerstand) des Instruments beträgt

bei 3 V ohne Tastendruck	3 000 Ω
„ 3 V mit „	10 Ω
„ 30 V (Taste nicht drücken!)	30 000 Ω
„ 90 V („ „ „)	90 000 Ω.

Für Spannungsmessungen ohne Belastungsprobe (d. h. weiße Taste nicht gedrückt!) besitzt also das Meßinstrument eine Empfindlichkeit von 1000 Ω/Volt.

Die Skala des Meßgeräts hat links vom 0-Punkt eine Überskala von 10 Teilstrichen. Schlägt der Zeiger nach links aus, dann ist das Instrument falsch angeschlossen. Die Anschlüsse sind zu vertauschen. (Umpolen! + Pol an die untere Spitzenklemme!)

Meßbeispiele.

Was in den nachfolgenden Beispielen besprochen wird, bezieht sich **nicht nur** auf die Anwendung des „Vereinigten Spannungs- und Strommessers“ von Fa. Gossen, sondern gilt schließlich für jedes ähnlich angelegte Meßinstrument. Da dieses Instrument jedoch augenblicklich das handlichste Tascheninstrument für den Entstörer darstellt, soll seine Anwendung in einigen praktischen Fällen gezeigt werden. (Vergleiche dazu auch noch die inzwischen verbesserte Bauart Box va der gleichen Firma.)

Messungen an Anschlußleitungen in Wählernetzen (ZB = 60 V!) sind zunächst mit dem 90 V-Meßbereich auszuführen; erst wenn der Zeigerausschlag bei diesem Meßbereich unter 30 V beträgt, stellt man den nächstniedrigen Bereich 0... 30 V ein.

Beispiel 1: Eine stromdurchflossene Drosselspule eines Apparates soll auf ihren richtigen Ohmwert geprüft werden. Sie trägt die Aufschrift 100 Ohm!

- a) In einem Vorversuch mit dem 90 V-Bereich (Drehschalterstellung III) stellt man fest, daß ein Spannungsabfall von etwa 8 V an der stromdurchflossenen Drossel stattfindet. Eine Umstellung auf den 30 V-Bereich (Drehschalterstellung II) läßt diesen Wert von etwa 8 V durch den nunmehr größeren Zeigerausschlag noch besser ablesen.
- b) Nun muß der die Drossel durchfließende Ruhestrom ermittelt werden. Man stellt auf den Bereich (0—3 V) ein, s o r g t

dafür, daß die weiße Taste für die nachfolgende Strommessung dauernd gedrückt bleibt (bei versehentlichem Loslassen kann das Instrument durch Überstrom beschädigt werden!) und schaltet das Meßgerät so in die Zuleitung zur Drossel ein. Auf der roten Skala (0—300 mA) möge sich nun ein Ausschlag von 200 mA einstellen. Dann ergibt die Rechnung:

$$\text{Gleichstromwiderstand der untersuchten Drossel } R_D = \frac{8 \text{ V}}{0,2 \text{ A}} = 40 \text{ Ohm.}$$

Der Spulenwiderstand erweist sich als zu gering (Sollwert 100 Ω); es muß also ein Lagenschluß in der Spule vorhanden sein.

Die Drossel ist schadhaft und daher auszuwechseln.

Beispiel 2: Ein schadensverdächtiger Kondensator (Becherkondensator) soll auf seinen Isolationszustand hin überprüft werden. Er wird ausgebaut oder mindestens einseitig freigelötet und wie folgt geprüft:

- a) Der Kondensator wird mit Hilfe einer Taschenlampenbatterie (4,5 V) oder ein bis zwei Sammlerzellen (2—4 V) aufgeladen.
- b) Das Meßgerät wird mit Einstellung auf Bereich I (3 V) an die Kondensatorklemmen gelegt (+ Pol des Instrumentes soll an den Kondensatorpol mit der positiven Ladung gelegt werden!). Ohne die weiße Taste zu drücken wird der Entladungsausschlag beobachtet, wobei folgende verschiedene Meßergebnisse auftreten können:

1. der Entladungsausschlag bleibt ganz aus.

Folgerung: Der Kondensator ist entweder durchgeschlagen oder hat eine Unterbrechung an einer Belegungs-zuleitung.

2. Es entsteht ein merkbarer Entladungsausschlag, der sich um so mehr dem Spannungswert der Ladebatterie nähert, je größer die Kapazität des Prüfkondensators ist.

Folgerung: Der Kondensator ist brauchbar; über die Güte seines Isolationszustandes kann aber erst Versuch 3 Aufschluß geben.

3. Der Entladungsausschlag bleibt bei gleichbleibender Ladespannung auch nach längerer Wartezeit

zwischen Aufladung und Entladung praktisch gleich groß.

Folgerung: Der Kondensator ist gut und besitzt einen ausgezeichneten Isolationszustand.

4. Der Entladungsausschlag wird um so kleiner, je mehr Zeit bei gleichbleibender Ladespannung zwischen dem Augenblick der Ladung und Entladung verstreicht.

Folgerung: Je mehr bei zunehmender Zwischenzeit zwischen Ladung und Entladung der Entladungsausschlag zurückgeht, um so schlechter ist der Isolationszustand des Kondensators, um so mehr kann sich in der Zwischenzeit bis zur Entladung die Ladung von selbst ausgleichen.

Man darf Kondensatoren nur bis zur Höhe ihrer zulässigen, aufgedruckten Betriebsspannung aufladen, soll aber für die Entladung nur ein Voltmeter mit dem gleichen Spannungsbereich verwenden, um es beim Entladungsstoß vor Schaden zu bewahren. Der hochohmige Vorwiderstand schützt das Meßröhchen vor Stromüberlastung und mechanischer Überbeanspruchung. Die Entladungsversuche mit dem Instrument in Strommesserschaltung sollen dagegen vor allem bei hohen Ladespannungen und großen Kapazitätswerten unterbleiben, weil hier auch eine Schädigung der Isolierschichten im Kondensator und der Kondensatorbeläge durch die dabei auftretenden mechanischen Strukturbeanspruchungen eintreten kann.

Beispiel 3: Vier hintereinandergeschaltete Schauzeichen einer Reihenanlage sind unter Strom. Eins davon spricht jedoch nicht an. Es ist festzustellen, ob es sich um einen Wicklungsschluß handelt, oder ob der Anzeigestern nur mechanisch klemmt.

Das Meßgerät wird (ohne Tastendruck) zuerst mit dem 30 V-Bereich, dann, wenn der Ausschlag zu gering ist, mit dem 3 V-Bereich nacheinander parallel zu den Schauzeichenklemmen gelegt. Das Instrument ergebe jedesmal 1,8 V Zeigerausschlag, am schadhaften Schauzeichen aber nur 0,5 V. Es muß also ein Wicklungsschluß oder sonstiger elektrischer Nebenschluß vorliegen. Das Schauzeichen ist auszuwechseln.

Weitere Anwendungsbeispiele für den „Vereinigten Spannungs- und Strommesser“ sind unter „Leitungen und Leitungsstörungen“ zu finden.

A. 3. Vereinigter Spannungs- und Strommesser Type Box va von Gossen.

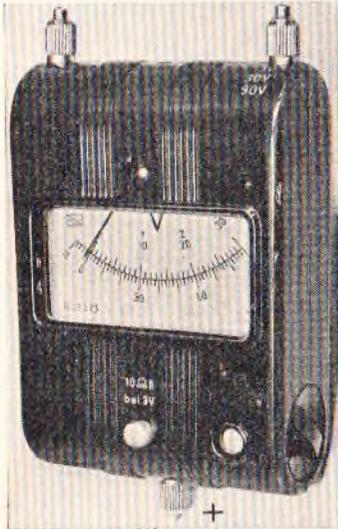


Bild 68. Spannungsbereichwähler 3/30/90 V. Tascheninstrument „Box va“ von Gossen, in Meßstellung.

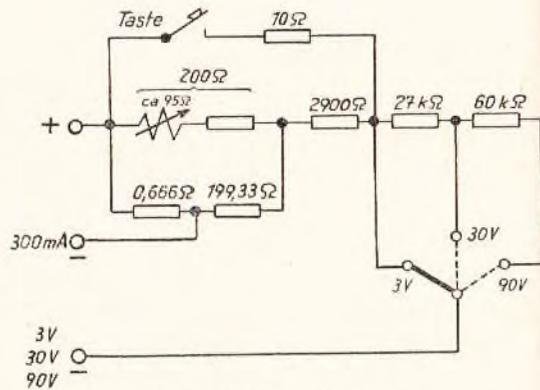


Bild 69. Grundschaaltung für das Tascheninstrument „Box va“ von Gossen mit 3 Spannungsbereichen 3/30/90 V, 1 Strommeßbereich 300 mA und 1 Belastungswiderstand 10 Ω.

Es handelt sich um eine verbesserte Ausführung des „Vereinigten Spannungs- und Strommessers“, Type Tp va, von Gossen, wie er unter A. 2 beschrieben wurde, wobei die Taschenuhr-Form zugunsten einer handlicheren Ausführung verlassen wurde (s. Bild 68). Eine aufklappbare Gehäusestütze auf der Rückseite des Gerätes gewährt dem Messenden eine gute Skaleneobachtung.

Die eine der beiden Meßschnüre wird an der $\pm =$ Klemme des Instrumentes (an der Unterkante des Gehäuses) angeschlossen, die auch allein als Prüfspitze verwendet werden kann. Die andere Meßschnur wird **für die Strommessung** an die Klemme „300 mA“ gelegt; die Stellung des Spannungsbereichwählers ist dabei ohne Bedeutung. Die weiße Taste ist nicht zu drücken!

Für die Spannungsmessung dagegen wird die andere Meßschnur an die Klemme „3/30/90 V“ gelegt. Man stellt an dem Wählschalter (rechts unten) den gewünschten Spannungsbereich

ein (Bild 69). Will man die Leistungsfähigkeit der Einzelzellen von Trockenbatterien prüfen, so wird bei Einstellung auf den 3 Volt-Bereich die Klemmenspannung der Prüfzelle **einmal ohne** und **einmal mit** Drücken der weißen Taste, die 10 Ω parallel zu den Zellenklemmen legt, ermittelt.

B. 1. Widerstandsmesser „Triohm“ (Leitungsprüfer) von Gossen.

Er ist ein Drehspulinstrument, in dessen Gehäuse eine 1,5 Volt-Stabbatterie zur Lieferung der Prüfspannung eingebaut wird (Bild 70). Durch einen Meßbereichschalter (auf der rechten unteren Gehäusesseite) können 3 Meßbereiche eingeschaltet werden, wozu in einem kleinen Rundfenster („Skale ×“) die entsprechende Meßbereichserweiterungszahl erscheint. In Bild 71 ist die zugehörige Geräteschaltung und eine Tabelle der Meßbereiche angegeben. In der Schalterstellung III sind nur der Vorwider-



Bild 70. Widerstandsmesser „Triohm“ (Leitungsprüfer) von Gossen.

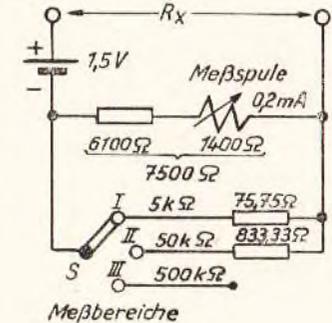


Bild 71. Schaltung des „Triohm“.

Meßbereiche		
Stellg.	Anzeigebereich	(Skale ×)
I	0 bis 5 000 Ω	1
II	0 bis 50 000 Ω	10
III	0 bis 500 000 Ω	100

stand von 6100Ω und der Meßspulenwiderstand von 1400Ω eingeschaltet. Bei den anderen Meßbereichen I und II werden Widerstände dem Strompfad der Meßspule parallel geschaltet. Je niederohmiger ein solcher Widerstand ist, desto geringer sind die Ohmwerte, die man auf diese Weise bei entsprechend veränderten Meßbereich messen kann. Bei kurzgeschlossenen Meßklemmen ($R_X = 0 \Omega$; Zeiger zeigt auf Skale „0 Ohm“ = Vollauschlag!) fließt also entsprechend der Spannung der eingebauten Zelle von $1,5$ Volt und einem Gesamtwiderstand von 7500Ω durch die Meßspule ein Strom von

$$\frac{1,5}{7500} = 0,2 \text{ mA.}$$

Meßvorgang.

Vor Beginn einer Messung ist das Instrument zunächst in seine Meßstellung zu bringen. Da sich auf seiner Rückseite eine herausklappbare Metallstütze befindet, kann das Gerät auch schräg auf den Tisch gestellt werden, so daß sich die Skalenwerte ablesen lassen. Man überzeuge sich zunächst, daß der Zeiger (ohne Einschalten irgend eines Widerstandes zwischen die Buchsen „ R_X “) auf seine mechanische Ruhelage (= Skalenwert „ ∞ Ohm“) eingeregelt ist. Nötigenfalls ist dies durch die Schlitzschraube über dem Meßfenster (Zeichen: $\leftarrow \infty \rightarrow$) nachzuholen. Dann werden vor jeder Messung die Meßspitzen der an die Klemmen „ R_X “ angesteckten Meßschnüre zusammeng gehalten, wodurch der Zeiger auf die Skalenmarke „0 Ohm“ einspielen muß. Zeigt sich hier eine Abweichung, dann ist sie durch Drehen der Rändelschraube an der oberen Instrumentenkante nach links oder rechts (unter Betätigung der magnetischen Korrektur) zu beseitigen. Gelingt dies nicht mehr, so hat die im Instrument eingebaute Stabbatterie (Sollwert der Spannung: $1,5$ V!) zu viel Spannung verloren und muß erneuert werden.

B. 2. Der Widerstandsmesser 100 M

von Hartmann und Braun

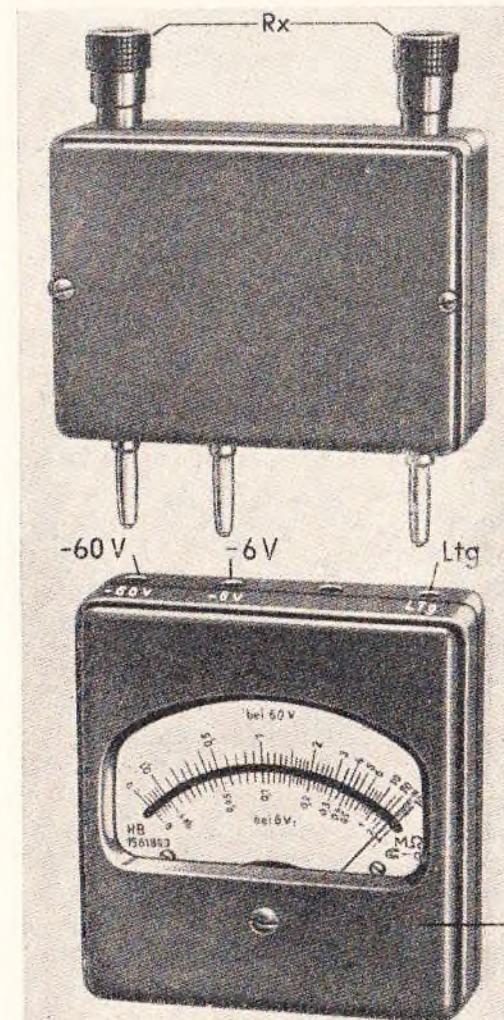
Mit dem Widerstandsmesser 100 M werden Isolationswiderstände von Innen- und Außenleitungen, von Apparaten, Kabeladern und Isolatoren gemessen. Er eignet sich aber auch zum Ausprüfen von Stromkreisen, um Übergangswiderstände oder Unterbrechungen in Apparatschaltungen festzustellen (Bild 72).

Meßbereiche.

Das Gerät hat zwei Meßbereiche:

$0 \cdots 6 \text{ M}\Omega$ für 6 V Meßspannung (untere Meßteilung!)

$0 \cdots 100 \text{ M}\Omega$ für 60 V Meßspannung (obere Meßteilung!).



Kästchen zur Aufnahme der 6 V -Batterie für Meßbereich $0-6 \text{ M}\Omega$.

Schlitzschraube zur Einstellung der mechanischen Ruhelage des Zeigers („ ∞ Ohm“).

Der an der Unterseite des Meßgeräts befindliche Rändelknopf zur Einstellung des magnetischen Nebenschlusses (Zeigerstellung 0 Ohm) ist im Bild nicht sichtbar.

Bild 72. Widerstandsmesser 100 M mit Batteriegehäuse für 6 V .

Eichen des Meßgerätes (s. Bild 73, innere Schaltung von Meßgerät und Batteriekästchen).

1. Bereich 0—6 M Ω .

Dazu wird das Batteriekästchen, welches zur Aufnahme einer 6 V-Batterie dient, mit seinen drei Steckern (nicht vertauschbar!) auf die Buchsen „— 60 V“, „— 6 V“ und „Ltg“ des Meßgerätes aufgesteckt. Dann wird bei kurzgeschlossenen Meßklemmen (R_x) des Batteriekästchens der Rändelknopf an der Unterkante des Meßgerätes so lange verändert, bis der Zeiger auf „0 Ohm“ zeigt. Kann dies nicht erreicht werden, dann ist die 6 V-Batterie verbraucht und muß erneuert werden. Bei offenen Klemmen (R_x) wird mit der Schlitzschraube unter dem Skalenfenster die mechanische Ruhelage des Zeigers (Stellung: „ ∞ Ohm“) eingestellt.

2. Bereich 0—100 M Ω .

Statt des Batteriekästchens mit seiner 6 Volt-Batterie wird jetzt eine Anodenbatterie von 60 V verwendet. Nachdem ohne Anschluß der Anodenbatterie durch die Schlitzschraube unter dem Skalenfenster die mechanische Ruhelage des Zeigers (Stellung: „ ∞ Ohm“) eingestellt worden ist, wird der — Pol der Batterie an die Buchse „— 60 V“ des Gerätes, der + Pol an die Buchse „Ltg“ des Gerätes angeschlossen. Die Rändelschraube muß dann bei brauchbarer Spannung der Anodenbatterie den Zeiger auf Stellung „0 Ohm“ einregeln können.

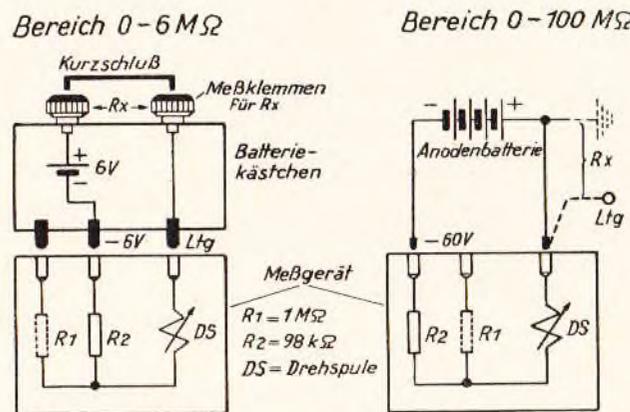
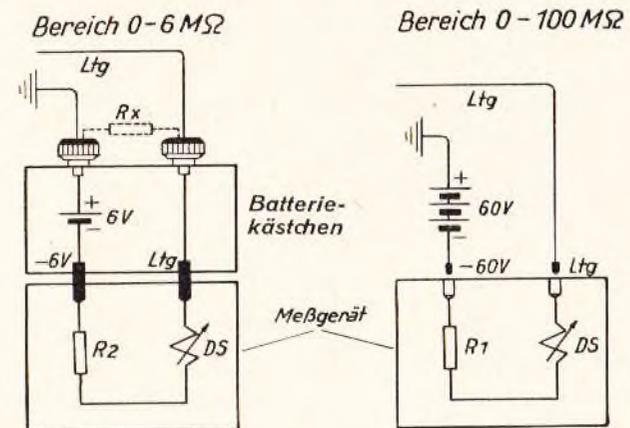


Bild 73. Eichschaltungen zum Widerstandsmesser 100 M.

Messen von Isolationswiderständen.

1. Handelt es sich nur um Widerstände zwischen 5000 Ω und etwa 1 M Ω , wie sie beim Prüfen von Stromwegen in Apparaten auftreten (Übergangswiderstände, Unterbrechungen, Wicklungskurzschlüsse, Feuchtigkeitsübergänge, Korrosionsherde usw.) oder bei Untersuchung des Isolationszustandes von Innen- und Außenleitungen, so genügt vielfach die Verwendung des Batteriekästchens mit der hier vorgesehenen 6 Volt-Batterie (Bild 74). Stromkreisarrangierungen, deren Zusammenhänge zunächst nicht bekannt sind, können so durch Abtasten mit den beiden Meßspitzen schnell in einer Voruntersuchung auf allgemeine Zusammenhänge hin überprüft werden.
2. Bei Ermittlung des Isolationswertes, vor allem von Kabeladern oder Isolatorlocken einer Freileitung, auch der neuen Kondensatoren, kommen meist höhere Isolationswerte in Frage. Besonders bei kurzen Kabellängen und besonders guten Isolatorobjekten, für die ja eine Spannung



Messen des Isolationswiderstandes mit dem Widerstandsmesser 100 M.

Bild 74. Bereich 0—6 M Ω .

Bild 75. Bereich 0—100 M Ω .

von 60 V noch keine Gefährdung bringt, kann nur der Einsatz der Anodenbatterie nach Bild 75 noch merkbare Zeigerausschläge erzeugen. Bei größeren Kapazitätswerten solcher Meßobjekte (vor allem bei Kondensatoren und längeren Kabeln zutreffend) darf der zunächst auftretende

Ladungsstoß, den die Meßbatterie über die Drehspule dem Prüfobjekt zuleitet, nicht auf einen schlechten Isolationszustand schließen lassen. Erst der nach dem Ladungsstoß noch verbleibende Dauer-Ausschlag zeigt den wirklichen Isolationswert an.

B. 3. Das Ohmmeter 0—200 M Ω (von Gossen).

Hier handelt es sich um ein Drehspulinstrument von besonders hoher Stromempfindlichkeit: es wird in einer älteren (Maximalausschlag bei 20 mA, Schaltung nach Bild 77) und einer neueren Ausführung (Maximalausschlag bei 10 mA, Schaltung nach Bild 78) geliefert.

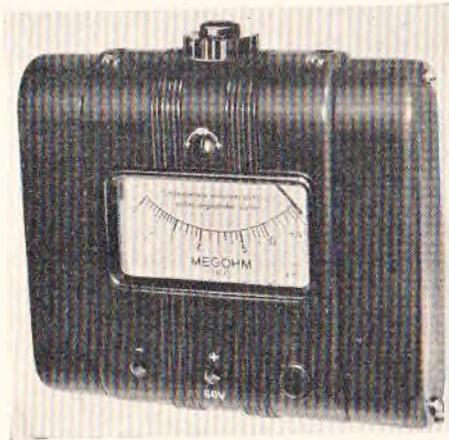


Bild 76. Ohmmeter 0—200 M Ω (v. Gossen)

Das Gerät benutzt als Gehäuse die Ausführung für das Triohm-Meter, dem zu beiden Seiten Schutzgehäuse für die Unterbringung je einer 30 Volt-Schwerhörigenbatterie (Pertrix BP 1121/30) angeschraubt sind (siehe Bild 76). Dadurch ist es möglich, die Spannung von 60 V, wie sie bei den Selbstanschlußämtern Verwendung findet, als Prüfspannung zu benutzen und damit die Fernsprechleitungen und -bauteile unter den tatsächlichen Betriebsverhältnissen zu untersuchen.

Während die ältere Schaltung (nach Bild 77) keine Besonderheiten enthält, war die neuere Schaltung (nach Bild 78) mit ihrer Nebenpfad-Regelung zur Drehspule unter gleichzeitiger Steigerung der Rähmchenempfindlichkeit notwendig geworden, weil sich herausstellte, daß die ältere Ausführung die 30 Volt-Batterien nur bis zu deren Spannungsabfall auf 28 Volt ausnutzen konnte. Darunter versagte die Nachstellmöglichkeit der magnetischen Korrektur. Bei der neueren Ausführung (vgl. Schaltung Bild 78) kann die Einzelspannung der 30 Volt-Batterien bis auf 17 Volt abfallen (Vertragsendspannung: 20 Volt

bei einer 30 Volt-Batterie!), ohne daß eine Nachregelung des „0 Ohm“-Auschlages beim Kurzschließen der R_x-Klemmen unmöglich wird.

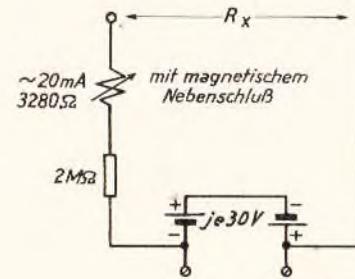


Bild 77.
Ältere Schaltung

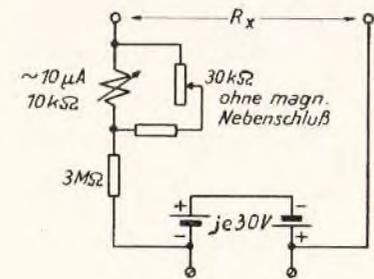


Bild 78.
Neuere Schaltung

des Ohmmeters 0—200 M Ω von Gossen.

B. 4. Der Widerstandsmesser 0,5 M (Bild 79).

Es handelt sich hier um ein Drehspulmeßgerät, das bei mittleren und kleineren Vermittlungsstellen verwendet wird. Es hat zwei Meßbereiche (0... 5000 Ohm für Widerstandsmessungen, 0... 500 000 Ohm für Isolationsmessungen) und wird vor allem bei kleineren Prüfschränken (kleiner Prüfschrank ZB 15, W 15, W 27 und W 29) als ein auf dem Prüfschrank außen aufgesetztes, aber mit der Schaltung des Schrankes fest verbundenes Ohmmeter verwendet. Es verwendet als Meßspannung die Amtsspannung 60 V (bei Wählämtern) und 24 V (bei Handvermittlungen) und kann durch einen magnetischen Nebenschluß den Schwankungen der Batteriespannung angepaßt werden. Ebenso ist durch eine Schlitzschraube die mechanische Ruhestellung des Zeigers auf den Wert „0 Ohm“ einstellbar.

Durch eine im Prüfschrank untergebrachte Meßtaste T (Bild 80) kann der bei 60 V gegebene empfindlichste Meßbereich für 0... 500 000 Ohm, für den man die Skalenzahlen mit 100 malnehmen muß, auf den Bereich für 0... 5000 Ohm (hier können die Skalenzahlen unmittelbar verwendet werden!) erniedrigen. Durch Kurzschließen der Klemmen K2 und K3 wird nämlich über T ein Widerstand von 404,04 Ohm der Drehspule mit ihrem Vorwiderstand ($400 + 39.600 = 40\,000$ Ohm) parallelgeschaltet und so die geringere Empfindlichkeit erreicht.

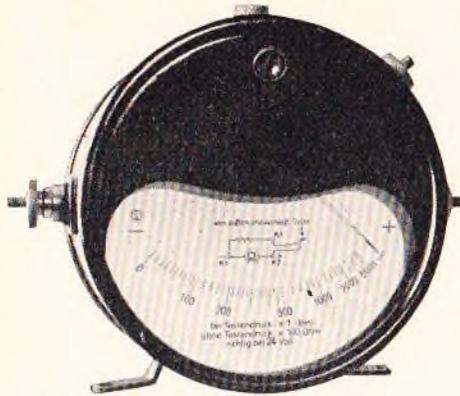


Bild 79. Widerstandsmesser 0,5 M.

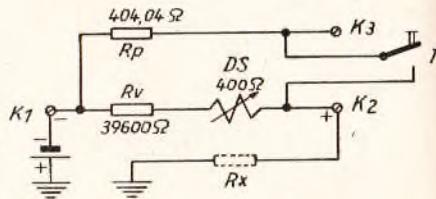


Bild 80. Schaltung des Widerstandsmessers 0,5 M.

B. 5. Der Widerstandsmesser 10 M.

Er benötigt die Meßspannungen 6 und 60 V (Bild 81) und dient zur unmittelbaren Messung von Widerständen. Er wird hauptsächlich als Meßgerät im Prüfschrank für große Ämter (im großen Prüfschrank W 15, W 27, W 29 und im kleinen Prüfschrank W 26) mit Wählvermittlung und in den Klinkenumschaltern für Fernämter verwendet.



Bild 81. Widerstandsmesser 10 M.

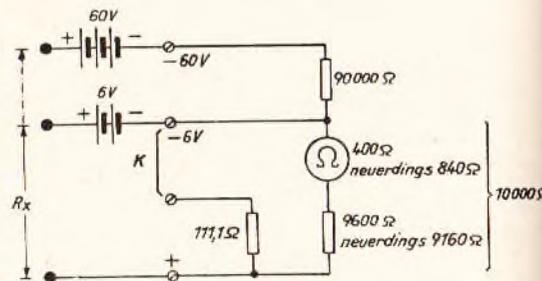


Bild 81 a. Schaltbild des Widerstandsmessers 10 M (Betriebsspannung 6/60 Volt).

In Verbindung mit Bild 81 a (Schaltung des 10 M) zeigt nachstehende Tabelle die Meßmöglichkeiten mit diesem Gerät.

Bereich	Meßwerte	Meßspannung	zu verbinden	Prüfling an	Meßbereichserweiterungszahl
I	0—0,1 MΩ	6 V	„K“ mit „— 6 V“	+ u. — 6 V	mal 100
II	0—1,0 MΩ	6 V	—	+ u. — 6 V	mal 1000
III	0—10 MΩ	60 V	—	+ u. — 60 V	mal 10000

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 $\frac{6 \text{ V}}{10000 \text{ Ohm}} = 0,6 \text{ mA}$ oder von $\frac{60 \text{ V}}{100000 \text{ Ohm}} = 0,6 \text{ mA}$ durch die Meßspule.

Dabei erreicht der Zeiger jedesmal den größten Ausschlag; er zeigt auf „0 Ohm“.

Eichung des Widerstandsmessers

Wenn die Meßspannungen nicht genau 60 bzw. 6 V betragen, muß das Gerät mit der durch „N“ bezeichneten Stellschraube nachgesehen werden, bis sich der Zeiger auf „0 Ohm“ (obere Skala, rechtes Ende!) einstellt. Die Ruhestellung des Zeigers liegt auf der oberen Teilung, links beim Zeichen „∞“. Sie wird durch Nachregeln der mit „Zeigereinstellung“ bezeichneten Schlitzschraube unter dem Glasfenster erreicht.

Bedeutung der roten Meßteilung.

Die rote Teilung (0 . . . 200) erstreckt sich **gleichmäßig** über den ganzen Bereich 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, beim kleinen einer Spannung von 6 Volt.

Der Teilstrich „100“ entspricht beim großen Meßbereich 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.

Das Kabelsuchgerät.

Es 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 geerdet.

Im Fernhörer des Suchgerätes wird dann ein Summertön hörbar, der immer lauter wird, je mehr sich die Suchspule des Gerätes dem Kabel nähert und dabei die richtige Achsenlage einnimmt.

Die größte Lautstärke (Tonmaximum) wird erreicht, wenn sich die Suchspule genau über dem Kabel befindet und die Spulenachse zur Kabelachse im rechten Winkel steht, wobei die Achsen sich aber nicht schneiden dürfen (Bild 82 a). Sobald dagegen die Spulenachse die Kabelader senkrecht schneidet oder parallel zu ihr verläuft, stellt sich ein Tonminimum (Tonminimum) ein (Bild 82 b).

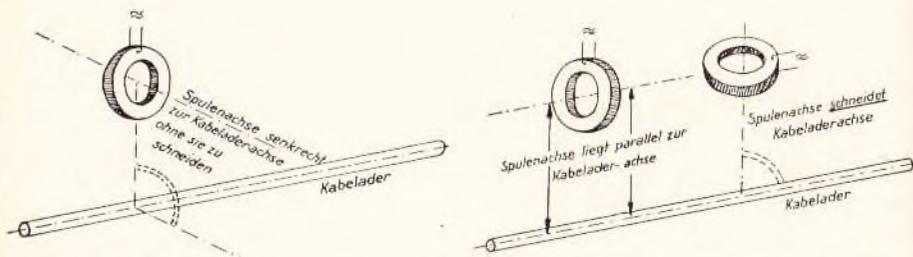


Bild 82 a. Spulenlage bei Tonmaximum. Bild 82 b. Spulenlage bei Tonminimum.

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 0/3 (Bilder 83, 84, 85).

Mit diesem Gerät werden Dämpfungen von Anschlußleitungen und Öl mit den dazugehörigen Vermittlungseinrichtungen gemessen. Außerdem können die Dämpfungswerte von OÜL, OSI und SI festgestellt werden. Die Ergebnisse werden unmittelbar in „Neper“ angezeigt unter der Voraussetzung, daß am Anfang der Leitung ein Milliwattsender mit dem Sendepiegel „0“ (d. h. mit 0,775 Volt_{eff} einer 800 Hz-Schwingung) die Leitung speist. **(Milliwatt-)Sender und Dämpfungszeiger** müssen vorher zusammen geeicht worden sein.

Bild 83 zeigt die grundsätzliche Meßanordnung: Am Anfang der Leitung liegt die Wechselspannung $U_1 = 0,775 \text{ V}$, 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 erst berechnet wird, sondern unmittelbar abgelesen werden kann, weil das Meßgerät in „Neper“ geeicht ist.

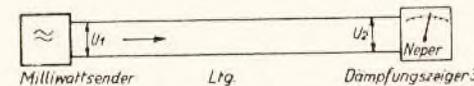


Bild 83.
Grundsätzliche Schaltung.

Ausführung einer Messung.

I. Eichen des Dämpfungszeigers.

Zum Eichen werden Milliwattsender und Dämpfungszeiger über kurze Meßdrähte praktisch verlustlos miteinander verbunden (Klemmen 4 und 5 am Sender [s. Bild 50 auf Seite 96] mit den Klemmen 1 und 2 „Leitung“ am Dämpfungszeiger) (s. Bild 84 auf Seite 138). Der Senderkippschalter wird dabei auf „Pegel 0“ gestellt. Der Pegelknopf S_2 am Sender wird solange verändert bis der Dämpfungsanzeiger „0“ Neper anzeigt.

II. Dämpfungsmessung (Bild 84).

Zum Messen schaltet man die Anschlußleitung an die Klemmen 1 und 2 und das Fernsprengerät an 3 und 4, wählt die Prüfstellen, bei der der Milliwattsender untergebracht ist, und

fordert zum Senden auf. Dann wird die Taste S_1 gedrückt und damit auf das Meßgerät umgeschaltet.

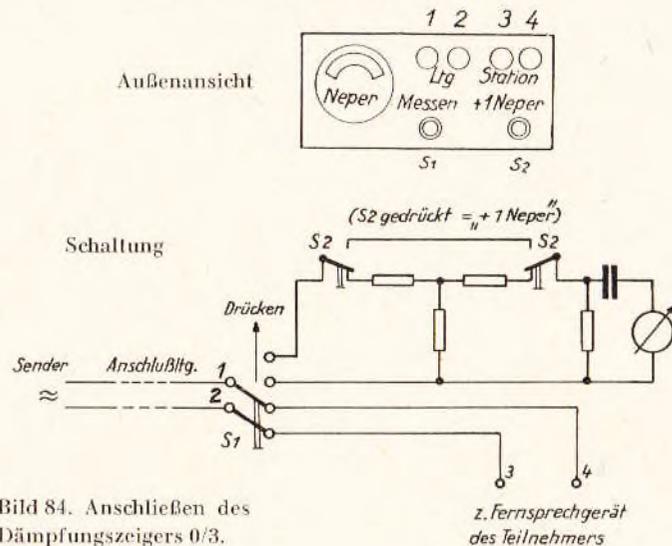


Bild 84. Anschließen des Dämpfungszeigers 0/3.

Meßbereiche.

1. $0 \cdots 2$ Neper 2. $1 \cdots 3$ N 3. $2 \cdots 4$ N

Milliwattsender: Kippschalter (1 N hinzufügen) (2 N hinzufügen) auf Pegel 0. Pegel 0. Pegel 1.

Dämpfungszeiger: $\left\{ \begin{array}{lll} S_1 \text{ gedrückt} & S_1 \text{ gedrückt} & S_1 \text{ gedrückt} \\ S_2 \text{ gezogen} & S_2 \text{ gedrückt} & S_2 \text{ gedrückt} \end{array} \right.$

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 85).

Die zu messende Wechselspannung wird mit Hilfe zweier Meßgleichrichter „Gl“ gleichgerichtet und vom Drehspulmeßgerät gleich in Neperwerten angezeigt.

Die vorgeschaltete Dämpfung W (1 Neper) wird beim Drücken der Taste S_2 (Bild 84) ausgeschaltet und überbrückt, so daß der Meßbereich um 1 Neper erhöht wird.

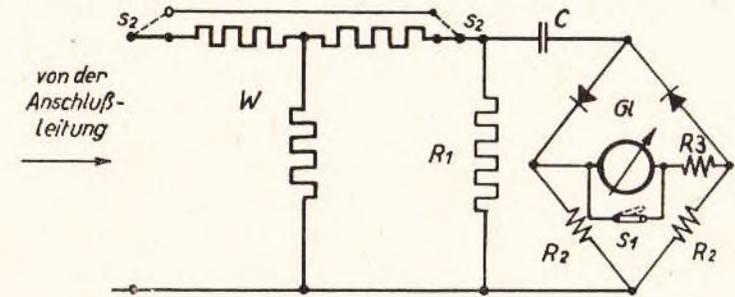


Bild 85. Dämpfungszeiger.

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 die Wählamtsverbindung erhalten.

In der Ruhestellung der Taste S_1 (nicht gedrückt) ist das Meßgerät kurzgeschlossen und damit gedämpft (Wirbelstromdämpfung).

Beim Betätigen der Tasten S_1 und S_2 tritt keine Gleichstromunterbrechung auf, weil die Kontaktfedern als Folgekontakte ausgebildet sind.

Ein großer Teil der Leitungsfehler — hohe Übergangswiderstände, kalte Lötstellen, Nebenschlüsse usw. — werden bei diesem Meßgerät 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 (W_m 0,5 M mit 2 Meßbereichen: $0-5000 \Omega$; $0-500\,000 \Omega$) und ein **Gleichstromwecker** angebracht sind.

An der Vorderseite befinden sich:

1 Anruflappe, die den Anruf in der Dienstanschlußleitung anzeigt.

- 1 Nummernschalter** 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 86).
- 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 flachen, 6adrigen Prüfstecker mit der gewünschten Leitung verbunden. Er wird am Sicherungsstreifen (senkrechte Seite des Vh) angesteckt und verbindet a/b-Außenleitung, a/b-Innenleitung, a-Sicherung und b-Sicherung über seine 6adrige Anschlußlitze mit dem Prüfschrank *).

Klemmenplatte am kleinen Prüfschrank.

∅	∅	∅	∅	∅	∅
La	Lb	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
∅	∅	∅	∅	∅	∅
7	8	9	anl	+60	R
∅	∅	∅	∅	∅	∅
1	2	3	4	5	6

Klemmen:

La, Lb zum VW der Dienstanschlußleitung.
S₁ bis S₄ Zuführungen zu den Sicherungen 1 ... 4 (— 60 V).
1 ... 6 Anschlußklemmen für die 6adrige Verbindungslitze zum Prüfstecker.

- 7 Anschluß für den Stromstoßschreiber.
8 und 9 werden verbunden, wenn die 3. Kontaktfeder des nsa-Kontaktsatzes geerdet werden soll.
anl bei kleinen W-Ämtern mit „K“ am Wählergestell, bei großen W-Ämtern mit „An“ am Signalrahmen verbinden.
R Zuführung zur Rufmaschine.

*) Eine anschauliche Darstellung dieses Prüfsteckers und der zugehörigen Leitungsverbindungen findet man im „Fernmeldetechnischen Atlas“, Teil 1, unter „Sich 0302, s 1“ mit entsprechendem Beibext.

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 umgelegt werden. Dabei werden verschiedenen 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 Prüfschranks.
- R schaltet den Rufstrom an.
- N schaltet die Nebenstellenspeisebrücke an.
- 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. Meßbereich 0—500 000 Ω) (s. Bild 79 u. 80, Wm 0,5 M).
- M₂ schaltet den Nebenschluß für den kleinen Meßbereich ein (Widerstandsmessungen bis 5000 Ω), da T-Taste gedrückt!).
- Ma dient zum Messen von Außenströmen; die Batterie wird abgeschaltet 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 Dämpfungsprüfer ein.
- A Hebel zum Amtsanruf (abgehend). Hierbei wird die auf dem Prüfstecker liegende Leitung abgetrennt.

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 den Tasten, die Anruf- und Überwachungslampen, einen Widerstandsmesser 10 M (s. Seite 134), den Dämpfungsmesser, einen Nummernschalter und die Prüfschalter. Auf der Tischplatte sind die Prüf- und Verbindungsstöpsel untergebracht.

Bild 86. 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	
	b gegen Erde	La, Vt, M ₁	
	a gegen b	La, E, M ₁	
2	Stromfähigkeit d. Ltg. bis zur Sprechst.	La, M ₁ Ladung über E	
	Kapazitätsmessung. Laden u. Entladen des Sprechst. Kond.	La, M ₁ E Entladung über Vt	
3	Anruf der Sprechstelle Weckerprüfung	La, R	

4	Sprechverständigung bei einfachen Sprechstellen	La	
	bei Nebenstellenanlagen	La, N	
5	Prüfung der Sprechstellen mit dem Dämpfungsm. zur Feststellung des Wirkungsgrades	Ha, D 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 unmitt. b. 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, Vr, Ma, M1	
	+ Spannung an der a-Leitung	La, E, Ma, Mw, M1	
	+ Spannung an der b-Leitung	Vr, La, F, Ma, Mw, M1	

II. Prüfung der Innenleitung

9	Ansprechen des VW der zu prüfenden Leitung bei einfachen Sprechstellen	Li	
	bei Sprechstellen mit Speisebrücke	1. Li 2. N 3. E (Reihenf. einhalten. Beim Aussch. 3, 2, 1)	
10	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	
-----------	---	---	--

Bezeichnung und Zweck der einzelnen Klinken*):

- Ku₁ 10 Untersuchungsklinken (v. 0...9); sie sind über den 6teiligen Prüfstecker 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 Prüfstecker im Umschalteraum 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 SpT 1 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 Prüfsteckern in Verbindung, die am Fernvermittlungsplatz in die Vielfachklinken gesteckt werden.
- Km 5...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 Prüfsteckers 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 Wählvermittlungseinrichtung.
- 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.

*). Vergleiche hierzu auch das Bildblatt „Sich 0302, s1“ aus Teil 1 des „Fernmeldetechnischen Atlases“ (FTA).

- 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 Ku_1 und Ku_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 S_1 und S_2 (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 S_1 oder S_2 anschaltet.
 2 Stöpsel MS_1 und MS_2 , die in die Ku_1 - und Ku_2 -Klinken gesteckt werden. In diesem Falle kann in der Mithörklinke mitgehört werden. Die Klinken Ku_1 und Ku_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 des Nummernschalters mit dem Milliampere-meter (wird nicht mehr benutzt).
 NF wird nicht mehr benutzt (Frequenzmesser).
 Vt vertauscht die beiden Leitungswege 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 ist bei Anschlüssen mit b-Speisung zu drücken. N schaltet Speisebrücke zwischen a- und b-Leitung ein.
 A stellt beim Drücken über das Relais G einen Gleichstromweg zwischen a- und b-Ltg. her (zum Anruf über den VW oder zur Beantwortung von Anrufen über den LW oder GW).
 T löst eine über den Prüfstöpsel des Fernvermittlungsschranks bestehende Ortsverbindung aus (Fernamtstrennung).*)
 Mh prüft, 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 ist außer M_1 zu drücken beim Messen mit der 6 Volt-Batterie (Ablesung $\times 1000$).
 M_3 ist 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.

*) Wird heute nicht mehr benutzt.

Als zweite Meßstromquelle wird eine 6 V-Sammlerbatterie benutzt, während die 60 V-Meßspannung der ZB des Amtes entnommen wird.

Schaltungseinzelheiten sind den Zeichnungen zu entnehmen, die jedem Prüfschrank beigegeben sind; 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 Dienstweisung 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 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. Dabei können Hinweise der Fernsprechteilnehmer recht nützlich sein. Sie sind aber oft irreführend, weil von den Laien die Störungen nicht richtig beobachtet oder die Zusammenhänge nicht erkannt werden.
- VII. Vermutet man Berührungen der Fernmeldeleitungen mit einer Starkstromleitung, so ist Vorsicht geboten (Unfallvorschriften beachten!).

VIII. Bei fahrlässig oder vorsätzlich beschädigten Fernmeldeeinrichtungen Ersatzpflichtige feststellen (Meldung!).

IX. Meßverbindungen an Untersuchungsstellen ordnungsmäßig und pünktlich ausführen.

X. Massenstörungen dem FBA und der OPD sofort fernmündlich oder telegraphisch melden; wenn möglich, Ersatzverbindungen für lebenswichtige Betriebe usw. schalten.

XI. Wenn bei der Besichtigung und der Bedienung der Anlage oder Sprechstelle der Fehler nicht nach kurzer Zeit erkannt wird, muß sofort planmäßig eingegrenzt und gemessen werden.

Planmäßiges Eingrenzen von Störungen.

- A. Vom Prüfschrank aus (Innen- und Außenstörungen).
- B. An Freileitungen (allgemein).
- C. In Kabelleitungen (allgemein).
- D. In den Anschlußleitungen (insbesondere).
- E. Bei der Sprechstelle (Haupt- oder Nebenstellen).

A. Eingrenzen vom Prüfschrank aus:

Die Störungen werden im allgemeinen bei der Störungsstelle gemeldet, die sie aufzeichnet (Störungszettel, Störungsbücher) und an den Prüfschrank zum Eingrenzen und Messen weitergibt. Als Meßunterlage dient die Störungskarte, die für jede Leitung und für jeden Teilnehmeranschluß angelegt ist. Die Karten enthalten alle wichtigen Angaben über die Führung und Schaltung der Leitungen, Dämpfungen, Widerstandswerte und über die Art der Sprechstelleneinrichtungen.

Der Prüfschrankbeamte schaltet sich über Prüfleitungen am Hauptverteiler (Vh) an der Sicherungsleiste oder Trennleiste zwischen Außen- und Innenleitung ein.

Je nach Größe der Vermittlungsstelle steht ein kleiner oder großer Prüfschrank zur Verfügung (siehe Abschnitt „Meßgeräte“). Von hier aus wird festgestellt, ob der Fehler außerhalb oder innerhalb der Vermittlungsstelle liegt. Dabei sind folgende Trugschlüsse möglich:

- a) bei Messen der Außenleitung zeigen sich Nebenschlüsse in der a-Leitung, b-Leitung oder in beiden Adern. Der Fehler liegt jedoch nicht in der Außenleitung, sondern unmittelbar am Hauptverteiler (Vh) an der Sicherungsleiste

(z. B. Erdschlüsse an der Spannungssicherung, an den Lötösen, an Befestigungsschrauben, die zu weit durch die Isolierung hindurchragen. Verbogene Steckleisten sind ebenfalls oft die Ursache von Störungen).

- b) Die Prüfstecker oder ihre Zuleitungen vom Stecker zum Klinkenstreifen am Vh sind nicht einwandfrei.

Diese und ähnliche Fehler führen oft zu unnützen Untersuchungen der Außenleitung oder der Sprechstellen. Erst wenn einwandfrei feststeht, daß der Fehler außerhalb der VSt liegt, wird die Anschlußleitung, wie unter „D“ beschrieben, weiter untersucht. Fehler, die innerhalb der VSt liegen, werden dem Ämterpfleger zur weiteren Eingrenzung übergeben.

B. Freileitungsstörungen, Allgemeines.

Kurze Leitungen prüfen die Endämter unmittelbar miteinander. In längeren Leitungen wird bis zum nächsten Eingrenzungsort geprüft. Sind Untersuchungsstellen (Trennstellen) dazwischen, so wird der Fehler zwischen Endamt und einer solchen Trennstelle weiter eingegrenzt, bis die in Betracht kommende Leitungsstrecke so kurz ist, daß sie vom Entstörer in geringer Zeit begangen werden kann.

Die Eingrenzung kann beschleunigt werden, wenn vom Endamt aus eine Fehlerortsmessung ausgeführt wird.

Allgemein auftretende Fehler:

Oberirdische Fernmeldeleitungen sind wegen der Witterungseinflüsse und vieler anderer Einwirkungen störungsanfälliger als Kabel.

1. Nebenschlüsse.

Die Ursachen hierfür sind mannigfacher Art; besonders bei Regen, feuchtem und nebligem Wetter machen sich hohe Ableitungen bemerkbar.

Fehler, die hohe Nebenschlüsse hervorrufen können:

- a) 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.
- b) 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.

- c) Verbindungen zwischen Eisenstütze und Leitung durch Spinnennetze und hineingeworfene Drahtreste u. dgl. Vom Stützpunkt aus leicht zu entfernen.

2. Drahtberührungen.

- a) Durch zu großes Durchhängen und Berühren der darunterliegenden Leitungen, besonders in ungleichen und langen Feldern mit starkem Gefälle.

- b) Verschlingung benachbarter Drähte, namentlich bei neuen Leitungsdrähten, die sich nachdehnen. Die Verschlingungen treten hauptsächlich bei starkem Wind 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.

- a) Drahtbrüche an Hülsenbunden, Bindungen und an leicht beschädigten Stellen der Leitungen (Einkerbungen usw.)

- b) Zerreißen durch zu hohe Zugspannungen besonders im Winter bei großer Kälte, Schnee- und Rauhreifbelastung.

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:

- a) durch a/b-Berührung in W- oder ZB-Netzen, weil der b-Zweig geerdet ist,
- b) 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 Dienstanweisungen 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.

Meßgerät: Spannungsmesser (Meßbereich 3 Volt), Taschenuhrform (z. B. Type Tp) oder Box va (von Gossen) oder große Form (z. B. G 3 von Hartmann und Braun), dazu ein Trockenelement (mit noch genügend kleinem Innenwiderstand!) und zwei Meßschnüre mit besonderen Meßklemmen.

Beim Messen ist zu beachten:

- Die elektrischen Prüfungen sind nur bei trockenem Wetter vorzunehmen; Feuchtigkeit vermindert bzw. überbrückt den eigentlichen Widerstand des Meßobjektes.
- 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.
- 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 prü-

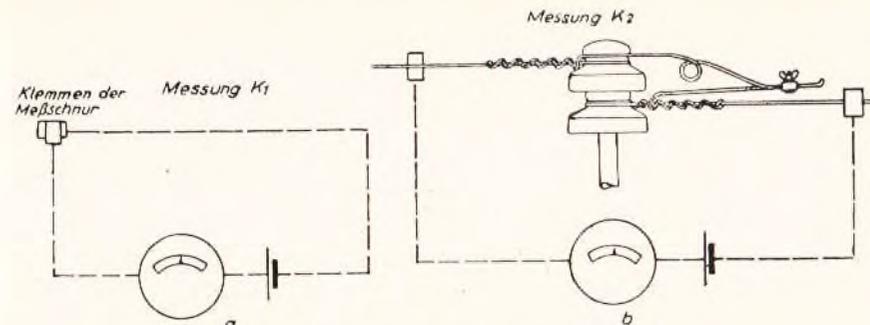


Bild 87. Prüfung einer Untersuchungsstelle.

fende 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 87 a, Meßausschlag K_1 merken,
- Messung nach Bild 87 b, Meßausschlag K_2 ablesen.
 - Stimmen K_1 und K_2 überein, so hat die untersuchte Verbindungsstelle keinen Übergangswiderstand.
 - 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 Hörerzuleitungen 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. Größere unveränderliche Widerstände werden durch diese Prüfung nicht angezeigt.

Beseitigung: Reinigen der Drahtenden und der Untersuchungsklemmen. Schraubverbindung gut festziehen.

Übersicht über die elektrischen Eigenschaften der wichtigsten Leitungsarten

Leitungsart	Leiter-	Leiter-	Widerstand Doppellg.	Kapazität	Induktivität	Dämpfung für 800 Hz	Bemerkung
	durchmesser	querschnitt					
	mm	mm ²	Ω je km	nF je km	mH je km	mN je km	
I. Freileitung	1,5	1,76	31,4	5,1	2,3	17	Doppelleitung Hartkupper- 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	
	5	15,9	2,2	6,6	1,8	2,5	
		19,6	1,8	6,8	1,8	2,1	
II. Fernkabel Stamm Vierer	0,9	0,63	57,8	33,5	0,7	18,6 36,0	Dämpfung bei mittlerer, leichter, sehr leichter Bespulg. u. ohne Bespulg.
	0,9	0,63	28,9	54,0	0,4	19,0 35,0	
	1,4	1,53	23,8	35,5	0,7	8,9 17,0 34,0 41,0	
	1,4	1,53	11,9	57,5	0,4	8,8 17,0	
III. Außenkabel (Ortskabel und Bezirkskabel)	0,6	0,28	130	31	0,7	100	ohne Bespulung
	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.

C. Kabelstörungen (Allgemeines).

Im Kabelnetz unterscheidet man Fernkabel und Außenkabel. Zu den Fernkabeln rechnen die Fern- und Ortsfernkabel, zu den Außenkabeln die Bezirks-, Netzgruppen- und Ortskabel. Die Begriffe „Bezirkskabel“ und „Netzgruppenkabel“ sind veraltet; sie werden für künftige Netzplanungen nicht mehr angewendet.

1. Fernkabel enthalten Fernleitungen für den Weitverkehr bis zu den Verteilfernämtern (VF).
2. Ortsfernkabel enthalten Leitungen, die zwischen dem Fernamt und seinem Verstärkeramt verlaufen, das örtlich vom Fernamt getrennt liegt.
3. Bezirkskabel führen die Leitungen vom VF zum Endfernamt (EF) oder auch von EF zu EF.
4. Netzgruppenkabel enthalten die Leitungen von EF zu den Vermittlungsstellen (VSt).
5. Ortskabel.

a) Ortsverbindungskabel (OVK) verbinden verschiedene Vermittlungsstellen eines Ortes und auch das Fernamt mit diesen VSt.

b) Anschlußkabel (AK) führen die Leitungen von der VSt über die Verzweiger zu den Sprechstellen der Teilnehmer.

Die Unterteilung der Anschlußkabel in Amts-, Netz- und Verteilungskabel geht aus dem Bild 88 hervor.

Im Selbstwählferndienst werden die alten Fernamtsbezeichnungen nicht mehr angewendet; man unterscheidet jetzt zwischen:

ZA = Zentralamt,
HA = Hauptamt,
KA = Knotenamt,
und EA = Endamt.

Allgemeine Kabelfehler.

1. Nebenschluß und Erdschluß.
 - a) mangelhaftes Austrocknen der Spleißstellen,
 - b) Eindringen von Feuchtigkeit durch kleine Beschädigungen des Bleimantels.

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.

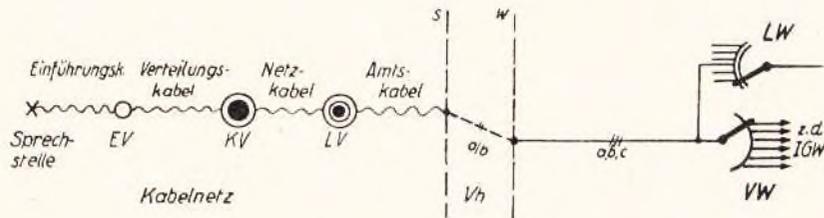


Bild 88. Führung einer Anschlußleitung (ohne b-Drahtspeisung).

Bemerkung: Bei starrer Netzverteilung werden die Adern im Amtskabel vom Vh aus unmittelbar bis zum EV geführt.

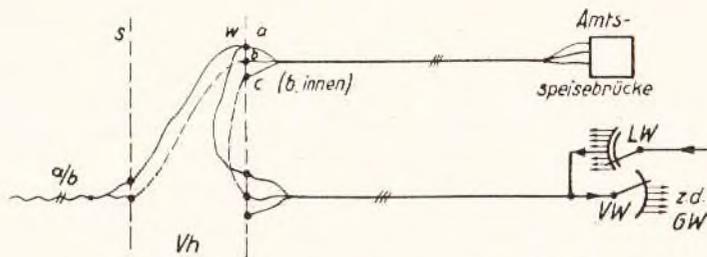


Bild 89. Führung einer Anschlußleitung mit b-Drahtspeisung.
 Speisebrücke 29

2. Berührung der Adern untereinander.

- in Spleißstellen durch Wegrutschen der Papierröhrchen oder Beschädigung der Papierisolation;
- an den Schaltstellen (Lötösenstreifen oder Klemmen im LV, KV, EV usw. durch dazwischengefallenes Lötzinn oder Drahtreste).

3. Unterbrechungen (Stromlosigkeit der Adern) durch loses Verwürgen der Adern, Aderbruch, kalte Lötstellen an den Lötösenstreifen, lose oder verschmutzte Klemmenverbindungen. Diese Fehler treten oft nur zeitweise auf und sind von Wärmeschwankungen und Lageveränderungen des Kabels abhängig.

4. Adervertauschung.

Durch Vertauschen der Adern in den Spleißstellen oder Abschlußeinrichtungen entstehen elektrische Kopplungen, die Nebensprechen verursachen.

Für gestörte Leitungen sind nach Möglichkeit Ersatzadern zu schalten; als Ersatz kommen Aushilfs-, Vorratsleitungen und freie Kabeladern in Frage. Gestörte Einführungskabel der Teilnehmersprechstellen können durch behelfsmäßig verlegte Kabel und Schaltdrähte vorübergehend ersetzt werden.

D. Eingrenzen von Störungen in den Anschlußleitungen.

(Hierzu siehe Übersichtsbilder 88 und 89.)

In ON, in denen die Anschlußleitungen vollständig in Kabeln (versenkten Kabeln oder Luftkabeln) geführt sind, schiebt die Störungsstelle den Entstörer zunächst zur Sprechstelle, wenn vom Prüfschrank aus festgestellt worden ist, daß der Fehler außerhalb der VSt liegt.

Mit Hilfe des Prüfhörers oder Spannungsmessers läßt sich an der Trenndose feststellen, ob der Fehler in der Außenleitung oder Innenleitung oder in der Einrichtung der Sprechstelle zu suchen ist.

Zum Eingrenzen von Fehlern bei der Sprechstelle wird als Meßstromquelle im allgemeinen die Zentralbatterie der VSt benutzt.

Anschlußleitungen ohne b-Drahtspeisung sind vorher zur Prüfstation zu schalten, damit die Wähler der VStW nicht unnötig betätigt werden.

Bei Anschlußleitungen mit b-Drahtspeisung wird die a-Leitung isoliert und die b-Leitung als Stromquelle benutzt.

Das Eingrenzen von Geräuschstörungen ist nicht mit der ZB auszuführen, sondern mit einer Taschenlampenbatterie, einem Trockenelement oder einer Akkumulatorenzelle.

Höhere Batteriespannungen können nämlich unsichere Kontakte fritten und dadurch den Fehler vorübergehend beheben. Wenn der Entstörer gut mit dem vereinigten Strom- und Spannungsmesser vertraut ist oder das Taschenohmmeter richtig ausnutzt, wird er die meisten Fehler von der Sprechstelle aus oder bei der Sprechstelle selbst eingrenzen und auffinden, ohne erst den Prüfschrankbeamten zu Hilfsmessungen aufzufordern. Es ist vor allem wichtig, die Eingrenzungsmessung vom Endverzweiger

(EV) aus zu wiederholen, weil die Fehler oft zwischen Trenndose und EV im Einführungskabel oder in der Zimmerleitung liegen. Am EV ist darauf zu achten, ob er mit anderen EV in Reihe geschaltet, und ob der Fehler vielleicht in dieser Schaltung zu finden ist. Für Fehlereingrenzungen im Ortskabelnetz stehen besondere Schaltwarte zur Verfügung, die mit den Einrichtungen der verschiedenen Verteiler usw. vertraut sind. Nur in kleinen Ortsnetzen wird der Entstörer die Schaltung eines Kabelverzweigers und einer Kabelaufführung näher beachten müssen.

Einige Beispiele von Fehlern in der Außenleitung.

1. Unterbrechung (Spannungsmessung, Bild 90):
Kein Amtszeichen im Prüfhörer.
Kein Ausschlag im Meßgerät.
Fehler außen.

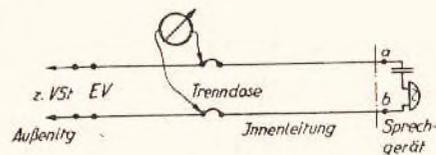


Bild 90.

Die Prüfungen sind am EV und KV zu wiederholen (Fehler z. B.: abgebrochene Ader des Einführungskabels am EV oder abgebrochener Schaltdraht im KV).
Zur Ausführung von Strommessungen: Nebenschlußschraube am Meßgerät hineindrehen.

2. a/b oder a-Nebenschluß (Strommessung, Bild 91):
An der Trenndose,
kein Ausschlag des Meßgeräts, Fehler außen.
Messung am EV.

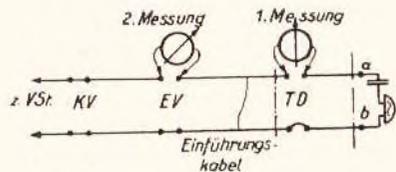


Bild 91.

Zeigerausschlag vorhanden, Fehler im Einführungskabel.
Beseitigung des Fehlers durch Nachsetzen des Kabels (eingedrungene Feuchtigkeit); wenn sich der Fehler nicht beseitigen

läßt, behelfsmäßige Leitung (Z-Draht) ziehen, Meldung an das FBA. — Auswechslung des Kabels. —

3. b-Nebenschluß (Strommessung, Bild 92):
Meßergebnisse und Beseitigung wie unter 2.

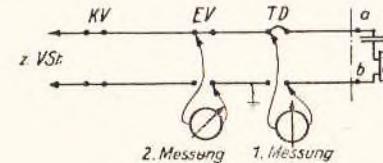


Bild 92.

4. a-Außenstrom (Strommessung, Bild 93):
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.

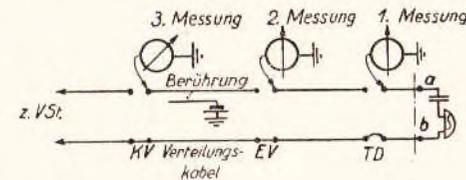


Bild 93.

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.

E. Störungseingrenzung bei der Sprechstelle.

Soweit die Fehler nicht in der Zuführungsleitung, also hinter der Trenndose oder hinter dem Sicherungskästchen zum Apparat hin liegen, muß der Entstörer zunächst durch Bedienen der Sprechstelleneinrichtungen feststellen, welche Störung vorliegt. Dabei kann z. B. ermittelt werden, ob es sich um Rufstörungen, Mikrophon-, Hörerstromkreisstörungen, Wählstörungen u. a.

handelt. Nach dieser Voreingrenzung ist dann planmäßig an Hand von Stromlaufzeichnungen nur der für diese Störungsart in Betracht kommende Stromkreis zu untersuchen. Nebenwege (Abzweigungen) sind so weit wie möglich zu isolieren oder abzuschalten, damit der zu untersuchende Stromkreis klar zu übersehen ist und nicht von anderen Dingen beeinflusst wird.

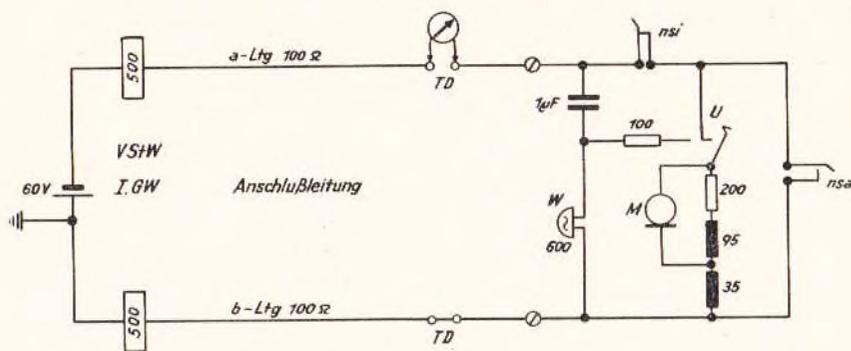
Hierzu sind im Teil II des Buches zahlreiche Beispiele gegeben.

Dämpfungsmessungen von der Sprechstelle aus, siehe Teil I, unter Meßgeräte.

Messung des a/b-Schleifenwiderstandes bei der Sprechstelle

(Bild 94).

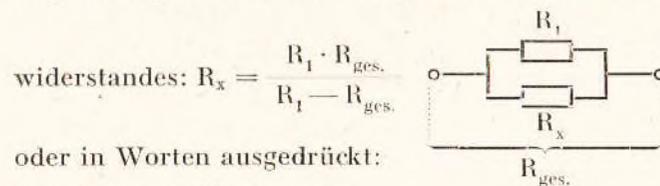
1. Nummernscheibe aufziehen, nsa-Kontakt schließt sich und stellt a/b-Schleife her. Widerstände im Apparat sind überbrückt.



Handapparat abnehmen! Bild 94.

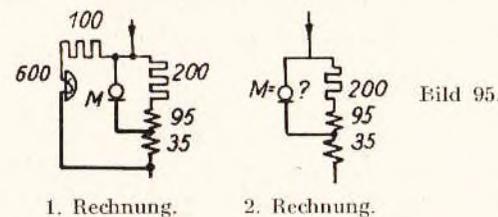
2. Meßgerät ablesen: z. B. 50 mA = 0,050 A, Widerstand der Schleife ohne Apparat beträgt also 60 : 0,050 A = **1200 Ω**.
3. Nummernschalter in Ruhe; Widerstand des Apparates ist mit in die Schleife eingeschaltet.
4. Meßgerät ablesen: z. B. 46 mA = 0,046 A, Gesamtwiderstand = 60 : 0,046 = **1304 Ω**.
5. Apparatwiderstand: Er ergibt sich aus dem Unterschied des Gesamtwiderstandes und Schleifenwiderstandes. 1304 bis 1200 Ω = **104 Ω**.

6. Feststellung des Mikrofonwiderstandes. Allgemein gilt zur Berechnung eines unbekanntenen Parallel-



1. Rechnung (Bild 95) links: $R = \frac{700 \cdot 104}{700 - 104} = \frac{700 \cdot 104}{596} = \frac{700 \cdot 52}{298}$
 $R = \frac{36400}{298} = \mathbf{122 \Omega}$, das ist der

Verbundwiderstand der 4 im Bild 95 links, im rechten Strompfad gezeichneten, zusammengesetzten Widerstände. Von diesem Ergebnis ist noch der vorgeschaltete 35 Ω-Widerstand der Induktionsspule abzuziehen. 122 - 35 = **87 Ω**.



2. Rechnung (Bild 95 rechts):

Der **Mikrofonwiderstand** errechnet sich jetzt zu:
 $R_M = \frac{(200 + 95) \cdot 87}{295 - 87} = \frac{295 \cdot 87}{208} = \frac{25665}{208} = \mathbf{123 \Omega}$.

(Dieses Rechenbeispiel gibt keinen genauen Aufschluß über die Güte des Mikrophons, weil diese noch von anderen Faktoren abhängt. Hier soll nur gezeigt werden, welche Möglichkeiten der Entstörer hat, richtig zu messen und einzugrenzen.)

Erdungen bei den Sprechstellen

1. Erdungen in Fernmeldeanlagen werden gebraucht als Stromkreiserdung, Sicherungserdung, Blitzerdung oder Starkstrom-

schutzerdung (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 im allgemeinen 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.
8. Treten bei Benutzung der Wasser- oder Gasleitungserder Geräuschstörungen auf, so ist eine Kabelmantelerdung herzustellen.
9. Um das Mithören zu verhindern, wird bei jeder neueinzurichtenden Sprechstelle die metallische Schutzhülle des Innenkabels geerdet (an der Trenndose mit Erdungsleitung oder mit Außenkabelmantel verbinden).
10. Blitzableiterleitungen 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 FBO 16.

Einfache Prüfung der Erdung 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

$$r_0 = \frac{r_1 + r_2 - r_3}{2} \Omega .$$

Beispiel: $r_1 = 120 \Omega$, $r_2 = 122$ und $r_3 = 220 \Omega$.

$$\text{Erdungswiderstand } r_0 = \frac{120 + 122 - 220}{2} = \frac{22}{2} = 11 \Omega .$$

Von dem berechneten Ergebnis des Erdungswiderstandes $r_0 = 11 \Omega$ ist noch der bekannte Widerstand der Amtserdung abzuziehen.

Die Gleichstrommessungen sind nicht genau, weil an den Erdern Polarisierung auftritt. Beim Messen mit einer Wechselstrommeßbrücke fallen diese Erscheinungen weg.

Fernleitungsübertrager und ihre Schaltung.

Der Entstörer wird bei Leitungsschaltungen — namentlich in kleinen Ämtern — oft auch selbständig Fernleitungsübertrager zu schalten haben. Eine falsche Auswahl des Übersetzungsverhältnisses oder unrichtige Beschaltung sind oft Ursache von schlechter Verständigung, von Geräuschstörungen oder Nebensprechen. Nachstehend ist das Wichtigste hierüber zusammengestellt:

1. Zweck der Fernleitungsübertrager (FIÜ).

- Sie schließen die Fernkabelleitungen reflexionsfrei ab durch ihr Anpassungsvermögen, mit dem sie die Sprechenergie unter den geringsten Verlusten auf Leitungen anders gearteter oder auch gleicher Wellenwiderstände übertragen.
- Die Übertrager halten infolge ihres hochspannungssicheren Aufbaues gefährdende Spannungen aus der Kabelstrecke von den Amtseinrichtungen fern.
- Sie trennen Leitungen und Amtseinrichtungen galvanisch voneinander und übertragen die Sprechenergie nur durch magnetische Ankoppelung.
- Sie ermöglichen eine Mehrfachausnutzung der Leitungen mittels Vierer- und Achterbildung (Phantomschaltungen).
- Sie dienen zur Anpassung von verschieden- oder gleichartigen Leitungen untereinander oder dieser Leitungen an die Amtseinrichtungen.

2. Schaltung, Bezeichnung und zeichnerische Darstellung.

Die Bezeichnungen AP₁ (= Anfang der Primärwicklung, erste Hälfte),

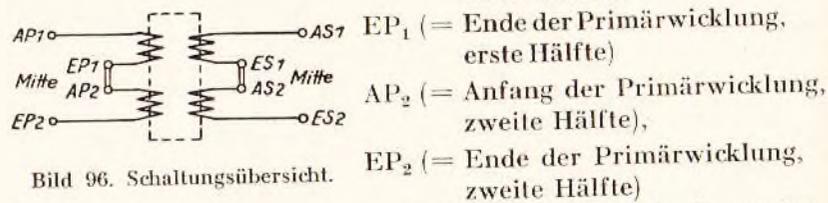
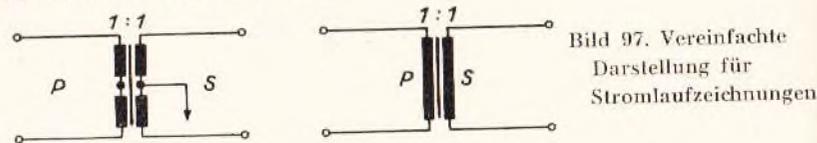


Bild 96. Schaltungsübersicht.

sind genau zu beachten und dürfen nicht verwechselt werden. Bei der Angabe des Übersetzungsverhältnisses (z. B. 1:2 wird immer die Primärseite zuerst genannt. Sie wird bei amtsendenden Leitungen immer mit dem Platz, d. h. mit den technischen Inneneinrichtungen verbunden (Merke: Primär-Platzseite!). Die Kabel- oder Freileitung wird an die Sekundärseite angeschlossen. Die Abgriffe für die Vierer- bzw. Achterschaltungen liegen an den Mitten der FIÜ-Wicklungen (siehe nachstehendes Schaltungsschema!).



Übliche Übersetzungsverhältnisse der Fernleitungsübertrager

FIÜ-Bezeichnung	Zum Anschluß vorgesehene Wellenwiderstände		Eine an P angelegte Wechselspannung wird nach S übersetzt im Verhältnis:	
	P : S	an P-Seite		an S-Seite
	1 : 1	800 Ω	800 Ω	1 : 1
	1 : 2	800 Ω	1600 Ω	1 : 1,414 (1 : √2)
	2 : 1	800 Ω	400 Ω	1,414 : 1 (√2 : 1)
	2,4 : 1	1600 Ω	600 Ω	1,55 : 1 (√2,4 : 1)
	4,8 : 1	1600 Ω	300 Ω	2,2 : 1 (√4,8 : 1)

Aus vorstehender Tabelle ist zu erkennen, daß man die Primär- und Sekundärseiten nicht einfach vertauschen kann. Ein FIÜ 2 : 1, der nach der Tabelle ein Widerstandsverhältnis von 800 Ω : 400 Ω hat, kann nicht an Stelle des FIÜ 1 : 2 (mit dem Widerstandsverhältnis 800 Ω : 1600 Ω) bei Vertauschung seiner Wicklungen verwendet werden; denn es müssen neben dem Anpassungsverhältnis auch noch die Widerstandswerte 800 Ω und 1600 Ω stimmen. Die nachfolgenden Fehlerbeispiele mit den entsprechenden Schaltbildern geben hierüber weiteren Aufschluß.

Firmenbezeichnungen:

Fha	Widerstands-Übersetzungsverhältnis	verwendet für
23	4,8 : 1	FIÜ-Gestelle Zusatzgestelle
32	1 : 1; 1 : 2; 2 : 1; 4,8 : 1	„
32 a	1 : 1; 1 : 2; 2 : 1	Kabelendgestelle

3. Häufige Fehler bei Einschaltung eines FIÜ (Bild 99 ① bis ⑧, S. 167/168).

Erläuterungen zu Bild 99.

Zu 1a: Das Übersetzungsverhältnis des FIÜ 1 : 1 stimmt nicht; es muß 1 : 2 sein, weil der Eingangswiderstand des Amtes (3 = 800 Ω) an den Eingangswiderstand der Kabel-DA (3 = 1600 Ω) im Verhältnis 1 : 2 angepaßt werden muß.

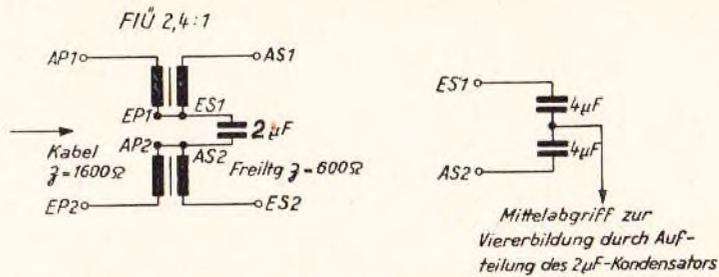


Bild 98. Gleichstrom-durchlässige Schaltung eines FIÜ zur Übertragung von Gleichstromschaltzeichen.

Zu 2 a: Die Viereranschlüsse sind fälschlicherweise an die Mitten der Primärseiten (P) der Stammleitungen angelegt worden; sie müssen an die Mitten der Sekundärseiten (S) der Stammleitungen-FIÜ angeschlossen werden. Außerdem ist das Übersetzungsverhältnis des FIÜ in der Mitte zwischen den Stammleitungen falsch gewählt; es muß statt 1 : 1 2 : 1 betragen, denn der beim Verhältnis zuerst zu nennende, an der Primärseite angeschlossene Widerstand beträgt 800Ω , während auf der Sekundärseite (vorgesehen für Anschluß eines ζ von 400Ω) der Wellenwiderstand des Vierers (300Ω) ungefähr seine richtige Anpassung erhält.

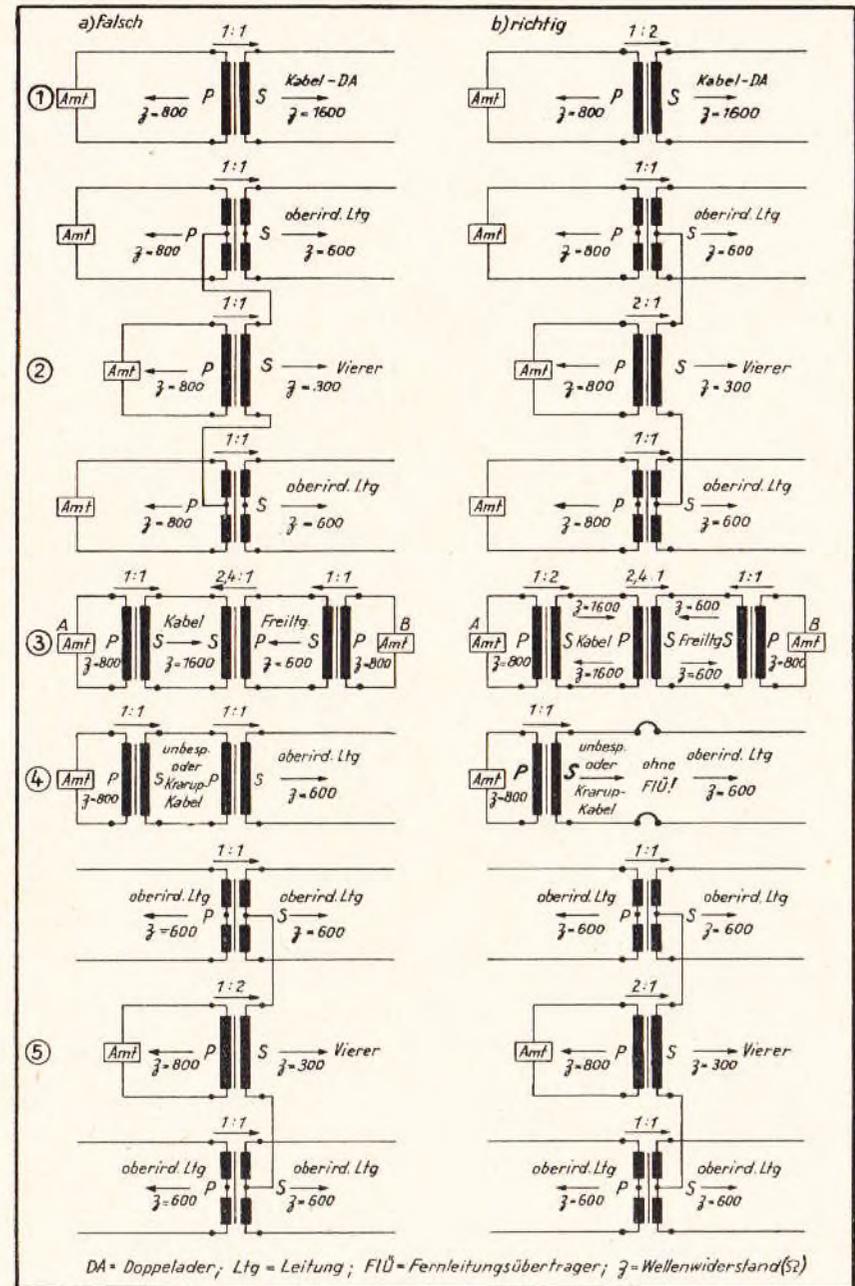
Zu 3 a: Der mittlere FIÜ 2,4 : 1 ist seitenverkehrt eingeschaltet.

Zu 4 a: Der rechte FIÜ 1 : 1 ist überflüssig, weil die oberirdische Leitung unmittelbar mit dem Krarupkabel verbunden werden kann. Die beiden Wellenwiderstände sind ungefähr gleich.

Zu 5 a: Der mittlere FIÜ, Viererübertrager zwischen den Stammleitungen, ist falsch gewählt; sein Übersetzungsverhältnis muß 2 : 1 sein, damit der Amtwiderstand ($\zeta = 800 \Omega$) richtig auf den Viererwiderstand ($\zeta = 300 \Omega$) angepaßt ist.

Zu 6 a: Bei der gleichstromdurchlässigen Schaltung des Übertragers beim Zwischenamt fehlt der Kondensator zwischen den beiden Übertragerhälften; ohne ihn kann der Übertrager keine Wechselspannungen übertragen. S. a. Bild 98.

Zu 7 a: Der FIÜ 1 : 1 in der oberen Stammleitung und der FIÜ 1 : 1 in der Mitte zwischen beiden Stämmen sind überflüssig.



DA = Doppelader; Ltg = Leitung; FIÜ = Fernleitungsübertrager; ζ = Wellenwiderstand(Ω)

Bild 99 ① bis ⑤.

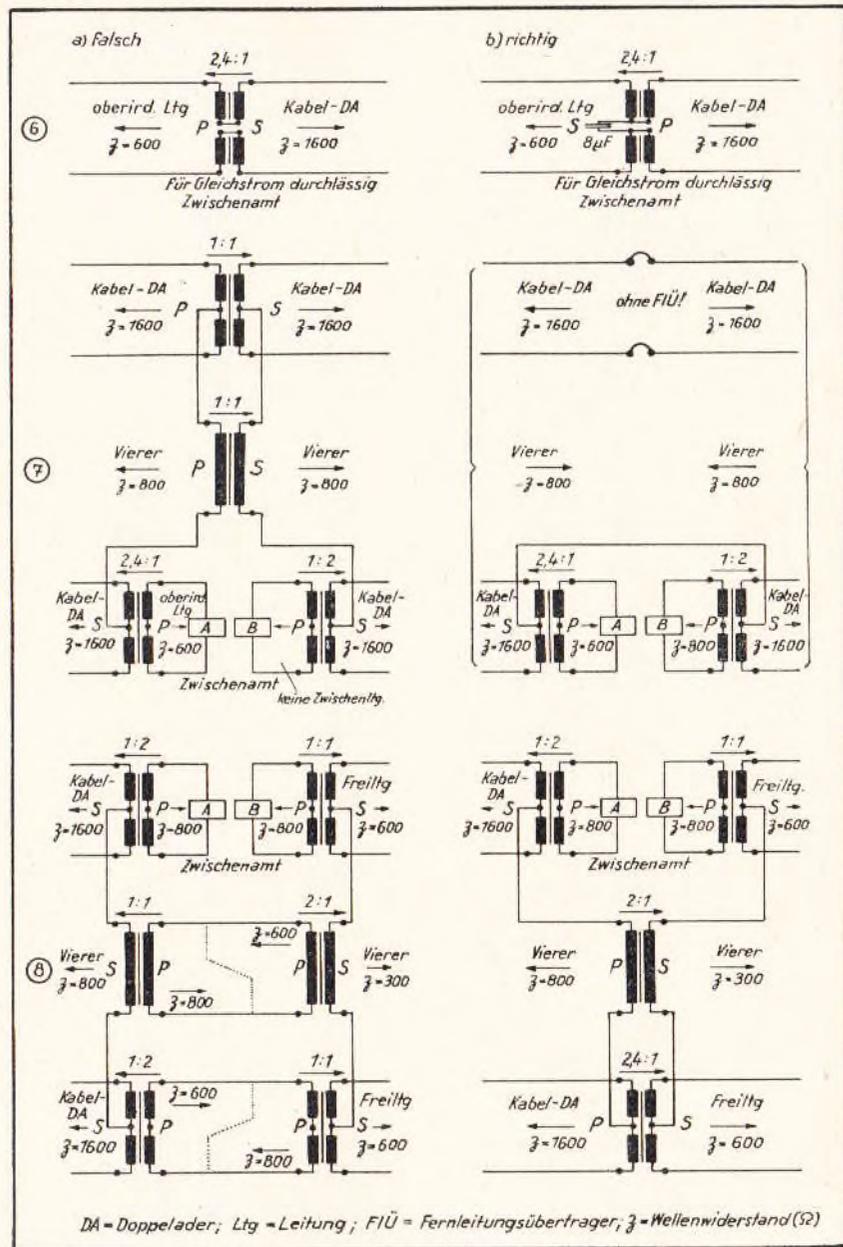


Bild 99 ⑥ bis ⑧.

Zu 8a: In der Viererbrücke genügt ein FIÜ 2:1; ebenso braucht in der unteren Stammleitung nur ein FIÜ 2,4:1 eingeschaltet zu werden. Zwei FIÜ (links Mitte und links unten) sind nicht erforderlich.

Im allgemeinen werden folgende Fehler begangen:

- Das Übersetzungsverhältnis des FIÜ wird falsch gewählt,
- die Primär- und Sekundärseiten werden vertauscht,
- es werden zuviel FIÜ eingeschaltet,
- die Mittelabgriffe (primär und sekundär) werden verwechselt; bei besonderen Schaltungen darf ihr Anschluß nicht übersehen werden.

Anschließen von Drahtfunkleitungen

I. Allgemeines über den Drahtfunk.

Im Hochfrequenzdrahtfunk (Df) werden die Rundfunkdarbietungen unter Verwendung von Trägerfrequenzen über Drahtleitungen übertragen. Die Hochfrequenzenergie wird also nicht — wie bei Rundfunksendern — in den Raum gestrahlt, sondern ausschließlich über unbelastete Kabel- oder Freileitungen des 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 sind die niedrigen Rundfunkfrequenzen — also die langen Wellen — am günstigsten. Mit zunehmender Frequenz würde die Kabeldämpfung — besonders bei geringem Adern-durchmesser — derart steigen, daß die aufzuwendende Sendeleistung wirtschaftlich nicht mehr vertretbar wäre. Auch müßten unzulässig hohe Sendepiegel für die Bereitstellung eines genügend großen Empfangspegels beim Drahtfunkteilnehmer verwendet werden.

Um gleichzeitig drei Darbietungen übermitteln zu können, werden die Trägerfrequenzen **160, 210 und 249 kHz** benutzt; sie entsprechen den **Wellenlängen 1875, 1428 und 1205 Metern**. Es

können also drei verschiedene Rundfunkprogramme und ein niederfrequentes Gespräch über eine Anschlußleitung geleitet werden, ohne daß sie sich gegenseitig beeinflussen.

Der geringste gegenseitige Abstand der Df-Trägerfrequenzen soll **30 kHz** betragen im Gegensatz zu dem weitaus geringeren Trägerabstand von **9 kHz** bei den ausstrahlenden Rundfunksendern. Dadurch ist für die Seitenbänder eine wesentlich größere Breite gegeben, so daß besonders hochwertige Musik übertragen werden kann.

II. Drahtfunksender und Drahtfunkverstärker.

Die Rundfunkdarbietungen werden Drahtfunksendeämtern (DSendÄ) über das Rundfunkleitungsnetz zugeführt. Für jede Sendefolge ist ein Drahtfunksender vorgesehen, der die Trägerfrequenz erzeugt. Im Df-Sender wird die über die Rundfunkleitung kommende niederfrequente Modulation dem Träger aufgedrückt und dieser mit seinen beiden Seitenbändern besonderen Verstärkern zugeleitet. Die Verstärkung wird entweder für die drei Frequenzbänder der einzelnen Träger gemeinsam in **Breitbandverstärkern** oder einzeln in **Kanalverstärkern** durchgeführt.

Die Kanalverstärker können zwar gegenüber einem Breitbandverstärker die dreifache Hochfrequenzleistung (d. h. je Träger 2000 mW) abgeben, benötigen aber kostspielige Filter, die nur geringfügige Frequenzänderungen zulassen. Dazu kommt, daß mehrere Kanalverstärker nicht hintereinander geschaltet werden dürfen, weil sonst die Spitzen der Seitenbänder (hohe Modulationsfrequenzen) zu sehr beschnitten werden. Es werden deshalb Kanalverstärker (DVerstK) nur noch selten verwendet.

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 einfachen Geradeempfänger ohne Rückkoppeln bereits gut empfangen werden. Diese Empfangsspannung ist bei empfindlichen Überlagerungsempfängern und Mehrkreisern jedoch zu hoch. Die Gefahr von Übersprecherscheinungen, hervorgerufen durch gegenseitige Beeinflussung der Träger und ihrer Modulationsfrequenzen, ist sehr groß. Es wird daher der Empfangspegel in diesem Falle auf **3 bis 5 mV** herabgesetzt.

Um den Drahtfunkteilnehmern eine ausreichende Empfangsspannung bereitstellen zu können, und um Störungen des Drahtfunks durch die Vermittlungseinrichtungen zu verhindern, werden Drahtfunk-Amtswweichen (DWA) verwendet. Diese bestehen

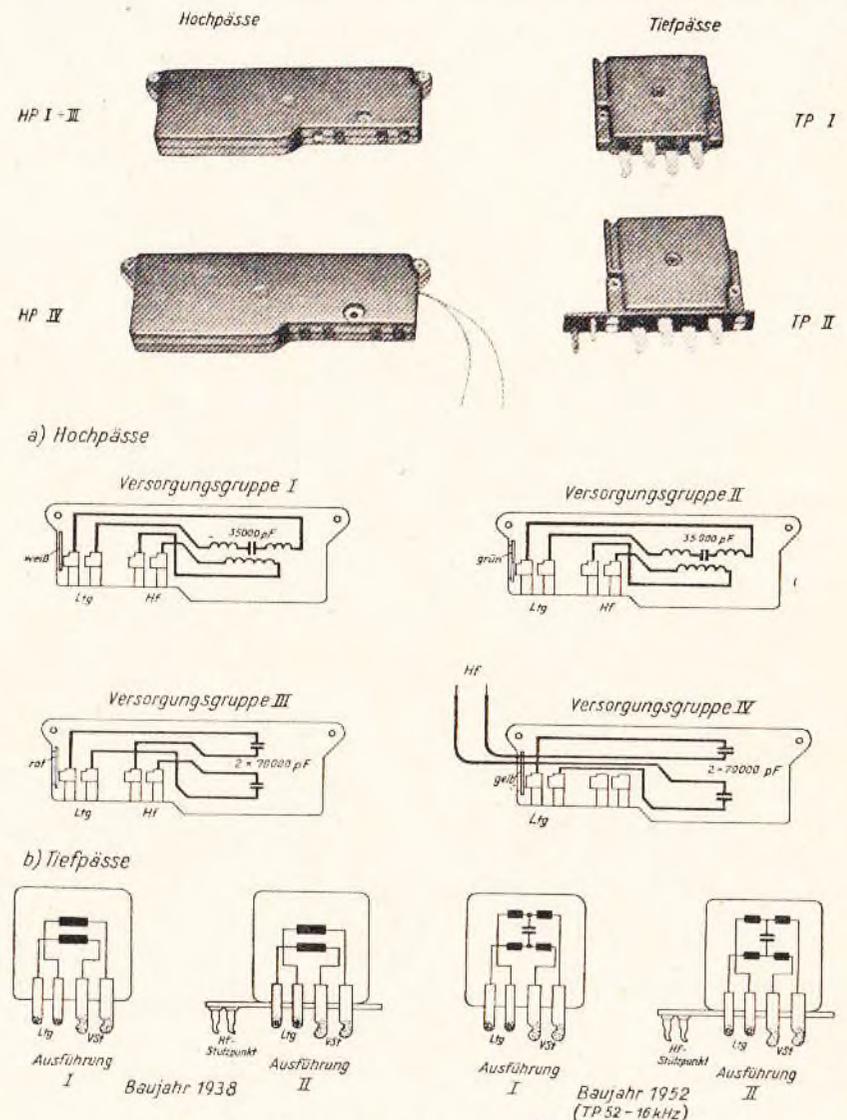


Bild 100. Drahtfunkamtswweichen. Ansicht und Schaltung.

aus Hochfrequenzdrosseln, Kondensatoren und Hochfrequenzübertragern, die zu Hochpaß-(DHP-) und zu Tiefpaß-(DTP-)Filtern zusammengeschaltet werden. Die Tiefpässe verhindern bei den Drahtfunkeinrichtungen alle die Störungen, die durch Funkenbildung an den Kontakten der Relais, Wähler usw. im Amt und an der Sprechstelle entstehen. Es sind entsprechend verschiedene

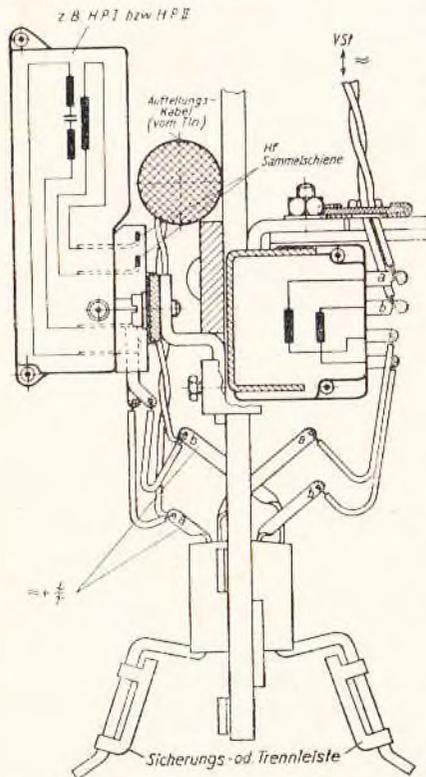


Bild 101. Einschaltung der Drahtfunkamtsweiche am Hauptverteiler.

Ausführungen im Gebrauch (siehe Bild 100). Die Hochpässe haben den Zweck, die Trägerfrequenzen mit ihren Seitenbändern durchzulassen und die Fernsprechfrequenzen abzuriegeln. Darüber hinaus werden sie dazu verwendet, die Sendeleistung abzustufen. Da die Hochpässe zum Teil als HF-Übertrager gebaut sind, kann dies durch Wahl eines geeigneten Übersetzungsverhältnisses leicht durchgeführt werden.

Es sind für die Versorgung der Df-Teilnehmer aus wirtschaftlichen Gründen und zur Vereinfachung des Drahtfunkdienstes nur vier Versorgungsgruppen vorgesehen mit nachstehend angegebenen Leistungsstufen, die für einen Belastungswiderstand von 150 Ohm gelten und für deren Zuleitungs-Hochpässe die bestehenden Kennfarben festgelegt sind.

Versorgungsgruppe Nr.	Sendeleistung (in mW an 150 Ohm)	Kennfarbe des Hochpasses
I	0,75	weiß
II	3,0	grün
III	12,0	rot
IV	>12,0	gelb

Die Hochpässe III und IV sind in ihren Aufbauteilen gleich, jedoch, wie Bild 100 zeigt, unterschiedlich in der Schaltung. Wenn nämlich die Sendeleistung größer als 12 mW sein soll, muß ein Sonderübertrager (DÜS) vorgeschaltet werden, damit je nach seinem gewählten Übersetzungsverhältnis verschieden hohe Spannungen auf die besonderen Anschlüsse gelegt werden können. Diese Sonderübertrager werden in vier Ausführungen mit den Bezeichnungen „DÜS 1/16, 1/8, 1/4 und 1/2“ geliefert.

Dabei bedeutet beispielsweise „DÜS 1/2“, daß zur Überbrückung einer bestimmten Kabellänge „die Hälfte“ der Gesamtleistung eines Df-Breitbandverstärkers erforderlich ist.

Die Befestigung der Drahtfunk-Hochpässe (DHP), der Drahtfunk-Tiefpässe (DTP) und ihr Anschluß am Hauptverteiler ist aus Bild 101 zu ersehen.

Die Sendeleistung wird berechnet nach der Formel:

$$N_s = \frac{U^2}{R} \quad (\text{in VA bzw. W}).$$

Hierin ist: U die Sendespannung (in Volt),

R der Wellenwiderstand bzw. Eingangswiderstand eines Verbrauchers, einer Leitung (in Ohm),

N_s (im allgemeinen Fall) die Sendescheinleistung (in VA), wenn der Wellenwiderstand nicht rein reell ist, (bei reellem R) die wirkliche Sendeleistung (in W).

In den nachfolgenden Ausführungen wird immer von der wirklichen Sendeleistung ausgegangen. Ist also beispielsweise die abgegebene Hochfrequenzspannung 5 V_{eff} und der Wellenwiderstand der Leitung 150 Ohm, dann errechnet sich die Sendeleistung zu:

$$N_s = \frac{U^2}{R} = \frac{5^2}{150} = 0,166 \text{ W} = 166 \text{ mW}.$$

Für Drahtfunkverbindungsleitungen sind folgende Leistungsstufen vorgesehen: 24,0; 48,0; 96,0; 192,0 und (mit voller Verstärkung) 400 mW. Die letztgenannte Leistung erhält man beim Einsatz der vollen Verstärkerleistung eines Breitbandverstärkers bei Speisung einer einzigen Leitung.

Zur Einstufung einer Drahtfunkanschlußleitung in eine der Versorgungsgruppen wird die benötigte Sendeleistung von Fall zu Fall berechnet. Bei Kabelleitungen wird für die Berechnung eine Empfangsspannung von 25 mV_{eff} (an 1000 Ohm Abschlußwiderstand und für die Spannung der Drahtfunkträgerwelle mit der höchsten Frequenz) zugrundegelegt, während auf Freileitun-

gen eine Nutzsprungung von mindestens $100 \text{ mV}_{\text{eff}}$ am gleichen Abschlußwiderstand vorhanden sein muß, damit das Verhältnis „Nutzspannung : Störspannung“ möglichst groß wird.

Die höhere Spannung wird in der Drahtfunk-Anschaltdose durch Längs- und Querwiderstände so weit herabgesetzt, bis das Empfangsgerät nicht mehr übersteuert wird.

III. Das Drahtfunkleistungsnetz.

Das Drahtfunknetz (Df-Netz) ist in Drahtfunknetzgruppen (Df-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 bzw. Knotenämter. Die Drahtfunkverstärkerämter sind bei den Vermittlungsstellen untergebracht; sie brauchen nicht immer unmittelbar mit dem Sendeamt verbunden zu sein, sondern es können mehrere (bis zu vier, einschließlich des Df-Sendeamtes) hintereinander geschaltet werden.

Sende- und Verstärkerämter werden durch Drahtfunkverbindungsleitungen (DVI, unbelastete Fernsprechleitungen oder für den Drahtfunk besonders vorgesehene Adern in Fernleitungskabeln) miteinander verbunden.

Die Drahtfunkteilnehmer (Df-Tln) werden über das Fernsprechanschlußnetz an die Drahtfunkverstärkerämter angeschlossen. Die für den Drahtfunk mitbenutzten Teilnehmeranschlußleitungen heißen Drahtfunkanschlußleitungen (DAI).

Wenn nicht genügend Fernsprechhauptanschlüsse vorhanden sind, werden, sofern freie Adern greifbar sind, besondere Drahtfunkanschlußspeiseleitungen (DAIsp) verwendet, die nur hochfrequent benutzt werden (Ausnahmefälle!).

IV. Anschaltung von Drahtfunkteilnehmern (Drahtfunkamtsweiche (DWA) und Drahtfunkteilnehmerweiche (DWT)).

Drahtfunkteilnehmer werden einzeln (Drahtfunkeinzelschluß) oder in Gruppen (Drahtfunksammelanschluß) an das nächste Drahtfunkverstärkeramt herangeführt. Sammelanschlüsse

müssen gebildet werden, weil die Zahl der Teilnehmeranschlußleitungen erheblich kleiner ist, als die Zahl der möglicherweise anschließbaren Drahtfunkteilnehmer. Außerdem ist eine beachtliche Ersparnis an Df-Sendeleistung damit verbunden. Für einen Df-Sammelanschluß mit 30 Df-Teilnehmern, die gleiche Entfernung vorausgesetzt, ist kaum mehr Sendeleistung als für einen einzigen Df-Teilnehmer aufzuwenden. Dazu kommt, daß anstelle von 30 Df-Teilnehmerweichen nur eine einzige notwendig ist.

Die Drahtfunkleistung wird der Anschlußleitung, wie oben beschrieben, über eine Drahtfunkamtsweiche zugeführt

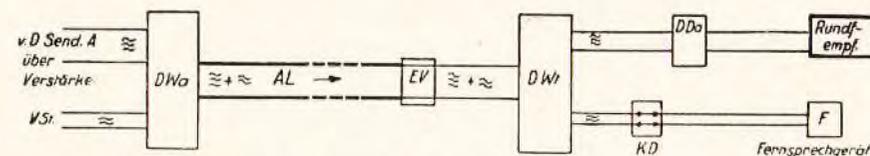
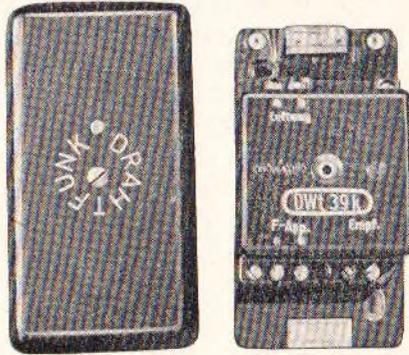


Bild 102. Grundsätzliche Schaltung eines Drahtfunkanschlusses.

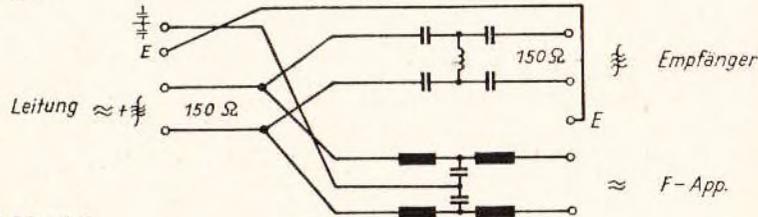
Erläuterung:	\approx Drahtfunkhochfrequenz,
DWA Drahtfunkamtsweiche,	DDA Drahtfunkanschaltdose,
AL Anschlußleitung,	\approx Fernsprechstrom,
EV Endverzweiger,	KD Klemmendose,
DWT Drahtfunkteilnehmerweiche.	

(s. Bild 100). Die grundsätzliche Schaltung eines Df-Teilnehmeranschlusses ist aus Bild 102 ersichtlich. Es zeigt, daß auch auf der anderen Seite der Anschlußleitung, d. h. beim Df-Teilnehmer, eine elektrische Weiche — die Drahtfunkteilnehmerweiche — eingeschaltet werden muß.

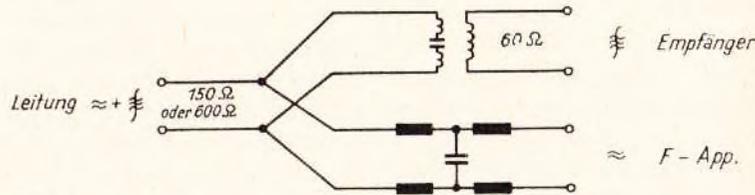
Die Filter der Df-Teilnehmerweiche trennen auch hier, wie bei der Amtsweiche, das niederfrequente Gespräch und die hochfrequenten Drahtfunkschwingungen, wobei das Tiefpaßfilter gleichzeitig als Störschutz die Funkenlöschung im Fernsprechapparat unterstützt. Im Gegensatz zu den älteren Bauarten (DWT 37 und früher), deren Eingangs- und Ausgangswiderstand etwa 150 Ohm beträgt, wurde bei den neueren Ausführungen DWT 39 k und f sowie DWT 40 und DWT 52 größter Wert auf eine stoßstellenfreie Anpassung gelegt, damit Dämpfungsverluste und stehende Wellen weitestgehend vermieden werden. Bild 103 zeigt die Schaltungen der erwähnten Ausführungen. Es ist unschwer zu erkennen, daß die niederfrequenten Sprechströme nur über die 4 mit einem dicken schwarzen Strich gezeichneten Hochfrequenzdrosseln des Tiefpaßfilters weiterfließen können und den Durchgang



DWf 37



DWf 39 u. 40
(DWf/k u. DWf/f)



DWf 52

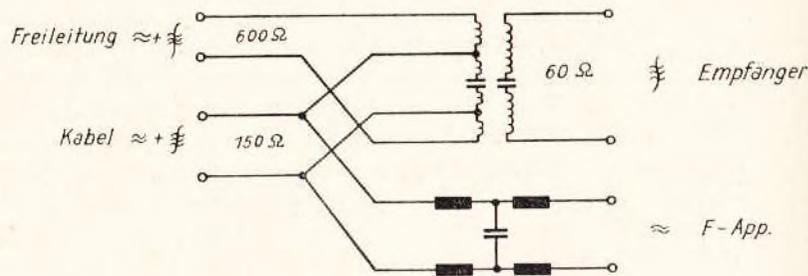


Bild 103. Drahtfunkteilnehmerweiche.

der Drahtfunktswingungen verhindern. Der Hochfrequenzübertrager des Hochpaßfilters hindert dagegen die Sprechströme daran, zum Empfangsgerät des Df-Teilnehmers zu gelangen. An die Übersprechdämpfung einer Df-Teilnehmerweiche werden sehr große Anforderungen gestellt, damit das Fernsprechgeheimnis bei Sammelschaltungen und bei Df-Teilnehmern ohne eigenen Fernsprechanschluß gewahrt bleibt.

Die Df-Teilnehmerweichen sind wesentlich kostspieliger als die Amtsweichen. Aus diesem Grunde soll nach Möglichkeit angestrebt werden, Df - S a m m e l anschlüsse aufzubauen. Von der Drahtfunkweiche aus wird die Df-Anschlußleitung an die Df-Anschaltdose herangeführt.

Das Rundfunkempfangsgerät wird über eine geschirmte Anschlußschrur an die **Drahtfunkanschaltdose** (DDa) (Bild 104) angeschlossen.

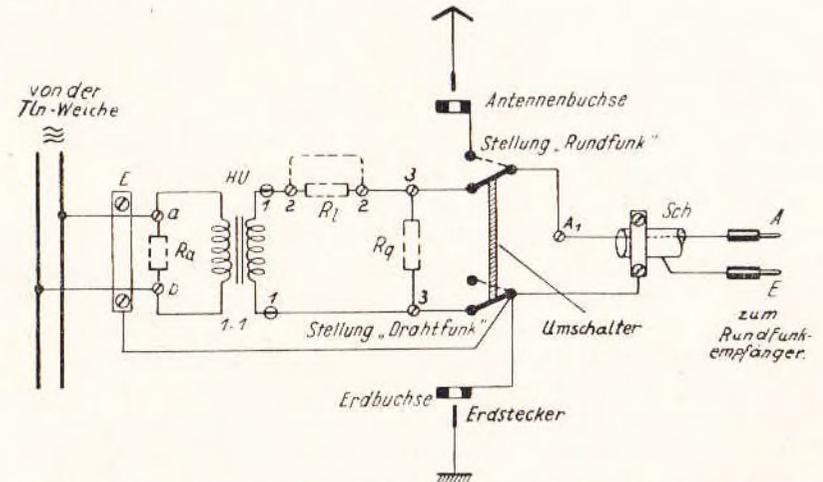


Bild 104. Schaltung der Drahtfunkanschalt Dosen 37 (DDa 37) und 38 (DDa 38) zum wechselweisen Empfang von Drahtfunk- und drahtlosen Sendungen.

Erläuterungen zu Bild 104:

a und b: Klemmen für die ankommende Versorgungsleitung.

R_a: Abschlußwiderstand (nach Bedarf) von 100 Ohm, in Einzelanschlüssen immer vorhanden, bei Sammelschlüssen nur in der von der Df-Teilnehmerweiche am weitesten entfernt liegenden Anschlußdose, bei Doppelzweigschaltungen an den am weitesten entfernt liegenden Punkten der beiden Zweige einzusetzen.

HÜ: Hochfrequenzübertrager.

R_l: Längswiderstand (Längsglied).

R_q: Querwiderstand (Querglied).

Sch: Einadrige geschirmte Anschlußschrur zum Anschließen des Rundfunkempfangsgerätes.

Der Umschalter kann in der Stellung „Drahtfunk“ verplombt werden.

Die DDa 38 besitzt günstigere elektrische Eigenschaften und einen mechanisch zuverlässigeren Umschalter, bei dem Störgeräusche durch Wackelkontakte besser vermieden werden.

Die Entkopplung für hochfrequente Schwingungen soll die gegenseitige Beeinflussung der Empfangsgeräte der Df-Teilnehmer beim Abstimmen und Rückkoppeln 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 miteinander in Verbindung treten können.

Die Widerstandsanordnung (Rl, Rq) dient außerdem zur Herabsetzung höherer Nutzspannungen auf eine Empfangsspannung von etwa 5 bis 25 mV_{eff} an den Ausgangsklemmen der Drahtfunkanschaltdose.

Die Hochfrequenzübertrager verhindern auch noch den Übergang von Starkstrom aus schadhaften Empfangsgeräten auf die Drahtfunkleitung. Bei neueren DDa ist die Sekundärseite dieses Übertragers in zwei Wicklungen aufgeteilt, die mit Hilfe eines Kondensators zusammengeschaltet werden. Diese Maßnahme vermeidet eine Zerstörung des Übertragers für den Fall, daß von einem schadhaf gewordenen Rundfunkempfänger oder durch einen Irrtum des Teilnehmers die Netzspannung durch den geringen Widerstand der nicht kapazitiv unterbrochenen Sekundärwicklung des Hochfrequenzübertragers kurzgeschlossen wird.

Die Schaltung eines Df-Einzelanschlusses ist aus Bild 105 zu ersehen.

V. Drahtfunksammelanschlüsse.

Sie werden über Verzweigungs-dosen an die Teilnehmerweiche herangeführt und können mit einem oder mit zwei Hauptzweigen (Doppelzweigschaltung) aufgebaut werden. Schaltungen mit nur einem Hauptzweig können 30 Hörstellen aufnehmen (siehe Bild 106), während Doppelzweigschaltungen nicht mehr als 15 Df-Teilnehmer umfassen. Der Aufbau solcher Sammelanschlüsse

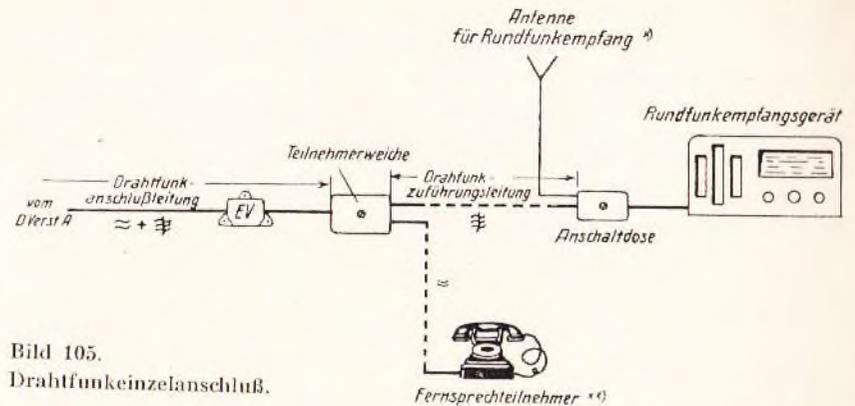
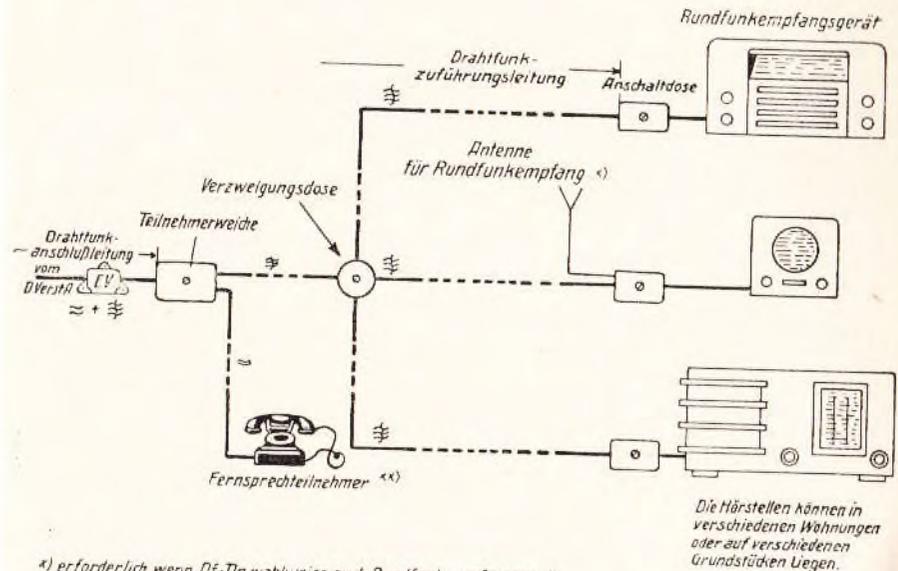


Bild 105.
Drahtfunkeinzelanschluß.



^{*)} erforderlich, wenn Df-Tin wahlweise auch Rundfunk empfangen will
^(*) Fernsprechteilnehmer braucht nicht Drahtfunkteilnehmer zu sein

Bild 106. Drahtfunksammelanschluß mit einem Hauptzweig.

geht aus Bild 107 hervor. Zu diesen Schaltungen werden Anschalt-dosen DDa 38 verwendet. Die DDa 37 (Dose mit quer-gestelltem Umschalter) können — soweit sie noch vorhanden sind — nur in Sammelanschlüssen bis zu vier Teilnehmern eingebaut werden.

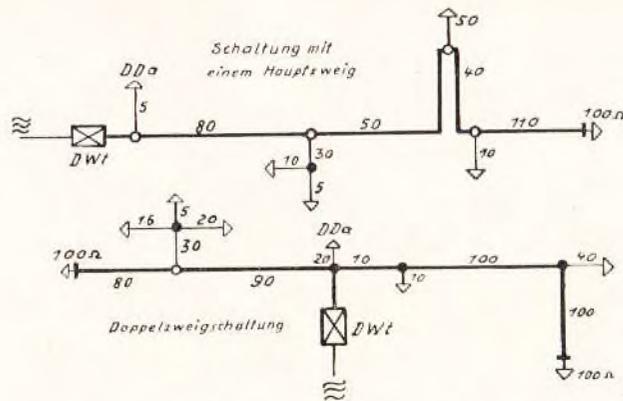


Bild 107. Aufbau von Df-Sammelschaltungen.
 ——— Hauptzweig ————— Nebenzweige

Unter Hauptzweig versteht man die Leitung von der Tln-Weiche DWT zu der Anschlußdose DDa, die am weitesten entfernt liegt. In diese DDa wird am Eingang zwischen a und b ein Querwiderstand von $100\ \Omega$ eingesetzt.

Nebenzweige sind Stichleitungen vom Hauptzweig zu den einzelnen DDa. Sie dürfen höchstens 50 m lang sein; würden sich längere Zuleitungen ergeben, so ist der Hauptzweig über diese so weit entfernte liegende Abnahmestelle zu schleifen, wie im Bild 107 oben.

Die Zahlen neben den Leitungen bedeuten die Zuleitungslängen in Metern.

Einmessen der Sammelanschlüsse.

Das Einmessen von Sammelanschlußschaltungen kann nur von Df-Meßtrupps durchgeführt werden, die dazu besonders ausgebildet und mit einem Df-Meßkoffer ausgerüstet sind. Zunächst wird ein Grobabgleich zur Festlegung der Versorgungsgruppe vorgenommen. Dabei wird in die letzte DDa ein $100\ \Omega$ -Widerstand eingesetzt und an seinen Klemmen die Leitungsspannung ($U_{L(g)}$) am $1000\ \Omega$ -Eingangswiderstand des Meßkoffers gemessen. Diese Spannung muß für jeden Träger mindestens 20 mV betragen, wenn die richtige Versorgungsgruppe gewählt worden ist.

Zum Feinabgleich wird danach die Empfangsspannung (U_{Empf}) an den Bananensteckern der DDa gemessen, die für alle drei Träger zwischen $10 \cdot \cdot \cdot 30$ mV liegen soll. Die drei Spannungen dürfen nicht mehr als 1:3 verschieden sein. Um die Spannungen auf den richtigen Wert zu dämpfen, werden in die DDa Längs- und Querwiderstände eingesetzt, deren Werte aus den Richtlinien der vorläufigen ADA oder aus dem Buch „Übertragungs-

technik II“ des Bandes 6 „Fernmeldetechnik“ im 5. Teil „Drahtfunktechnik“ entnommen werden können.

Spannungseinstellung bei Kleinempfängern.

Mit Rücksicht auf die geringe Trennschärfe der Kleinempfänger ohne Vorsatzgerät wird die Empfangsspannung durch Einsetzen von Widerständen in die DDa so weit herabgesetzt, daß die nötige Lautstärke durch Benutzung der Rückkopplung erreicht werden muß und dadurch die Trennschärfe sich steigert.

Bei zu hoher Spannung können die einzelnen Darbietungen nicht mehr voneinander getrennt werden.

An hochwertigeren Einkreisempfängern kann man die Antennenkopplung lose einstellen und dadurch zu hohe Empfangsspannungen ausgleichen.

Zieht man dann die Rückkopplung vorsichtig an, so können die einzelnen Darbietungen im allgemeinen genügend voneinander getrennt werden.

Die Bedienung des Rundfunkempfängers muß der Entstörer aber immer dem Teilnehmer selbst überlassen.

Aufhebung eines Df-Anschlusses.

Wird eine mit einem $100\ \Omega$ -Widerstand abgeschlossene DDa aufgehoben, so ist an Stelle der entfernten Anschlußdose ein Drahtfunkleitungsverschluß (DLVs) mit $100\ \Omega$ zu setzen, damit in diesem Df-Netz die einmal eingestellten Spannungsverhältnisse nicht verändert werden. Wenn keine DLVs-Klemmen vorhanden sind, so ist der $100\ \Omega$ -Widerstand zunächst behelfsmäßig einzulöten.

VI. Entstören von Df-Anlagen.

Störungen des Drahtfunkempfangs sind der Störungsstelle zu melden, die den Funkentstörer mit der Beseitigung des Fehlers beauftragt.

Die Fernsprechentstörer werden aber auch manche leicht übersehbare Df-Störungen selbst beheben können. Hierzu gehören zum Beispiel

a) innerhalb der VSt:

Aus ihrer normalen Lage verschobene Hochpaßfilter an der Sicherungsleiste des Vh, abgebrochene Schaltdrähte, heraus-

gekippte Trennschalter an der waagerechten Seite des Vh, gegenseitiges Überhören der Df-Programme, hervorgerufen durch überalterte Röhren in den Df-Breitbandverstärkern oder durch Überlastung dieser Verstärker;

b) **an der Df-Anschaltdose:**

Lose Anschlußstecker, gebrochene Anschlußschnüre, lose Klemmenverbindungen am Längs- oder auch am Querwiderstand innerhalb der Df-Anschaltdose. Unterbrechungen in der Anschaltdose können schrittweise eingegrenzt werden, indem man nacheinander am Kabeleingang, hinter dem Übertrager, am Schnuranschluß und an den Bananensteckern den Df-Empfang prüft. Die Empfängeranschlüsse „Antennen- und Erdbuchse“ sind dazu mit 2 Hilfsdrähten an die oben genannten Punkte anzuschließen (vergl. hierzu Bild 104).

Übertragungspfeifen beim Df-Empfang entsteht manchmal, wenn von freistrahrenden Langwellensendern Energie einstrahlt, die über den Kabelmantel zur Erdbuchse des Empfängers gelangt. Ein Umwickeln des Kabelmantels mit Isolierband, um seine Verbindung mit der Erdschelle der Anschaltdose aufzuheben, kann diesen Mangel beseitigen. Außerdem muß der Erdstecker des Empfängers (s. Bild 104) aus der Erdbuchse der Anschaltdose gezogen werden.

VII. 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.

Starkstromschutz

A. Zweck des Starkstromschutzes.

Der Starkstromschutz soll verhindern:

1. Unfälle und Gesundheitsschäden an Menschen und Tieren,

2. Beschädigungen der Fernmeldeanlagen,
3. Betriebsstörungen an Fernmeldeanlagen.

B. Einteilung der Starkstromanlagen.

Nach den Bestimmungen des Vereins deutscher Elektrotechniker (VDE) sind zu unterscheiden:

1. **Starkstromfreileitungen** mit Nennspannungen **unter 1000 V**
 - a) Ortsnetzfreileitungen unter 250 V gegen Erde,
 - b) Freileitungen von 250 bis 1000 V gegen Erde.
2. **Starkstromfreileitungen** mit Nennspannungen **von 1000 V und darüber** (Überlandfreileitungen).
 - a) Mittelspannungsanlagen (meistens 6 kV, 15 kV und 30 kV),
 - b) Hochspannungsanlagen (vorzugsweise 60 kV, 110 kV),
 - c) Höchstspannungsanlagen (über 110 kV).
3. **Starkstromkabelanlagen**
 - a) Ortsnetze für Städte und Dörfer (250 V gegen Erde),
 - b) Industrieanlagen (250 bis 1000 V),
 - c) Versorgungsnetze im bebauten Gelände (mit Betriebsspannungen bis 30 kV und mehr).
4. **Elektrische Bahnen.**
 - a) Straßenbahnen und Oberleitungs-Omnibuslinien mit Gleichstrom-Fahrleitungen bis 750 V gegen Erde,
 - b) Straßenbahnen und Schnellbahnen mit Gleichstrom-Fahrleitungen über 750 V gegen Schienen Erde,
 - c) Einphasenwechselstrom-Bahnen.

C. Die wichtigsten Schutzmaßnahmen.

Die „Zweite Durchführungsverordnung zum Energiewirtschaftsgesetz“ bildet die gesetzliche Grundlage. Darin ist gesagt, daß Starkstromanlagen nach den anerkannten Regeln der Elektrotechnik einzurichten und zu unterhalten sind. Hierfür sind die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) maßgebend.

Danach sind Starkstrom-Gefahrenstellen auszuführen gemäß den

- a) „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen unter 1000 Volt“ (VDE 0100/VIII. 44 mit 0100 U/IV. 49),
- b) „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für die Errichtung von Starkstromanlagen mit Betriebsspannungen von 1 kV und darüber“ (VDE 0101/V. 43),

- c) „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für den Betrieb von Starkstromanlagen“ (VDE 0105/XII. 40),
- d) „Vorschriften nebst Ausführungsregeln für elektrische Bahnen“ (VDE 0115/XI. 44),
- e) „Vorschriften für den Bau von Starkstrom-Freileitungen (VDE 0210/2. 51),
- f) „Leitsätzen für Maßnahmen an Fernmelde- und an Drehstromanlagen“ (VDE 0228/1925),
- g) „Vorschriften und Regeln für die Errichtung elektrischer Fernmeldeanlagen“ (VDE 0800/I. 43).

Bei Haftansprüchen, die sich auf Schäden beziehen, die durch unsachgemäß ausgeführte elektrische Anlagen entstehen, sind die VDE-Vorschriften ebenfalls maßgebend.

An Kreuzungen und Näherungen kommen als Schutzmaßnahmen in Betracht:

I. Bei oberirdischen Anlagen:

1. Der erhöht sichere Bau der oberhalb liegenden Leitungen,
2. die Verkabelung a) der Fernmeldeanlage oder
b) der Starkstromanlage.

II. Bei unterirdischen Anlagen:

1. Der mechanische Schutz,
2. der Schutz gegen Wärmewirkungen vom Starkstromkabel her.

D. Mindestabstände zwischen Starkstrom- und Fernmeldeanlagen:

1. Bei oberirdischen Anlagen

Starkstromfreileitung mit Nennspannung gegen Erde (in Volt)	Fernmeldefreileitung	
	senkrechter Abstand (in m)	waagerechter Abstand (in m)
unter 250	1,00 ¹⁾	1,25
von 250 bis 1000	1,50	1,25
von 1000 und darüber	2,00 ²⁾	1,25
		in bezug auf alle Bauteile der Starkstromanlage

1. Bei Schlauchleitungen mit Zugentlastung sind Abstände bis 0,50 m zulässig.
2. Bei Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 110 000 V werden die Mindestabstände in besonderen Berechnungen festgelegt, die das FTZ prüft. Meist ist aber die Verkabelung der Fernmeldeleitungen erforderlich.

2. Bei oberirdischen und unterirdischen Anlagen

Die Maste oder Fundamente der Starkstromanlagen müssen von den im Erdboden verlegten Kabeln der DBP in allen Richtungen mindestens 0,8 m entfernt bleiben. Sie dürfen sich bis auf 0,3 m nähern; in diesen Fällen sind die Fernmeldekabel gegen mechanische Beschädigungen zu schützen. Die gleichen Bedingungen gelten auch für Stützpunkte der Fernmeldeanlagen, wenn sie sich Starkstromkabelanlagen nähern.

3. Bei unterirdischen Anlagen

Fernmeldekabelanlagen sind grundsätzlich möglichst weit von Starkstromkabelanlagen zu verlegen. Bei Kreuzungsstellen mit kleinerem Abstand als 0,3 m sind die später verlegten Kabel mit einem Wärmeschutz auf der dem Fernmeldekabel zugekehrten Seite zu versehen. Die Schutzvorkehrungen müssen seitlich mindestens 0,5 m über die Kreuzungsstelle hinausragen.

4. Bei Kreuzungs- und Näherungsstellen in Gebäuden

In Gebäuden sind die Starkstrom- und die Fernmeldeleitungen nicht nur als Kabel verlegt, sondern auch in Rohren auf oder unter Putz. Der beiderseitige Abstand der Bauteile soll mindestens 10 mm betragen. Längere Parallelführungen zwischen Starkstrom- und Fernmeldekabeln sind zu vermeiden, besonders wenn die Starkstromspannung über 1 kV beträgt. Es besteht sonst die Gefahr, daß die Sprechverständigung über die Fernmeldeleitungen beeinträchtigt wird.

Ortsveränderliche Starkstromleitungen müssen besonders gut instandgehalten werden, d. h. sie müssen ausgewechselt werden, wenn die isolierende Umhüllung schadhaf ist, weil hier der Abstand von 10 mm nicht immer eingehalten werden kann. Der Besitzer des Starkstromanschlusses ist für dessen einwandfreien Zustand verantwortlich.

E. Arbeiten an Gefahrenstellen.

Gerissene oder zu weit durchhängende Starkstromleitungen können darunterliegende Fernmeldeleitungen berühren und dadurch den an ihnen arbeitenden Entstörer gefährden. Durch induktive oder kapazitive Beeinflussungen gelangen mitunter eben-

falls höhere Spannungen auf die Fernmeldeanlagen, besonders wenn Starkstrom- und Fernmeldeleitungen sich unzulässig nähern oder auf langen Strecken in geringem Abstand parallel verlaufen.

Der Entstörer muß sich besonders vorsichtig verhalten, wenn er mit Erdleitungen (z. B. an den Masten) in Verbindung steht und dabei blanke Freileitungen berührt, die gefährdende Fremdspannungen führen können.

Beim Arbeiten an Starkstromgefahrenstellen sind die Unfallvorschriften (Bau), Ausgabe 1951 § 6 zu beachten.

F. Mängel an Gefahrenstellen.

An Starkstromanlagen treten mitunter erhebliche Mängel auf, auf die ein Fernsprechentstörer vorbereitet sein muß, damit er beim Arbeiten in der Nähe solcher Gefahrenstellen nicht verunglückt.

Besonderes Augenmerk ist zu richten auf:

- a) Unzureichende Standsicherheit der Holzmasten (Fäulnis),
- b) zu großen Durchhang der Freileitungen,
- c) schlechte Verbindungsstellen in den Starkstromfreileitungen — Abzweigungen oder mehrere Verbinder im Kreuzungsfeld —, schadhafte oder herausgerissene Isolatoren,
- d) zu geringe Abstände der Leitungen untereinander,
- e) schadhafte Anker,
- f) fehlende Schutzdrähte, wenn Starkstromleitungen Fernmeldeleitungen unterkreuzen,
- g) Sprünge in den Mastfundamenten bei Gittermasten und Betonmasten.

Mängel an Schutzmaßnahmen der Starkstromgefahrenstellen sind sofort schriftlich auf Formblatt „Mängel an Starkstromgefahrenstellen“, dem Fernmeldebauamt zu melden, auch wenn in dringenden Fällen eine fernmündliche Durchsage vorausgegangen ist. Die örtlich zuständige Betriebsstelle des Elektrizitätswerkes ist ebenfalls fernmündlich zu verständigen.

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 zweiten 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.

Dabei ist auch auf mechanische Mängel zu achten, die oft Ursache von Störungen sind, ohne daß elektrische Fehler vorliegen. Hierzu gehören: Festklemmen des Gabelumschalters, zu stark gebremste Nummernschalter, unsachgemäß zusammengesetzte Gehäuseteile, u. a. Häufig liegen auch nur Bedienungsfehler des Teilnehmers vor. Bei dieser allgemeinen Überprüfung wird man in den meisten Fällen feststellen können, 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) nur in den Fällen angewendet wird, in denen Stromverhältnisse untersucht werden sollen, die mit dem Fernhörer nicht zu übersehen sind.

Der Prüfhörer hat gegenüber allen sonstigen Geräten den Vorteil der größeren Empfindlichkeit und einfachen Handhabung.

Beispiel für die Handhabung des Prüfhörers: Im Stromlauf Bild 108 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.

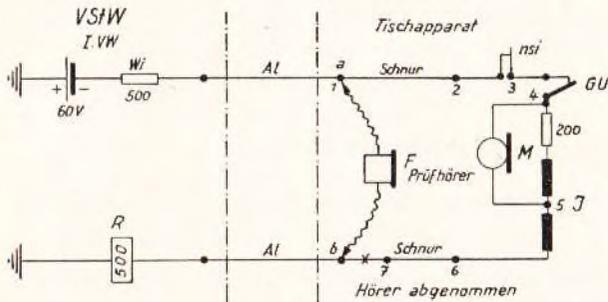


Bild 108. Eingrenzen eines Fehlers mit dem Prüfhörer.

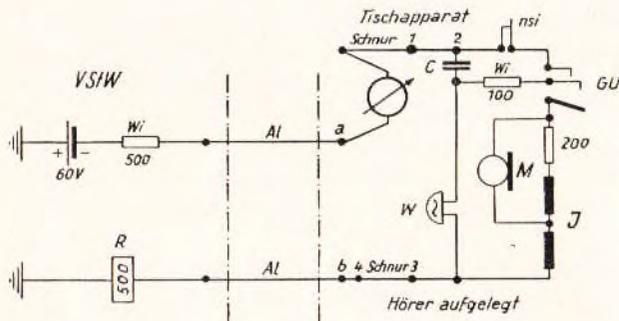


Bild 109. Eingrenzen eines Fehlers mit dem Strommesser.

In den im zweiten Teil gebrachten Störungsbeispielen konnten nicht immer alle Ursachen der Störungerscheinung aufgeführt werden, damit die Abschnitte nicht zu großen Umfang annahmen. In solchen Fällen wird sich beim Prüfen der Arbeitsweise der Apparate ergeben, ob die im Text angenommene Fehlerursache in Betracht kommt oder nicht.

Die Schaltzeichnungen werden bei den älteren Apparaten noch in der früheren Darstellungsweise gebracht, wie sie der Entstörer in der Praxis vorfindet. Alle neuen Apparaten sind dagegen mit den heute üblichen Schaltzeichen dargestellt.

Tischapparat W 38

I. Apparatansicht.



Bild 110.

II. Übersichtsschaltung: (s. Bild 110 a)

III. Verwendungszweck:

Als Einzelsprechstelle (Haupt- oder Nebenstelle).

Als zweiter Sprechapparat.

Als ortsveränderlicher Apparat mit Stecker (in Anschlußdosenanlagen).

Der Apparat hat bessere Übertragungstechnische Eigenschaften als die älteren Bauarten.

IV. Anschließen:

Zum Anschließen wird die Klemmendose 32 verwendet, deren Klemmenbezeichnungen aus dem Bild 111 hervorgehen. Die

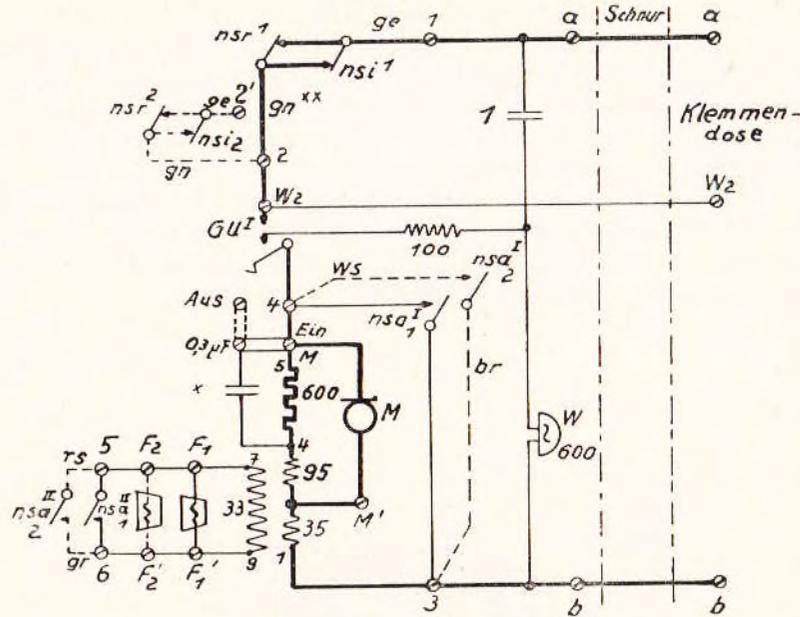


Bild 110 a. Tischapparat W 38.

× Ausschalten des Kondensators 0,3 μF:
Kurzschließer auf „Aus“ umlegen.

×× Anschließen eines zweiten Nummernschalters:

- 1) Grüne Leitung: von Klemme 2 ausgehend, so umlegen, daß nsr² über Klemme 2' und nsr¹ in Reihe gelegt wird.
- 2a) Für den Nummernschalter 38 mit Fuß gelten die - - - - Linien.
- 2b) Für die Nummernschalter 24 und 30 s. Bild 113.

Schnurfarnen der Apparatschnur sind weiß, braun und grün. Ein zweiter Wecker kann zwischen b und W 2 eingeschaltet werden. Die Erdklemme ist hier unbenutzt.

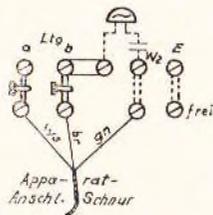


Bild 111.
Klemmendose 32.

Umschalten der veränderbaren Nachbildung:
Die Fernsprechapparate W 38 und W 28 mit Sternschauzeichen enthalten eine veränderbare Nachbildung (Bild 110 a u. 112).

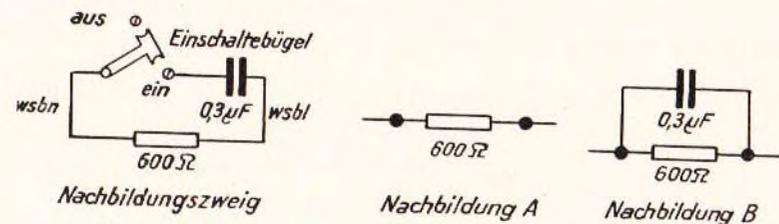
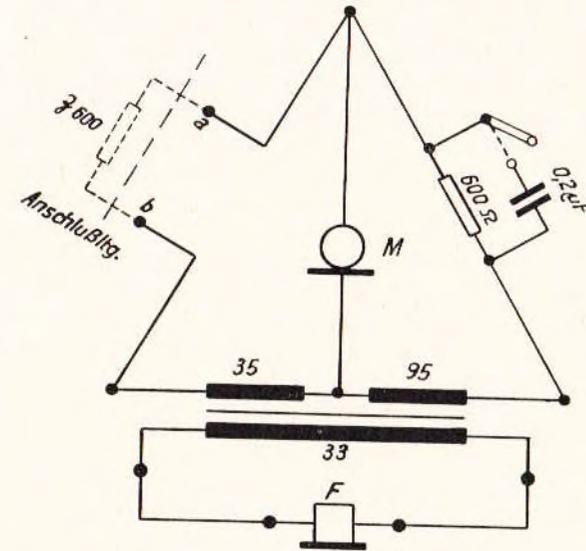


Bild 112. Dämpfungsschaltung. Erläuterung siehe unten.
(Veränderbare Nachbildung im Tischapparat W 38.)

Die **Dämpfungsschaltung**, in der Fernhörer und Mikrophon eingeschaltet sind, soll verhindern, daß im eigenen Hörer die Raumgeräusche oder die eigene Sprache des Teilnehmers zu laut zu hören sind, damit nicht die Worte seines Gegenübers überdeckt werden und dadurch die Verständlichkeit leidet.

Die Schaltung erfüllt aber ihren Zweck nur dann, wenn die in der Brückenseite liegende Leitungsnachbildung den elektrischen Verhältnissen der Anschlußleitung entspricht. In dem Apparat W 38 kann entweder die Nachbildung A oder die Nachbildung B eingestellt werden (siehe Bild 112).

Zum Umschalten dient der Einschaltbügel, der auf „Ein“ oder „Aus“ gestellt werden kann, d. h. der Kondensator 0,3 Mf ist entweder ein- oder ausgeschaltet.

Ausschlaggebend für die einzustellende Nachbildung A oder B sind stets die Art und die Länge der Verbindung von der Sprechstelle (Haupt- oder Nebenstelle) bis zum Fernamt.

Die Nachbildung „A“ gilt allgemein immer, wird aber vorzugsweise bei Verwendung von Freileitungen angewendet, während Nachbildung B für Leitungen im Kabel gedacht ist (Nachbildung der erhöhten Leitungskapazität).

Regeln für die Einschaltung

1. Orts- und Fernamt sind durch eine Freileitung von beliebiger Länge oder durch ein bespultes Kabel von beliebiger Länge — oder durch ein unbespultes von nicht mehr als 1 km Länge verbunden:
 - a) bei Anschlußfreileitungen von beliebiger Länge und für Anschlußkabel bis zu 2 km Länge — Nachbildung A,
 - b) bei Anschlußkabeln von mehr als 2 km Länge — Nachbildung B.
2. Orts- und Fernamt sind durch ein unbespultes Kabel von mehr als 1 bis 2 km Länge verbunden:
 - a) bei Anschlußfreileitungen und Anschlußkabeln von beliebiger Länge — Nachbildung B.

Die neuen Tischapparate W 48 und W 50 enthalten nur noch eine einfache Dämpfungsschaltung ohne veränderbare Nachbildung „A oder B“.

Anschließen eines zweiten Nummernschalters (hierzu siehe Bild 110 a und 113).

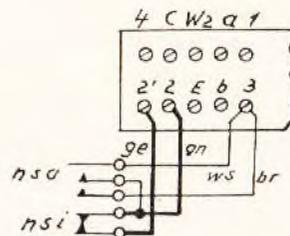


Bild 113. Anschließen eines zweiten Nummernschalters.

Ein zweiter Nummernschalter wird an die Klemmenleiste im Innern des Apparates nach Bild 113 angeschlossen; außerdem sind die Bemerkungen unter dem Bild 110 a zu beachten.

Der Nummernschalter 38 ist nach neuen Grundsätzen entwickelt worden. Er enthält einen zweiten nsa-Kontakt (nsa^{II}),

der den Fernhörer während des Wählens kurzschließt. Er soll Knackgeräusche im Hörer während des Wählens verhindern.

Vom nsi-Kontakt werden bei jeder Stromstoßreihe zwei Unterbrechungen mehr ausgeführt, als sie der gewählten Ziffer entsprechen. Die beiden letzten Wählunterbrechungen werden aber dadurch unwirksam, daß der neu eingebaute nsr-Kontakt zum Schluß jeder Stromstoßreihe den nsi-Kontakt kurzschließt.

Durch diese Maßnahme werden die Pausen zwischen den einzelnen Abläufen des Nummernschalters vergrößert.

Wenn man z. B. mehrmals schnell hintereinander eine „Eins“ wählt, dann ergeben sich bei dem neuen Nummernschalter genügend große Wählzwischenräume, so daß die einzelnen Wählstufen im Amt richtig folgen können.

Für das Anschalten eines zweiten Nummernschalters Bauart 38 gelten die in der Gesamtschaltung angegebenen gestrichelten (---) Linien.

Von den in der Schaltung dargestellten Kontakten gehören zum Nummernschalter 1: nsi₁, nsr₁, nsa₁^I und nsa₁^{II}.

Zum besonders angeschalteten zweiten Nummernschalter gehören die Kontakte: nsi₂, nsr₂, nsa₂^I und nsa₂^{II}.

Die neue Bauart und Wirkungsweise des Nummernschalters bedingt, daß die Löcher in der Lochplatte geringeren Abstand voneinander haben als früher, und daß das Ziffernloch 1 vom Fingeranschlag weiter entfernt ist als bei den älteren Bauarten.

V. Bedienung.

Beim Abnehmen des Handapparates wird die Gabel nach oben bewegt und betätigt den Gabelumschalter GU (siehe Übersichtsschaltung). Ein Klemmen der Gabel ist bei dieser Ausführung fast unmöglich.

Äußerlich ist der Apparat W 38 sofort an der stark eingeknickten Form des Handapparates zu erkennen.

Für das Mikrophongehäuse wird eine Kapsel neuer Bauart mit kleiner Einsprechöffnung verwendet.

VI. Fehlerbeispiel:

Fehler:

Der Wecker schlägt beim Wählen mit an.

Ursache:

Der nsa₁^I-Kontakt schließt den Wecker nicht kurz, weil z. B. die Zuleitung zum 100 Ω-Widerstand unterbrochen ist oder das

Kurzschließen des Weckers durch eine andere Unterbrechung in seiner Zuleitung nicht eintritt.

Eingrenzen:

Der Kurzschlußweg über den GU-Kontakt, den Widerstand 100Ω und über den Wecker $W 2 \times 300$ wird geprüft.

Beim Ablaufen der Nummernscheibe muß der GU-Kontakt-federsatz an der Widerstandsseite geschlossen werden. Bleibt der Fehler bestehen, so ist der Widerstand stromlos oder die Drahtverbindung vom Widerstand zum Wecker ist unterbrochen.

Am Nummernschalterkontakt darf nicht gestellt werden, fehlerhafte Nummernschalter sind auszuwechseln.

Beseitigung:

Ein schadhafter 100Ω -Widerstand ist auszuwechseln bzw. fehlerhafte Lötstellen sind zu erneuern.

Tischapparat W 48 mit Erdtaste.

I. Apparatansicht.



Bild 114.

II. Übersichtsschaltung: (siehe Bild 115)

III. Verwendungszweck:

Als Hauptstelle (ohne Erdtaste),
als Nebenstelle (je nach Betriebsweise mit oder ohne Erdtaste),
als zweiter Sprechapparat, auch in Gemeinschaftsanlagen
(Zweieranschlüssen) und in Anschlußdosenanlagen (ohne Erdtaste).

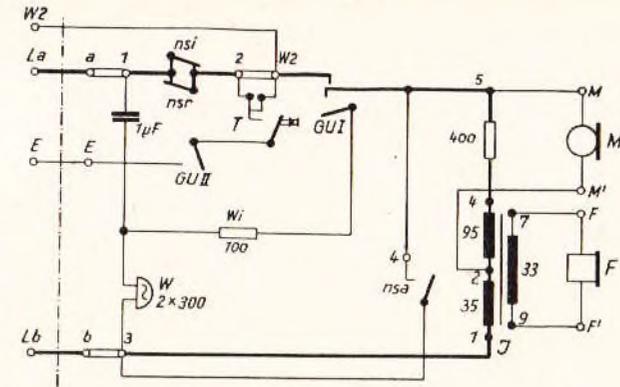


Bild 115. Tischapparat W 48 mit Erd- und Flackertaste.

Wenn beim Drücken der Erdtaste T gleichzeitig die Verbindung zwischen a- und b-Leitung unterbrochen werden soll, ist die Brücke zwischen 2 und W₂ zu entfernen.

In handbedienten ZB-Anlagen wird der Apparat ohne Nummernschalter verwendet. Die Klemmen 1 und 2 sind dann zu überbrücken.

IV. Anschließen:

Nach Bild 115, Schnurfarben: La (weiß), Lb (weiß-braun), W₂ (weiß-gelb), E (weiß-grün).

Mikrofon: M (weiß), M' (weiß-braun),

Fernhörer: F (weiß-grün), F' (weiß-gelb).

V. Bedienung:

Beim Abnehmen des Handapparats werden die Kontakte GU^I und GU^{II} betätigt.

GU^I schaltet die Gleichstromschleife für das Mikrofon ein; der Kondensator C — $1 \mu F$ — in Reihe mit dem Widerstand Wi 100Ω werden parallel zu den Kontakten nsi, T und GU^I geschaltet (Funkenlöschkreis, Störschutz).

Der Wecker liegt parallel zur Dämpfungsschaltung (Mikrofon und Sprechtransformator). Bei diesen neuen Apparaten ist der GU^I-Kontakt vor dem nsa-Kontakt eingeschaltet; dadurch bleibt bei aufgelegtem Handapparat eine Betätigung des Nummernschalters wirkungslos. Die Gleichstromschleife wird nicht geschlossen. Ebenso verhindert der GU^{II}-Kontakt eine Erdschleife, wenn bei aufgelegtem Handapparat die Erdtaste gedrückt werden sollte.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Kein Amtszeichen (aber Ruf kommt an).

Ursachen:

- Schnurklemme lose.
- nsi-Kontakt offen.
- GU-Kontakt (Bild 115) schließt nicht.
- Schlechte Verbindungsstellen.
- Störungen, die auf Fehler in der Anschlußleitung zurückzuführen sind, siehe unter „Leitungen und Leitungsstörungen“.

Eingrenzen (s. Bild 108):

b-Leitung bei \times auftrennen und den Prüfhörer (oder auch den Spannungsmesser mit 90 V Spannungsbereich) an die b-Außenleitung anschließen; mit der anderen Anschlußschnur des Hörers (oder des Meßgeräts) werden die Punkte 1 bis 7 abgetastet. Das laute Knackgeräusch (oder der Zeigerausschlag beim Meßgerät) verschwindet, sobald die Fehlerstelle überschritten wird.

Das Auftrennen der b-Ader hat den Zweck, daß beim Prüfen zwischen dem Anschlußpunkt auf der b-Leitung und den Punkten 1 bis 7 ohne eine Leitungsunterbrechung immer die volle Batteriespannung angetroffen wird.

Beseitigung des Fehlers:

- Klemmverbindung festziehen.
- Nummernschalter auswechseln.
Das Arbeiten am Nummernschalter ist dem Entstörer untersagt, weil eine ordnungsmäßige Einstellung nur mit Hilfe eines Stromstoßschreibers möglich ist.
- Kontakt reinigen, Kontaktdruck einstellen.
- 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-Leitung,

- feuchte Schnur,
- Kondensator durchgeschlagen.

Eingrenzen (s. Bild 109):

Handapparat auflegen!

a-Ltg. auftrennen, Spannungsmesser mit Einstellung auf den 90 Volt-Bereich in die Auftrennstelle einschalten.

Die in der a/b-Schleife liegenden Kontaktstellen werden der Reihe nach aufgetrennt.

Zeigerausschlag verschwindet, wenn Kontaktstellen vor dem gesuchten Nebenschluß isoliert werden;

Zeigerausschlag bleibt bestehen, wenn die Kontakte hinter dem gesuchten 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 116 zeigt das Prüfen des Kondensators mit einem Voltmeter auf: 1. Ladung, 2. Entladung.

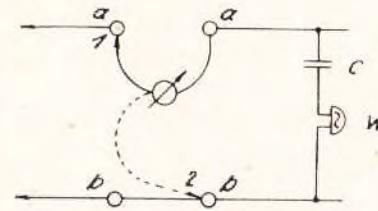


Bild 116.

Trotz mehrmaliger Berührung des Punktes a 1 darf das Voltmeter (90-Volt-Bereich) nur **einen** Ladeausschlag zeigen, bei Berührung des Punktes b 2 schlägt der Zeiger nach der anderen Seite aus (Entladestromstoß).

Beide Ausschläge müssen ungefähr gleich groß sein.

3. Fehler:

Amtszeichen kommt an; nach dem Wählen: Hörverständigung, aber keine Sprechverständigung.

Ursache:

Mikrofonkapsel gibt keinen Kontakt oder: Kapsel ist schadhaf.

Beseitigung:

Kontaktstellen reinigen oder schadhafte Kapsel auswechseln.

Mechanischer Fehler: Wecker versagt.

Ruf kommt nicht an oder ist zu leise.

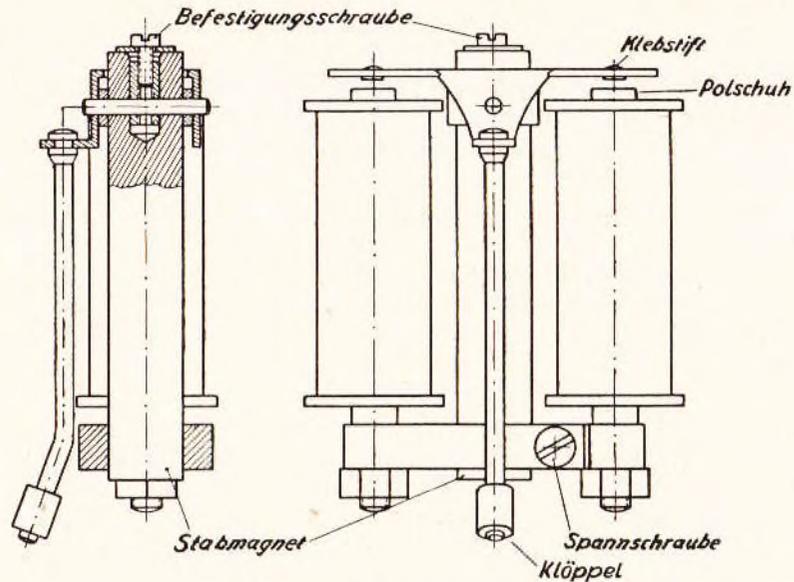


Bild 117.

Ursache:

Wecker falsch eingestellt *).

Beseitigung:

Durch Einstellen des Weckers (siehe Bild 117).

1. Auflageflächen des Ankers (zwischen den Klebstiften und Polschuhen) reinigen.
2. Spannschraube etwas lösen.
3. Einstellblech 0,6 mm auf der einen Seite zwischen Klebstift und Polschuh schieben.
4. Stabmagnet nach unten drücken, bis der Anker anliegt.
5. Spannschraube anziehen; der Anker muß bei senkrechter Klöppellage parallel zu den Polschuhen stehen und leicht beweglich sein.
6. Glockenschalen durch Drehen so einstellen, daß der Klöppel bei angedrücktem Anker **nicht** an ihnen anliegt; er darf sie nur beim Anschlagen berühren, damit die Schalen ausklingen können.
7. Glockenschrauben gut anziehen.

*) Die neuere Weckerbauart zeigt Bild 147 Seite 226.

4. Fehler:

Keine Verständigung.

Ursache:

Mikrophon- oder Hörstromkreis stromlos.

Eingrenzen:

Der Prüfhörer wird zwischen a-Leitung und Klemme „a“ des Apparates eingeschaltet. Wenn beim Bewegen des Handapparates im Prüfhörer ein Geräusch zu hören ist, ist der Mikrophonstromkreis in Ordnung.

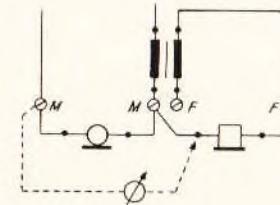


Bild 118. Prüfen des Mikrophons und des Fernhörerstromkreises.

Verwendet man zum Prüfen ein Voltmeter und legt es gemäß Bild 118 an (— zum Schutz des Meßwerkes erst auf einen Bereich schalten, der 60 Volt oder mehr maximal mißt; dann, wenn Ausschlag klein genug, auf den 30-Volt-Bereich umschalten! Richtige Polung des Instrumentes dabei beachten —), dann muß sich beim Bewegen des Handapparates der Zeigerausschlag des Voltmeters, der bei einem 60-Volt-Amt und unbewegtem Handapparat etwa 3—10 Volt betragen muß, merklich ändern (um etwa 1—3 Volt), wenn die Mikrophonkapsel arbeitet.

Untersuchung des Fernhörerkreises (ebenfalls nach Bild 118): Eine Schnurader des Fernhörers wird abgeklemmt und mit der Mikrophonklemme verbunden, um Gleichspannung an den Hörstromkreis zu legen.

Mit dem Voltmeter (30-Volt-Bereich!) oder mit dem Prüfhörer tastet man — wie im Bild 118 angegeben — von der rechten M-Klemme ausgehend über die Hörerkapsel hinweg bis zur freien F-Klemme hin den Fernhörerstromkreis solange ab, bis beim Ausbleiben des Zeigerausschlags oder Aufhören des Knackgeräusches im Prüfhörer die Unterbrechungsstelle gefunden ist.

Beseitigung:

Stromlose Handapparatschnur oder Hörerkapsel auswechseln.

In Handapparaten mit fest eingebauten Spulen (alte Ausführung!) können einzelne schadhafte Spulenhälften bis zur Auswechslung des Handapparates überbrückt werden.

5. Fehler:

Der Nummernschalter gibt zeitweise ein oder zwei Impulse zuviel; der Teilnehmer klagt über Fehlverbindungen.

Ursache:

Die Nummernschalterkontakte arbeiten nicht einwandfrei; offenbar schließt der nsr-Kontakt (Ruhekontakt) am Schluß der Impulsreihe den nsi-Kontakt nicht kurz.

Eingrenzung:

Zum Prüfen Handapparat abnehmen, Voltmeter (90-Volt-Bereich!) statt der Brücke a—1 einschalten, Ausschlag des Zeigers beobachten. Isoliert man den nsi-Kontakt, so muß die Schleife bestehen bleiben; andernfalls schließt der nsr-Kontakt nicht. Bei Prüfung mit dem Prüfhörer kann man ihn in die Schleife oder zwischen die a- und b-Klemmen einschalten und die Impulsreihe beim Ablaufen der Nummernscheibe abhören.

Beseitigung:

Ein schadhafter Nummernschalter ist auszuwechseln.

Tisch- und Wandapparat W 49

I. Apparatansicht.



Bild 119.

II. Schaltung wie Bild 115.

III—VI wie beim Tischapparat W 48. Der Apparat W 49 der Firma Hagenuk läßt sich durch Umsetzen der Handapparatunterlage (Preßgehäuse) als Tisch- oder Wandapparat herrichten und kann mit oder ohne Erdtaste betrieben werden.

Einige elektrische Werte der neuen Fernsprechapparate (W 48 und W 49):

Gleichstromwiderstand des Apparates (Handapparat abgehoben) etwa 100 Ω ,

Widerstand des Mikrophons allein etwa 90 Ohm,

Widerstand der Weckerspulen 2×300 Ohm,

Scheinwiderstand der Weckerspulen bei 800 Hz 14 000 Ohm,

Gleichstromwiderstand der Fernhörerspulen 2×27 Ohm.

Öffentlicher Münzfernsprecher 30 für den Ortsverkehr

I. Apparatansicht:

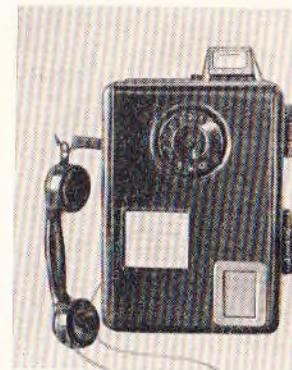


Bild 120.

II. Übersichtsschaltung: (Bild 121 siehe nächste Seite)

III. Verwendungszweck:

Der Apparat wird als öffentlicher Fernsprecher in Postämtern, Bahnhöfen und sonstigen öffentlichen Gebäuden aufgestellt, bei denen auch andere öffentliche Münzfernsprecher für Fern- und Schnellgespräche vorhanden sind, weil vom Münzfernsprecher 30 nur Ortsgespräche geführt werden können.

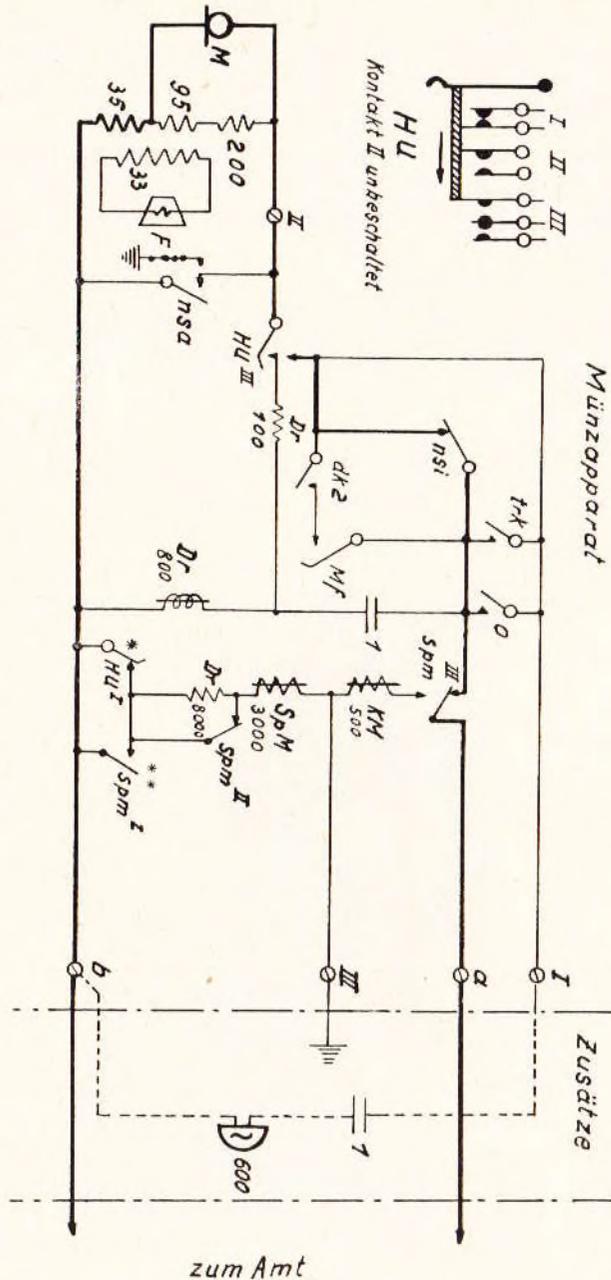


Bild 121. Öffentlicher Münzfernsprecher 30 für Ortsverkehr (Gesamtstromlauf).
 * * spmI schließt, bevor spmII öffnet. *HUII schließt beim Einhängen, bevor HUIII öffnet.
 - - - - kommt hinzu für ankommende Verbindungen. Nähere Erläuterungen im Text.

IV. Anschließen:

Nach Bild 121 und nachstehenden Klemmenbezeichnungen:

- | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------|-------|------|------|------|-----|------|------|-------|------|------|------|--|
| <p>Klemmen an der Rückwand</p> <ul style="list-style-type: none"> E ∅ Erdklemme und Befestigungsschraube a ∅ } Anschlußleitung b ∅ } Anrufwecker 1 ∅ } II ∅ zum Mikrophon (bereits verdrahtet) III ∅ Erde IV ∅ } Frei V ∅ } VI ∅ } <p>∅ Befestigungsschraube</p> <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>1 ∅</td> <td>2 ∅</td> <td>3 ∅</td> <td>4 ∅</td> <td>5 ∅</td> <td>6 ∅</td> </tr> <tr> <td>gelb</td> <td>grün</td> <td>braun</td> <td>weiß</td> <td>Frei</td> <td>Frei</td> </tr> </table> | 1 ∅ | 2 ∅ | 3 ∅ | 4 ∅ | 5 ∅ | 6 ∅ | gelb | grün | braun | weiß | Frei | Frei | <p>Klemmen am Einsatz
rechts neben dem
Nummernschalter</p> <ul style="list-style-type: none"> grün — ∅ 1 gelb — ∅ 2 weiß — ∅ 3 braun — ∅ 4 grau — ∅ 5 Frei } ∅ 6 Frei } ∅ 7 Frei } ∅ 8 |
| 1 ∅ | 2 ∅ | 3 ∅ | 4 ∅ | 5 ∅ | 6 ∅ | | | | | | | | |
| gelb | grün | braun | weiß | Frei | Frei | | | | | | | | |

Anschlüsse für Hörer und Mikrophon

V. Bedienung:

1. Zwei 10 Pf-Stücke einwerfen (5 Pf-Kanal nicht vorhanden).
2. Handapparat abnehmen.
3. Wählen.
4. Anhängen (die Verbindung löst aus). Das Geld fällt in den Geldbehälter oder in den Rückgabebehälter.

Der Geldbehälter darf während des Arbeitens im Gehäuse nicht vorgezogen werden, weil er sich sonst nicht wieder zurückdrücken läßt. Erst nach Lösen der Plombe läßt sich die Sperrvorrichtung im Innern des Geldbehälters wieder zurückstellen.

Der Behälter kann dann wieder eingeschoben werden und klinkt in einen links angebrachten Sperrhaken ein.

Erläuterungen zu den Kontakten (s. Bild 121).

- HU Hakenumschalterkontakte.
- Mf Münzfühlhebel schließt, wenn keine Münze im Kanal liegt und die Nummernscheibe aufgezo-gen wird. Im andern Falle legt sich der Münzfühlhebel von oben gegen die zweite Münze und gibt den nsi-Kontakt frei.

- dk 2 Der Dekadenkontakt schließt beim zweiten oder dritten Aufziehen der Nummernscheibe.
- 0 Der Nullkontakt schließt beim Aufziehen der Ziffern 01, 09 und 00, um die Verbindungen zum Fernsprechauftragsdienst, zum Schnellamt und Fernamt zu verhindern.
- trk Der Trägheitskontakt schließt beim verzögerten Ablauf der Nummernscheibe.
- SpM Der Sperrmagnet wird durch den HU^I-Kontakt beim Anhängen des Handapparates angeschaltet.
- KM Der Kassiermagnet wird durch den spm^{III}-Kontakt eingeschaltet, er spricht nach gebührenpflichtigen Gesprächen an (Kassierübertragung und a/b-Ader-Vertauschung im Amt hinter dem I. VW).
- Dr 100 sind zweifädige (bifilare) Widerstände, die auf die Drossel Dr 600 aufgewickelt sind. Dr 600 dient als Ersatz für Dr 8000 den sonst zum Mikrophon parallelgeschalteten Wecker, um die gleichen elektrischen Bedingungen für die Mikrophonspeisung, wie bei den einfachen Sprechstellen-Apparaten herzustellen.

VI. Fehlerbeispiel:

Fehler:
Die eingeworfenen Münzen werden nicht vereinnahmt, obgleich das Gespräch gebührenpflichtig ist.

Ursache:
Der Sperrmagnet SpM spricht beim Anhängen des Handapparates nicht an.
Der HU^{III}-Kontakt öffnet, bevor HU^I schließt.

Eingrenzen:
Bei abgenommenem Handapparat wird der HU^I-Kontakt geschlossen (Federsatz zusammendrücken); spricht SpM an, so ist dies ein Zeichen dafür, daß der Stromkreis für den Sperrmagneten außerhalb des Münzfernsprechers in Ordnung ist.

Beseitigung:
Die HU-Kontakte müssen gereinigt und so eingestellt werden, daß der HU^I-Kontakt schließt, bevor HU^{III} öffnet.
Fehler elektrischer Art treten hier selten auf; im allgemeinen klemmt das Geld im Münzkanal oder am Münzfühler, wenn Verstopfungen durch Schmutz auftreten.

Ortsmünzfernsprecher 33

I. Apparatsichten:

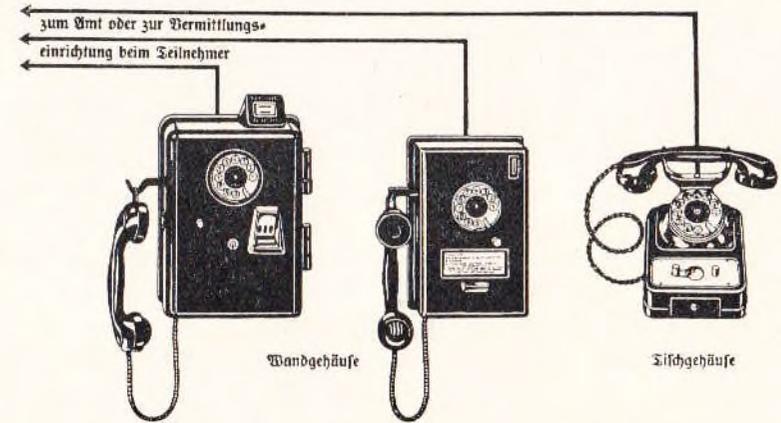
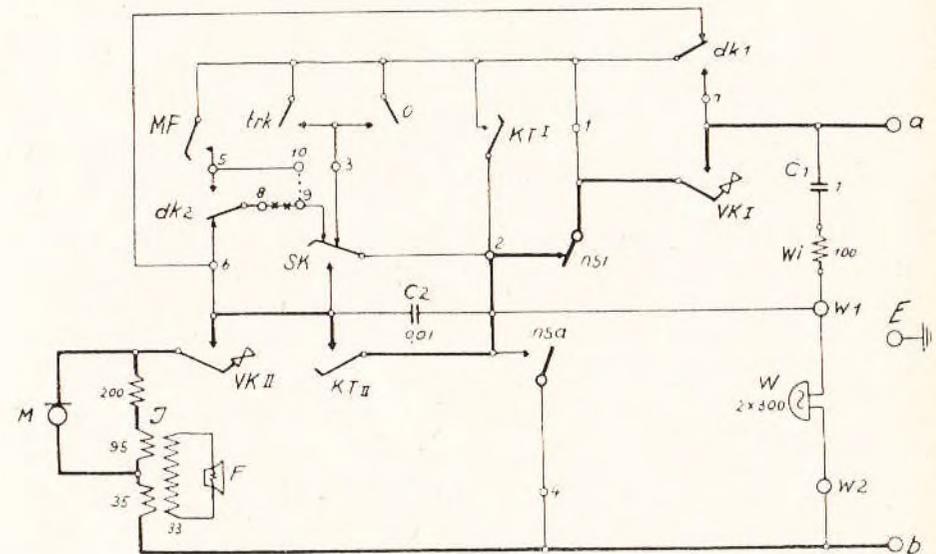


Bild 122.

II. Übersichtsschaltungen:



- x - x - entfällt | bei Verwendung
- - - - - kommt hinzu | in gemischtem Netz.

Bild 123. Wandapparat. Gesamtschaltung.

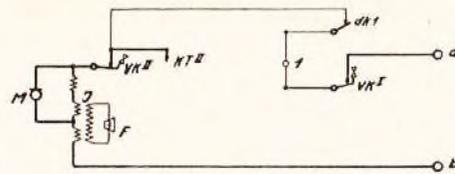


Bild 124.
Anrufstromkreis.

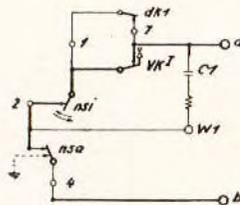


Bild 125.
Teilnehmer wählt.

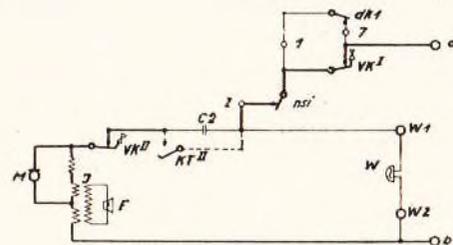


Bild 126.
Sprech- bzw. Hör-
stromkreis.

III. Verwendungszweck:

Nur für Wähl-Schaltung verwendbar.

Der Ortsmünzfernsprecher wird verwendet in Geschäften, Gaststätten als Hausmünzfernsprecher an Stelle des Hauptanschlusses oder als zweiter Apparat.

Fern-, Schnellamts- und Auftragsdienstanmeldung sind gesperrt; die Sperre kann mit besonderem Schlüssel aufgehoben werden (Schloßkontakt, siehe SK-Kontakt, Bild 123). Der Apparat darf nicht als „Öffentlicher Fernsprecher“ gekennzeichnet werden.

IV. Anschließen:

Nach Bild 123 an die a- und b-Klemme. Die Klemme E war für Netze mit Erdsystem bestimmt. (Schaltung wird bei der DBP nicht mehr angewendet.)

Besonderer Nummernschalter: Vsch 544 d; er ist nach den im Bild 123 angegebenen arabischen Ziffern 1 ··· 10 (bei Tischapparaten 1 ··· 8) anzuschließen.

V. Bedienung:

a) Wandapparate.

Handapparat abnehmen.

VK Anrufstromkreis geschlossen (Bild 124), VK I und VK II schließen mit Verzögerung, dadurch wird das Geben von Wählstromstößen mit dem Hakenumschalter verhindert.

Geld einwerfen (2 mal 10 Pf).

MF Der Münzfühlhebel MF legt sich beim Wählen gegen die oberste Münze. Wird kein Geld eingeworfen, so schließt der MF-Kontakt den nsi-Kontakt kurz.

Wählen der Rufnummer (Bild 125).

Beim ersten Aufziehen der Nummernscheibe schließt der dK_1 Dekadenkontakt dK_1 , beim 2. bzw. 3. Aufziehen der Wähl- dK_2 scheibe wird dK_2 betätigt (Bild 123).

Wird die Wählscheibe am richtigen Ablauf gehindert, trk schließt der trk-Kontakt den nsi-Kontakt kurz.

0-Kontakt Der 0-Kontakt schließt, wenn 04, 09 oder 00 gewählt wird (Ausführung I 9 oder 0, Ausführung II 04, 09, 00).

Betätigung des Schloßkontaktes.

Wird mit dem Sicherheitsschlüssel, der im Besitz des Teilnehmers ist, der Schloßkontakt umgelegt, so verhindert SK (Bild 123) 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 126); 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 C_2 ; das Mikrophon erhält Speisestrom (Bild 126).

Handapparat 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 zwei 10 Pf-Stücke übereinander hineingelegt werden; mittels eines Knopfes werden die Münzen 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 bereits ohne Drücken des Zahlknopfes vorhanden.

Ursache:

- dK₁-Kontakt trennt nicht auf, der Gleichstromweg für die Mikrophonspeisung bleibt bestehen.
- Kondensator C₂ ist überbrückt (Schluß des KT^{II}-Kontaktes oder Berührung der beiden Anschlußdrähte des Kondensators).

Eingrenzen:

Spannungsmesser (90 Volt-Meßbereich!) in die a-Leitung einschalten.

Der Ausschlag muß verschwinden, wenn dK₁ aufgetrennt oder die Überbrückung des Kondensators C₂ aufgehoben wird.

Beseitigung:

- Nummernschalter auswechseln.
- Überbrückung beseitigen.

zu a): Nummernschalter vor dem Einsetzen aufziehen, damit der Mitnehmer richtig arbeiten kann.

Münzfernsprecher 28 c

I. Apparatansicht:



Bild 127.

Münzfernsprecher 28 c
für Orts- und Fern-
verbindungen.

II. Übersichtsschaltungen: (Siehe Bilder 128—133)

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).

IV. Anschließen:

Die Klemmen sind nach Bild 128 und 133 anzuschließen, an der Klemmenleiste sind sie folgendermaßen angeordnet:

W ₂	E	b	a	Al ₂	Al ₁
zweiter Wecker zwischen W ₂ und b	Erde	Anschlußleitung		Alarmwecker	

Bild 128. Gesamtschaltung MF 28 (gilt für MF 28 a, 28 b und 28 c).

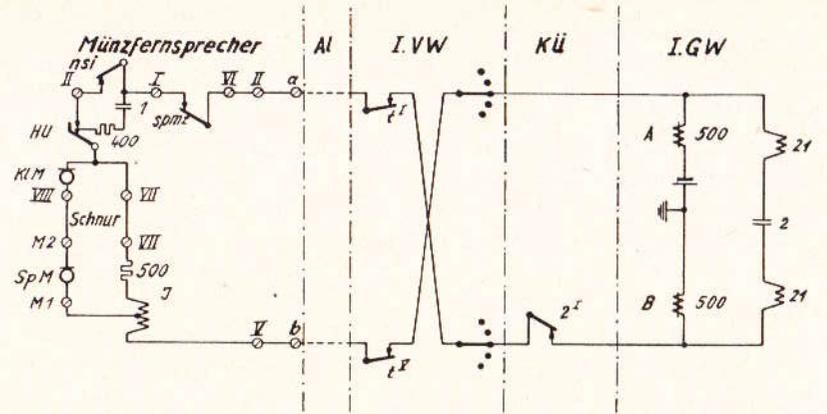
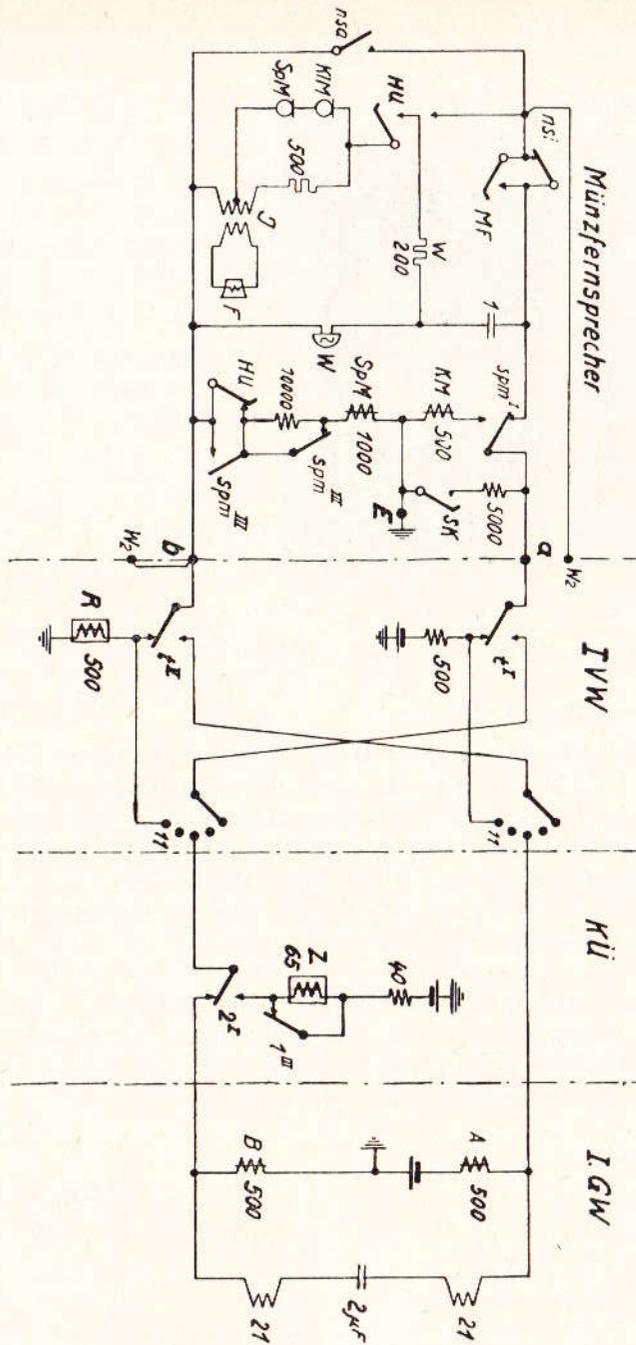


Bild 129. Sprechstromkreis.

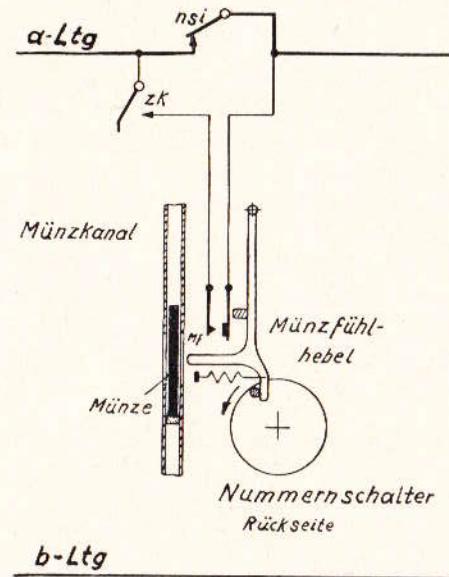


Bild 130. Wirkungsweise des Münzfühlhebels, der sich gegen die obere Münze legt und das Schließen des MF-Kontaktes verhindert.

V. Bedienung

und Erläuterungen zu den Schaltungsauszügen:

Der Teilnehmer nimmt den Handapparat ab (Bild 129):

HU-Kontakte werden betätigt, der I. VW belegt einen freien I. GW, das Amtszeichen ertönt.

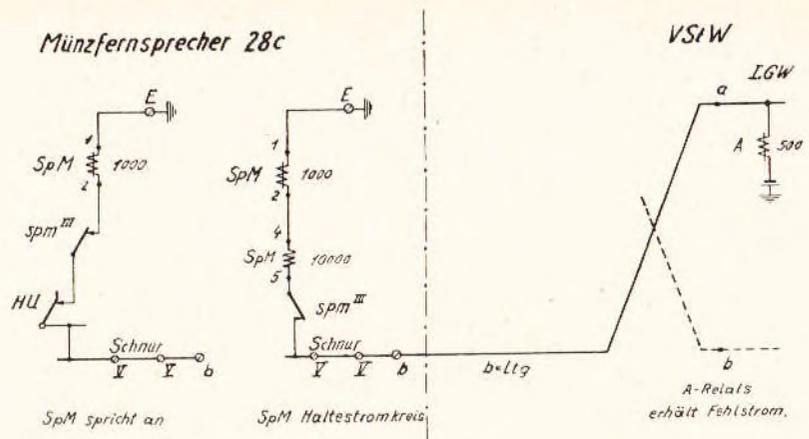


Bild 131.

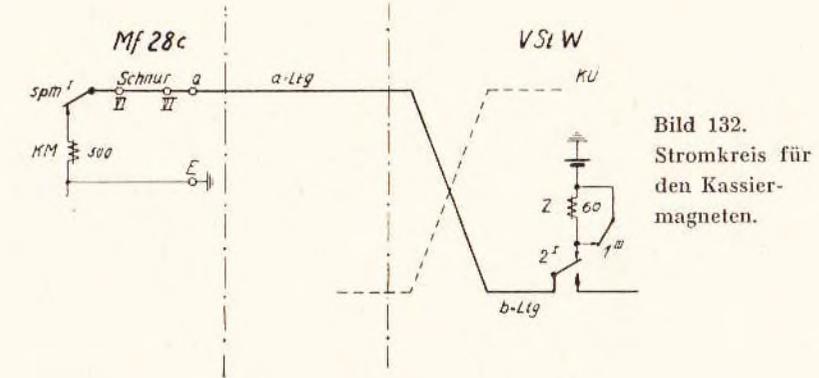


Bild 132.
Stromkreis für
den Kassier-
magneten.

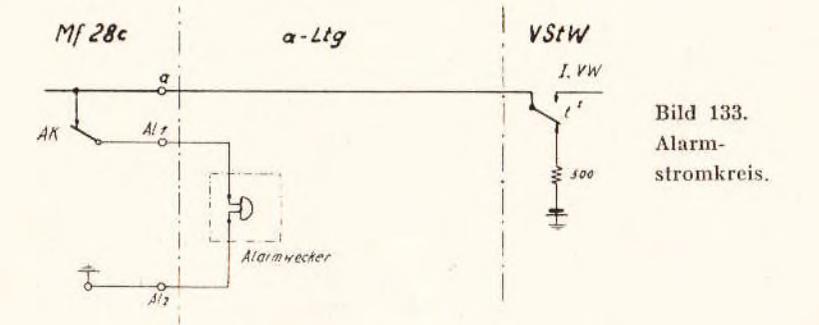


Bild 133.
Alarm-
stromkreis.

Der Teilnehmer wirft Geld ein:
Münzprüfung siehe am Schluß dieses Abschnittes.

Der Teilnehmer wählt:

MF Beim Aufziehen der Nummernscheibe wird der Münzfüh-
hebel „MF“ (Bild 130) freigegeben und legt sich gegen die
obere Münze. Falls keine Münze eingeworfen worden ist,
schließt der MF-Kontakt den nsi-Kontakt kurz; das Wäh-
len wird verhindert.

zk Wenn der Zusatzkontakt „zk“ eingeschaltet ist (Bild 130),
können gebührenfrei zu errufene Anschlüsse z. B. Auskunft,
Feuerwehr usw. ohne Münzeinwurf gewählt werden.
Der zk-Kontakt wird erst nach mehrmaligem Aufziehen
der Nummernscheibe betätigt. Er schließt danach den nsi-
Kontakt kurz.

Gesprächszustand (wie Bild 129).

Der Teilnehmer hängt an:

SpM Der Sperrmagnet SpM spricht an und schaltet 10000 Ω
in den Stromkreis (Bild 131) 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 be-
endet ist und der I. VW auslöst. Der Sperrmagnet betätigt
einen Sperrhebel, der das Öffnen der Rückgabefallen so-
lange verhindert, bis der Kassiermagnet KM angesprochen
hat. Stromkreis für den KM (Bild 132).

KM Der Zählstromstoß wird durch die Kassierübertragung von
der c-Ader (I. VW) auf die Anschlußleitung übertragen.

Der Teilnehmer hat ein Ferngespräch an-
gemeldet:

Bei Fern- und Schnellgesprächen und bei Telegrammauf-
gabe wird der Münzfernsprecher nach Anmeldung wieder
angerufen. Zur Überwachung des Münzeinwurfs dienen
Klangstäbe, Klangmikrophon KL (Bild 128) und Gong.
Die Beamtin hört beim Einwurf von 1 DM zwei hohe Töne,
50 Pf einen hohen Ton, 10 Pf zwei tiefe Töne, 5 Pf einen
tiefen Ton.

Beim Drücken des Zahlknopfes wird ein Gongton übertra-
gen; 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 5000Ω), (siehe Bild 128).
Alarmstromkreis (Bild 133).

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 Aussonderungsvorrichtung auf den Durchmesser geprüft.

Eisenmünzen werden durch Magnete ausgesondert.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Der Teilnehmer wählt, erhält aber trotz Münzeinwurfs keine Verbindung; das Amtszeichen bleibt bestehen.

Ursache:

Münze gelangt nicht bis zum Münzfühlhebel.

- Münzeinwurfstück gegenüber dem Fallenkanal verschoben.
- Verschmutzung des Fallenkanals.

Beseitigung:

- Einrichten des Münzeinwurfstückes.
- Beseitigung der Verstopfung.

2. Fehler:

Kein Amtszeichen.

Ursache:

HU-Kontakt (Bild 129) schließt nicht oder nsi- bzw. spm^1 -Kontakt sind unterbrochen.

Eingrenzung:

Spannungsmesser an die b-Ader oder an Erde anlegen und mit dem anderen Anschluß die Kontaktstellen Bild 129 von der a-Ader aus ablasten. Der Ausschlag verschwindet, wenn die Unterbrechungsstelle überschritten worden ist.

Beseitigung:

Kontakte reinigen und einstellen.

3. Fehler:

Geld wird nicht vereinnahmt.

Ursache:

- spm^1 -Kontakt schließt nicht.
- Erdung mangelhaft.

Eingrenzung:

- zu a) Spannungsmesser 90-Volt-Bereich 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:

- Kontakt reinigen und einstellen.
- Einwandfreie Erdung herstellen.

Tischapparat W/OB 35

I. Apparatansicht:



Bild 134.

II. Übersichtsschaltung: (Siehe Bild 135)

III. Verwendungszweck:

Der Tischapparat W/OB 35 ist für den Anschluß an W-, ZB- und OB-Ämter geeignet.

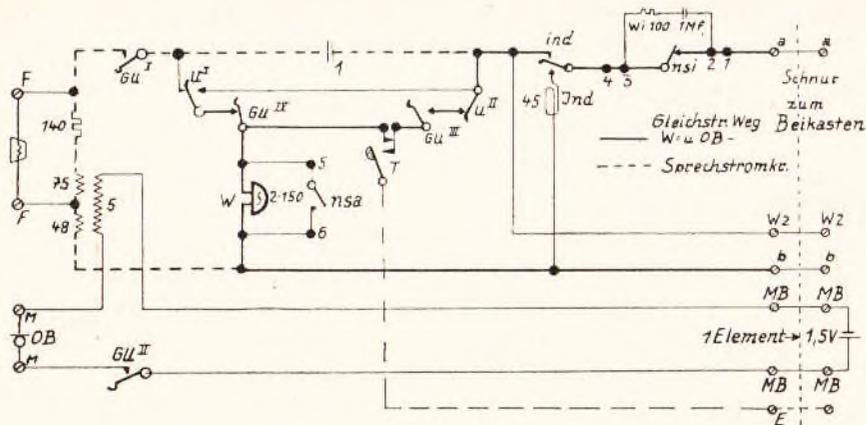


Bild 135.

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) GU^{IV} (Ruhelage) und den Wecker 2 × 150 Ω.

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.

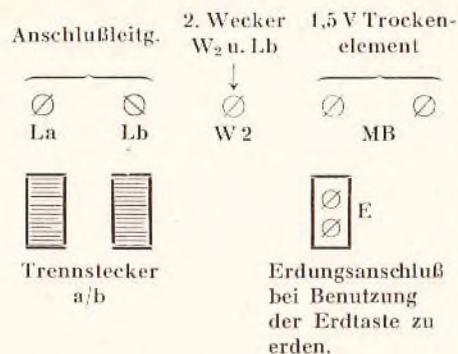
Der Apparat ist auch für den Einbau in Fahrzeuge geeignet, die während ihres Aufenthalts in verschiedenen Städten mit dem örtlichen Fernsprechnet verbunden werden sollen.

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



Schnuranschlüsse im Tischgehäuse

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 GU^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 Handapparat 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 135 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 Kontaktstellen U^{II}, GU^{III}, T und der weitere Stromweg bis zur b-Ader untersucht (Handapparat abnehmen).

Beseitigung:

Unterbrechung oder fehlerhaften Kontakt in Ordnung bringen.

Tischapparat OB 33

I. Apparatsicht:



Bild 136.

II. Übersichtsschaltung:

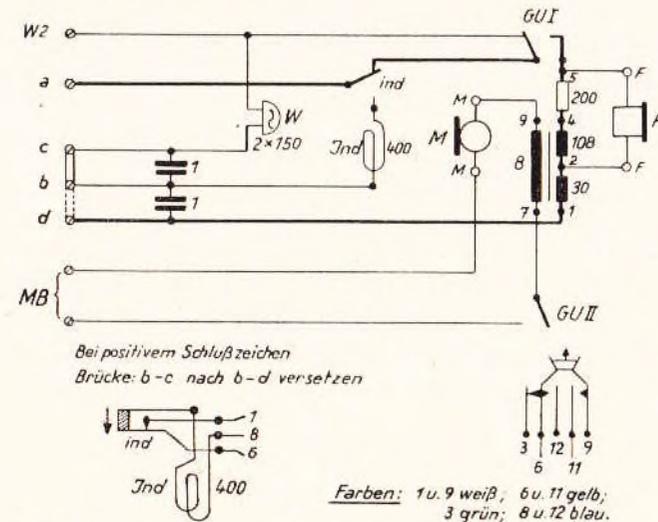


Bild 137. Tischapparat OB 33 (Hagenuk 74 S 84 1.2).

III. Verwendungszweck:

Der Tischapparat dient zum Anschluß an OB-Vermittlungsstellen oder als Endstelle für unmittelbare feste Verbindungen zwischen zwei Störungsstellen. Er wird aber auch als Außennebenstelle für Reihenanlagen verwendet (Wechselstromanruf).

IV. Anschließen:

Nach den im Bild 137 angegebenen Farben- und Klemmenbezeichnungen. Ein zweiter Wecker kann zwischen den Klemmen W2 und b angeschaltet werden.

V. Bedienung:

Zum Anrufen des Amtes bzw. einer unmittelbar angeschlossenen Gegenstelle wird der Kurbelinduktor gedreht. Die Kurbel betätigt beim Drehen den ind-Kontakt und schaltet dadurch den Rufinduktor „Ind“ an die a- und b-Leitung. Die Kurbel muß frei in die Ruhelage zurückgleiten können; das wird mitunter durch danebenliegende Gegenstände oder durch die herumgeschlungene Handapparatschnur verhindert. Infolgedessen bleibt die a-Leitung am „ind-Kontakt“ aufgetrennt (keine Sprechverständigung).

VI. Fehlerbeispiel:

Fehler: Der angerufene Teilnehmer klagt über schlechte Verständigung, die nur beobachtet wird, wenn von diesem Apparat aus gesprochen wird. Die eigene Hörverständigung ist gut.

Ursache: Mikrophonstromkreis ist fehlerhaft.

Eingrenzen: Ortsstromkreis (Bild 137) des Mikrophons prüfen. Batteriespannung und Mikrophonstrom messen. Sprechtransformatorspulen auf Stromdurchgang und Drahtwiderstand überprüfen und GU^{II}-Kontakt untersuchen.

Beseitigung: Wenn nötig, Batterie oder Mikrophonkapsel austauschen, GU^{II}-Kontakt reinigen und einstellen. Bei schadhaftem Sprechtransformator Apparat austauschen.

Sprechstellen mit 2 Apparaten

Vereinfachte Sprechstellenschaltung!

I. Apparatansichten:

In der Ansicht gleichen sich die Apparate mit denen, die im Bild 114 und 119 dargestellt sind. Näheres siehe unter „IV“.

II. Übersichtsschaltung: Siehe Bild 138.

III. Verwendungszweck:

Als Haupt- oder Nebenstellenapparat.

IV. Anschließen:

Eine unmittelbare Parallelschaltung von 2 einfachen Sprechstellenapparaten ist nicht mehr zulässig. Die dabei auftretende erhöhte Dämpfung hat bei Weiterverbindung oft zu Verständigungsschwierigkeiten geführt. Außerdem ergeben sich im Wählbetrieb (Selbstwählferndienst) bei einer solchen Schaltung Wählschwierigkeiten (Falschwahl). Zwei einfache Sprechstellen dürfen daher nur mit Hilfe eines Wechselumschalters wahlweise an eine Anschlußleitung angeschlossen werden. Die heute zweckmäßigste Anschaltmöglichkeit zeigt das Bild 138. Hierbei wird als erster Sprechapparat eine W 48 a- oder W 49 a-Bauart mit Gabelwechselumschalter verwendet; als zweiter Sprechapparat dient ein einfacher W 48- oder W 49-Apparat mit oder ohne Erdtaste. Das Bild 138 zeigt, über welche Klemmenverbindungen die beiden Apparate miteinander zusammengeschaltet werden müs-

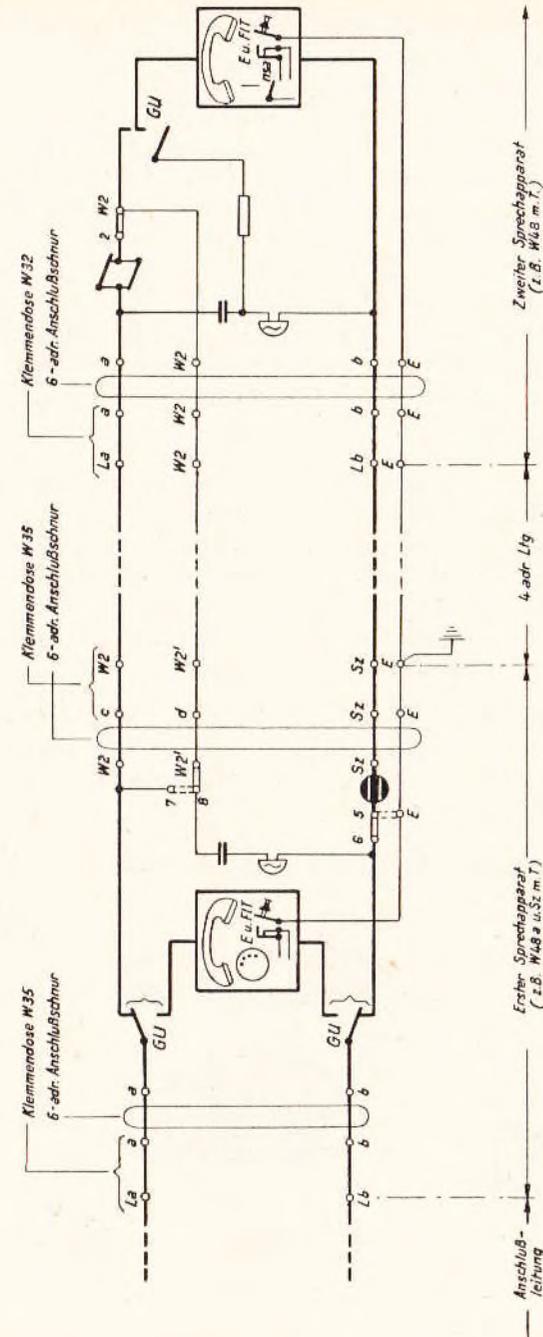


Bild 138. Anschließen von zweiten Sprechapparaten an Fernsprechapparat W 48 a bzw. W 49 a.

sen. Dabei ist darauf zu achten, daß der Wecker der 1. Sprechstelle über die Brückenverbindung 8 und W 2' mit der Klemme W 2 der 2. Sprechstelle verbunden wird. Dadurch verhindert man, daß der Wecker bei der 1. Stelle mit anschlägt, wenn vom 2. Apparat aus gewählt wird. Die Erd- und Flackertaste und der Erdanschluß werden nur benötigt, wenn die beiden Sprechstellen als Nebenstellenanschlüsse geschaltet werden sollen. Das Schauzeichen im ersten Sprechapparat spricht an, wenn vom 2. Apparat aus gesprochen wird. Es ist wichtig, wenn die beiden Apparate weit voneinander entfernt oder in getrennten Räumen untergebracht sind. Für 2 Sprechstellen auf verschiedenen Grundstücken ist diese Schaltung nicht anzuwenden; dafür sind die Zwischenumschalter mit einer Nebenstelle zu empfehlen.

V. Bedienung:

Der Ruf kommt bei beiden Apparaten an und kann entweder von der 1. Sprechstelle aus oder von dem 2. Apparat aus beantwortet werden. Die beiden Apparate können und sollen auch nicht gleichzeitig benutzt werden, weil der Umschalter „GU“ am 1. Apparat die Leitung zum 2. Apparat hin abtrennt. Eine Verständigung der beiden Stellen untereinander oder ein Mithören ist daher nicht möglich.

VI. Fehlerbeispiele sind hierzu nicht gebracht worden, weil sie in ähnlicher Form unter dem Abschnitt „Tischapparat W 48“ und weiter vorher ausführlich behandelt worden sind.

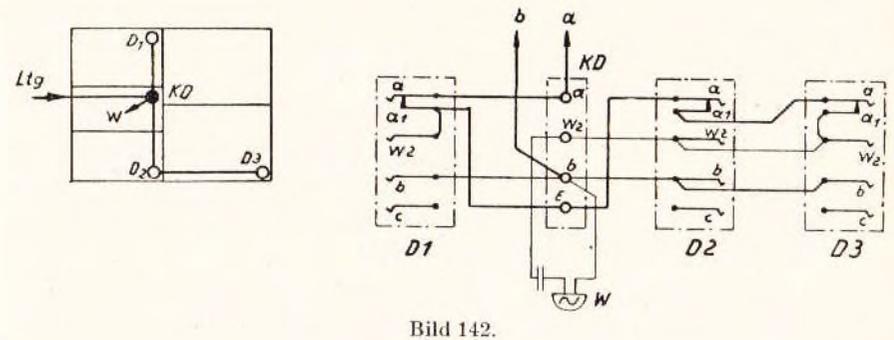
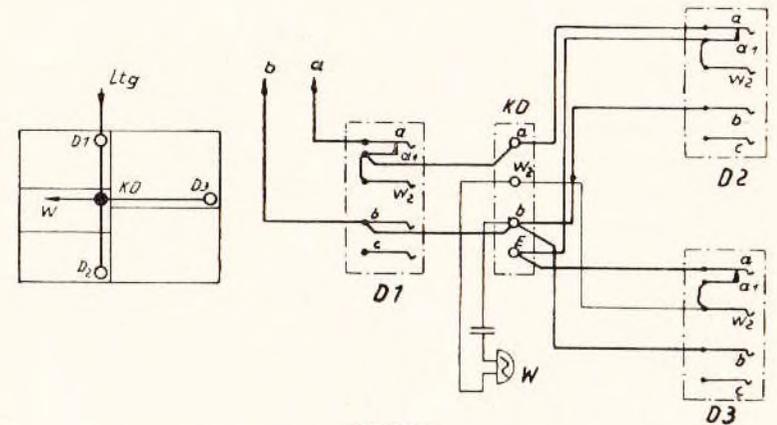
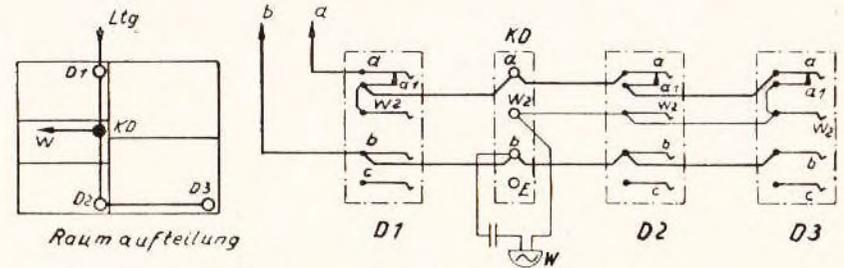
Sprechstellen mit Anschlußdosen

I. Apparatansicht:



II. Übersichtsschaltungen:

(Es bedeuten: D Anschlußdose, KD Klemmdose, TD Trenndose, Ltg Leitungseinführung, W besonderer Wecker.)



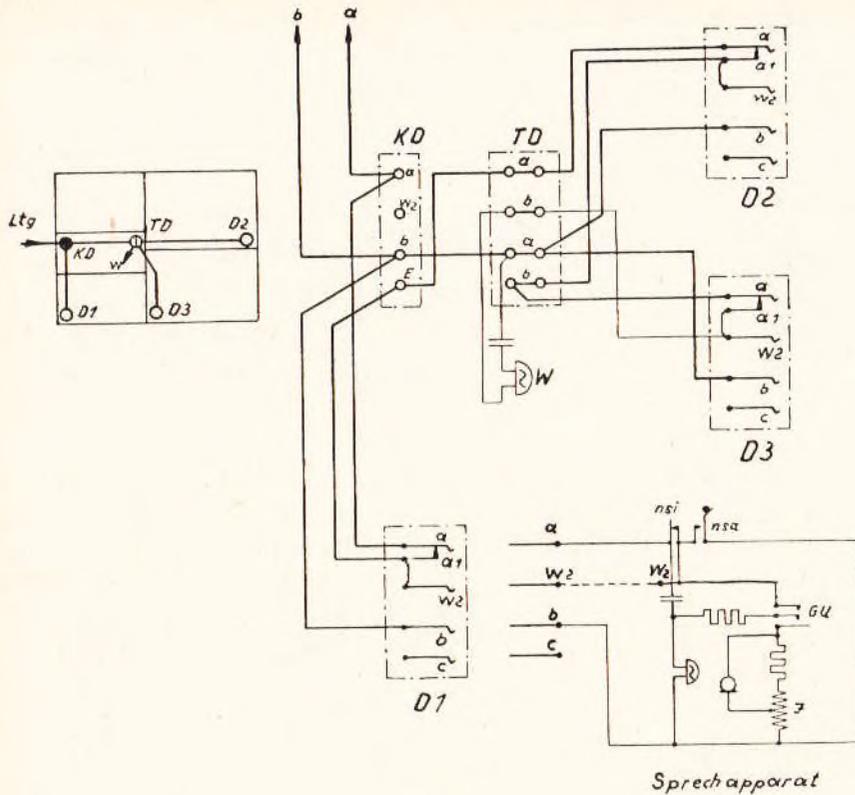


Bild 143.

III. Verwendungszweck:

Diese Anlagen werden verwendet, wenn der Tln von mehreren Räumen aus wahlweise sprechen will.

IV. Anschließen (nach Bild 140 ... 144):

Das Setzen der Trenndosen richtet sich nach den Raumverhältnissen, sie sind nur notwendig, wenn dadurch Einführungskabel gespart wird. Der zweite Wecker hat den Zweck, einen eingehenden Anruf anzuzeigen, wenn der Fernsprechapparat selbst nicht angeschaltet ist.

Der besondere Wecker bleibt im allgemeinen eingeschaltet, wenn der Apparatstöpsel gesteckt ist. Wird die Abschaltung gewünscht,

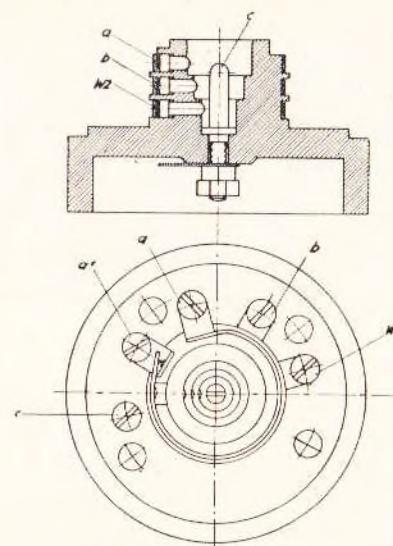


Bild 144. Anschlußdose 34.

so muß die im Bild 143 punktiert gezeichnete Verbindung zur Klemme W_2 weggelassen werden.

Die c-Kontakte dienen zum Anschluß einer 4. Leitung bei Apparaten mit Erdtaste.

Eine andere Schaltmöglichkeit zeigen die Bilder 145 und 146.

Der Stromkreis für den zweiten Wecker bleibt beim Stecken des Apparatstöpsels über die Verbindung „a-Feder des Stöpsels, nsi-Kontakt und W_2 -Feder des Stöpsels“ geschlossen.

Als zweiter Wecker wird ein Wechselstromwecker nach Schaltung Bild 146 (links unten) angeschlossen. Bild 147 zeigt den neuen Wecker W 50 (Gleichstromwiderstand der Wecker-spule: 1500Ω , Kondensator: $1 \mu F$) in der Grundplatte befestigt. Der in seiner Ansprechempfindlichkeit wesentlich verbesserte Wecker benötigt nur einen geringen Rufstrom.

Wirkungsweise: Wird die Weckerspule von Wechselstrom durchflossen, so wechseln die Spulenenden laufend ihre Polarität und bewirken dadurch in Zusammenarbeit mit dem im

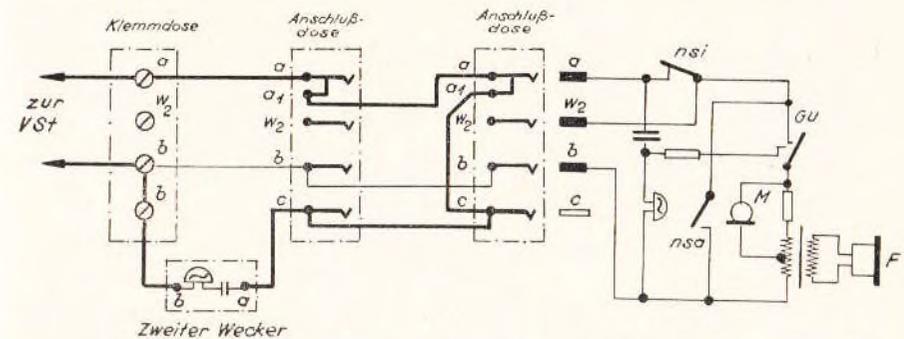


Bild 145. Der Stromkreis für den zweiten Wecker wird beim Stecken des Apparatstöpsels am a_1 -Kontakt unterbrochen.

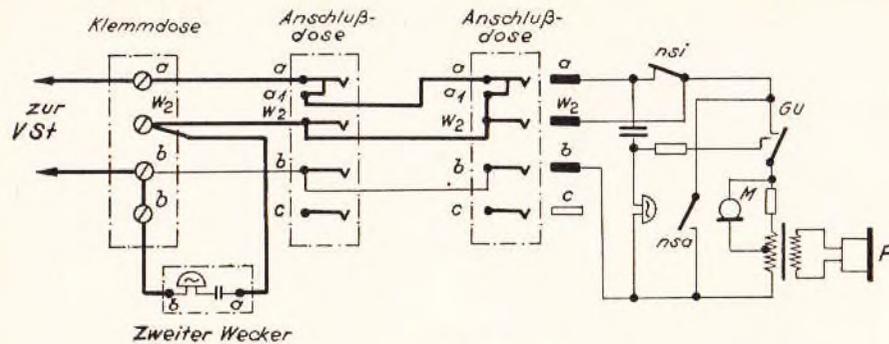


Bild 146.

Drehpunkt des Ankers angeordneten Dauermagneten eine in der Richtung wechselnde Drehkraft am Ankerbalken. Wird beispielsweise durch einen links entstehenden Spulen-Südpol das obere, nordpolare Balkenende angezogen, das untere, südpolare Balkenende abgestoßen, so vollführt der Anker eine Drehung gegen den Bewegungssinn des Uhrzeigers, bei Verwandlung des linken Spulenpols dagegen in einen Nordpol eine Drehung im Uhrzeigersinn. Dadurch pendelt der Anker bei Wechselstromspeisung der Weckerspule im Rhythmus der Halbwechsel hin und her.

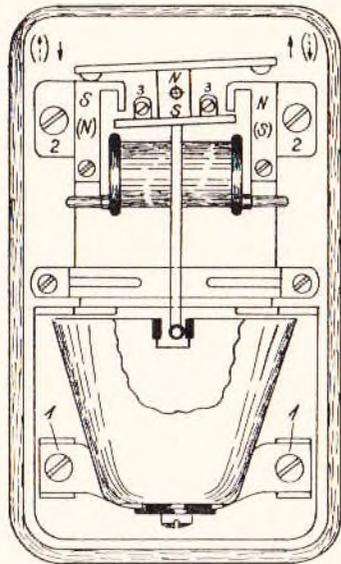


Bild 147. Wechselstromwecker W 50

Der übliche Ankerhub soll 0,5 bis 0,6 mm betragen; gemessen an einem freien Ende des oberen Ankerbalkens zwischen Klebstift und Polschuh, während das andere Balkenende mit seinem Klebstift auf dem Spulen-Polschuh aufsitzt.

V. Bedienung der Steckdosenanlage:

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, Federn nachspannen.

Zweieranschlüsse

I. Apparatansichten: Seite 228

II. Übersichtsschaltungen:

Bilder 151 bis 158, siehe Seiten 229—232.

III. Verwendungszweck:

Zweieranschlüsse sind Gemeinschaftsanschlüsse mit einer gemeinsamen Anschlußleitung und 2 Gemeinschaftssprechstellen. Sie werden verwendet, wenn 2 benachbarte Sprechstellen mit geringstem Schaltmittelaufwand an dieselbe Anschlußleitung angeschlossen werden sollen (Ersparnis von Kabeladern im Anschlußnetz). Als Sprechstellen werden einfache Tisch- oder Wandapparate z. B. W 49 ohne Erdtaste benutzt. Näheres unter IV und V.

IV. Anschließen:

Die beiden Sprechstellenapparate werden mit den beiden Zweigleitungen GLz_1 und GLz_2 über einen Gemeinschafts-

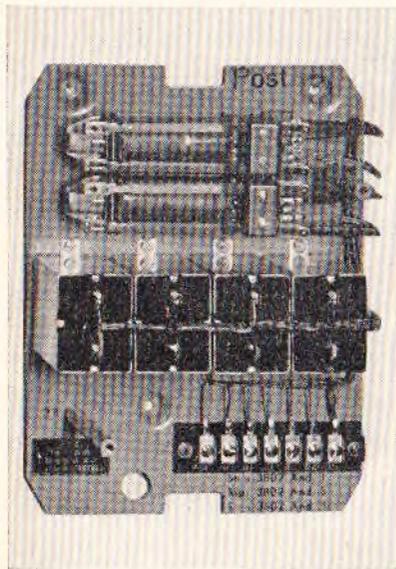


Bild 148. Gemeinschaftsumschalter 1/2 GUm 39 (Beikasten).

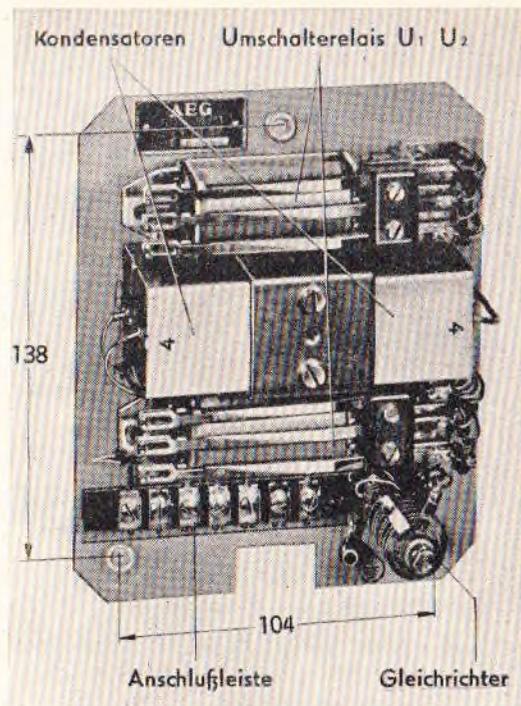


Bild 149. Gemeinschaftsumschalter 1/2 GUm 53.

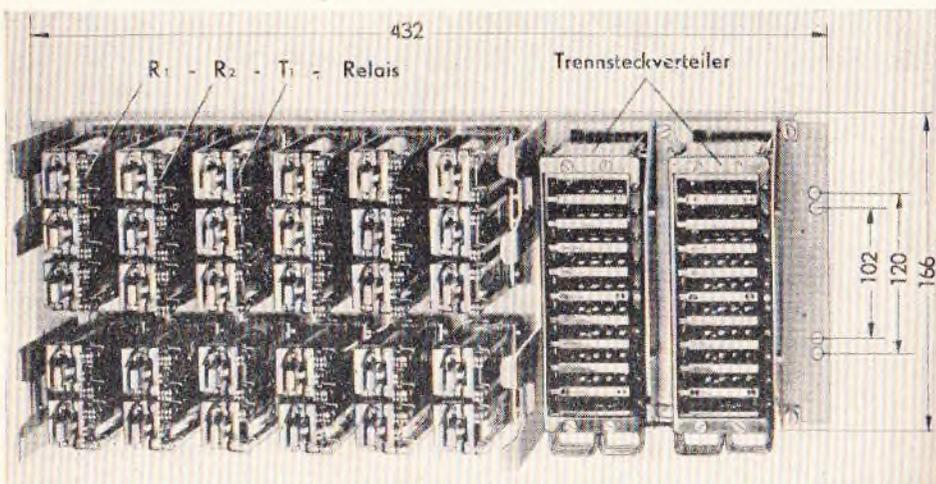


Bild 150. Gemeinschaftsübertragung 1/2 GÜe 53 VW (Rahmen mit 10 Übertragungen).

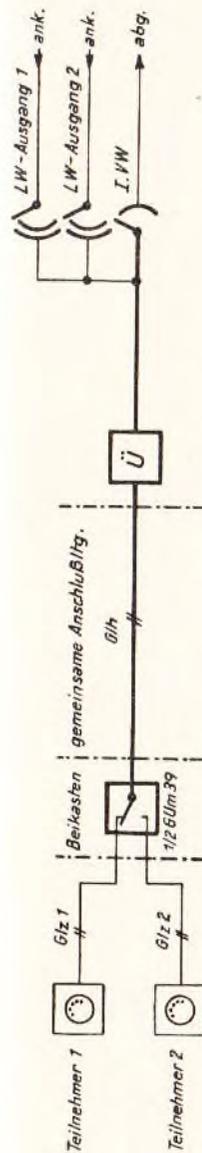


Bild 151. Übersicht einer Zweieranschlußschaltung.

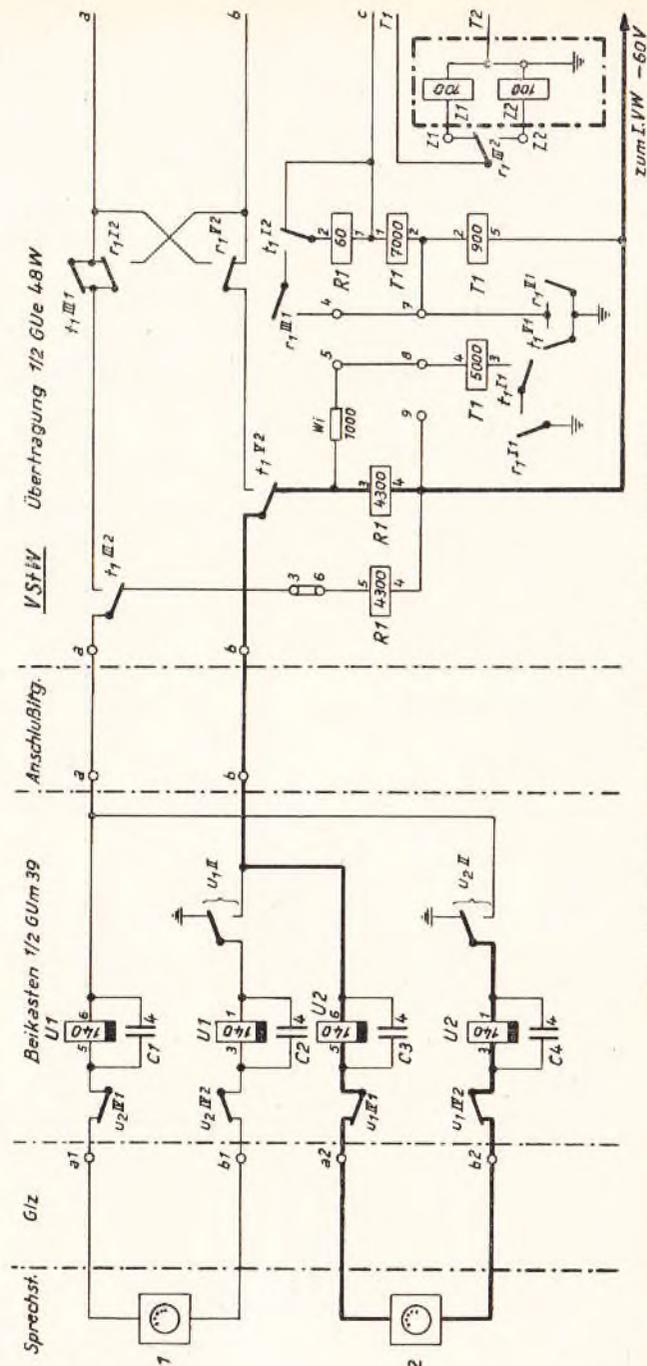


Bild 152. Gemeinschaftsübertragung 1/2 GÜe 48 W (Auszug).

Bild 153. Gemeinschaftsschalter 1/2 Gum 50 mit Gemeinschaftsvorwählern (GVW 50).

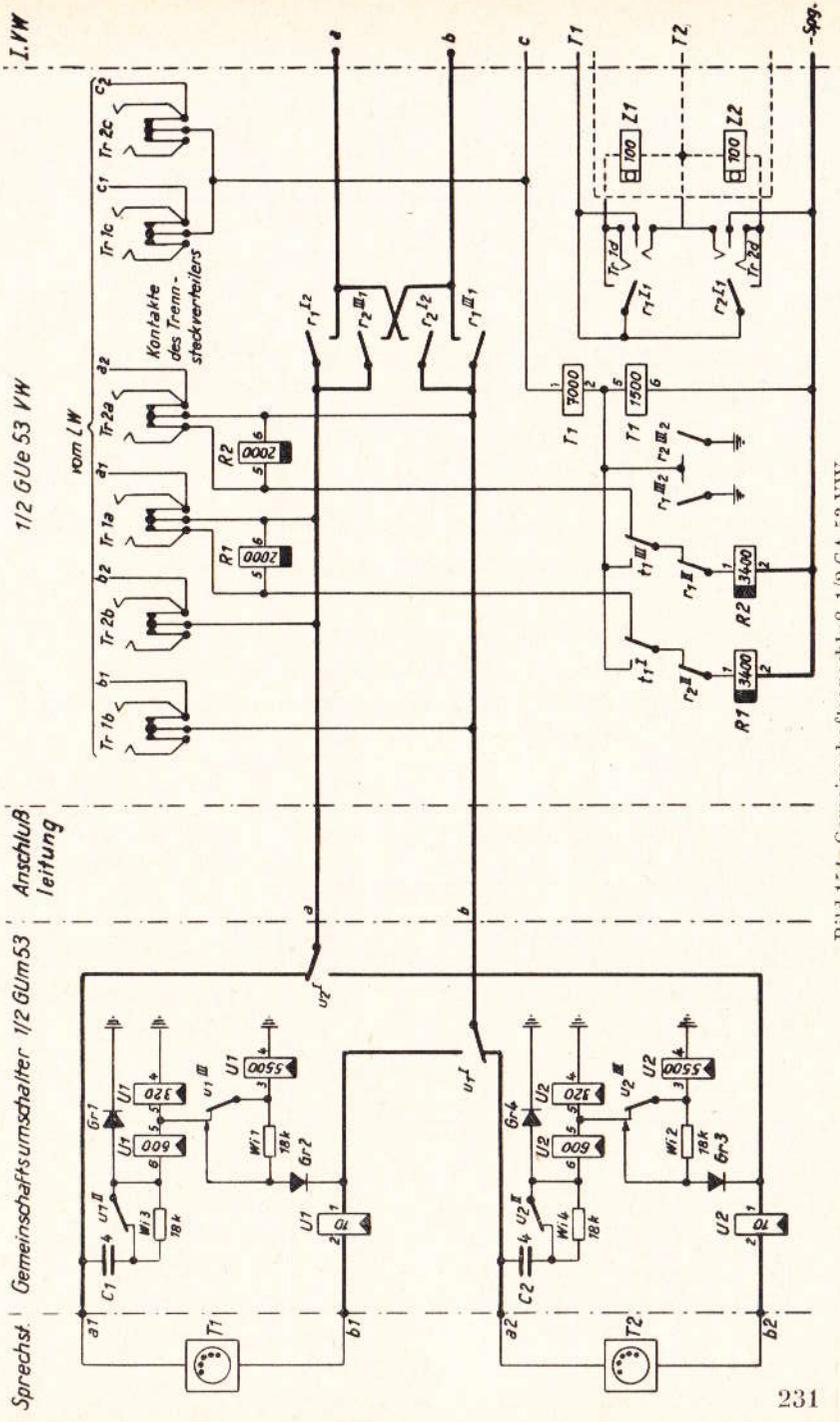
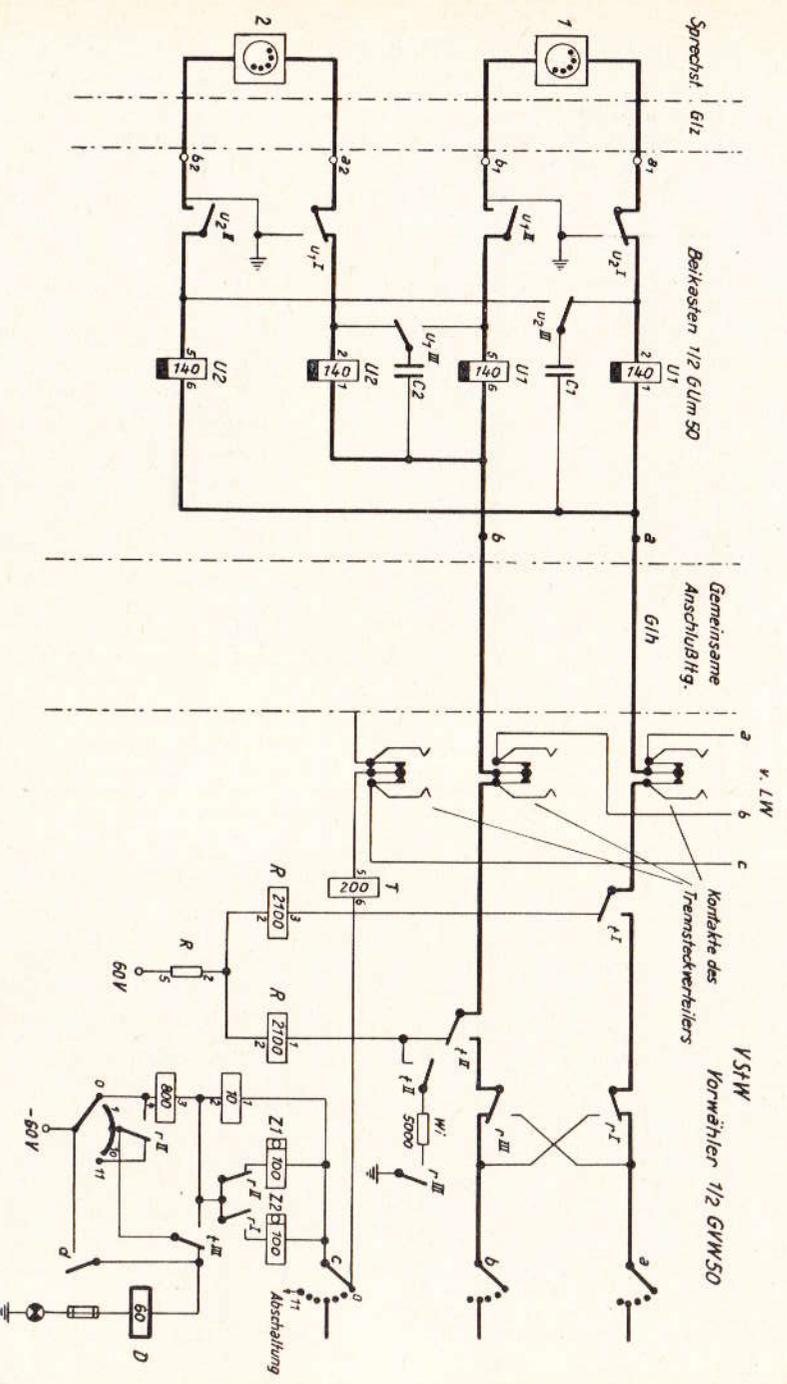


Bild 154. Gemeinschaftsanschluß 1/2 GA 53 VW.

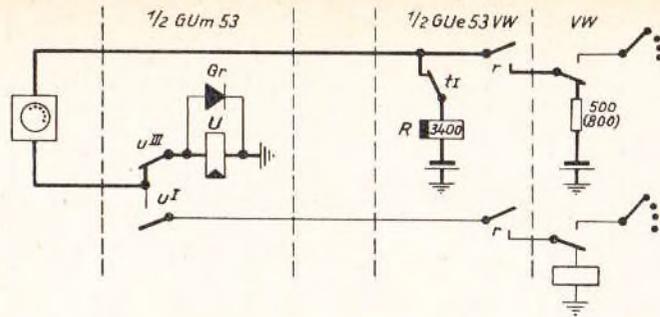


Bild 155.
Belegungsstromkreis
abgehend.

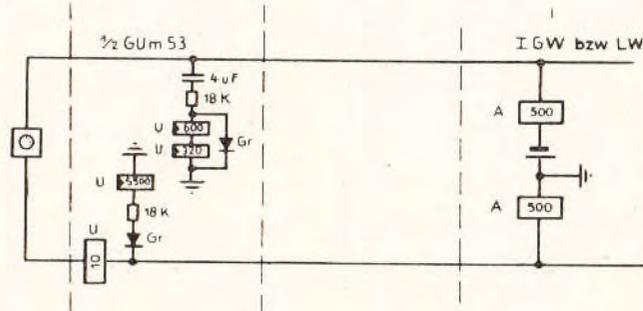


Bild 156.
Gesprächszustand.

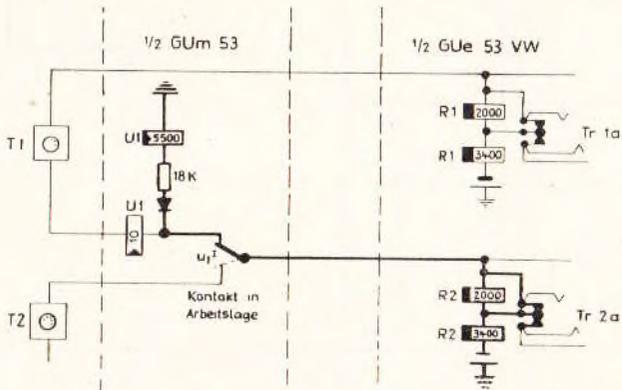


Bild 157.
Abwurfstromkreis
für das U₁-Relais
(Sprechstelle 1).

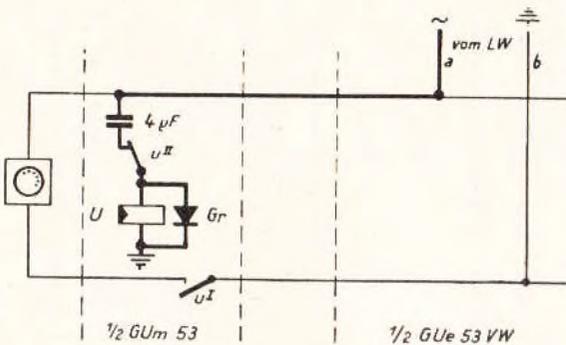


Bild 158.
Belegungsstromkreis
(Rufstromkreis)
ankommend.

umschalter 1/2 GUm 39 bzw. 1/2 GUm 50 oder 1/2 GUm 53 an die Gemeinschaftshauptleitung (GLh), die zum Amt führt, angeschlossen.

1. **1/2 GUm 39:** Siehe Bild 148, Schaltung: siehe Bild 152 (Beikasten); einzusetzen bei Amtsübertragungen 1/2 GÜe 48 W und 1/2 GÜe 53 VW/AS.

a) Der Beikasten enthält: Zwei Verzögerungsrelais U₁ und U₂, die mit je zwei 140 Ω-Wicklungen symmetrisch in die a- und b-Leitungen eingeschaltet sind. Es sind Flachrelais 48 mit 4 Lagen 0,5 Kupferdraht blank verzinkt.

Wicklungen: I 56 Ω 1425 Wdg.
III 84 Ω 1425 Wdg.
II 140 Ω 2850 Wdg.

(I und III zusammen ergeben ebenfalls die Werte von II.)

Ansprechstrom (I, II und III in Reihe): 27 mA
Fehlstrom: 12 mA.

b) Die Verzögerung verhindert ein Abfallen der Relais während des Wählens (Impulsgabe).

c) Die Kondensatoren überbrücken die Relaiswicklungen für den Sprechwechselstrom (300—3400 Hz) und den Rufstrom (25 Hz).

d) In der Zusammenschaltung der Zweigleitungen mit der Hauptleitung sind die a/b-Adern der Sprechstelle 2 vertauscht. Damit wird erreicht, daß der Belegungsstromkreis der Sprechstelle 1 über die a-Ader und der der Sprechstelle 2 über die b-Ader verläuft.

e) Beim Anschließen des Beikastens dürfen die Anschlüsse der beiden Zweigleitungen a₁, b₁ und a₂, b₂ nicht vertauscht werden!

2. **1/2 GUm 50:** Schaltung siehe Bild 153; einzusetzen bei 1/2 GVW 50 und 1/2 GÜe 53 VW/AS.

a) Der Beikasten enthält nur 2 Kondensatoren, die mit Hilfe der Kontakte u₁^{III} und u₂^{III} wahlweise den Wicklungen U₁ oder U₂ parallel geschaltet werden, je nachdem, welcher Teilnehmer den Handapparat abnimmt.

b) Die Relais U₁ und U₂ sprechen nur über je eine Wicklungshälfte an (Erhöhung der Fehlstromsicherheit).

c), d) und e) wie unter 1.

3. 1/2 GUm 53: Siehe Bild 149; Schaltung siehe Bild 154; einzusetzen bei 1/2 GÜe 48 W, 1/2 GVW 50 und 1/2 GÜe 53 VW/AS.

- a) Der Beikasten enthält 2 Haftrelais U_1 und U_2 , 2 Kondensatoren $4 \mu\text{F}$, 4 Selengleichrichter und 4 $18\text{k}\Omega$ -Schichtwiderstände.
- b) Das **Haftrelais** ist aus dem Flachrelais 48 entwickelt worden. Das Trennblech wurde weggelassen und sein Arbeitsluftspalt so ausgebildet, daß im angezogenen Zustand ein vollkommener Eisenschluß besteht. Dieser sorgt nach Abschaltung der Erregung dafür, daß die Remanenzerscheinungen im Relaiseisen voll wirksam werden und den Anker im angezogenen Zustand mit einer Kraft von etwa 600 Gramm halten. Erst durch eine Gegen-erregung wird der Anker wieder abgeworfen. Die Verwendung dieses Haftrelais bewirkt, daß der Zweieranschluß gegen Störungen durch Starkstrombeeinflussung weitgehend unempfindlich wird und die Anschaltung von Gebührenanzeigern gestattet.

Wirkungsweise siehe unter Abschnitt V.

- c) wie 1 d),
- d) wie 1 e).

4. Die Beikästen (GUm) werden so angebracht, daß sie für den Entstörer jederzeit zugänglich sind (auf dem Flur, in trockenen Kellern, im KV oder LV).

5. Entfernung der beiden Sprechstellen voneinander: Kurze Zweigleitungen (GLz) im Umkreis von 400 m.

6. Widerstände:

Anschlußleitung (a-Ader), Zweigleitung, Gemeinschafts-sprechstelle, Anschlußleitung (b-Ader) müssen zusammen einen kleineren Widerstandswert als 950Ω besitzen, wenn die Relais sicher arbeiten sollen.

Die Anschlußleitung (GLh) darf höchstens $2 \times 350 \Omega$, also insgesamt 700Ω Schleifenwiderstand haben.

Erdwiderstand (für die Erdung im Beikasten): Höchstens 10Ω .

7. Dämpfung der Anschlußleitung: 0,45 bis 0,65 Neper.

8. Gemeinschaftsübertragung 1/2 GÜe 48 W: Schaltung siehe Bild 152.

Zur Übertragung gehören die Relais R_1 und T_1 . Die Gesprächszähler befinden sich entweder beide im VW-Gestellrahmen oder der Zähler 1 im VW-Gestellrahmen und der Zähler 2 im Übertragungsgestellrahmen bei den 1/2 GÜe.

Die Übertragung kann mit einem VW oder einem AS zusammengeschaltet werden. Für Anrufsucherbetrieb sind besondere Widerstände zur Anpassung an die verschiedenen Anrufsucherschaltungen vorgesehen. Die Umschaltungen werden am Lötverteiler der Übertragungsschiene ausgeführt. Die Zweieranschlüsse können mit dieser Übertragung in vorhandene Amtseinrichtungen eingestrent werden. Es werden 2 Leitungswähleranschlüsse auf dieselbe Leitung geschaltet, dabei sind die a/b-Adern eines Leitungswählerausganges zu kreuzen, so daß der Rufstrom für diesen Anschluß in die b-Ader gelangt und damit zwangsläufig die 2. Sprechstelle gerufen wird. Die beiden c-Aderausgänge werden mit der VW- bzw. AS-c-Ader zusammengeschaltet. Als Teilnehmerrufnummern können 2 beliebige freie LW-Schritte ausgewählt werden; sie brauchen nicht im gleichen Höhenschritt zu liegen.

9. Gemeinschaftsvorwähler 1/2 GVW 50: Schaltung siehe Bild 153.

In der Schaltung mit dem Gemeinschaftsumschalter 1/2 GUm 50 fehlt die Amtsübertragung; sie ist hier mit dem VW vereinigt (besonderer Gemeinschaftsvorwähler GVW). Wie bei der Übertragung 1/2 GÜe 48 W können 2 beliebige Rufnummern verwendet werden, weil ebenfalls getrennte LW-Ausgänge auf dieselbe Leitung geschaltet werden können. Ein Gestellrahmen umfaßt 100 1/2 GVW 50 mit 200 Gesprächszählern.

10. Gemeinschaftsvorwähler 1/2 GVW 50 a:

Bei dieser Schaltung wird außer der Übertragung auch der 2. LW-Ausgang eingespart. Es wird jedoch vorausgesetzt, daß an der dem LW-Hundert vorgeschalteten GW-Stufe noch ein Höhenschritt frei ist. Die beiden Sprechstellen werden also über 2 verschiedene Höhenschritte der betreffenden GW-Stufe angewählt, deren Ausgänge an den LW, der für

die Zweieranschlüsse vorgesehenen Hundertergruppe parallelgeschaltet sind. Nur die c-Adern werden getrennt geführt. Eine davon erhält ein besonderes C_1 -Relais, das im Leitungswähler die a/b-Adern kreuzt, wenn die 2. Rufnummer gewählt wird, so daß auch in diesem Falle der Rufstrom in die b-Ader fließt.

Zweieranschlüsse nach dieser Schaltung bleiben immer auf bestimmte Hundertergruppen beschränkt. Ein Einstreuen ist nicht möglich.

11. Gemeinschaftsübertragung 1/2 GÜe 53 VW: Siehe Bild 150, Schaltung siehe Bild 154.

Zur Übertragung gehören die Relais R_1 , R_2 und T_1 . Sie kann an alle üblichen VW-Systeme angeschlossen werden. Wie die Übertragung 1/2 GÜe 48 W, arbeitet sie mit einem für beide Sprechstellen gemeinsamen Vorwähler, zwei voneinander unabhängigen LW-Ausgängen (Einstreumöglichkeit in vorhandene Amtseinrichtungen) und a/b-Kreuzung des 2. LW-Ausganges (2. Sprechstelle wird über die b-Ader gerufen).

U n t e r s c h i e d e : Jede Sprechstelle hat ein eigenes Kennzeichnungsrelais (R_1 und R_2), das die Verbindung zum VW herstellt und den zugehörigen Gesprächszähler anschaltet. Für die **Sonderschaltungen**, wie Sperren, Aufschalten auf den Auftrags- oder Bescheidendienst wurde ein **Trennstekverteiler** vorgesehen. Jeder Teilnehmer hat darin eine Bucht, so daß die üblichen Trennsteker wie bei Einzelanschlüssen verwendet werden können.

12. Gemeinschaftsübertragung 1/2 GÜe 53 AS:

Zur Übertragung gehören die Relais D, R_1 und T_1 . Sie kann nur in Anrufsucherämtern verwendet werden. Sie hat keinen Trennstekverteiler, weil in diesen Ämtern keine Sonderdienste üblich sind. Die unter 8. und 10. beschriebenen grundsätzlichen Merkmale sind auch in dieser Übertragung enthalten.

V. Bedienung und Arbeitsweise:

1. 1/2 GÜm 39 → 1/2 GÜe 48 W: Schaltung siehe Bild 152.

A b g e h e n d e V e r b i n d u n g. Nimmt z. B. Sprechstelle 2 den Handapparat ab, so spricht in der Amtsübertragung über die b-Ader der Anschlußleitung die Wicklung 3—4

des R_1 -Relais an und erregt den VW-Anrufstromkreis. Wenn der VW einen GW oder LW belegt hat, so wird in der Amtsübertragung die Anschlußleitung durchgeschaltet. Dann spricht im Gemeinschaftsumschalter Relais U_2 an. Es schaltet mit den Kontakten u_2^{IV1} und u_2^{IV2} die Sprechstelle 1 ab. Das Fernsprecheheimnis ist gewahrt. Wird bei der Sprechstelle 1 der Hörer abgehoben, dann ist kein Amtszeichen zu hören. Mit dem u_2^{II} -Kontakt wird die Erde abgetrennt und die a/b-Schleife durchgeschaltet (Folgekontakt!). In der VStW wird durch das Relais R_1 , das sich während des Gesprächs hält, der Zähler für den Teilnehmer 2 eingeschaltet (getrennte Gesprächszählung!). Außerdem kreuzen die Kontakte r_1^I und r_1^V die a/b-Adern. Damit wird die im GÜm für den Belegungskreis der Sprechstelle 2 vorgenommene Vertauschung der Sprechadern wieder aufgehoben.

Wird dagegen bei der Sprechstelle 1 zuerst der Hörer abgehoben, so wird die a-Anschlußleitung geerdet. Die linke R_1 -Wicklung (Bild 152) wird erregt und läßt ebenfalls den VW an. Wenn die Anschlußleitung durchgeschaltet worden ist, so spricht U_1 an und schaltet jetzt die Sprechstelle 2 ab. Außerdem wird mit dem u_1^{II} -Kontakt die Erde abgetrennt und die Leitungsschleife durchgeschaltet (Folgekontakt!). Hat der VW auf einen freien I. GW aufgeprüft, spricht in der Übertragung das T_1 -Relais an und schaltet die Sprechadern frei. Das Relais R_1 in der Amtsübertragung hält sich in diesem Falle nicht, weil der t_1^{II} -Kontakt die R_1 -Relaiswicklung 3—4 unter Strom bringt, die der Wicklung 1—2 entgegengeschaltet ist. Es fällt ab und schaltet den Zähler für den 1. Teilnehmer ein. Nehmen zufällig beide Teilnehmer den Hörer gleichzeitig ab, so spricht das R_1 -Relais nicht an, weil beide Wicklungen (in der a- und b-Leitung) entgegengesetzt geschaltet sind.

A n k o m m e n d e V e r b i n d u n g. In ankommender Richtung werden die Teilnehmer unter zwei verschiedenen Anrufnummern erreicht. Einmal wird Rufstrom in die a-Leitung gegeben — Sprechstelle 1 wird gerufen —, zum andernmal wird der Rufstrom in die b-Ader gesandt — Sprechstelle 2 wird gerufen —. Der Rufstrom fließt also entweder über den u_1^{II} -Kontakt oder über den u_2^{II} -Kontakt zur Erde. Nimmt der Teilnehmer ab, so erhält das U_1 - bzw. das U_2 -Relais Ansprechstrom aus dem Leitungswähler. Auf

Rufstrom sprechen die Verzögerungsrelais $U_{1/2}$ nicht an; der Rufwechselstrom fließt fast ausschließlich über die 4 μ F-Kondensatoren.

2. **1/2 GUm 50 \rightarrow 1/2 GVW 50 (a):** Schaltung siehe Bild 153. Wirkungsweise grundlegend wie unter 1.

A b g e h e n d e r V e r k e h r. Nimmt Sprechstelle 1 den Handapparat ab, spricht im GVW das R-Relais über die Wicklung 2—3 an. Hat der VW einen freien I. GW gefunden, zieht das T-Relais an. Durch den Kontakt t^{III} erhält die R-Relaiswicklung 1—2 Strom. Sie ist der Wicklung 2—3 entgegengeschaltet, so daß das R-Relais abfällt und den Zähler 1 anschaltet. Nimmt die Sprechstelle 2 den Handapparat zuerst ab, spricht das R-Relais über die Wicklung 1—2 an, bleibt während des Gesprächs angezogen und schaltet den Zähler 2 an.

A n k o m m e n d e r V e r k e h r. Die Sprechstelle 1 wird wie unter 1. über die a-Ader, die Sprechstelle 2 über die b-Ader (bei 1/2 GVW 50 a durch C_1 -Relais) gerufen.

3. **1/2 GUm 53 \rightarrow 1/2 GUe 53 VW:** Schaltung siehe Bild 154.

A b g e h e n d e V e r b i n d u n g. Hebt der Teilnehmer bei der Sprechstelle 1 den Handapparat ab, spricht über die a-Ader in der Übertragung das R_1 -Relais an. Das Relais U_1 im Beikasten erhält Fehlstrom (s. Bild 155). Das Relais R_1 schaltet die Sprechadern durch, so daß über die Teilnehmerschleife der VW anlaufen kann. Gleichzeitig wird der in der a-Ader des I. VW liegende niederohmige Widerstand oder die niederohmige R-Relaiswicklung beim I. VW 50 der Wicklung R_1 3400 in der Übertragung parallel geschaltet. Der Gesamtwiderstand des Belegungsstromkreises wird damit niederohmig, so daß das U_1 -Relais im GUm anziehen kann. Der Kontakt u_1^{I} schaltet die Teilnehmerschleife durch und trennt die Sprechstelle 2 ab. Der Zwillingsruhekontakt u_1^{III} trennt den eigenen Anzugsstromkreis auf. Dabei spielt sich ein für das Haftrelais wichtiger Vorgang ab. Im Augenblick der Kontaktöffnung hat das U_1 -Relais noch nicht ganz durchgezogen. Da die für die Haltekraft notwendige Remanenzwirkung erst bei vollkommen geschlossenem Eisenkern wirkt, muß die Erregung bis zum vollen Durchzug aufrechterhalten bleiben, sonst fällt das Relais ab. Dies erreicht man durch einen zu den 600 + 320 Ω -Wicklungen parallel-

geschalteten Gleichrichter. Öffnet der Kontakt u_1^{III} , entsteht durch den Feldabbau in den Wicklungen ein Induktionsstrom, der über den jetzt als Kurzschluß wirkenden Gleichrichter abfließt. Der Feldabbau wird verzögert, so daß das U_1 -Haftrelais durchziehen kann und sich hält.

In der Amtsübertragung schaltet das R_1 -Relais den Gesprächszähler für die Sprechstelle 1 an. Hat der VW einen freien I. GW gefunden, zieht das T_1 -Relais an. Es schaltet die Sprechadern frei. Der Teilnehmer der Sprechstelle 1 hört das Amtszeichen und kann die gewünschte Rufnummer wählen (Schaltzustand wie Bild 156).

Während des Gesprächs ist die Abwurfwicklung U_1 5500 über einen 18 k Ω -Widerstand und Gleichrichter vorbereitend an die b-Ader angeschaltet. Der sehr geringe Strom, der über die Sprechstelle, a-Ader und 500 Ω -Wicklung des A-Relais im I. GW fließt, übt auf das U_1 -Relais keine Wirkung aus, weil die 10 Ω -Wicklung der 5500 Ω -Wicklung entgegengeschaltet ist. Nach Auflegen des Handapparates durch den Teilnehmer 1 werden die Amtseinrichtungen ausgelöst. In der Amtsübertragung fallen die Relais R_1 und T_1 ab. Die 3400 Ω -Wicklung des R_2 -Relais wird durch r_1 - und t_1 -Kontakte wieder an die b-Ader angeschaltet und damit der Abwurfstromkreis für das U_1 -Relais geschlossen (Bild 157).

Wird bei der Sprechstelle 2 der Handapparat abgenommen, ziehen entsprechend R_2 - und U_2 -Relais an. Der Gesprächszähler 2 wird angeschaltet. Der Abwurfstromkreis ist jetzt über die a-Ader vorbereitet und wird geschlossen, wenn nach dem Auflegen die 3400 Ω -Wicklung des R_1 -Relais angelegt wird.

A n k o m m e n d e V e r b i n d u n g. Beim ankommenden Verkehr werden ebenfalls die Sprechstelle 1 über die a-Ader und die Sprechstelle 2 über die b-Ader gerufen. Im Gegensatz zu den anderen GUm sprechen im 1/2 GUm 53 die U-Relais bereits durch den ersten Ruf an (Bild 158). Der über den 4 μ F-Kondensator fließende Wechselstrom wird — wenn die Sprechstelle 1 gerufen wird — durch den Gleichrichter 1 für die U_1 -Relaiswicklungen 600 Ω + 320 Ω gleichgerichtet (eine Halbwelle über das U_1 -Relais, G_{1r} sperrt, 2. Halbwelle in Durchlaßrichtung über den G_{1r} , U_1 -Relais kurzgeschlossen), so daß das U_1 -Relais anzieht. Es schaltet die b-Ader zum LW durch, damit der Ruf zur Sprechstelle

gelangen kann. Das U_1 -Relais fällt nach dem Auslösen der Verbindung wie vorstehend beschrieben ab.

4. 1/2 GUm 53 → 1/2 GÜe 53 AS:

Wirkungsweise weitgehend wie unter 3.

Einzelne Abweichungen, z. B. Ansprechen des D- und R_1 -Relais siehe unter „Zusammenfassung der Betriebsweisen der Zweieranschlüsse“ auf Seite 243.

Verschiedenes:

In Gemeinschaftsanschlüssen mit 1/2 GÜe 48 W und 1/2 GÜe 53 AS sind keine Fernsprechauftragsdienst- und Bescheidendienstschaltungen vorgesehen. Sie können jedoch durch besondere Maßnahmen ermöglicht werden.

Ausnahmehauptanschlüsse dürfen nicht als Zweieranschlüsse eingerichtet werden.

Zwischenumschalter (mit Nebenstelle) können wegen der fehlenden b-Speisung nicht als Zweieranschlüsse angeschlossen werden; in besonderen Ausnahmefällen könnten hierzu Zwischenumschalter mit Netzspeisung verwendet werden.

Teilnehmer mit mehr als 120 Gesprächen im Monat werden nicht zu Zweieranschlüssen zusammengeschaltet.

1/2 GUm 39 und 1/2 GUm 50 sind für die Anschaltung von Gebühreanzeigern bei den Sprechstellen nicht geeignet.

Sperren der Anschlüsse:

1/2 GÜe 48 W: In abgehender Richtung.

Für Sprechstelle 1: Ruhekontakt t_1^{III2} isolieren,

Für Sprechstelle 2: Ruhekontakt t_1^{V2} isolieren.

Falls die Sprechstelle über einen 1/2 GUm 53 angeschlossen ist, muß die jeweils abgetrennte R-Relaiswicklung durch einen 4000 Ω -Widerstand ersetzt werden (Abwurfstromkreis des U-Relais muß erhalten bleiben!).

In Anrufsucherschaltungen am Verteiler die Brücken 1—2 auslöten.

Teilsperre in ankommender Richtung:

Die vom LW kommende a_1 - oder a_2 -Ader abtrennen, je nachdem, ob Sprechstelle 1 oder 2 gesperrt werden soll.

Beide Maßnahmen zusammen ergeben die Vollsperrung.

1/2 GVW 50: Alle Sperrungen, auch die Umschaltung auf den Fernsprechauftragsdienst oder Bescheidendienst werden am Trennstekverteiler mit den entsprechenden Trennstekern ausgeführt. Zur Unterscheidung der Sprechstellen 1 und 2 ist bei den Sonderdiensten eine Zusatzübertragung vorzuschalten.

1/2 GÜe 53 VW: Die R-Relais dürfen beim Sperren nicht abgetrennt werden, weil sie jeweils für den Abwurfstromkreis des U-Relais der anderen Sprechstelle eingesetzt sind. Zwischen den Kontakten des Trennstekverteilers ist daher in der a-Leitung eine R_1 -Relaiswicklung und in der b-Leitung eine R_2 -Relaiswicklung eingeschleift. Diese Wicklungen sind den zugehörigen 3400 Ω -Wicklungen entgegengeschaltet, so daß das R-Relais des gesperrten Teilnehmers (Stecker im Trennstekverteiler gesteckt) nicht anzieht, wenn er den Handapparat abnimmt.

1/2 GÜe 53 AS: Teilsperre in abgehender Richtung.

Für Sprechstelle 1: Brücke 1—2 auslöten, Brücke 2—3 einlöten,

Für Sprechstelle 2: Brücke 4—5

u. 6—7 auslöten, Brücke 3—4 einlöten.

Teilsperre in ankommender Richtung:

Für Sprechstelle 1: Brücke 8—9 auslöten,

Für Sprechstelle 2: Brücke 4—5 und 6—7 auslöten,

Brücke 3—4 einlöten.

Beide Maßnahmen zusammen ergeben die Vollsperrung.

Zweieranschlüsse können auch in OB- und ZB-Ämtern eingerichtet werden. Dafür sind geeignete Amtsanrufschaltungen entwickelt worden.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler: Trotz richtiger Wahl der Anschlußnummer geht der Ruf bei der anderen Sprechstelle ein.

Ursache: Vertauschung der a/b-Adern oder der Zweigleitungen.

Eingrenzen: Zusammen mit dem Prüfschrank prüfen, an welcher Stelle der Anschlußleitung eine Adernvertauschung vorliegt.

Beseitigung: Aufgefundene Vertauschung der Adern zurückschalten. Der Fehler darf nicht durch eine weitere Kreuzung der Adern kurzerhand behoben werden.

2. Fehler: Sprechstelle 2 erhält zu geringen Rufstrom.

Ursache: Zu hoher Widerstand in der Rufstromschleife.

Eingrenzen: (nach Bild 152) Rufstromabgang im Amt prüfen lassen (Rufspannung gegen Erde). Rufschleife von Kontakt zu Kontakt prüfen. Wenn die Leitung einwandfrei ist, sind die Kontaktstellen, Erdung und die Kondensatoren im Beikasten zu prüfen. Es wird angenommen, daß einer der 4 µF-Kondensatoren schadhaft ist.

Beseitigung: Schadhaften Kondensator auswechseln.

Betriebsweise der Zweieranschlüsse:

(kurz zusammengefaßt)

1. 1/2 GÜe 48 W, Bild 152 (1/2 GÜW 50, Bild 153).

a) abgehende Verbindung:

Bei Sprechstelle 1 wird Handapparat abgenommen, a-Ader erhält Erde.	Relais R ₁ -Wicklung 4—5 und T ₁ sprechen an, (1/2 GVW 50: R-Wicklung 2—3), R ₁ (R) geht in die Ruhelage und schaltet den Zähler 1 ein. a/b-Adern in der Übertragung sind jetzt durchgeschaltet.	VW bzw. AS läuft an, schaltet zum GW bzw. LW durch.	U ₁ -Relais im 1/2 GÜm 39 (1/2 GÜm 50) spricht an, schaltet a/b-Schleife zur Sprechstelle 1 durch und Sprechstelle 2 ab.
Gesprächszustand.			
Bei Sprechstelle 2 wird Handapparat abgenommen, b-Ader erhält Erde.	Relais R ₁ -Wicklung 3—4 und T ₁ (1/2 GVW 50: R-Wicklung 1—2) sprechen an, R ₁ hält sich bis zum Gesprächsschluß selbst. Zähler 2 wird eingeschaltet.	VW bzw. AS läuft an, schaltet zum GW oder LW durch.	U ₂ -Relais im 1/2 GÜm 39 (1/2 GÜm 50) spricht an, schaltet a/b-Schleife zur Sprechstelle 2 durch und Sprechstelle 1 ab.
Gesprächszustand.			

b) ankommende Verbindung:

Sprechstelle 1 wird angerufen, Rufstrom fließt über die a-Ader.	Teilnehmer 1 nimmt ab, U ₁ -Relais im Beikasten spricht an; es erhält Spannung vom LW (a-Ader), schaltet a/b-Schleife durch und Sprechstelle 2 ab.	In der Amtsübertragung spricht T ₁ sofort an und trennt beide R ₁ -Relaiswicklungen ab.
Gesprächszustand.		

Sprechstelle 2 wird angerufen, Rufstrom fließt über die b-Ader.	Teilnehmer 2 nimmt ab, U ₂ -Relais im Beikasten spricht an, Spannung vom LW her über die Kreuzung an der b-Ader. a/b-Adern werden durchgeschaltet und die Sprechstelle 1 abgeschaltet.	In der Amtsübertragung spricht T ₁ sofort an und trennt beide R ₁ -Relaiswicklungen ab.
Gesprächszustand.		

2. 1/2 GÜe 53 VW (AS), Bild 154.

a) abgehende Verbindung:

Bei Sprechstelle 1 wird Handapparat abgenommen, Erde über a-Ader zur VStW.	Relais R ₁ spricht an und schaltet den Zähler 1 ein (Ue 53 AS: D-Relais spricht an, fällt wieder ab, wenn AS aufgeprüft hat, Zähler 1 ist angeschaltet). T ₁ -Relais schaltet Sprechadern durch.	VW (AS) läuft an, schaltet zum GW bzw. LW durch.	U ₁ -Relais im 1/2 GÜm 53 spricht an, schaltet a/b-Schleife zur Sprechstelle 1 durch und Sprechstelle 2 ab.
Gesprächszustand.			U ₁ -Relais wird erst abgeworfen, wenn die Amtseinrichtungen in Ruhstellung gelaufen sind u. R ₁ - und T ₁ -Rel. in der Übertragung abgefallen sind.
Bei Sprechstelle 2 wird der Handapparat abgenommen, Erde über b-Ader zur VStW.	Relais R ₂ spricht an und schaltet den Zähler 2 ein (Ue 53 AS: D-Relais und R ₁ -Relais sprechen an. Zähler 2 wird angeschaltet, D-Relais fällt ab). T ₁ -Relais schaltet Sprechadern durch.	VW (AS) läuft an, schaltet zum GW bzw. LW durch.	U ₂ -Relais im 1/2 GÜm 53 spricht an, schaltet a/b-Schleife zur Sprechstelle 2 durch und Sprechstelle 1 ab.
Gesprächszustand.			Abfall des U ₂ -Relais wie vorst. U ₁ -Relais.

b) ankommender Verkehr, sinngemäß wie unter 1 b).

Wahlsternanschlüsse

I. Ansicht:

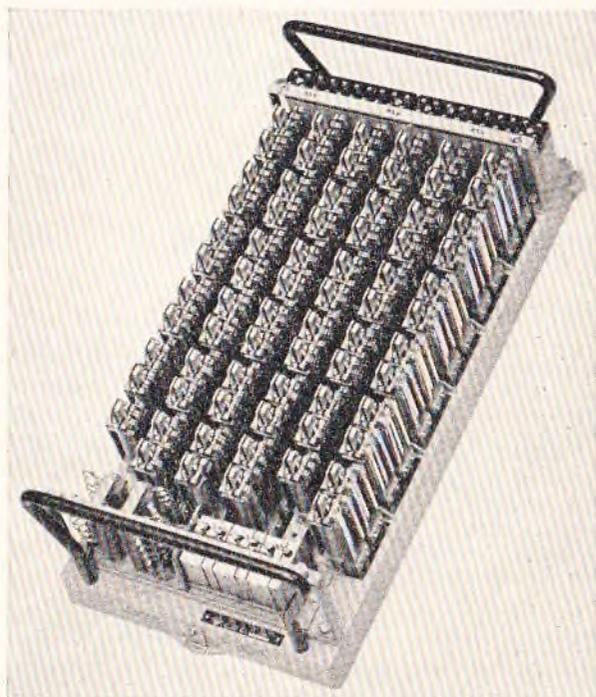


Bild 159. Wahlsternschalter für 3 Hauptleitungen und 16 Sprechstellen ohne Schutzkappe.

II. Übersichtsschaltung: Bild 161, siehe Seite 246.

III. Verwendungszweck:

Wahlsternanschlüsse sind Gemeinschaftsanschlüsse, bei denen 12 bis 16 Sprechstellen 3 gemeinsame Anschlußleitungen besitzen. Sie werden geschaltet, wenn mehrere wenig sprechende Sprechstellen zusammenliegen, um Anschlußleitungen zu sparen und sie besser auszunutzen. Alle an einen Wahlsternschalter (WstSch) angeschlossenen Teilnehmer bleiben vollberechtigte Teilnehmer, weil Gespräche untereinander geführt werden können. Als Sprechstellen werden — wie bei den Zweieranschlüssen — nur einfache Tisch- oder Wandapparate ohne Erdtaste benutzt.

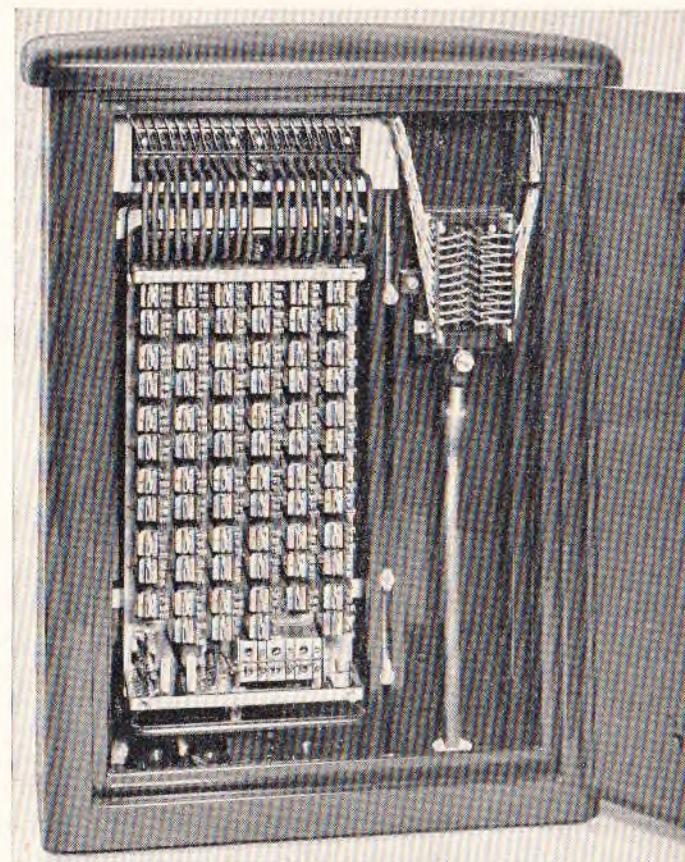


Bild 160. Wahlsternschalter für 3 Hauptleitungen und 16 Sprechstellen ohne Schutzkappe, in ein Kabelverzweigerhäuse eingebaut.

IV. Anschließen:

Die 12 bis 16 Sprechstellen werden über Zweigleitungen (WstLz) an einen Wahlsternschalter (WstSch) herangeführt, der an einem vorgeschobenen Punkt im Ortsnetz aufgestellt wird.

Der Wahlsternschalter enthält 3 Relaiswähler aus Haftrelais, an die je eine Anschlußleitung zum Amt — oder Wahlsternhauptleitung genannt (WstLh) — angeschaltet ist.

Der Wahlsternschalter 53 a für 12 Zweigleitungen oder 53 b für 16 Zweigleitungen ist in einem staubdichten Kasten ein-

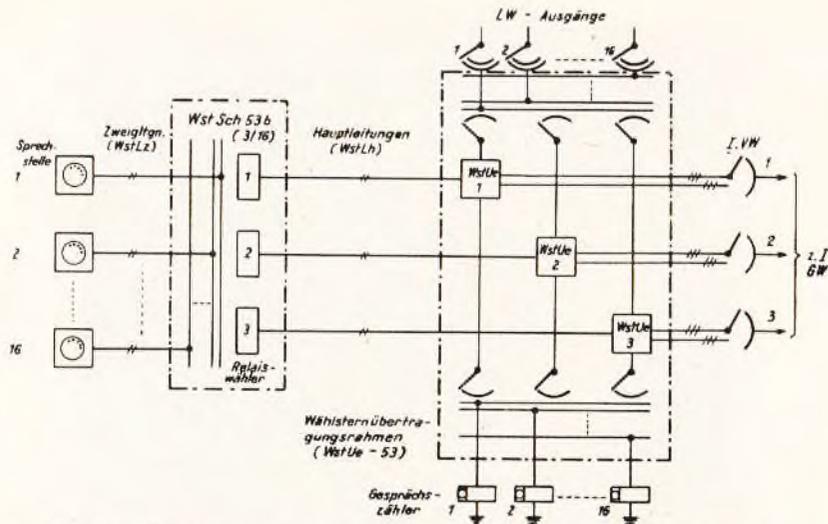


Bild 161. Übersichtsplan des Wählsternanschlusses 53 (WstAn 53 3/16).

gebaut (Bild 159), der zum Schutz gegen Erschütterungen mit Schwingmetallplatten in einem witterungsbeständigen, besonderen Kabelverzweigergehäuse federnd befestigt ist (Bild 160). Mit Hilfe von gummiumpreßten Schnüren mit Doppelsteckern werden die Zweig- und Hauptleitungen, die auf einer Klemmenleiste am oberen Rand des Kabelverzweigergehäuses enden, auf den Wählsternschalter gesteckt. Nach Möglichkeit soll noch eine Prüflleitung vom Wählsternschalter zum Hauptverteiler des Amtes geschaltet werden. Durch die beweglichen Gummischnüre können leicht Umschaltungen zur Störungseingrenzung vorgenommen werden (s. Abschnitt VI).

Der **WstSch 53** arbeitet bei folgenden Werten einwandfrei:

Schleifenwiderstand der Hauptleitung bis 700 Ω ,
 Schleifenwiderstand der Zweigleitung bis 250 Ω ,
 Isolationswiderstand a- gegen b-Ader
 der Hauptleitung oder Zweigleitung
 oder gegen Erde nicht unter 20 k Ω ,
 Erdwiderstand für die Erdung des WstSch bis 25 Ω .

Zum WstSch 53 gehört die **Wählsternübertragung 53** (WstUe 53). Jede Hauptleitung endet auf einer Wählsternübertragung, die aus einem Relaisatz und einem Drehwähler be-

steht. Als Teilnehmerrufnummern können beliebige freie LW-Ausgänge geschaltet werden. Die 3 Übertragungen, die zu einem Wählsternschalter gehören, sind in einem Übertragungsrahmen zusammengefaßt worden.

V. Bedienung und Arbeitsweise:

a) Abgehender Verkehr:

Wird z. B. bei der 12. Sprechstelle der Handapparat abgehoben, laufen in der Wählsternübertragung der Drehwähler und mit ihm, synchron gekoppelt, im Wählsternschalter der Relaiswähler an. Dieser prüft auf die Zweigleitung auf und setzt den Drehwähler still, der jetzt auf Schritt 12 steht und den 12. Gesprächszähler anschaltet. Gleichzeitig hat die Übertragung ihren zugeordneten VW angereizt, der einen freien I. GW belegt. Der Teilnehmer hört das Amtszeichen und kann wählen.

b) **Ankommender Verkehr:** Eine der 3 Wählsternübertragungen wird vom LW-Ausgang der gerufenen Teilnehmernummer angereizt. Der Drehwähler läuft an und sucht den belegten Ausgang. Im Zwangsgleichlauf wird der Relaiswähler im WstSch weitergeschaltet. Ist der Teilnehmer des gerufenen LW-Ausganges z. B. als 8. Zweigleitung an den WstSch herangeführt, so bleibt der Drehwähler auf Schritt 8 stehen, und der Relaiswähler schaltet die 8. Zweigleitung an die Hauptleitung an. Der Ruf gelangt über beide Sprechadern zur Sprechstelle.

c) **Auslösung:** Beim abgehenden Verkehr wird die Auslösung eingeleitet, wenn der Teilnehmer auflegt und die Amtseinrichtungen in Ruhestellung laufen. Gleichzeitig werden Relais- und Drehwähler angereizt und gehen in Ruhestellung. Bei der ankommenden Verbindung wird dieser Vorgang ausgelöst, wenn der LW die WstUe freigibt.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Die Zweigleitung „6“ ist gestört.

Eingrenzung: Im WstSch-Gehäuse wird die Steckerschnur der 6. WstLz aus der Klemmenleiste des WstSch herausgezogen und auf die Prüflleitung in der darüberliegenden Steckleiste gesteckt. Damit ist der WstSch umgangen und die WstLz unmittelbar bis zum Hauptverteiler durchgeschaltet.

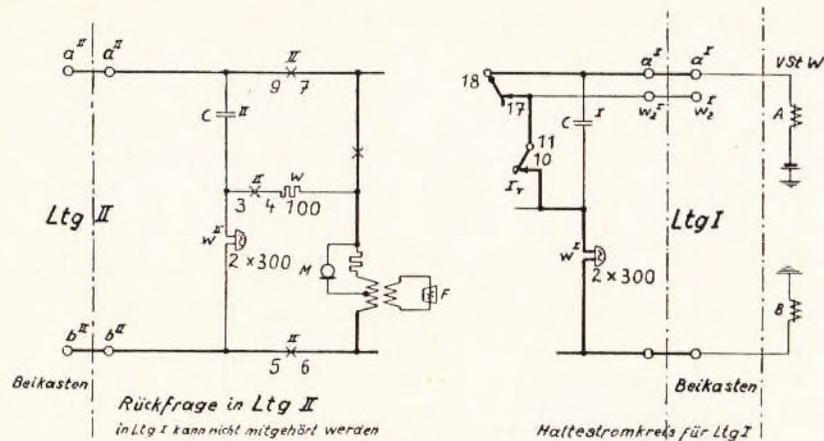


Bild 164.

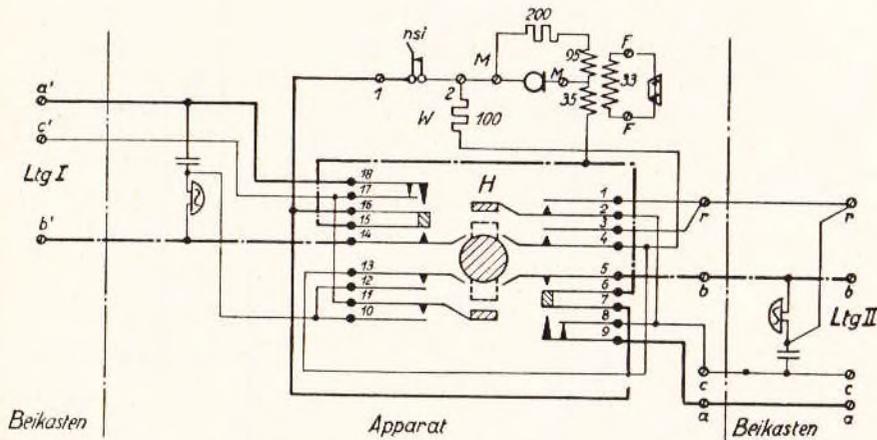
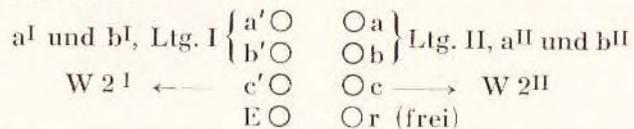


Bild 165. Federsatz des Hebelschalters H (von unten gesehen).

IV. Anschließen:

Ltg. I und II werden im Beikasten an folgende Klemmen gelegt:

im Bild 163.



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 165 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 163).
---	--	--

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 164). Im entgegengesetzten Fall, 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 (Amtsverbindung) nicht gehalten.

Ursache: Kontaktfedern I 17, 18 oder Ir 10, 11 (Bild 163) schließen nicht.

Eingrenzen: Spannungsmesser an die b-Ader, mit dem 2. Anschlußdraht die Punkte a^I ; I 18, 17; Ir 11, 10 (Bild 164, 165) 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:

- 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.
- Die Anschlußschnur ist feucht.

Beseitigung: Schnur nach Farbenbezeichnung ordnungsmäßig anschließen, bzw. feuchte Schnur auswechseln.

Übersicht über die verschiedenen Nebenstellenanlagen

Einteilung, Leitungsbedingungen, Stromversorgung

Als **Nebenstellenanlage** wird die **Gesamteinrichtung** bezeichnet, die aus dem Hauptanschluß, den Nebenstellen, den Nebenstellenanschlußleitungen und den Zusatzeinrichtungen besteht. Sprechstellen in Nebenstellenanlagen können amtsberechtigt, halbamtsberechtigt und nichtamtsberechtigt sein. Sie werden, soweit sie nichtamtsberechtigt sind, „Hausstellen“ genannt. Halbamtsberechtigte Sprechstellen werden bei abgehendem und ankommendem Amtsverkehr von der Handvermittlung aus verbunden, führen aber wie die amtsberechtigten Sprechstellen die Bezeichnung „Nebenstelle“.

Einteilung der Nebenstellenanlagen:

- Zwischenumschalter Zw (für eine Haupt- und eine Nebenstelle, geeignet für Kleinbetriebe, früher Zwischenstellenumschalter ZwU):
 - handbediente Zw (die Nebenstelle wird von Hand zum Amt durchgeschaltet);
 - selbsttätige Zw (die Nebenstelle kann sich selbst zum Amt durchschalten).
- Schranknebenstellenanlagen (hauptsächlich für Hotelbetriebe)
 - Klappenschränke (für 2—5 Amtsleitungen und 10—50 Nebenstellen);
 - Glühlampenschränke.
- Reihenanlagen (für Geschäftsräume, die auf demselben Grundstück nahe beieinanderliegen):
 - mit Linienwählerleitungen (geeignet für Betriebe mit starkem innerem Sprechverkehr von Nebenstelle zu Nebenstelle);
 - ohne Linienwählerleitungen (vereinfachte Reihenanlagen mit geringem Innenverkehr).

- Wählernebenstellenanlagen (in verschiedenen Ausführungsformen für 2—5 Amtsleitungen, 10—25 Nebenstellen und als große Anlagen mit mehr als 10 Amtsleitungen):
 - Relaiswähleranlagen,
 - Dreh-Hebdrehwähleranlagen, Schalteranlagen und andere.

Leitungsbedingungen (Gleichstromwiderstände, Dämpfung).

Der Gleichstromwiderstand der N-Anschlußleitung liegt — je nach Bauform der Anlage — zwischen 300 und 600 Ohm.

Widerstands- und Dämpfungswerte:

Leistungsart	Durchmesser der Leitung (mm)	Widerstand in Ohm je km Doppel-Ltg.	Dämpfung für 800 Hz im mN je km
Ortskabel St III	0,6	130	100
Ortskabel St III	0,8	73	75
Freileitung	1,5	31,4	17
"	2,0	17,7	10
"	3,0	5,1	4,7

Über 2 km Entfernung von der VSt werden nur Kabeladern mit 0,8 mm Durchmesser benutzt.

Stromversorgung: Verschiedene Arten der Gleichstromspeisung, für die Mikrophonspeisung, für Schauzeichen, Relais, Summer und Gleichstromwecker.

- Einheitsspeisebrücke (Bild 166) In diesen Zeichnungen wird nur das Grundsätzliche der 3 Arten gezeigt. Einzelheiten sind bei den Apparaten gebracht worden.
- Speisebrücke 40 (Bild 167)
- Netzspeisung (Bild 168)

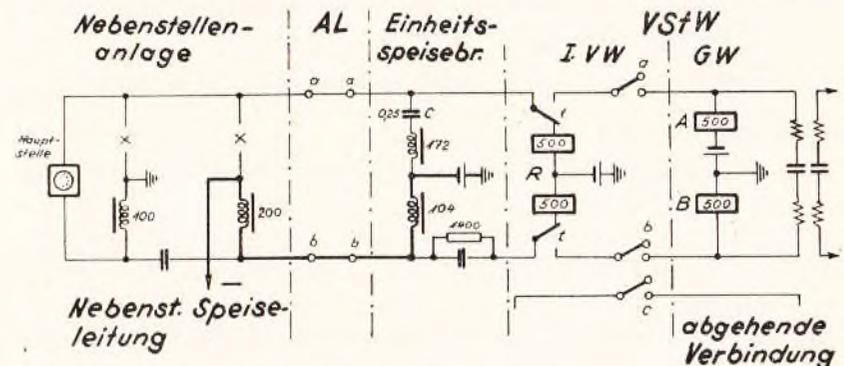


Bild 166. Einheitsspeisebrücke im Zusammenhang mit der Amts- und Nebenstellenschaltung.

× Symmetrieschaltung (Kondensator und Drosselspule gegen a-Leitung)
Bei ankommenden Verbindungen ist rechts in der VSt der LW eingeschaltet.

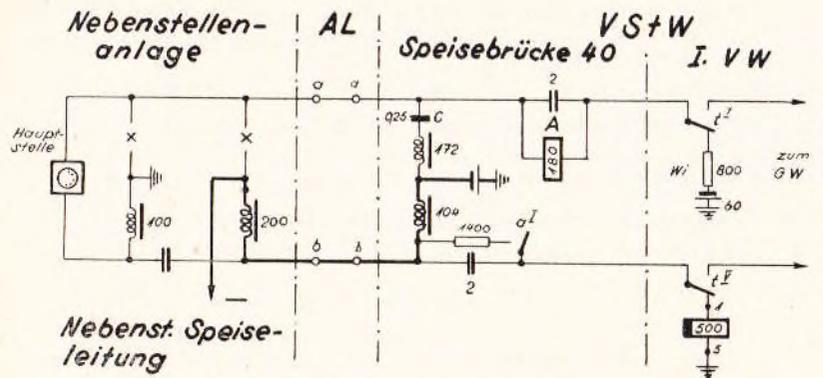


Bild 167. Speisebrücke 40.

× Symmetrieschaltung (Kondensator und Drosselspule gegen a-Leitung)

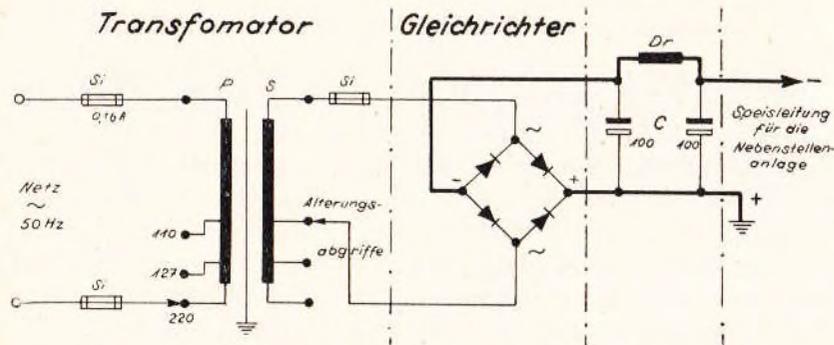


Bild 168. Beispiel einer Netzspeisung für Nebenstellenanlagen kleiner Form (mit Abgriffen für die Netzspannungen 110, 127 und 220 Volt).

Bemerkung zu den Bildern 166, 167 und 168:

Mikrophonspeisung

- bei Amtsgesprächen der Haupt- und Nebenstelle über die a-Ader der Amtsleitung;
- im Innenverkehr durch b-Speisung nach Bild 166 oder 167, bzw. durch Netzspeisung bei der Teilnehmerhauptstelle nach Bild 168;
- beim Ausfallen der Netzspannung werden die Haupt- oder Nebenstelle unmittelbar über die a/b-Schleife vom Amt her mit Speisestrom versorgt. Der Teilnehmer kann also ohne weiteres Amtsgespräche führen, wenn die Starkstromversorgung ausfällt.

Zwischenumschalter W 25b

(Tischform)

I. Apparatansicht:

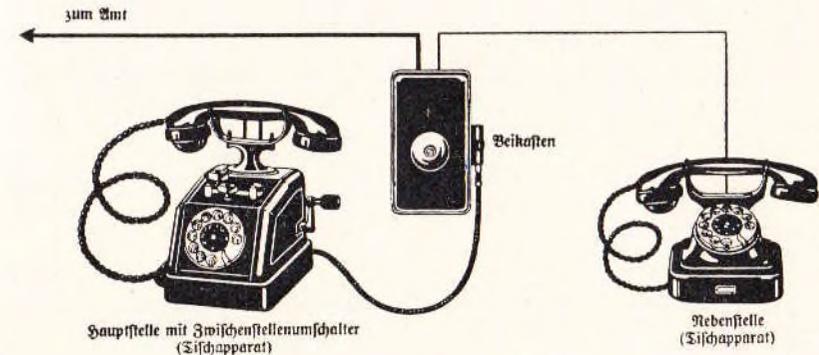


Bild 169.

Der Zwischenumschalter W 25b wird nicht mehr beschafft. Diese älteren Apparate sind jedoch bei den „Öffentlichen“ an den Schaltern der Postämter noch im Betrieb, weil sie sich wegen Ertönens des Weckers nach Schluß des Gesprächs gut bewährt haben. Der Schalterbeamte erkennt daran sofort, daß der Sprechgast bei der Nebenstelle das Gespräch beendet hat und die Fernsprechzelle verläßt.

II. Übersichtsschaltungen: (Siehe Bilder 170 bis 174).

III. Verwendungszweck:

Der Zwischenumschalter W 25b 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.

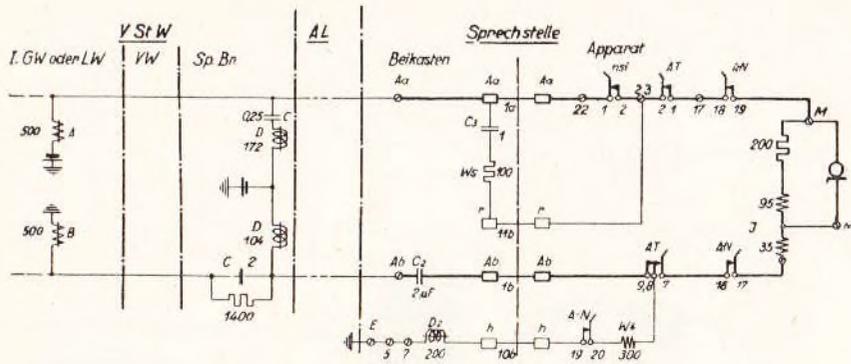


Bild 170. Verbindung VStW-Hauptstelle.

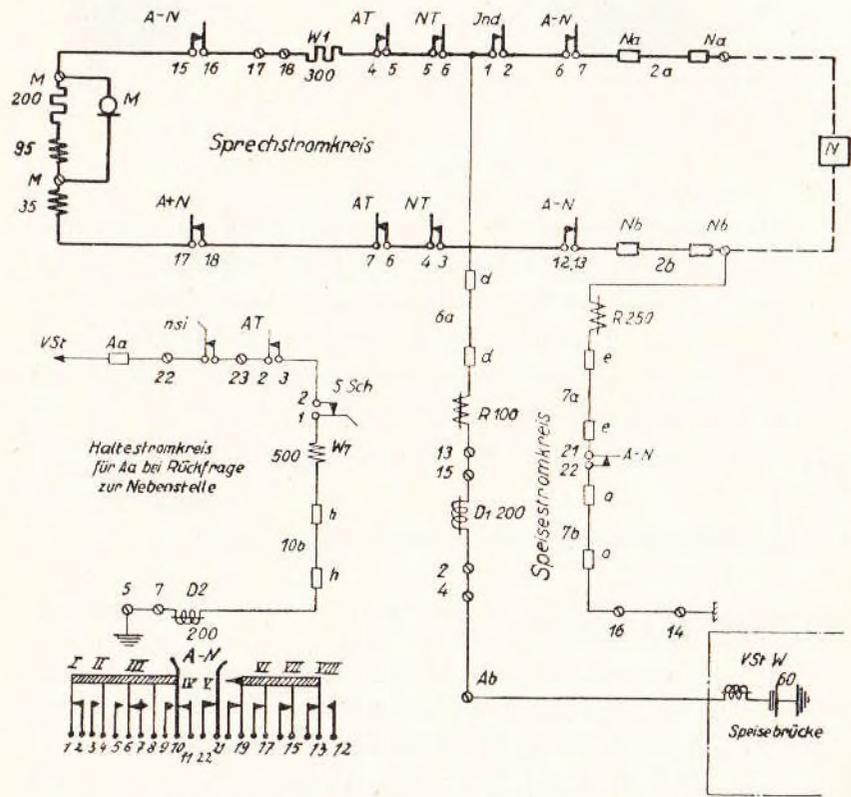


Bild 171. Verbindung Hauptstelle - Nebenstelle und Rückfrage.

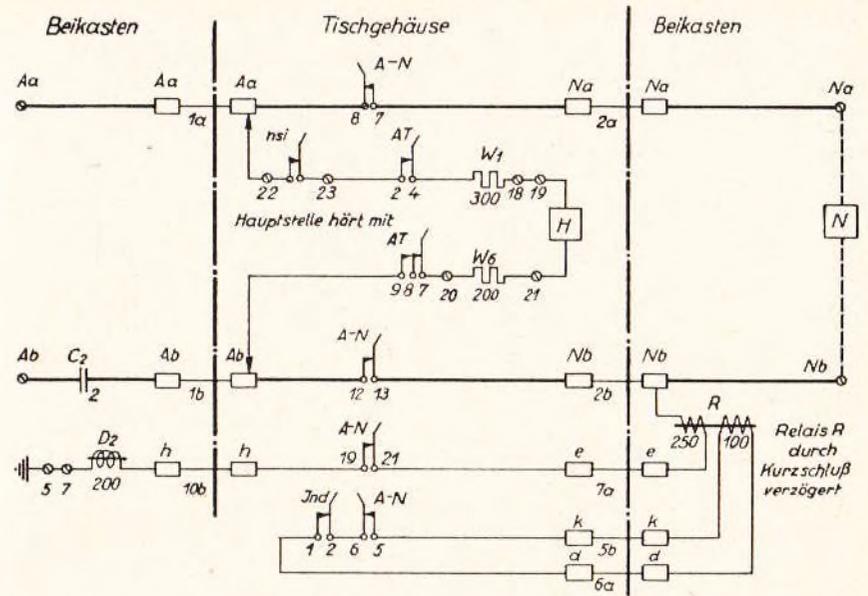


Bild 172. Verbindung VStW - Nebenstelle (A-N = Schalter betätigt).

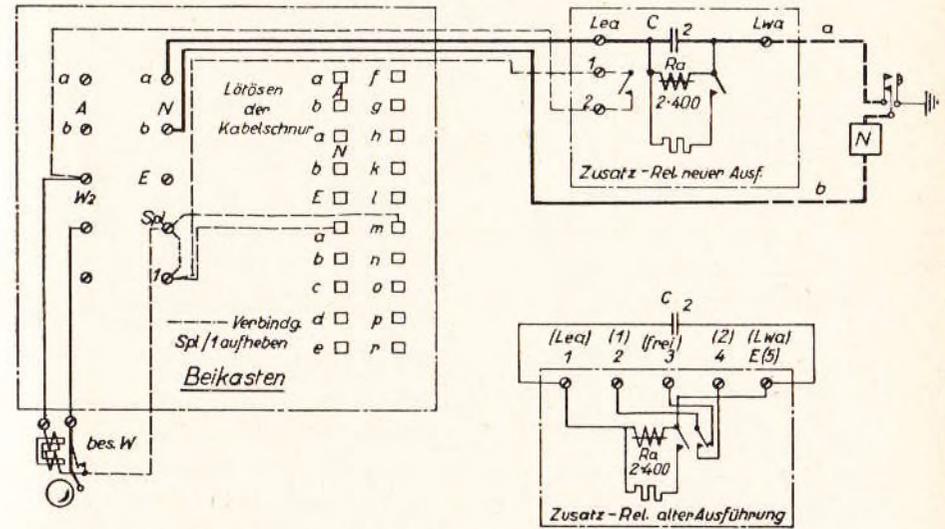


Bild 173. Anschaltung des Zusatzrelais Ra an die Beikastenklammern für das Eintretezeichen (Weckruf) zur Hauptstelle in Dauerverbindungen. (Zusatzrelais Ra durch Federspannung verzögern, damit es später anspricht als das R-Relais im Apparat.)

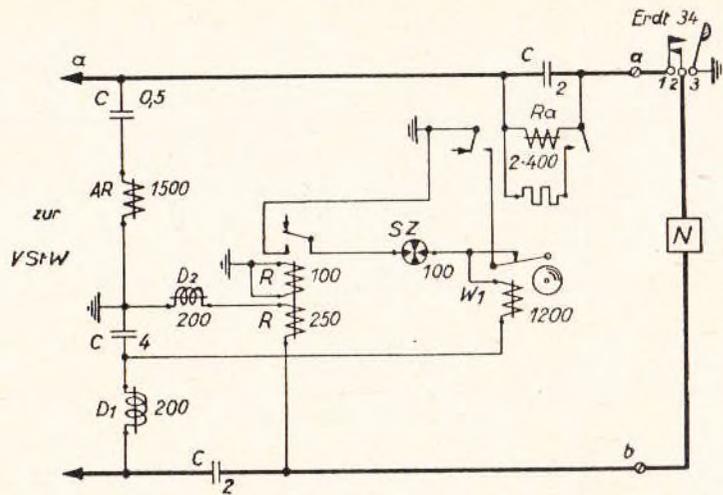


Bild 171. Eintretezeichen (ZwU. W 25 b).

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:

Hauptanschluß- leitung zur VStW	<table border="0"> <tr><td>● Aa</td><td>● Na</td></tr> <tr><td>● Ab</td><td>● Nb</td></tr> </table>	● Aa	● Na	● Ab	● Nb	} Nebenstellen- anschlußleitung						
● Aa	● Na											
● Ab	● Nb											
2. Wecker	<table border="0"> <tr><td>● W 2</td><td>● E</td></tr> <tr><td>● 2</td><td>● Spl</td></tr> <tr><td>● 4</td><td></td></tr> <tr><td>● 6</td><td>● 5</td></tr> </table>	● W 2	● E	● 2	● Spl	● 4		● 6	● 5	} Erdanschluß Anschluß für eine Speiseleitung (nur bei Speise- leitungsschaltung)		
● W 2	● E											
● 2	● Spl											
● 4												
● 6	● 5											
Widerstand W 2 1500 Ω oder 1000, wenn 2 Wecker betrieben werden.	<table border="0"> <tr><td>● 8</td><td>● 7</td></tr> <tr><td>● 10</td><td>● 9</td></tr> <tr><td>● 12</td><td>● 11</td></tr> <tr><td>● 14</td><td>● 13</td></tr> <tr><td>● 16</td><td>● 15</td></tr> </table>	● 8	● 7	● 10	● 9	● 12	● 11	● 14	● 13	● 16	● 15	
● 8	● 7											
● 10	● 9											
● 12	● 11											
● 14	● 13											
● 16	● 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.

Apparatkl emmen (hergerichtet für W-Schaltung):

	● 25	● 17	
	● 26	● 18	
		● 19	
		● 20	
Fernhörerschnur	{ ● F	weiß ● 21	} Anschlüsse für den Nummernschalter
		gelb ● 22	
Mikrophonschnur	{ ● M	grün ● 23	
		braun ● 24	

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 μF) nachsetzen.
- W 6, 200 Ω-Widerstand, zwischen 20/21 einschalten.

V. Bedienung:

Handapparat abnehmen (Apparat hat keinen Gabelumschalter).

Verbindung VStW-Hauptstelle (Bild 170). Amtstaste AT (linken roten Knopf) drücken.

Verbindung Hauptstelle-Nebenstelle (Bild 171).

Nebenstellentaste NT (rechten, grauen Knopf) drücken, Nebenstelle mit Kurbelinduktor rufen.

Rückfrage (Haltestromkreis, Bild 171 links).

NT-Taste drücken und rufen. Seitenschalter der AT-Taste hält die Amtsverbindung.

Verbindung VStW-Nebenstelle (Bild 172).

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 172).

Amtstaste AT drücken, Klemmenverbindung siehe unter IV. „Anschließen“.

Eintretezeichen (Weckruf).

Hauptstelle erhält Zusatzrelais,
Nebenstelle erhält Erdtaste,
Schaltung (Bild 173 und 174).

Wecker der HSt ertönt solange, als 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, Mikrofonstromkreis in Ordnung.

Ursache:

Federn 8/9 der AT (Bild 170) schließen nicht.

Beseitigung:

Kontakte reinigen und einstellen.

2. Fehler:

Nebenstelle hat schlechte Verständigung bei Gesprächen über die Amtsleitung. Mikrofonstromkreis in Ordnung.

Ursache:

Sprechstromkreis an den Federn 12/13 des A-N-Schalters unterbrochen.

Beseitigung:

Kontakte 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:

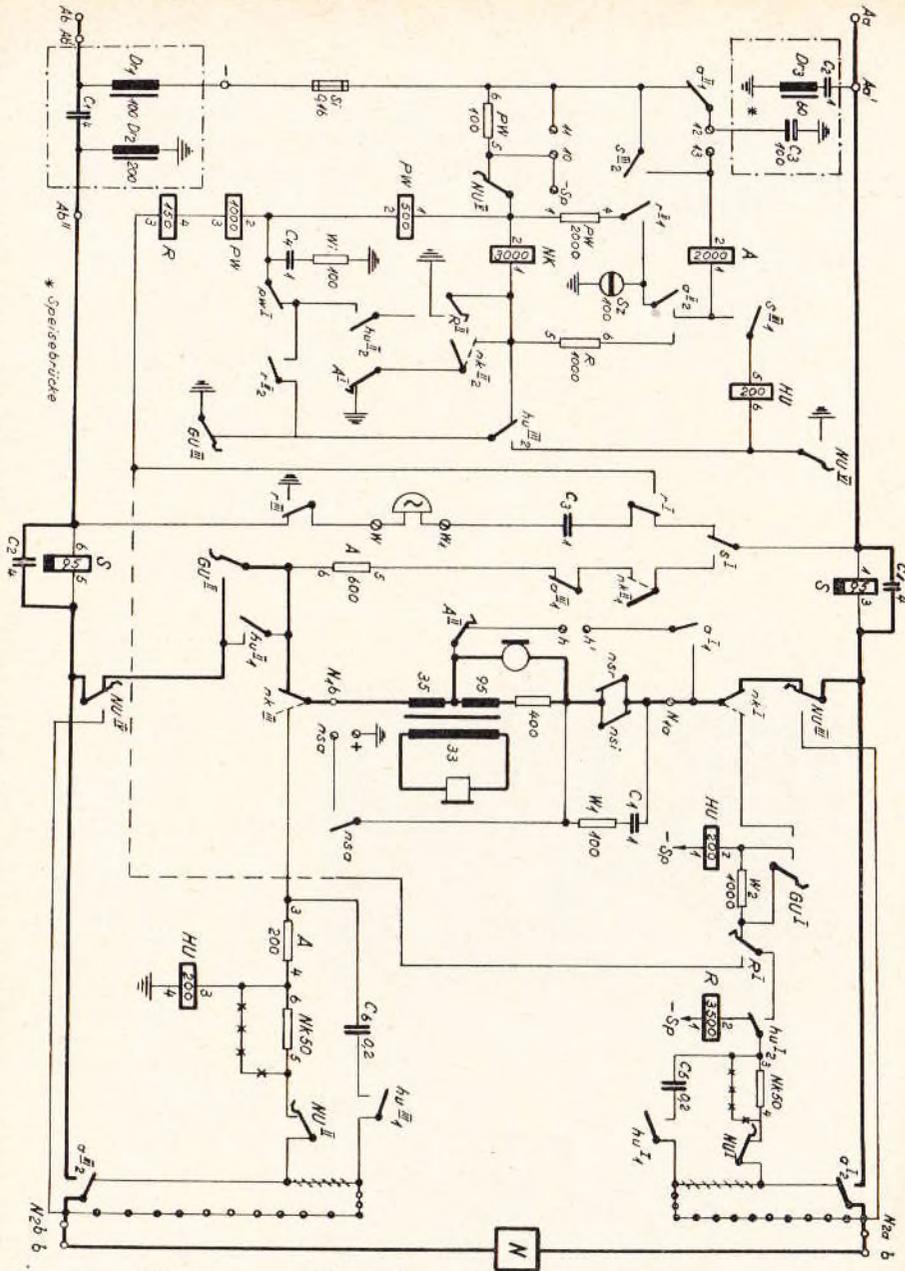
Weckerstromkreis an den Klemmen 9—11 (im Beikasten) unterbrechen, dafür 11—12 verbinden, dadurch wird der Weckerstromkreis, wenn der A-N-Schalter umgelegt ist, an den Federn A-N 10/11 unterbrochen.

Zwischenumschalter (Mix und Genest)**Handbedient für Amts- oder Netzspeisung.****I. Apparatansicht:**

Bild 175. Beikasten geöffnet. Relaisrahmen herausgeschwenkt. Tischapparat mit Amtstaste (rot) und Ruf-taste (weiß); die Tasten sind nichtsperrend und werden zur Betätigung nur kurz gedrückt. (Vgl. Schaltung Bild 181.)

II. Übersichtsschaltungen: (Bilder 176—181)

Bild 176. Gesamtschaltung des handbedienten Zwischenumschalters der Fa. Mix u. Genest (Stromlauf 3310-11 Ausg. 2).



-x-x-x- fällt weg, wenn Nebenstellenanschlusleitung weniger als 150 Ω Widerstand hat.
 -o-o-o- kommt hinzu } bei Mitsprech- und Mithör-
 -l-l-l-l- fällt weg } möglichkeit der Hauptstelle (s. auch: IV. Anschließen).

V S + W

Nebenstellenanlage

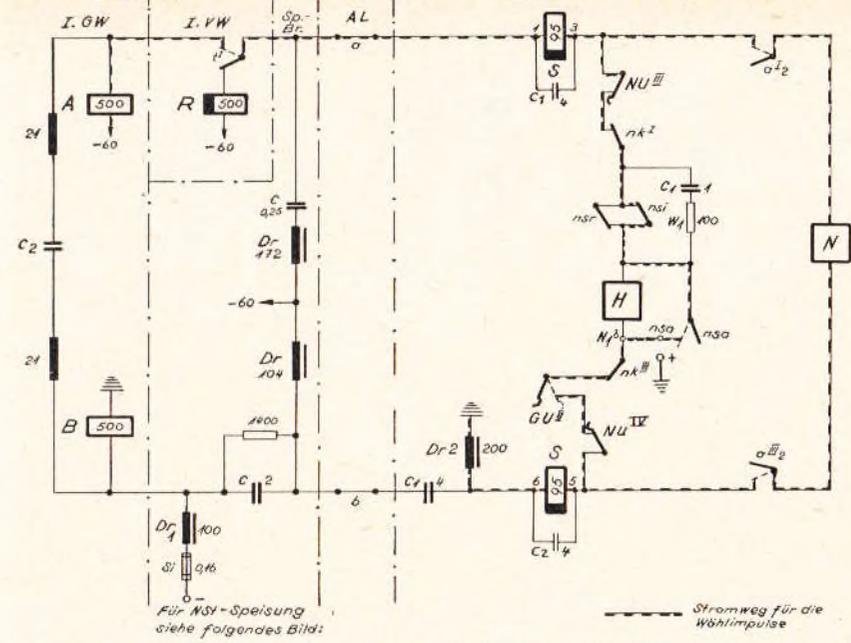
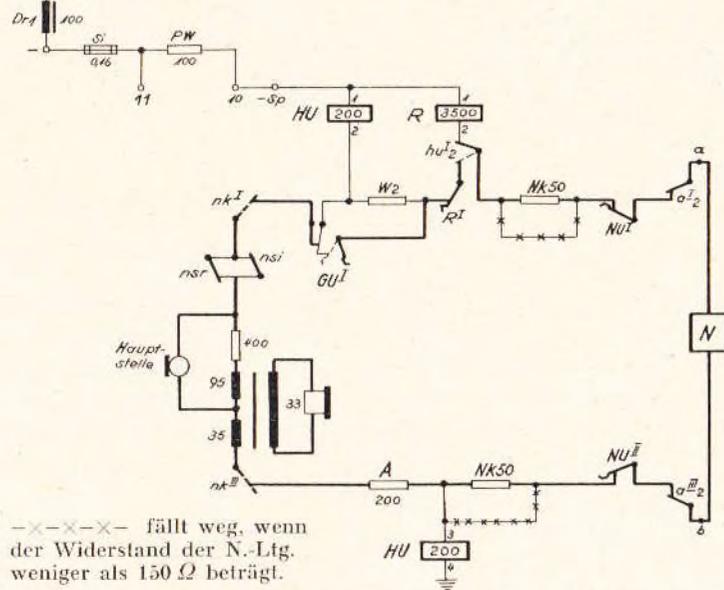


Bild 177. Aufbau einer abgehenden Amtsverbindung von der Haupt- oder Nebenstelle.

Zum Sp.Br. Anschluß siehe Fortsetzung auf vorstehendem Bild



-x-x-x-x- fällt weg, wenn der Widerstand der N.-Ltg. weniger als 150 Ω beträgt.

Bild 178. Verbindung Hauptstelle—Nebenstelle (Schaltauszug) Fortsetzung zum Bild 177.

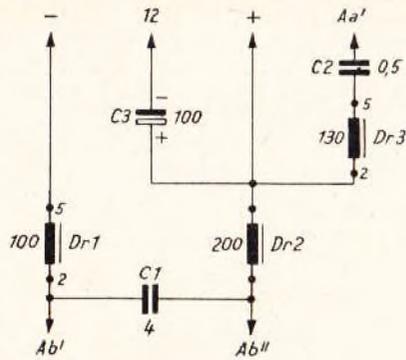


Bild 179. Speisebrücke.

Klemmenbezeichnungen siehe auf der Klemmenleiste unter IV. b) Beikasten.

Klemmenbezeichnungen siehe auf der Klemmenleiste unter IV. b) Beikasten.

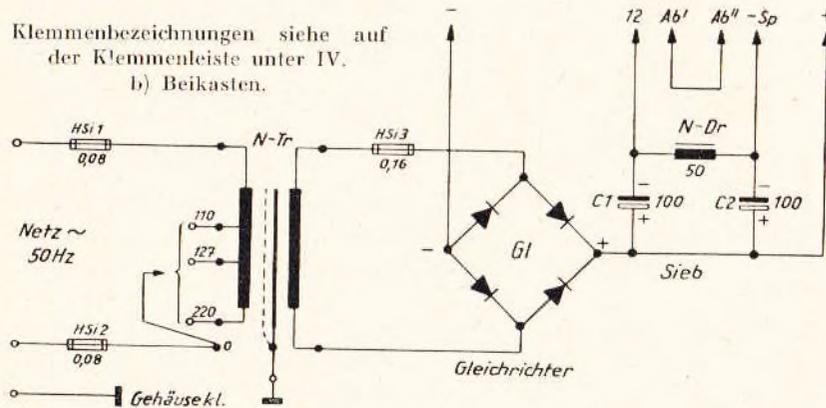


Bild 180. Netzgerät. (Gleichrichter-Nennstromstärke 0,2 A. Im Ruhezustand werden aus dem Netz 3 Watt, bei Gesprächen 4 bis 4,5 Watt entnommen).

Bemerkungen zu den Bildern 179 und 180.

Speisebrücke und Netzanschlußgerät im Beikasten lassen sich gegeneinander austauschen, je nachdem, ob der Speisestrom der Amtsleitung oder dem Wechselstromnetz entnommen werden soll. Bei Netzspeisung erhält der I. VW im Amt Normalanschaltung wie bei einem einfachen Hauptanschluß. Der Trockengleichrichter ist sehr empfindlich und darf nicht überlastet werden (mittelträge Feinsicherungen, 20 mm lang, einsetzen!).

Im Falle einer Störungseingrenzung darf die dazu benötigte Minusspannung nur hinter der Sekundärsicherung (0,16 A) abgegriffen werden, etwa an der Klemme 10.

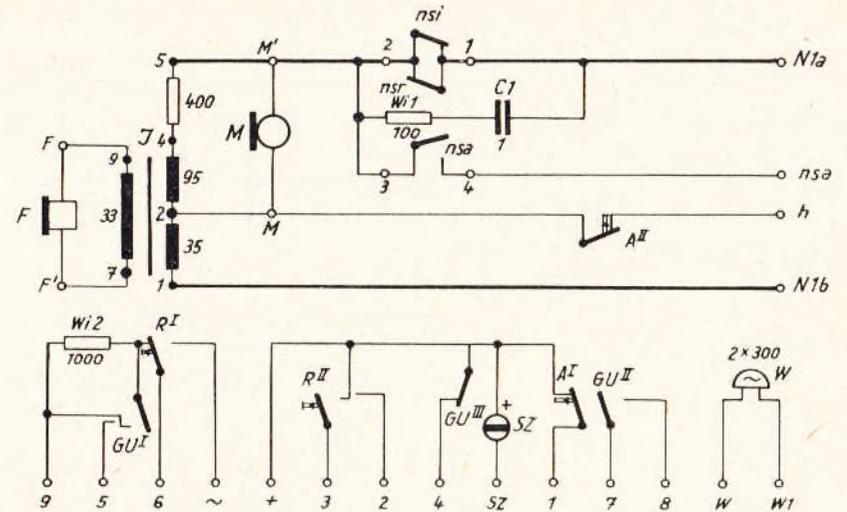


Bild 181. W-Tischapparat für den handbedienten Zwischenumschalter Fa. Mix u. Genest. Hauptstelle (A-Taste, rot — R-Taste, weiß). Als Nebenstelle wird ein einfacher Apparat ohne Erdtaste benutzt.

III. Verwendungszweck:

Für OB-, ZB- und W-Ämter zum Anschluß einer Haupt- und einer Nebenstelle. Bei OB-Ämtern wird ein OB-Zusatz dazwischengeschaltet. Keine selbsttätige Durchschaltung zum Amt.

IV. Anschließen:

a) Tischapparat:

Nach den im Bild 181 unten angegebenen Klemmenbezeichnungen. Vergl. auch Bild 182.

Klemmenleiste:



b) Beikasten:

Klemmenleiste von oben gesehen

wsgn	⊙ nsa + ⊙	(brgr) brgn
brgn	⊙ N1b Aa' ⊙	
wsgn	⊙ N1a Ab' ⊙	
brbl	⊙ 1 Ab'' ⊙	
wsgn	⊙ 2 -Sp ⊙	
br	⊙ 3 10 ⊙	
ws	⊙ 4 11 ⊙	
brgr (brgn)	⊙ 5 12 ⊙	
wsgn (wsrs)	⊙ 6 13 ⊙	
brge	⊙ 7 - ⊙	
wsgn (wsbl)	⊙ 8 N2a ⊙	
rs (brge)	⊙ 9 N2b ⊙	
gr (ws)	⊙ Sz Aa ⊙	
ge	⊙ W Ab ⊙	
gn	⊙ W1 h' ⊙	
brrs (brge)	⊙ ~ h ⊙	wsgn (wsrs)

Anschlußseite (links), *Beikastenseite* (rechts)

Die Farben in () gelten für Anschlußschleife älterer Ausführung

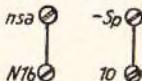
Einzulegende Brücken auf nebenstehender Klemmenleiste

1. Bei Verwendung eines Gleichrichter-Netzgerätes

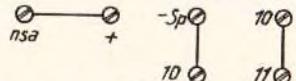


2. Bei Verwendung einer Speisebrücke

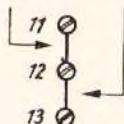
a) Widerstand der b-Ader zum Amt unter 100 Ohm



b) Widerstand der b-Ader zum Amt über 100 Ohm



3. Amtsauslösung der Nebenstelle bei verzögerter Rückschaltung Brücke 11-12 nach 12-13 umlegen



Erläuterung siehe unter II/11

4. Bei Mitsprechen durch Amtsfastendruck;

außerdem sind noch die Verbindungen $\bullet\bullet\bullet\bullet$ u. $++++$ umzulöten. Vergl. Gesamtschaltung.



Gleichstrom- und Widerstandsbedingungen:

Die Relais im Beikasten und im Amt arbeiten nur einwandfrei, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

Der Gleichstromwiderstand des Außenstromkreises darf nicht über 1000 Ω (2 × 500 Ω) betragen. Am ungünstigsten liegen die Widerstandsverhältnisse bei der Verbindung „Nebenstelle-Amt“. Es addieren sich dann die Widerstände: a-Ader der Amtsleitung, a/b-Schleife der Nebenstellenleitung, Wicklungswiderstand des S-Relais (2 × 95 Ω) und der Drossel Dr 2 (200 Ω).

Die Widerstandsgrenze für das einwandfreie Arbeiten der Amtsrelais wird erreicht, wenn

- a) bei b-Drahtspeisung die Widerstände der a-Ader der Amtsleitung und a/b-Schleife der Nebenstellenleitung zusammen **nicht über 610 Ohm betragen**,
- b) bei Netzspeisung Haupt- und Nebenanschlußleitung zusammen **nicht größer als 810 Ohm sind**.

Die Zw-Relais im Beikasten arbeiten einwandfrei, wenn der Widerstand der Nebenanschlußleitung **nicht größer als 450 Ohm ist**.

Bei b-Drahtspeisung muß außerdem hinter der Drossel D₁ (100 Ω) an der Minusklemme im Beikasten eine Mindestspannung von 18 V gegen Erde gemessen werden.

V. Bedienung: Schaltersätze siehe Bild 182 unten!

(Abkürzungen: HSt = Hauptstelle, NSt = Nebenstelle, H-App = Handapparat, Rel = Relais, Sz = Schauzeichen, Pw = Polwechsler, Weck = Wecker). In Klammern sind die Relais angegeben, die angezogen haben.

1. Hauptstelle ruft Nebenstelle.

H-App abnehmen, weiße R-Taste kurz drücken (PW), Nebenstelle meldet sich. Sz darf nicht sichtbar sein (HU-Rel).

2. Nebenstelle ruft Hauptstelle.

NSt nimmt H-App ab, Weck bei der HSt läutet, H-App abnehmen, Sz ist sichtbar (Rel-R, Pw).

3. Verbindung Hauptstelle-Amt.

Sz darf nicht sichtbar sein. H-App abnehmen, A-Taste kurz drücken, gewünschte Rufnummer wählen, nach Gesprächsschluß H-App auflegen, Rel Nk fällt ab, (Rel S).



Bild 182. Zählweise der Schalterkontakte NU, A, R und GU.

4. Verbindung Nebenstelle-Amt.

NSt nimmt H-App ab, R-Rel zieht an, HSt-Wecker läutet, Sz ist sichtbar, HSt nimmt H-App ab und meldet sich, drückt kurz die A-Taste (S-Rel) und legt H-App wieder auf. NSt ist mit dem Amt verbunden und kann wählen (A-Rel). Sz bleibt bis zum Gesprächsschluß sichtbar.

5. Anruf vom Amt.

Wechselstromruf vom Amt, Wck bei der HSt läutet, H-App abnehmen, A-Taste kurz drücken, Nk-Rel fällt ab, (S-Rel). Sz ist nicht sichtbar.

6. Übergabe einer Amtsverbindung an die NSt.

HSt leitet Amtsgespräch ein wie unter 3. und 5. zur Übergabe des Gesprächs an die NSt. R-Taste kurz drücken. NSt meldet sich, Amtsverbindung ankündigen und H-App der HSt auflegen. Sz ist während der Gesprächsdauer sichtbar (Rel A, Nk).

7. Rückfrage zur Nebenstelle.

R-Taste kurz drücken, NSt meldet sich (HU) Rückschaltung zum Amt: A-Taste kurz drücken.

8. Mithören und Mitsprechen.

HSt kann mithören, wenn die NSt spricht, solange wie die rote A-Taste gedrückt und festgehalten wird.

Bedingung: Umlöten der Verbindung an den Kontakten a_2^I und a_2^{III} nach den Bemerkungen unter der Gesamtschaltung. Zum Mitsprechen muß außerdem die Brücke h-h' an der Klemmenleiste im Beikasten eingelegt sein, siehe IV b.

9. Nachtschaltung.

Wenn der Nachtschalter (NU) am Beikasten umgelegt worden ist, kommen die Amtsanrufe bei der HSt und NSt gleichzeitig an. Die NSt ist nach Abnehmen des H-App unmittelbar mit dem Amt verbunden. Die HSt kann sich in die Amtsleitung einschalten, wenn sie den NU-Schalter zurücklegt und die rote A-Taste kurz drückt.

10. Sonderheiten für die Nebenstelle.

Nimmt die NSt den H-App ab, so hört man den abgehenden Ruf als Schnarrton im Hörer; das Zeichen fehlt aber, wenn die HSt mit dem Amt spricht. Die Nebenstelle kann sofort wählen, wenn das Amtszeichen hörbar ist (Nachtschaltung).

11. Verzögerte Rückschaltung.

Bei der Durchschaltungsstellung „Nebenstelle-Amt“ muß die Leitungsschleife auch bei kurzzeitigen, betrieblich bedingten Unterbrechungen aufrecht erhalten bleiben, damit die Nebenstelle nicht von der Amtsleitung getrennt wird. Hierzu kann die verzögerte Rückschaltung eingebaut werden. Durch Einlegen der Brücke 12—13 wird der Kondensator C 3 100 μ F in der ZwU-Speisebrücke parallel zum A-Relais geschaltet, das dadurch längere Zeit hält und die Amtsschleifenunterbrechung verhindert.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler: Die Amtsverbindung der Hauptstelle wird unterbrochen, wenn die HSt bei der Nebenstelle Rückfrage hält.

Ursache: Haltestromkreis ist geöffnet oder hat zu hohen Widerstand.

Eingrenzung: Nach der im Beikasten liegenden Gesamtschaltung (3310—11—2). Meßgerät an die Klemme Aa anschließen und mit dem anderen Anschluß (Prüfspitze) den Stromkreis bis zur b-Ader (Klemme Ab) abtasten. In der Rückfragestellung müssen nach dem Drücken der weißen R-Taste die Relais Nk, HU und S angezogen sein. Beim Prüfen sind nacheinander abzutasten: s^I , nk^{III} , a^{III} , A-Wdstd. 600, Klemmen 7—7, GU^{II}, Klemmen 8—8, NU^{IV}, S-Rel 95, Ab'' Speisebr.-Drossel Dr 2, +; bzw. bei Netzspeisung die b-Ader zum Amt. Kondensatoren C₁ und C₂ parallel zum S-Relais beachten. Hat eines der oben erwähnten Relais nicht angesprochen, so sind die einzelnen Relaisstromkreise zu überprüfen. In diesem Falle zeigen sich jedoch noch andere Betriebsfehler.

Beseitigung: Kontaktunterbrechungen, kalte Lötstellen beseitigen, Kontaktdruck einstellen, lose Klemmenverbindungen anziehen, je nachdem, welcher Fehler sich beim Prüfen ergeben hat.

2. Fehler: Hauptstelle erhält das Amtszeichen, beim Wählen treten jedoch Fehlimpulse auf (Falschwahl).

Ursache:

- Nummernschalterkontakte nsi oder nsa bzw. nsr nicht in Ordnung.
- Fehler im Amt (A-Rel des GW u. a.).

d^I - und d^V -Kontakt schalten die Leitung bei der Hauptstelle durch. Im Gesprächszustand sind die Relais F, H, D und das Schauzeichen belätigt.

Im Falle der nichtselbsttätigen Durchschaltung muß die Hauptstelle die Durchschaltetaste T drücken. Amtsanrufe, die bei der Hauptstelle nicht beantwortet werden, schaltet der Amtsrufumschalter selbsttätig zur Nebenstelle durch; siehe r^{II} -Kontakt und w^I , w^{III} -Kontakte, Bild 186.

Dauer Verbindung: VStW-NSt.

Nachtschalter betätigen; Rufstrom fließt über N^{III} -Kontakt. Nebenstelle muß beim Abnehmen des Handapparates die Erdtaste drücken.

Mithören der Hauptstelle:

Die HSt nimmt nur den Handapparat ab (Klemmenverbindungen unter IV.).

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Beim Amtsanruf schnarrt das W-Relais.

Ursache:

Kondensator C_4 oder C_5 oder eine der beiden Wicklungen (W 1000) ist stromlos.

Eingrenzung:

Die beiden Parallelzweige einzeln mit dem Spannungsmesser abtasten.

Beseitigung:

Unterbrechung beseitigen; beim Auswechseln der Kondensatoren C_4 und C_5 beachten, daß ihre Werte verschieden groß sind (Phasenverschiebung zwischen den beiden Teilströmen).

2. Fehler:

Nimmt die NSt den Handapparat ab, so wird die Ltg. zur VStW durchgeschaltet, obgleich die Erdtaste nicht gedrückt wurde.

Ursache:

Erdschluß in der b-Ader der Nebenanschlußleitung.

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 186), (f^{II} , d^{III2} , $r \div r$ 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.

Selbsttätiger Zwischenumschalter W 33a

(Fa. F. Merk, Telephonbau AG.)

I. Apparatsicht:



Bild 187. Hauptstellenapparat.

(Die Nebenstelle erhält einen einfachen Tisch- oder Wandapparat mit Erdtaste.)

II. Übersichtsschaltung (Fa. F. Merk MS 2110):

Die Schaltung gleicht der des Zw W 33 bis auf die Anrufbrücke im Beikasten. Die Änderung zeigt Bild 188.

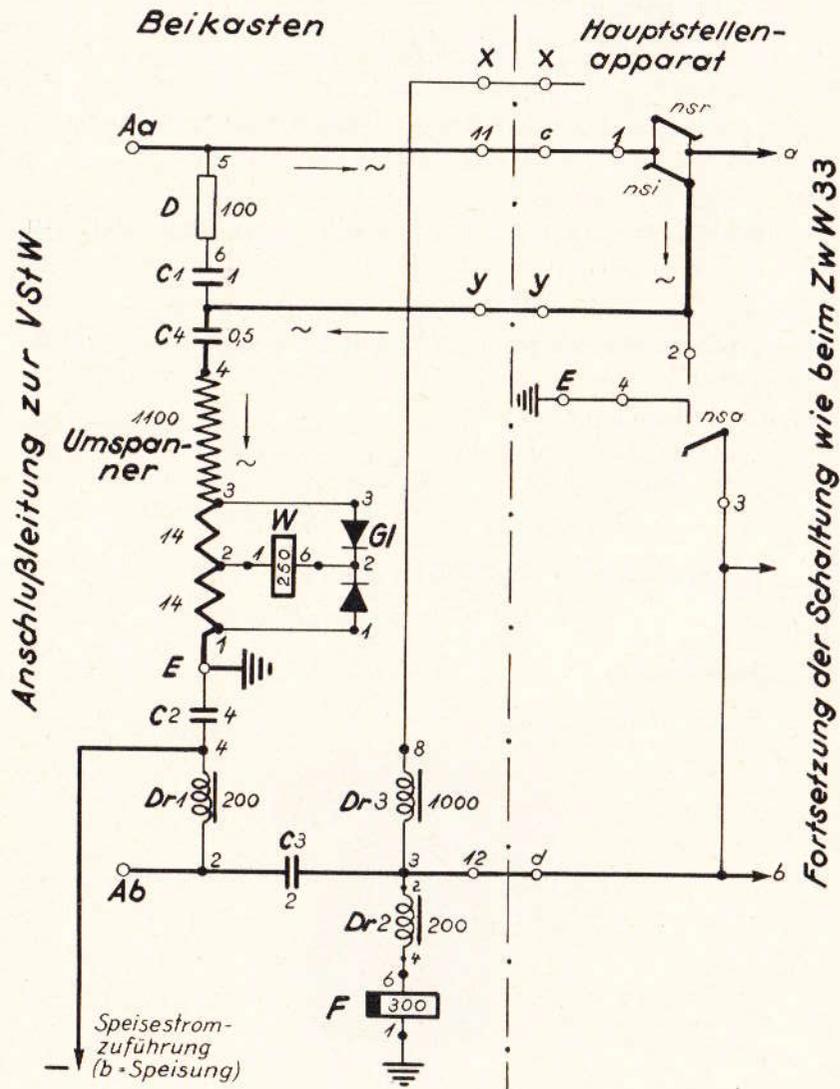


Bild 188. Anrufbrücke für den Rufstrom 25 Hz.

III. Verwendungszweck:

Nur für W-Schaltungen für Sprechstellen mit einer Haupt- und einer Nebenstelle. Selbsttätige Durchschaltung zur VStW von der Nebenstelle aus.

IV. Anschalten:

Wie beim Zwischenumschalter W 33. Die Zählweise der Schalterkontakte zeigt Bild 189. Der Nachtschalter ist eingeschaltet, wenn der weiße Kerbstrich waagerecht steht; dann geht der Amtsruf bei der Haupt- und bei der Nebenstelle ein.

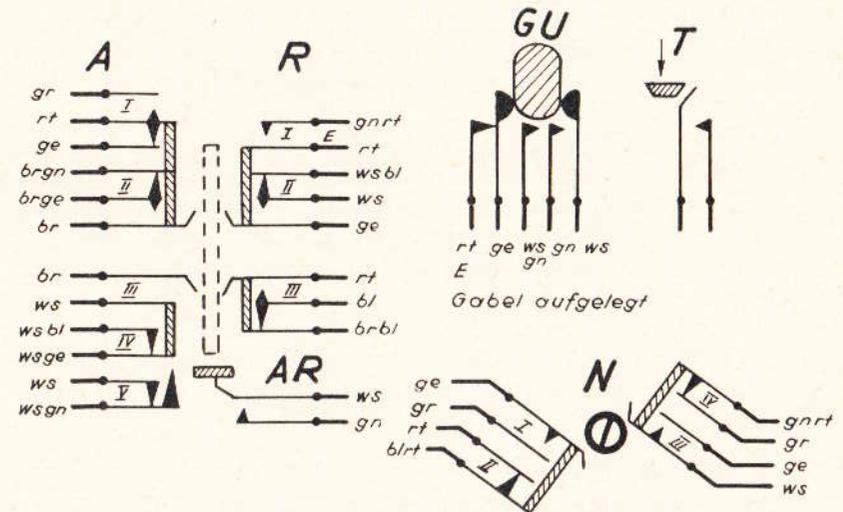


Bild 189. Zählweise der Schalter- und Tastenkontakte mit Farbenbezeichnungen.

V. Bedienung:

Wie beim Zwischenumschalter W 33.

VI. Fehlerbeispiel:

1. Fehler:

Amtsanrufrelais W spricht nicht an.

Ursache:

- Der vom Amt eingehende Rufstrom ist zu gering.
- W-Relais hat Lagenschluß oder zu hohen Widerstand infolge schlechter Lötverbindung.

Eingrenzung:

zu a) Vom Prüfeshrank aus Gleichstromwiderstand der Rufstromschleife nach Bild 188 (stark eingezeichnet) messen lassen. Dabei muß der Kondensator C_4 ($0,5 \mu\text{F}$) während der Widerstandsmessung überbrückt werden. Wenn der Gesamtwiderstand im Rufkreis zu hoch ist, so ist näher einzugrenzen, wo der Übergangswiderstand liegt.

Bei der Gleichstrommessung ist auch leicht festzustellen, ob die Umspannerwicklungen 1100Ω , $2 \times 14 \Omega$ in Ordnung sind, wenn die Lötverbindungen 1 und 3 zum Gleichrichter abgetrennt werden.

zu b) Relais W am Lötstift 6 loslöten und mit dem Ohmmeter (oder durch Strom- und Spannungsmessung) prüfen, ob der Widerstand 250Ω beträgt.

Beseitigung:

zu a) Übergangswiderstand beseitigen oder, wenn der Umspanner bzw. der Gleichrichter schadhaft war, so ist der Beikasten auszuwechseln.

zu b) Lötverbindung erneuern, bzw. W-Relais auswechseln.

2. Fehler:

Der Amtsruf geht bei der Nebenstelle nicht ein, wenn der Nachtschalter der Hauptstelle auf „Nacht“ geschaltet ist.

Ursache:

Schnurader r^4 des Zwischenumschalters stromlos.

Eingrenzung:

(nach Bild 190 Verbindung von der Klemme Aa bis zum Anschluß des Kondensators C_5 (gelb) auf Stromdurchgang prüfen, während der Nachtumschalter in „Nachtstellung“ steht. Zur leichteren Eingrenzung des Fehlers dienen folgende Anhaltspunkte: In der normalen Schaltung beträgt die Wechselspannung am Umspanner zwischen 1 und 4 $\rightarrow 110 \text{ V}$. Die Gleichspannung am W-Relais (Lötst. 1—6) $\rightarrow 8-9 \text{ Volt}$. Ist der Kondensator C_4 überbrückt, so beträgt die Spannung zwischen 1 und 4 $\rightarrow 36,6 \text{ V}$.; am Relais W nur noch $0,12 \text{ V}$.

Beseitigung:

Eine Vorratsader in der Schnur zwischen Apparat und Beikasten als Ersatz für die unterbrochene Ader schalten.

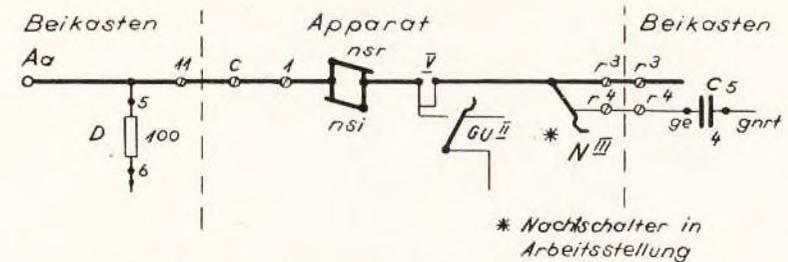


Bild 190. Fehlereingrenzung (zu Fehler 2 unter VI).

3. Fehler:

Die Nebenstelle kann die Hauptstelle nicht anrufen, sondern ist sofort nach Abnehmen des Handapparates mit dem Amt verbunden (Amtszeichen).

Ursache:

Die b-Leitung zur Nebenstelle hat einen Erdschluß.

Eingrenzung:

Die Nebenstellenleitung von den Klemmen Na/Nb im Beikasten lösen und mit dem Meßgerät (Prüfhörer oder Strommesser) prüfen, ob der Fehler in der Nebenstellenleitung oder im Apparat der Hauptstelle bzw. Beikasten liegt.

Beseitigung:

Aufgefundenen Erdschluß entfernen.

Selbsttätiger Zwischenumschalter

(Firma Hagenuk, Kiel)

Betriebsspannung 24 V.

I. Apparatansicht: (s. Bilder 191 u. 192)

II. Übersichtsschaltungen: (s. Bilder 193 bis 195)

Gesamtschaltung: 74 S 84.23. und Aufbauzeichnung 74. MS 84.23. im Beikasten der Anlage.

III. Verwendungszweck:

Zum Anschluß einer Amtsleitung (ZB- oder W-Amt) für 1 Hauptstelle und 1 Nebenstelle.

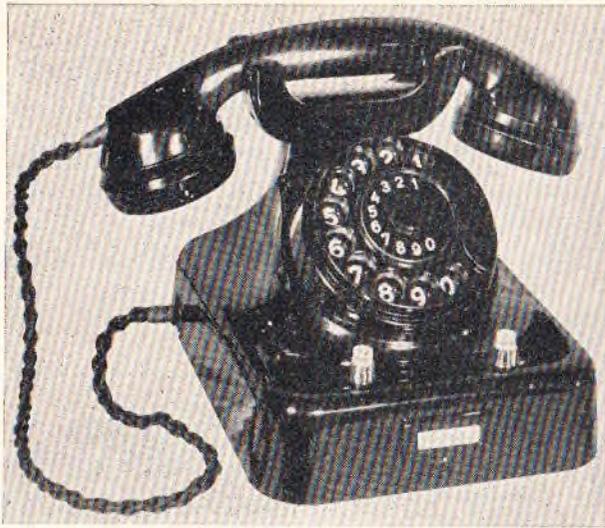


Bild 191.
Tisch-Wandapparat
W 49 mit Amts- und
Ruftaste. Haupt- und
Nebenstelle erhalten
den gleichen Apparat.

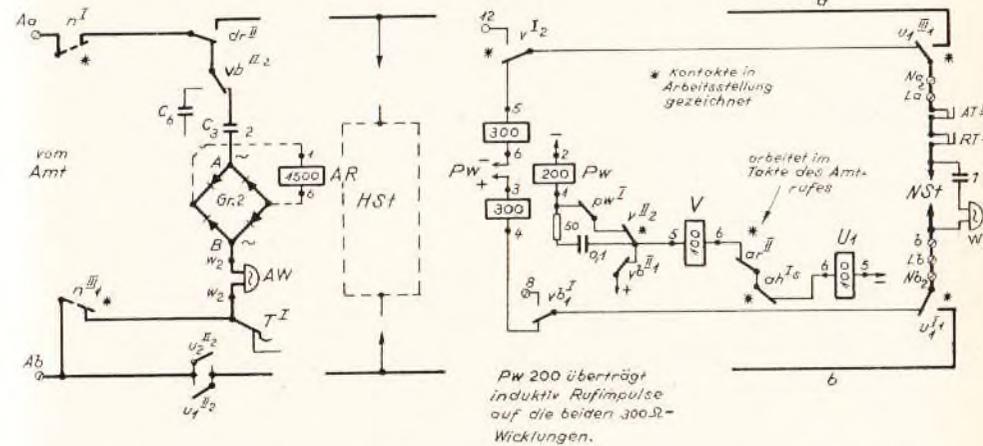


Bild 193. **Ankommender Amtsruf.** (Relais AR spricht nur an, wenn die Anlage für die Rufweitschaltung hergerichtet worden ist. Soll die Rufweitergabe zur Nebenstelle verhindert werden, so ist der Gleichrichter Gr2 von A nach B zu überbrücken.)

IV. Anschließen:

Nach folgenden Klemmenbezeichnungen.

Aa Ab E E1 Na1 Nb1

\emptyset \emptyset \emptyset \emptyset \emptyset \emptyset \emptyset

1 2 3 W2 W2' Na2 Nb2 Für die verschiedenen Betriebsarten
 \emptyset \emptyset \emptyset \emptyset \emptyset \emptyset sind folgende Brücken herzustellen:

- $\emptyset - \emptyset$ A. Besetztzeichen für beide Sprechstellen.
- $\emptyset + \emptyset 6$ Brücken: 6—7—8 und 10—11—12 einsetzen.
- $\emptyset 10 \emptyset 7$ B. Mithören der Hauptstelle, Besetztz. Nebenstelle.
- $\emptyset 11 \emptyset 8$ Brücken: 6—13; 10—14; 7—8; 11—12 einsetzen.
- $\emptyset 12 \emptyset 13$ C. Mithören der Nebenstelle, Besetztz. Hauptstelle.
- $\emptyset 14 \emptyset 6$ Brücken: 6—7; 10—11; 8—13; 12—14 einsetzen.
- $\emptyset 10 \emptyset 9$ D. Mithören der Haupt- und Nebenstelle.
- $\emptyset 13 \emptyset 8$ Brücken: 6—8—13; 10—12—14 einsetzen.
- $\emptyset 12 \emptyset 15$ E. Mitsprechen der Hauptstelle, Besetztz. Nebenstelle.
- $\emptyset 4 \emptyset 14$ Brücken: 6—9; 10—13; 14—15; 7—8; 11—12 einsetzen.
- $\emptyset 5 \emptyset 7$
- F. Mitsprechen der Nebenstelle, Besetztz. Hauptstelle.
Brücken: 8—9; 12—13; 14—15; 6—7; 10—11 einsetzen.
- G. Mitsprechen der Haupt- und Nebenstelle.
Brücken: 6—8—9; 10—12—13; 14—15 einsetzen.

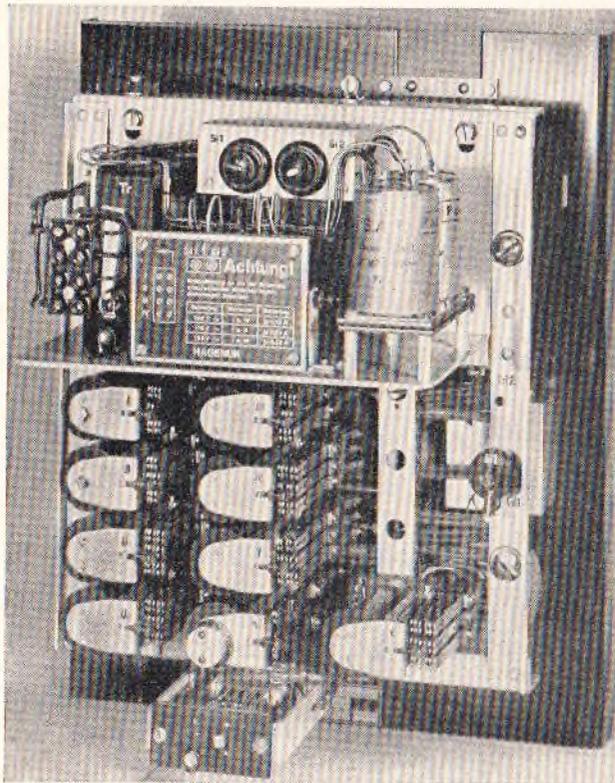


Bild 192.
Beikasten mit Netzteil
(oben), Relaisatz und
Kippschalter (unten).

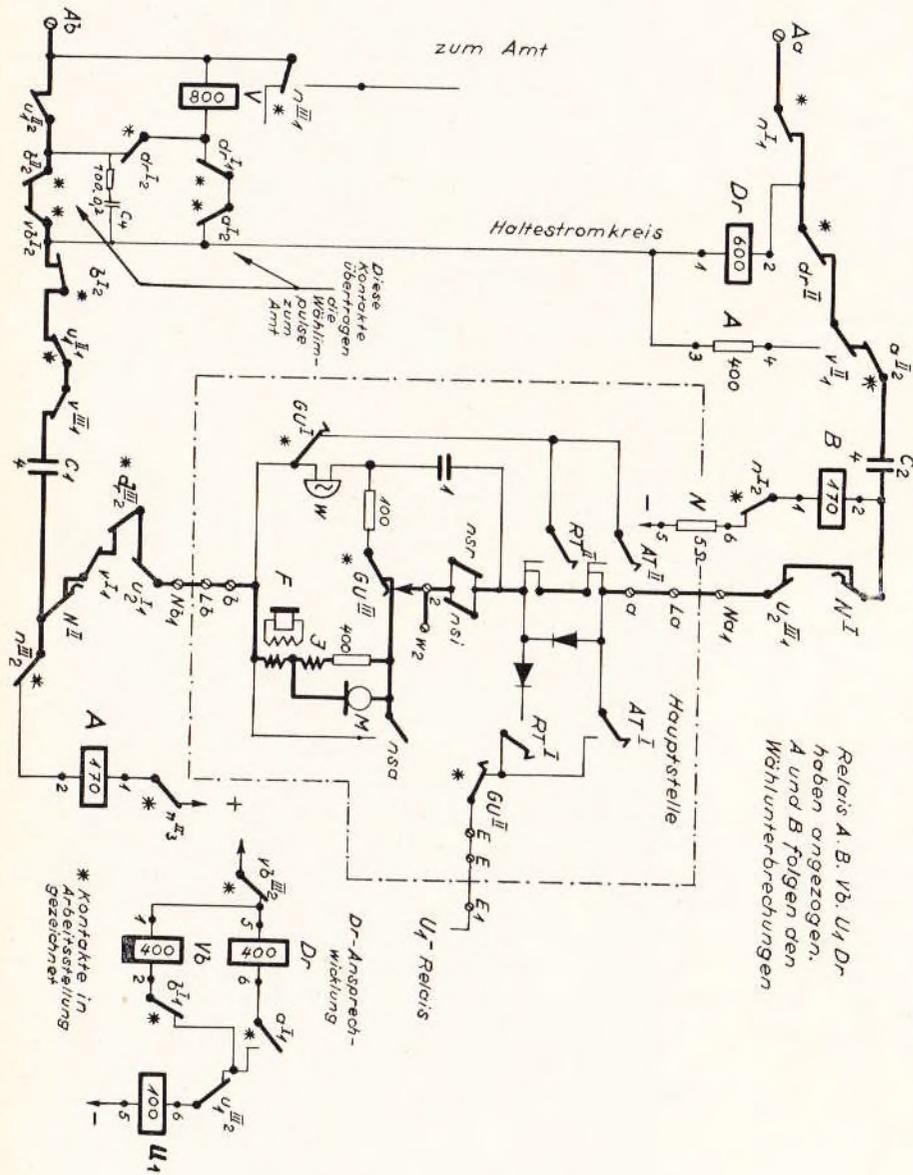


Bild 194. Verbindung Hauptstelle-Amt.

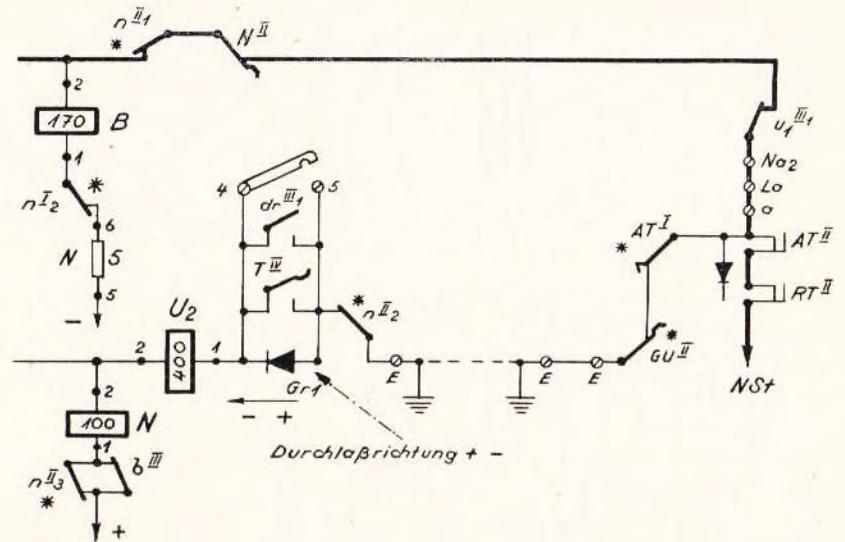


Bild 195. Selbsttätige Durchschaltung NST-Amt ist verhindert (Brücke 4-5 offen). Relais B und U₂ ziehen nicht an, weil der Gleichrichter sperrt.
* Kontakte in Arbeitsstellung.

- II. Anruf der ein Amtsgespräch führenden Stelle von der anderen Sprechstelle aus durch Abheben des Handapparates.
 Brücken: 6—8—13; 14—7; 10—11—12 einsetzen.
- I. Bei einem Schleifenwiderstand der Nebenst.-Anschlußleitung
- a) unter 50 Ω Brücke 1—2—3 einsetzen,
 - b) 50 bis 100 Ω Brücke 1—2 einsetzen,
 - c) über 100 Ω keine Brücke einsetzen.
- K. Bei Halbamtberechtigung der Nebenstelle
 Brücke 4—5 entfernen.

Widerstandsbedingungen:

Bei der Betriebsspannung von 24 V soll der Schleifenwiderstand der NST-Leitung nicht mehr als 300 Ω betragen (vgl. hierzu unter IV/I).

Die Entfernung: Hauptstelle-Nebenstelle kann also:

- a) ungefähr 2,5 km bei 0,6 mm Cu-Ltg.,
- b) ungefähr 4,0 km bei 0,8 mm Cu-Ltg. betragen,

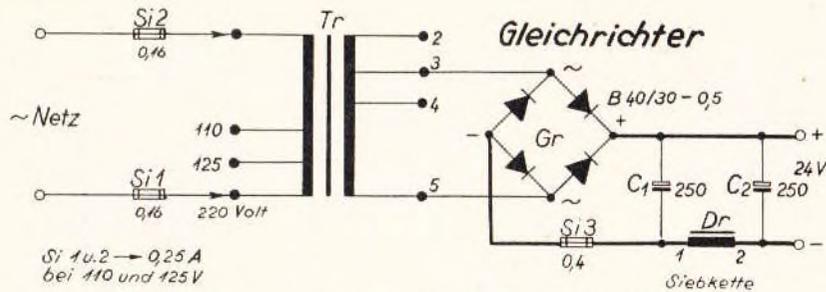


Bild 196. Netzanschlußteil (Leerlaufverbrauch 4 Watt, im Hausgespräch 8,5 Watt, im Amtsgespräch 10 Watt).

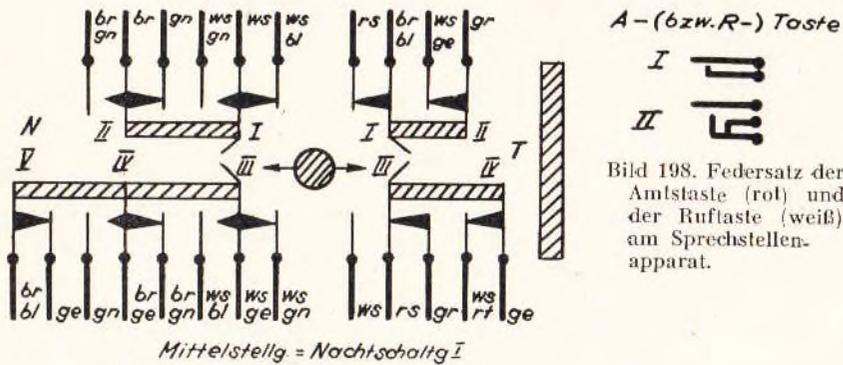


Bild 197. Tag-Nachtschalter (Beikasten).

Auf die Lötstifte gesehen.

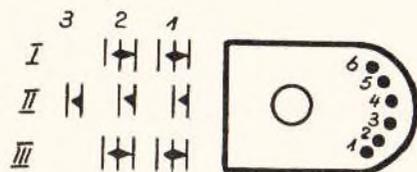
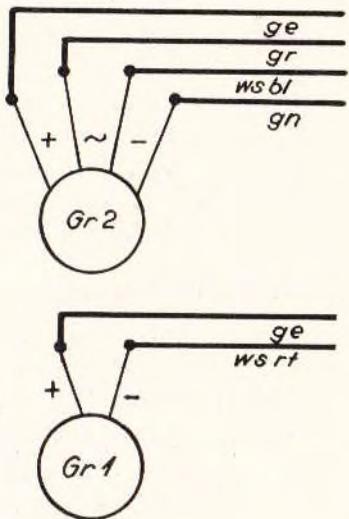


Bild 199. Zählweise der Federsätze und Lötstifte an den Rundrelais (Beikasten).

Bild 200. Gleichrichteranschlüsse (Beikasten).



A - (bzw. R-) Taste

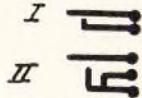


Bild 198. Federsatz der Amtstaste (rot) und der Ruftaste (weiß) am Sprechstellenapparat.

während die Hauptstelle ($2 \times 300 \Omega$ Schleifenwiderstand)

- ungefähr 4,5 km bei 0,6 mm Cu-Ltg.,
- ungefähr 8,0 km bei 0,8 mm Cu-Ltg. vom Amt entfernt sein kann.

V. Bedienung:

(Abkürzungen: HSt = Hauptstelle, NSt = Nebenstelle, HApp = Handapparat, Rel = Relais, Pw = Polwechsler, Wek = Wecker).

1. Nebenstelle ruft Hauptstelle.

HApp abnehmen. Ertönt ein Dauerton, so ist HSt besetzt. Wenn HSt frei, weiße Ruftaste drücken. Nach Schluß des Gespräches HApp auflegen.

A-, B-Relais haben angezogen. Bei Tastendruck spricht Rel. U_2 an. Pw arbeitet.

2. Verbindung Nebenstelle - Amt.

HApp abnehmen, bei Dauerton ist Amtsleitung besetzt. Wenn kein Zeichen hörbar, rote Amtstaste drücken. Wählzeichen. Wählen. Nach dem Gespräch: HApp auflegen. Rel. A, B, Dr, Vb, U_2 angezogen. Beim Wählen werden A- und B-Relais impulsweise unterbrochen.

3. Nebenstelle hält während des Amtsgesprächs Rückfrage bei der HSt.

Zur Rückfrage weiße Taste drücken. Gespräch mit der HSt, Amtsverbindung wird gehalten.

Danach rote Taste drücken und das Amtsgespräch fortsetzen. Zum Schluß nur HApp auflegen.

4. Nebenstelle übergibt Amtsgespräch an die HSt.

Amtsgespräch. Weiße Taste drücken; nach Meldung der HSt zum Drücken der roten Taste auffordern, damit übernimmt HSt die Amtsleitung. NSt erhält dann das Besetztzeichen und legt HApp auf.

5. Halbamt berechnigte Nebenstelle verlangt die Amtsleitung bei der HSt (Klemmenverbindung 4—5 offen).

HApp abnehmen, weiße Taste drücken, HSt wird gerufen. HSt vermittelt eine Amtsverbindung durch Anrufen der NSt

in Rückfrage. NSt drückt die Amtstaste und hört das Amtszeichen. Wählen. Gespräch. Nach Gesprächsschluß HApp auflegen.

In der „Nachtstellung“ des Tag- und Nachtschalters überbrückt TIV die Gleichrichterzelle Gr1. Dadurch wird die NSt voll amtsberechtigt (vgl. Bild 195).

6. Die Hauptstelle ruft die Nebenstelle.

HApp abnehmen, weiße Taste drücken, Pw läuft, NSt wird gerufen. NSt nimmt HApp ab, Speisung beider Mikrophone für HSt und NSt über die Relais A und B. Nimmt die NSt während des Rufes ab, so wird der Pw sofort über die $2 \times 300 \Omega$ -Wicklungen angehalten (Schleife Bild 193 rechts).

7. Hauptstelle - Amt.

HApp abnehmen, Amtstaste drücken. Ertönt Dauerton, so ist die Amtsleitung besetzt. Ertönt das Amtszeichen, gewünschte Nummer wählen (A, B, U₁, Dr, Vb-Relais angezogen).

Zum Schluß des Gesprächs HApp auflegen.

8. Hauptstelle wird vom Amt her gerufen.

Amtswecker im Beikasten läutet (Bild 193). Rote Taste drücken, Gespräch. Wenn die Weiterrufschaltung eingebaut ist (Gr2, AR, AH und Th sind eingeschaltet), wird der Amtsruf nach etwa 30 sec zur Nebenstelle umgeschaltet, falls die HSt nicht abfragt.

9. Rückfrage HSt - NSt:

Bedienung wie zu 3.

10. Übergabe des Amtsgesprächs (HSt → NSt) wie zu 4.

11. Mithören (Mitsprechen):

Handapparat abnehmen, HSt oder auch die NSt können die Amtsleitung abhören, wenn die Schaltung der Brücken wie unter „IV“ angegeben hergerichtet sind.

12. Netzstörung.

Bei Netzausfall wird das Ruhestromrelais N stromlos (Netzüberwachungsrelais). Es schaltet die HSt an die Amtsleitung (Speisestrom über die Amtsleitung). Wenn der Nachtschalter nach links gestellt ist, so hat die NSt mit der Amtsleitung Verbindung. HSt und NSt können bei Netzausfall nicht miteinander verbunden werden.

Bei Wiederkehr der Netzspannung verhindert der b^{III}-Kontakt das Anziehen des N-Relais; das Gespräch wird nicht unterbrochen.

13. Amtsrufumschaltung. (Ergänzt werden Gr2, AR, AH und Th.)

Der ankommende Amtsruf wird in Abständen von 30 sec zwischen HSt und NSt hin- und hergeschaltet, bis sich HSt oder NSt meldet.

Meldet sich der Teilnehmer nicht, so endet der Schaltvorgang erst, wenn der anrufende Teilnehmer den Handapparat auflegt.

14. Besetztzeichen.

Spricht die HSt über die Amtsleitung, so erhält die NSt nach Abnehmen des Handapparats ein Summerzeichen (Pw läuft über den Selbstunterbrecherkontakt pw^{III} und die Wicklungen Pw300). Die Unterbrechungen sind bei der NSt als Summer hörbar. Ebenso erhält die HSt ein Besetztzeichen, wenn die Nebenstelle ein Amtsgespräch führt, vorausgesetzt, daß die Klemmen 6—7—8 und 10—11—12 verbunden sind, also keine Mithör- und Mitsprechmöglichkeit besteht.

15. Eintretezeichen.

Die mit dem Amt sprechende Stelle kann von der anderen Sprechstelle her ein „Eintretezeichen“ erhalten, dazu müssen die Brücken 6—8—13; 14—7 und 10—11—12 eingelegt sein (Wicklung 400, Lötstifte 3—4 des Dr-Rel. eingeschaltet). Dieses Summerzeichen wird induktiv auf die andere Dr-Wicklung 600 Ω , Lötstifte 1—2 und damit auf die Amtsleitung übertragen.

16. Nachtschaltung.

Der Kellogschalter am Beikasten bei der HSt hat drei Stellungen.

1. Hebel rechts: Tagschaltung; alle T-Kontakte sind in der Arbeitslage.
2. Hebel in der Mitte: Nachtschaltung I; sämtliche T- und N-Kontakte in der Ruhelage.
3. Hebel links: Nachtschaltung II; Kontakte N in der Arbeitslage. HSt wird als NSt geschaltet und umgekehrt die NSt als HSt.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Der ankommende Amtsruf wird nicht zur Nebenstelle übertragen, obwohl eine Weiterrufschaltung vorgesehen ist und das AR-Relais anzieht.

Ursache:

vb^{III}-Kontakt (Ruhelage) schließt nicht.

Eingrenzung (nach Bild 193 rechts):

Prüfhörer am Lötstift 5 des U₁-Relais (Minusspannung). Mit der Prüfspitze des Hörers den Stromkreis bis zur + Spannung am vb^{III}-Kontakt verfolgen, bis ein lautes Knacken im Hörer zu hören ist.

Beseitigung:

Verschmutzten Kontakt reinigen, Kontaktdruck einstellen.

2. Fehler:

In Verbindung Hauptstelle-Amt erhält der Teilnehmer kein Amtszeichen. Beim Prüfen an der Anschlußleitung ist das Amtszeichen hörbar.

Ursache:

dr^{II}-Kontakt, Arbeitsseite schließt nicht.

Eingrenzung:

Gleichstromdurchgang von der Klemme „Aa“ des Beikastens bis zum Kondensator C₂ (4 μF) prüfen.

Beseitigung:

Kontakt einstellen und reinigen.

3. Fehler:

Halbamttsberechtigter Nebenstelle kann trotz Verhinderungsschaltung zum Amt selbständig durchschalten.

Ursache:

Gleichrichter Gr1 ist überbrückt und sperrt nicht.

Eingrenzung (nach Bild 195):

Nebenschluß zum Gleichrichter prüfen. Brücke 4—5 offen, dr^{III}-Kontakt und TIV-Kontakt dürfen nicht überbrücken.

Beseitigung:

Nebenschluß entfernen, ggf. schadhaften Gleichrichter austauschen.

Selbsttätiger Zwischenumschalter

— Betriebsspannung 24 V —

I. Apparatansicht:



Bild 201. Tischapparat mit Erdtaste.

Beide Sprechstellen (HSt und NST) erhalten den gleichen Apparat. Es können auch Wandapparate mit Erdtaste und bei der Nebenstelle auch ein Tischapparat mit mehreren Steckdosen verwendet werden.

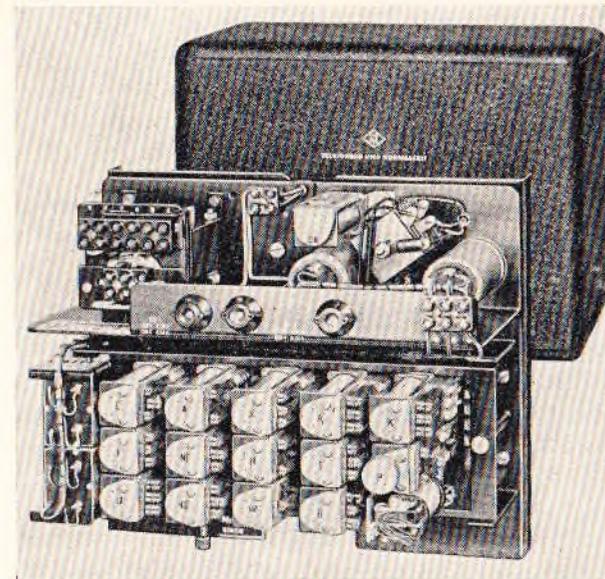
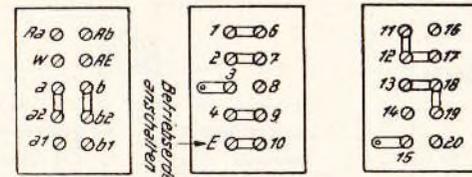


Bild 202. Wandbeikasten zum Zw W 48 der Firma Telefonbau und Normalzeit.

Oben: Anschlußklemmen mit Netzgerät und Sicherungen.

Unten: Kondensatoren, 13 Rundrelais und das Polwechslerrelais mit Rufübertrager.

Klemmenverbindung für Normalausführung



Zusätze und Klemmenumschaltungen in Sonderfällen

- 1) Mithormöglichkeit:

a) Für die Hauptstelle	b) Für die Nebenstelle	c) Für die Hauptst. und die Nebenst.	d) wenn auch mitsprechen
11 16	11 16	11 16	3 9
12 17	12 17	12 17	4 10
13 18	13 18	13 18	E 10
14 19	14 19	14 19	2 7
- 2) Nebenstelle halbamtsberechtigt 15 20
- 3) Bei einem Ausleitungs-widerstand der Nebenstelle von weniger als 100 Ohm 2 7
- 4) Wenn Nebenstelle mit EA-Relais ausgerüstet ist 15 20
- 5) Für selbsttätige Amtsrufumschaltung Relais E und F einbauen 2 7
- 6) Wenn als Stromversorgungseinrichtung eine 24 Volt-Batterie verwendet wird:
-S mit -B verbinden und Batt.-Anschlußleitung für 0,6 Amp. absichern
- 7) Zweiter Amtsanrufwecker:
Anschließen an Klemmen Ra-W

Bild 206. Klemmenleisten im Beikasten.

In beiden Sprechstellen muß der Ruhekontakt der Erdtaste überbrückt sein, damit die Amtsschleife beim Drücken der Erdtaste nicht unterbrochen wird.

Die Klemme E in der Anschlußdose der Hauptstelle darf nicht unmittelbar geerdet werden, sondern ist mit der AE-Klemme im Beikasten zu verbinden (vergl. hierzu Bild 115, Tischapparat mit Erdtaste und Bild 203, Gesamtschaltung des Beikastens).

Die **Zusatzrelais** F, E und Th werden angeschlossen, wenn die selbsttätige Rufweberschaltung zur Nebenstelle gewünscht wird (R-Relais mit aufgesetztem Thermorelais „Th“).

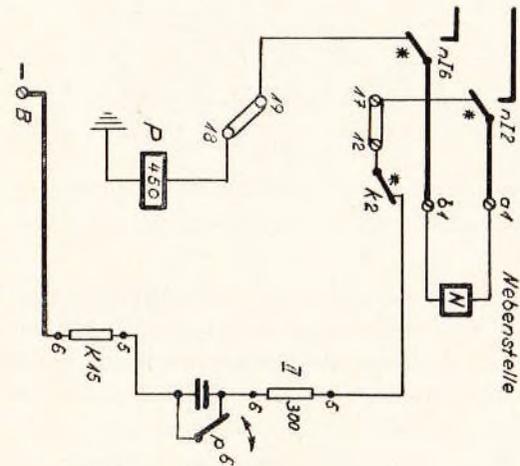
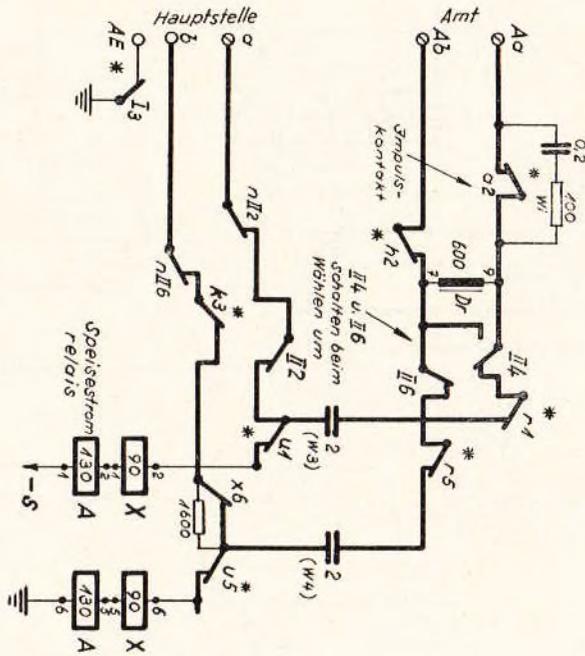


Bild 205. Verbindung Hauptstelle—Amt. (Gesprächszustand)

Batt.-Klemme

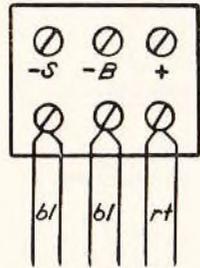
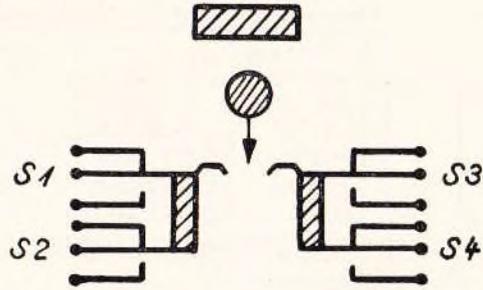


Bild 207. Batterieklemmen im Beikasten.



Nebenstelle

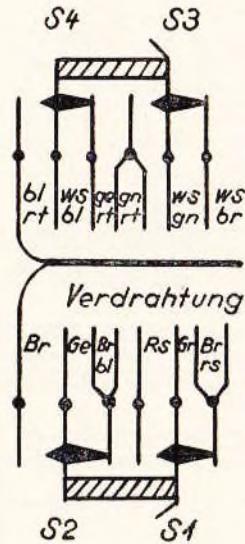


Bild 208. Schalter im Beikasten.

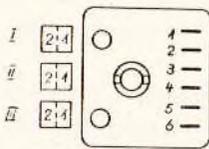


Bild 209. Rundrelais (Zählweise der Anschlüsse). Relaisfedersätze und Wicklungsanschlüsse von der Rückseite her gesehen (links), Kontakte von vorn gesehen (rechts). Hierbei ist zu beachten, daß die Firmen- und die DBP-Bezeichnungen voneinander abweichen.

Einstellung des Thermokontaktes etwa auf 15 bis 25 Sekunden (siehe Bild 203, Mitte unten).

Der **Nebenstellenzusatz** (EA-Relais und Trockengleichrichter, Bild 203 oben rechts) wird angeschaltet, wenn bei Netzausfall der Amtsruf unmittelbar zur Nebenstelle gelangen soll.

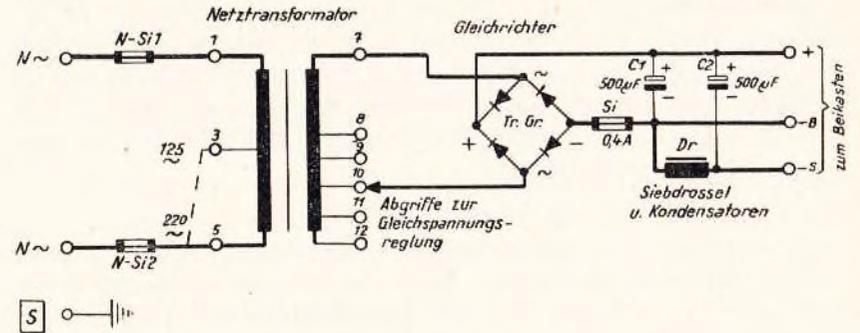


Bild 210. Netzgerät (Netzsicherungen N-Si 1 und N-Si 2 bei 125 V = 0,25 A, bei 220 V = 0,16 A).

Klemmenverbindungen Bild 206 Nr. 4 beachten. Schalter am Beikasten auf „Nebenstelle“ umlegen. Wenn sich HSt und NSt auf demselben Grundstück befinden, kann die Erde für die NSt von der Klemme AE abgenommen und der Zusatz gespärt werden.

Die Klemmenverbindung Bild 206 Nr. 4 ist auszuführen.

Widerstandsbedingungen:

Der Gleichstromwiderstand des Außenstromkreises (Amtschleife) soll ohne Sprechstelle nicht **mehr als 2 × 500 Ohm** sein.

Beim **Netzausfall** darf der Schleifenwiderstand **höchstens 900 Ohm** betragen, wenn die Amtsrelais sicher arbeiten sollen.

Für eine außenliegende Nebenstelle, die beim Netzausfall den Amtsverkehr übernimmt, dürfen Amts- und Nebenanschlußleitung zusammen **nicht mehr als 775 Ohm** betragen. Der Anteil der NSt-Anschlußleitung soll **höchstens 2 × 150 Ohm** betragen, damit die Speisestromstärke für das Mikrophon ausreicht (siehe auch Bild 206 Nr. 3).

Mikrophonspeisung: Bei Amtsgesprächen und im Innengespräch stets aus dem Netzgerät oder aus der dafür aufgestellten 24 V-Batterie (vergl. Bild 210). Fällt das Netz aus, so wird das Mikrophon der unmittelbar mit der Amtsleitung verbundenen Sprechstelle aus der Amtsbatterie gespeist.

V. Bedienung

Die Bedienungsweise ist für beide Sprechstellen einheitlich, wenn die Nebenstelle vollamtsberechtigt ist. In die Amtsleitung schalten sie sich durch kurzes Drücken der Erdtaste ein; untereinander errufen sie sich durch 2-maliges Wählen der Ziffer „2“.

1. Anruf vom Amt, Abfragen:

Amtsruft in Abständen von ungefähr 8 Sekunden, Handapparat abnehmen, Erdtaste kurz drücken, sprechen (Bild 204 und 205). Im Gesprächszustand sind angezogen: Relais NI, A, I, R, K und H. Sprechen die beiden Sprechstellen während eines Amtsanrufes miteinander, so erhalten sie ein Summerzeichen im Takte des Amtsrufes.

2. Rückfragen während eines Amtsgesprächs:

Erdtaste kurz drücken, zweimal Ziffer „2“ wählen. Angerufene Stelle erhält Hausanruf, sprechen. Nach Beendigung der Rückfrage nochmals Erdtaste kurz drücken und das Amtsgespräch fortsetzen. Während des Tastendruckes spricht Rel X an. Bei der Rückfrage sind Relais A, I und H betätigt.

3. Umlegen eines Amtsgesprächs:

Rückfrageverbindung wie „zu 2.“ herstellen und zur Übernahme des Amtsgesprächs auffordern (übernehmende Sprechstelle drückt kurz die Erdtaste). Die danach abgeschaltete Stelle erhält das Besetztzeichen und legt den Handapparat auf. Relais N II, A, I, R, K, H sind betätigt, wenn die Nebenstelle die Erdtaste gedrückt hatte und mit dem Amt spricht.

4. Abgehender Amtsverkehr:

Handapparat abnehmen, wenn kein Besetztzeichen ertönt, Erdtaste kurz drücken. Amtszeichen abwarten und wählen (Rel NI, A, I, R, K und H sind während des Amtsgesprächs angezogen).

5. Innenverkehr

beider Sprechstellen untereinander:

Handapparat abnehmen. Ertönt das Besetztzeichen, so spricht die andere Sprechstelle in der Amtsleitung. Ist

die Sprechstelle frei, so wird sie durch zweimaliges Wählen der Ziffer 2 gerufen. Der Ruf kann beliebig wiederholt werden. Ruft die HSt an, so sind die Relais NI, A, I, R, K und H betätigt; ruft die NSt, so spricht statt NI das Relais N II an.

6. Amtsanruf während des Innengesprächs:

In den Fernhörern beider Sprechstellen ist der Amtsruf als Summer wahrnehmbar und kann von einer der Sprechstellen beantwortet werden. Sie nimmt das Amtsgespräch durch kurzes Drücken der Erdtaste entgegen. Die andere Stelle erhält das Besetztzeichen und legt den Handapparat auf. Die Stromstöße des Amtsanrufrelais W werden auf die Relaiswicklung A 130 übertragen. Dadurch ist der Anruf bei beiden Sprechstellen hörbar (vergl. Bild 203, Kontakte W_4 , U_4 , I_2 , Widerstand R 2000, Rel. A, +).

7. Amtsanrufumschaltung zur Nebenstelle: Schalter am Beikasten auf „Nebenstelle“ umlegen.

8. Verbindung: Halbamtsberechtigte Nebenstelle - Amt.

Handapparat abnehmen. Verbindung mit der Hauptstelle wie unter „5.“ herstellen, Amtsverbindung anfordern. Die HSt drückt kurz die Erdtaste, wartet das Amtszeichen ab, drückt nochmals die Taste und fordert die NSt zur Übernahme der Amtsleitung auf. Die NSt drückt kurz die Erdtaste und wählt sich danach die Amtsverbindung selbst.

9. Mithören (Klemmenverbindungen Bild 206, Nr. 1 herstellen).

Die Sprechstelle mit Mithörmöglichkeit erhält nach dem Abheben des Handapparates kein Besetztzeichen, wenn die Amtsleitung belegt ist, sondern kann mithören (Drosselspule Dr. ($2 \times 600 \Omega$), Bild 203, links neben dem Ruftransformator).

10. Amtsverkehr beim Netzausfall:

Selbsttätige Umschaltung auf HSt oder NSt, wenn der Netzschalter am Beikasten umgelegt ist. Netzunterbrechungsrelais U fällt ab und schaltet selbsttätig die

Amtsleitung durch (vergl. auch die Ausführungen unter „IV. Anschließen“, Nebenstellenzusatz und die Klemmenverbindungen, Bild 206, Nr. 4).

11. Das Netzanschlußgerät (Bild 210):

Das Gerät bedarf keiner besonderen Wartung. Nach Alterung der Gleichrichterzellen kann an den Abgriffen 8 bis 12 die Gleichspannung geregelt werden. Auf der Primärseite ist auf richtigen Netzanschluß zu achten (125 oder 220 V Wechselstrom). Die Anschlüsse „—B“ und „—S“ dürfen am Beikasten nicht vertauscht werden.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler: Nebenstelle erhält kein Besetztzeichen beim Abnehmen des Handapparates, wenn die HSt über die Amtsverbindung spricht.

Ursache: n16 oder n12 = Kontakte (Arbeitsseite) schließen nicht ordnungsgemäß, sie sind verschmutzt, oder es liegen andere Kontaktmängel im Summerstromkreis vor.

Eingrenzen: Nach Bild 205, Gleichstromweg über —B, K15, p6, II 300, K2, Klemme 12/17 usw. auf Durchgang prüfen.

Beseitigung: Aufgefundene Kontaktmängel, z. B. lose Klemmenverbindungen oder kalte Lötstellen beseitigen.

2. Fehler: Amtsruf geht ein, W-Relais spricht an; der Ruf wird nicht zur HSt übertragen. Der Polwechsler arbeitet nicht.

Ursache: NII-Relais spricht nicht an.

Eingrenzen: Nach Bild 204. Es sind zu prüfen: Die Stromwege für das N-Relais 250Ω und für das P-Relais 450Ω und die in diesen Stromkreisen liegenden Kontakte, Klemmen- und Lötverbindungen. Widerstände messen, ob sie mit den Schaltungsangaben übereinstimmen.

Beseitigung: Kontakte reinigen, einstellen; Klemmenverbindungen festziehen.

Reihenanlage W 31^{1/1}, (vereinfachter Art)

für 1 Hauptanschlußleitung und 2 Sprechstellen

I. Apparatansicht:

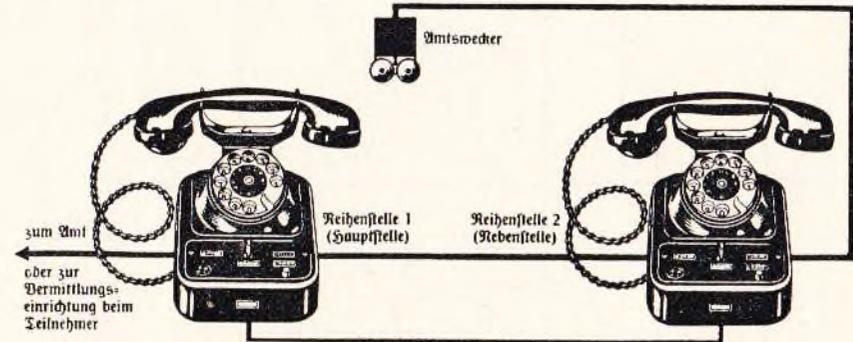


Bild 211. Reihenanlage mit 2 Reihenstellen (W 31^{1/1}), mit einer Ruftaste für Gleichstromanruf.

II. Übersichtsschaltungen: (s. Bilder 212 bis 215)

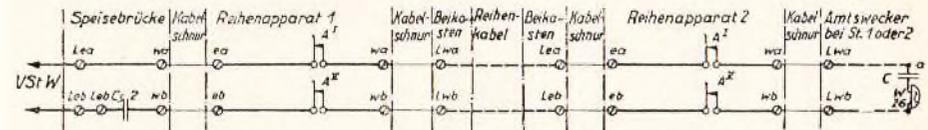


Bild 212. Anruf in der Hauptanschlußleitung.

III. Verwendungszweck:

Verwendbar in ZB- und W-Netzen für 2 Sprechstellen auf demselben Grundstück. Die Anlage kann als Zweitnebenstellenanlage 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.

Bild 213. Verbindung VSI — Reihenstelle 1.

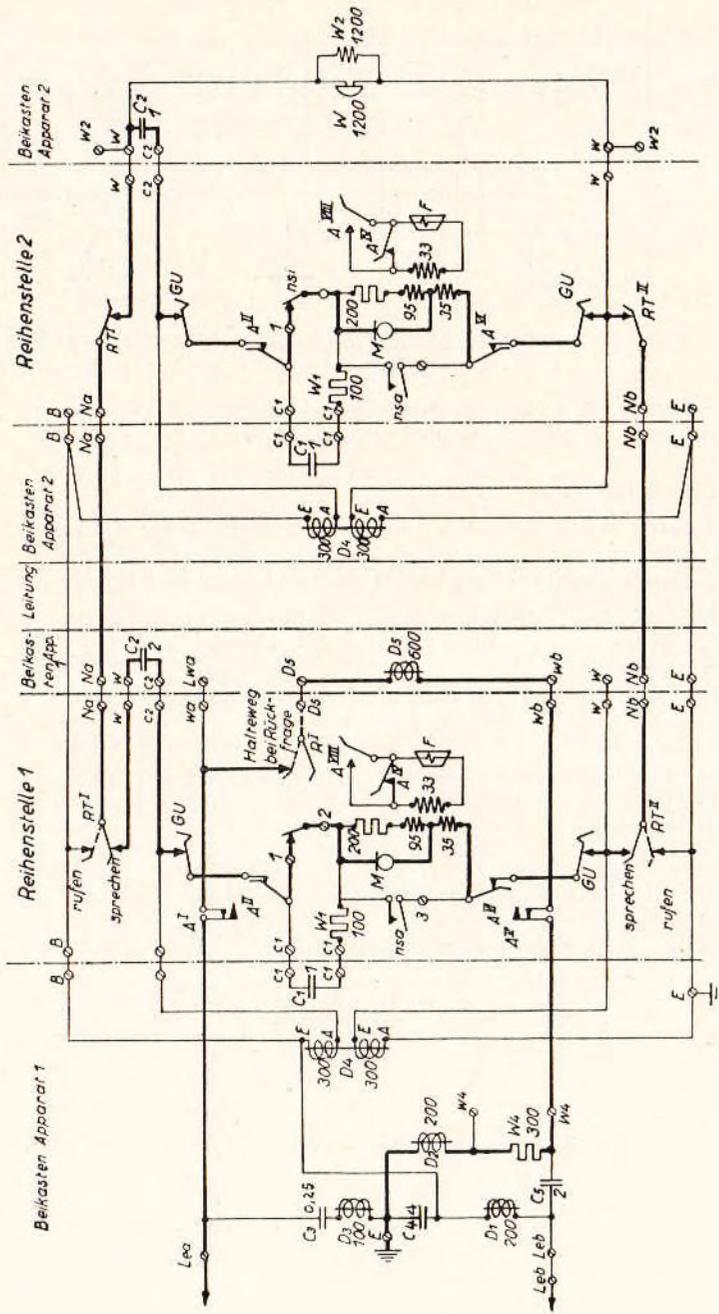
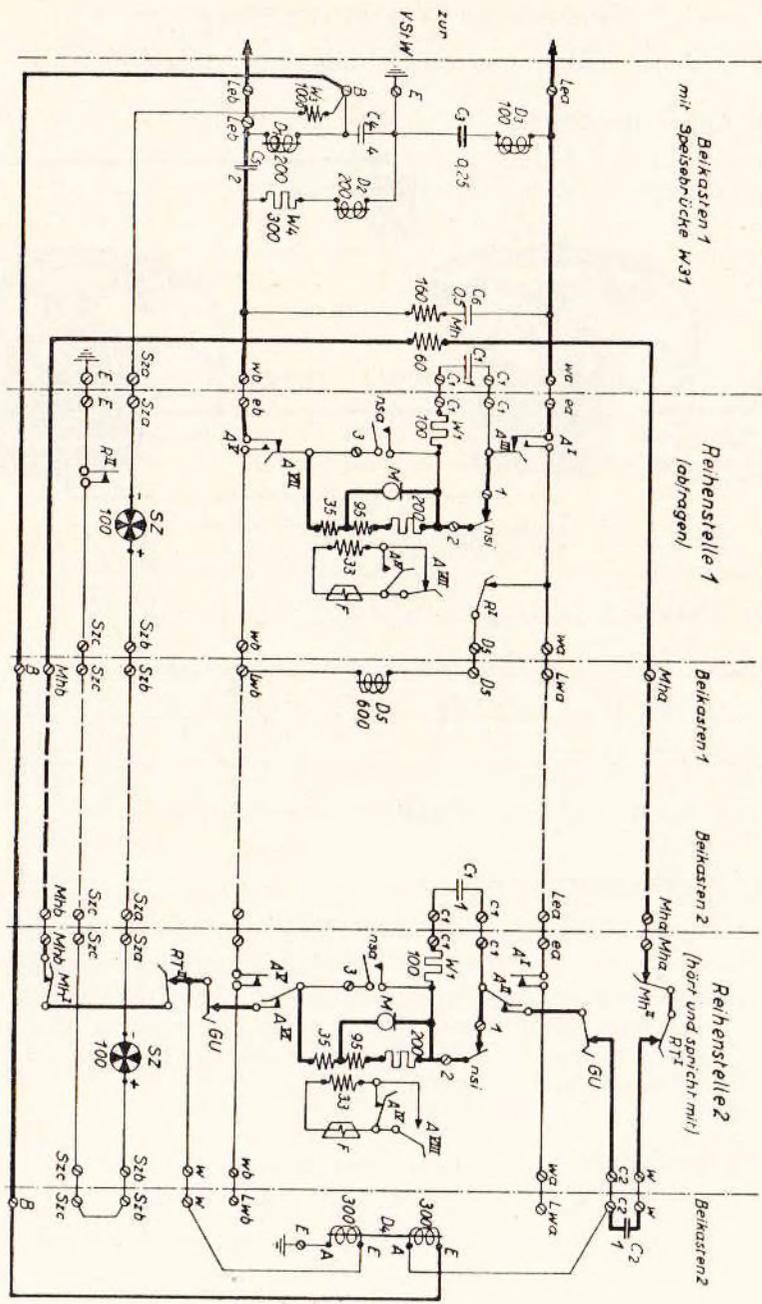


Bild 214. Verbindung Reihenstelle 1 — Reihenstelle 2.

Beim ersten Apparat sind angedeutet: a) der Ruf zur Nebenstelle, b) der Halteweg für die Hauptanschlussleitung während der Rückfrage.

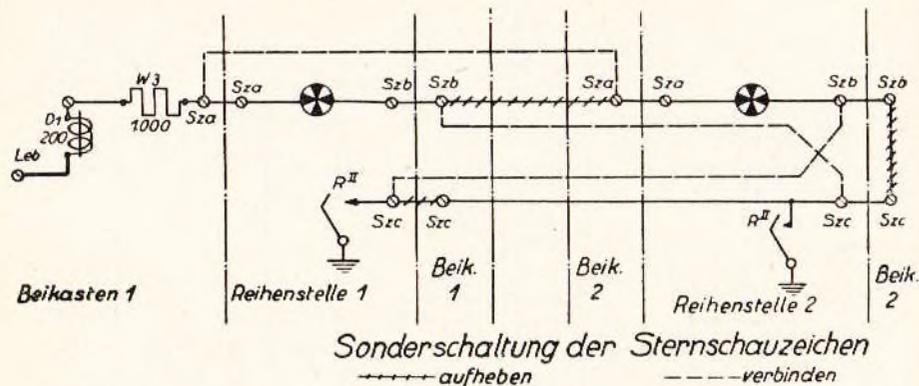


Bild 215. Reihenstelle 1 kann am Ansprechen des Schauzeichens erkennen, wenn sich Reihenstelle 2 einschaltet.

Reihennebenstelle:

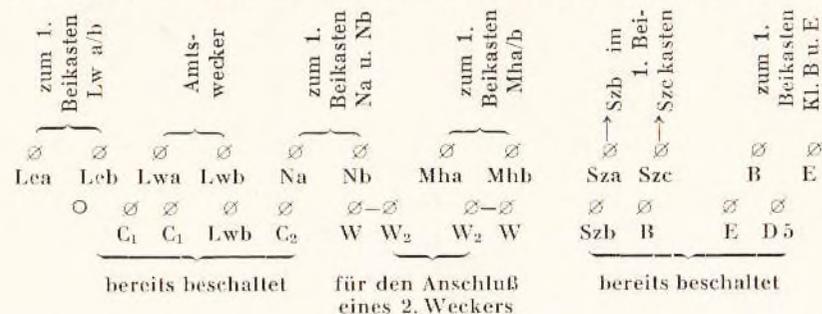
Apparat W 31^{1/1}, Beikasten ohne Speisebrücke.

Anschlüsse im Beikasten mit Speisebrücke:

Mha	φ zum 2. Beikast.	Hauptanschluß- leitung a u. b	{ φ Lea 2. Wecker φ Leb für Innen- verkehr	{ φ W ₂ φ W ₂
Mhb	φ Kl. Mha und b			
E	φ Erdanschluß			
B	φ → zum 2. Beikasten Kl. B	2. Beikasten Lea und Leb	{ φ Lwa φ Lwb	{ φ Sza φ D5 φ C ₂ φ W ₄ φ W ₄
Szc	φ → zum 2. Beikasten Kl. Szc			
Szb	φ → zum 2. Beikasten Kl. Sza	2. Beikasten Na und Nb Innensprechleitung	{ φ Na φ Nb	bereits ver- drahtet

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 213):

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 212).

Der Amtswecker bei der Reihenhauptstelle ertönt.

**Abfragen, Verbindung V St W — Reihen-
stelle 1 (Bild 213)**

Hebelschalter nach links umlegen, zur Rückfrage bei der Reihenstelle 2 Hebel in die Mittelstellung und weiße Ruf-taste drücken (Bild 214).

Verbindung: Reihenstelle 1—Reihenstelle 2 (Bild 214).

Hörer abnehmen und Ruftaste drücken, Reihenstelle 2 nimmt den Hörer ab, ohne den Hebelschalter umzulegen.

Mithören und Mitsprechen (Bild 213):

Hörer abnehmen und Hebelschalter nach rechts umlegen.

Sonderanschaltung der Schauzeichen (Bild 215).

Die Schaltung hat den Zweck, der Reihenhaupt-(Abfrage-) Stelle anzuzeigen, wann sich die 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:

In der Hauptanschlußleitung kommt kein Anruf an.

Ursache:

Meist Kontakt- oder Schnurstörung.

E i n g r e n z e n : Nach Bild 212.

Klemmenverbindungen Lea, wa, ea usw. der Reihe nach prüfen, Meßgerät zwischen a- und b-Leitung (Schleifenstrom).

B e s e i t i g u n g :

Kontaktunterbrechung an Klemmen beseitigen, schadhafte Schnur auswechseln, Wecker einstellen.

2. Fehler:

Keine Verständigung in der Verbindung Reihenstelle—Reihenstelle (Bild 214), weder von der einen noch von der anderen Reihenstelle aus.

U r s a c h e :

Meist Schnuraderbruch, Verbindung verläuft über vier Schnuradern C₂, W, Na und Nb.

E i n g r e n z e n : 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 214).

B e s e i t i g u n g :

Schadhafte Schnur auswechseln.

3. Fehler:

Rückfragegespräch wird vom andern Teilnehmer über die Hauptanschlußleitung mitgehört.

U r s a c h e :

Eine Wicklung der Drossel D₄, 300 Ω (Bild 214) im Beikasten 1 oder 2 ist unterbrochen oder durch Lagen-schluß überbrückt.

Schaltung wird dadurch elektrisch ungleich (unsymmetrisch).

E i n g r e n z u n g :

Beide Wicklungen der Drossel D₄ nachmessen, ob 300 Ω-Widerstand vorhanden sind.

Durch diese einfache Widerstandsmessung lassen sich allerdings nicht Wicklungsschlüsse von wenigen Windungen feststellen.

B e s e i t i g u n g :

Schadhafte Drosselspule auswechseln.

Reihenanlage W 33¹/₅

I. Apparatansicht:

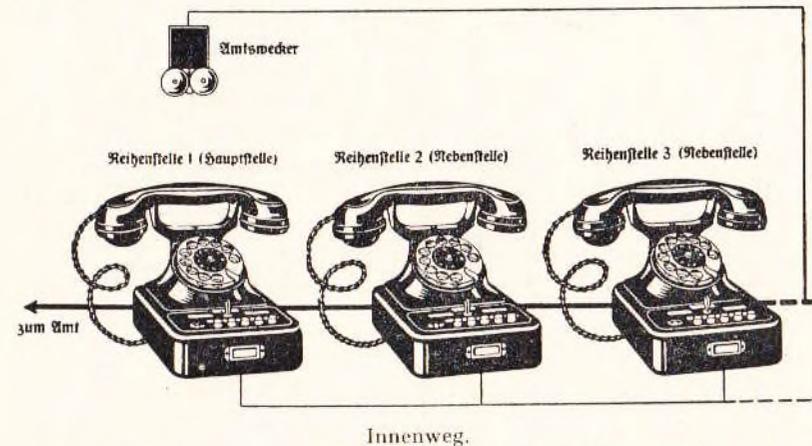


Bild 216. Reihenanlage vereinfachter Art mit einer Hauptstelle und 1...6 Reihenstellen, 5 Ruftasten (Gleichstromruf). Nur ein innerer Verbindungsweg!

II. Übersichtsschaltung: (Siehe Seite 308.)

Hierzu können auch die Bilder 212...214 verwendet werden, da die Schaltungen des Reihenapparats W 31¹/₁ 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 Nummernschalter und ohne Schauzeichen. Innenverkehr nicht geheim.

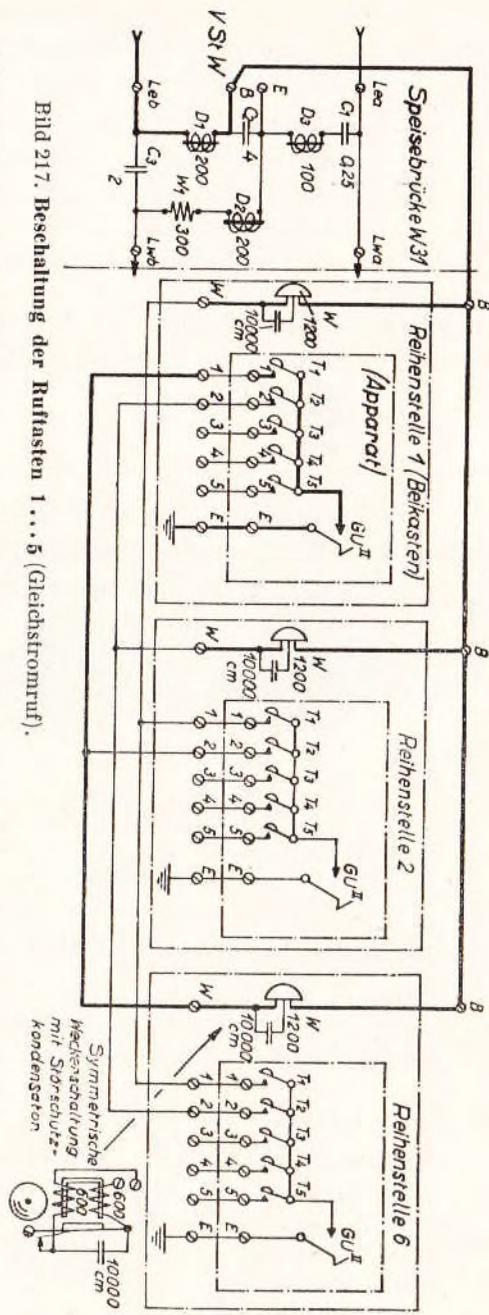


Bild 217. Beschaltung der Ruftasten 1...6 (Gleichstromruf).

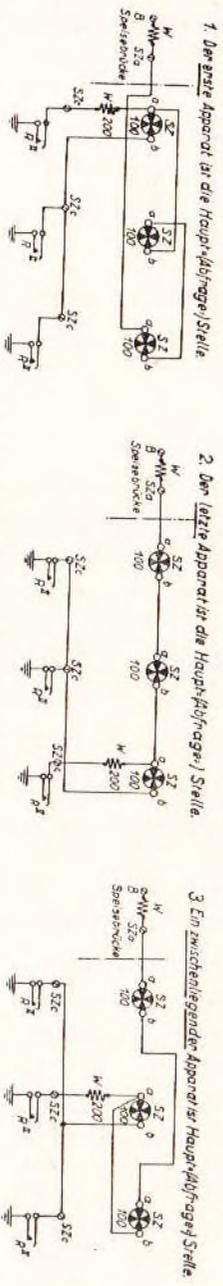


Bild 218. Schanzzeichensonderschaltung.

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 Reihenempfangsstelle in die Amtsleitung einschaltet.

IV. Anschließen:
Lötösen im Beikasten (App. 1):

■ c	■ d	■ D	■ Lwa, Speisebr.
■ C ₁	■ D ₁	■ Lea	■ Lea, Beik. 2
■ C ₂	■ 300	■ Lwa	■ Mha, Speisebr.
■ c	■ D ₁	■ Leb	■ Na, Beik. 2
■ f	■ D ₂	■ Lwb	■ Sza, Speisebr. (W 2)
	■ D ₂	■ Mhb	■ Szc, Beik. 2
	■ D ₂	■ Nb	■ Lötöse W, Beik. 6
	■ E	■ Szb	■ 3 der anderen Beik.
	■ E	■ Erdanschluß	■ 5 Kästen
	■ 2	■ Beik. 2, W	■ B Speisebr., Klemme B
	■ 4	■ Beik. 2, 4	
	■ W	■ Beik. 2, 1	

Apparatklemmen:

Beik. Leb	wa	Mha	Na	Sza	Szc
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■

zu den gleichen Klemmen im Beikasten					
1	3	5	D ₂	c	d
○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○
2	4	D	D ₁	e	f

zu den gleichen Klemmen im Beikasten					
--------------------------------------	--	--	--	--	--

Außenebenstellen

werden über die Zusatzeinrichtung RAN 35 mit der Reihenanlage verbunden. Eine Ruftaste kann, wenn die Anlage nicht voll ausgebaut ist, als Erdtaste umgeschaltet werden. Dazu müssen z. B. die Klemmen c und 5 (T₅) im Beikasten verbunden werden. Alle Tasten im Apparat (T₁ bis T₅) erhalten erst Erdverbindung, wenn der Handapparat abgenommen worden ist (GU^{II}-Kontakt, Bild 217).

Mithören und Mitsprechen:

Der Kondensator C₆ und die Mithörspule R 31 sind im „Beikasten mit Speisebrücke“ nachzusetzen.

V. Bedienung:

Wie unter V. Reihenanlage W 31^{1/1}.

VI. Fehlerbeispiel:

Reihenstelle 6 von einer bestimmten Reihenstelle aus nicht zu errufen (Bild 214).

Die Nachprüfung der Arbeitsweise bei der Sprechstelle hat ergeben, daß die Reihenstelle 1 die Stelle 6 nicht anrufen kann.

Ursache:

Rufstromkreis unterbrochen oder Wecker falsch eingestellt.

Eingrenzen:

Mit dem Prüfhörer Klemmen B und W Beikasten 6 nachprüfen. Klemme W erden, Wecker muß ansprechen. Dann im Beikasten 1 Klemme 1 erden usw. bis zur Erdklemme im Apparat 1. Spricht der Wecker der Stelle 6 an, so ist im zwischengeschalteten Prüfhörer ein Schnarren zu hören.

Beseitigung:

Unterbrechung beseitigen oder Wecker einstellen.

Zusatzeinrichtung RAN 35a^{1/1}

I. Apparatansicht:

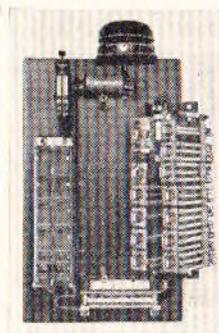


Bild 219.

II. Übersichtsschaltungen:

Siehe Bilder 220 . . . 223.

III. Verwendungszweck:

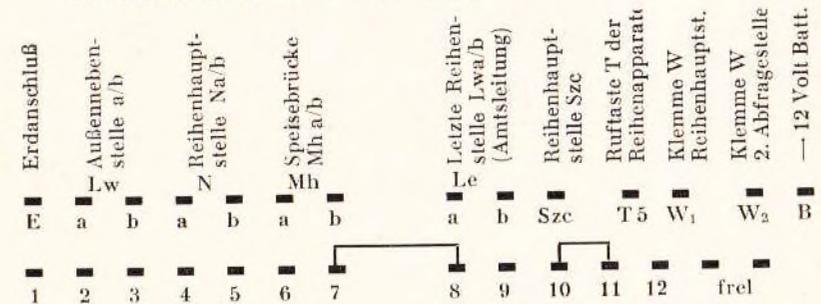
Zur Anschließung einer Außennebenstelle an Reihenanlagen W 33^{1/5} vereinfachter Art.

Sie wird bei der Reihenhauptstelle angebracht.

Die Außennebenstelle (AN) erhält einen Fernsprechapparat W 48 mit Erdtaste und mit Nummernschalter (auch im Anschluß an VSt-Hand).

IV. Anschließen:

Lötösenstreifen unter dem Relaisatz.



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
- } Nachtschalter in Ruhelage

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 die Stellung 1 umlegen.
- } Nachtschalter in die Stellung 2 umlegen.

Bild 220. Ruf: Reihenstelle — AN (Reihenstelle hört Freizeichen, C 7, 0,025).

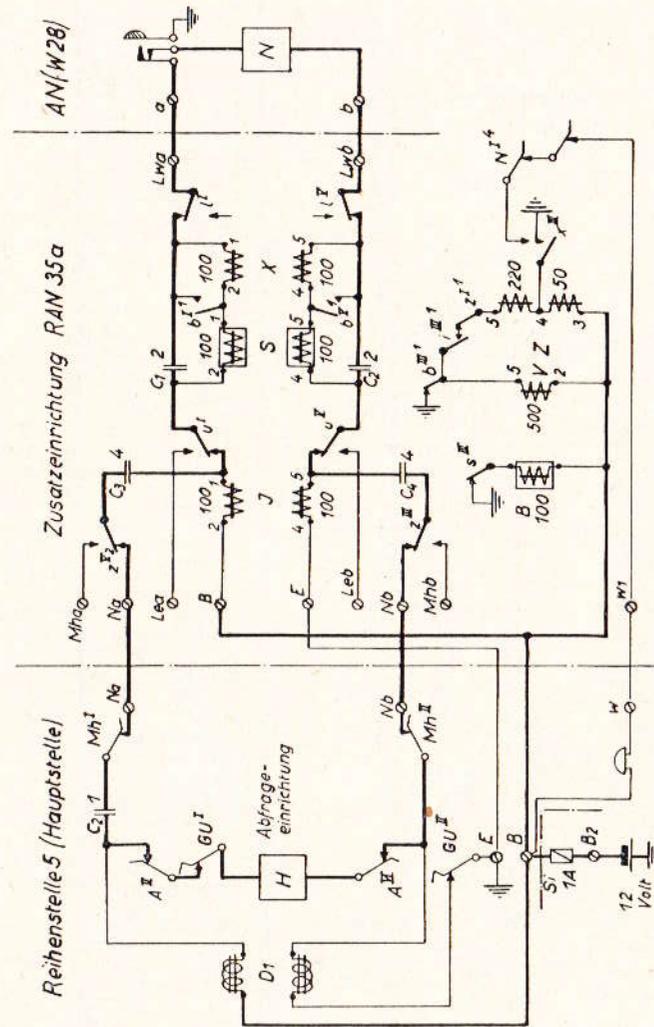
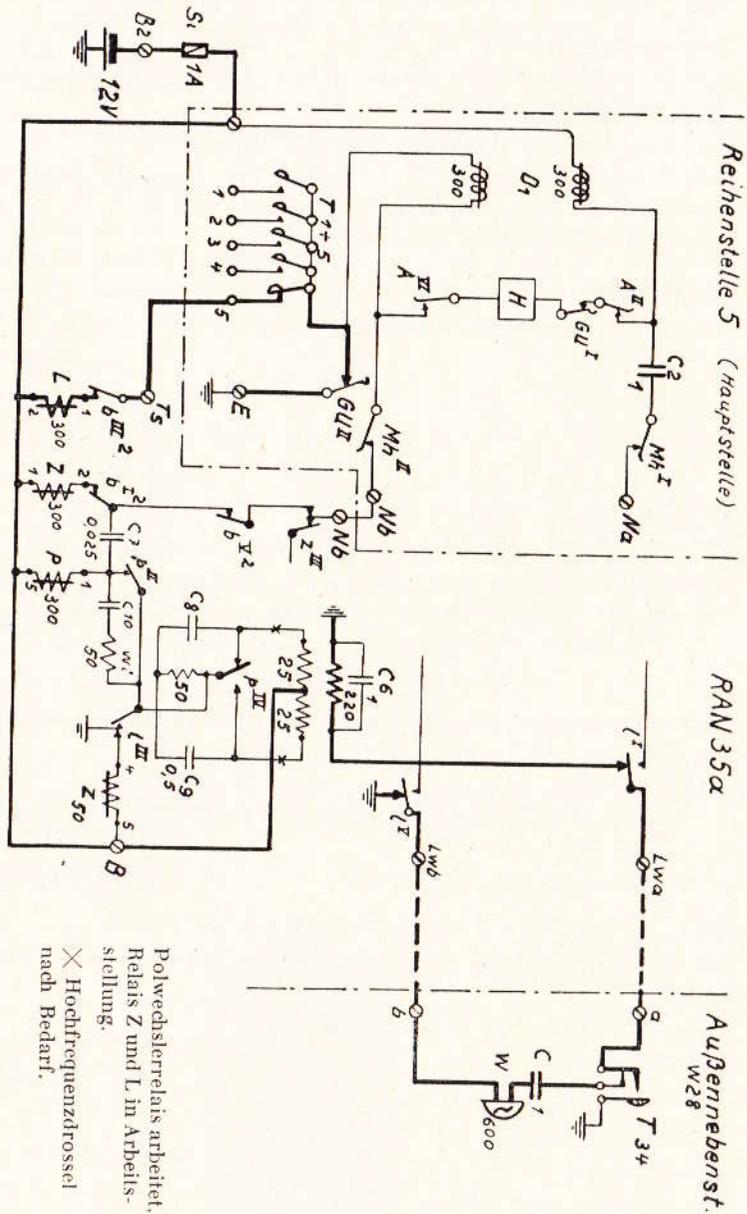


Bild 221. Verbindung Reihenstelle — AN.

Bemerkungen:

AN nimmt Handapparat 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.

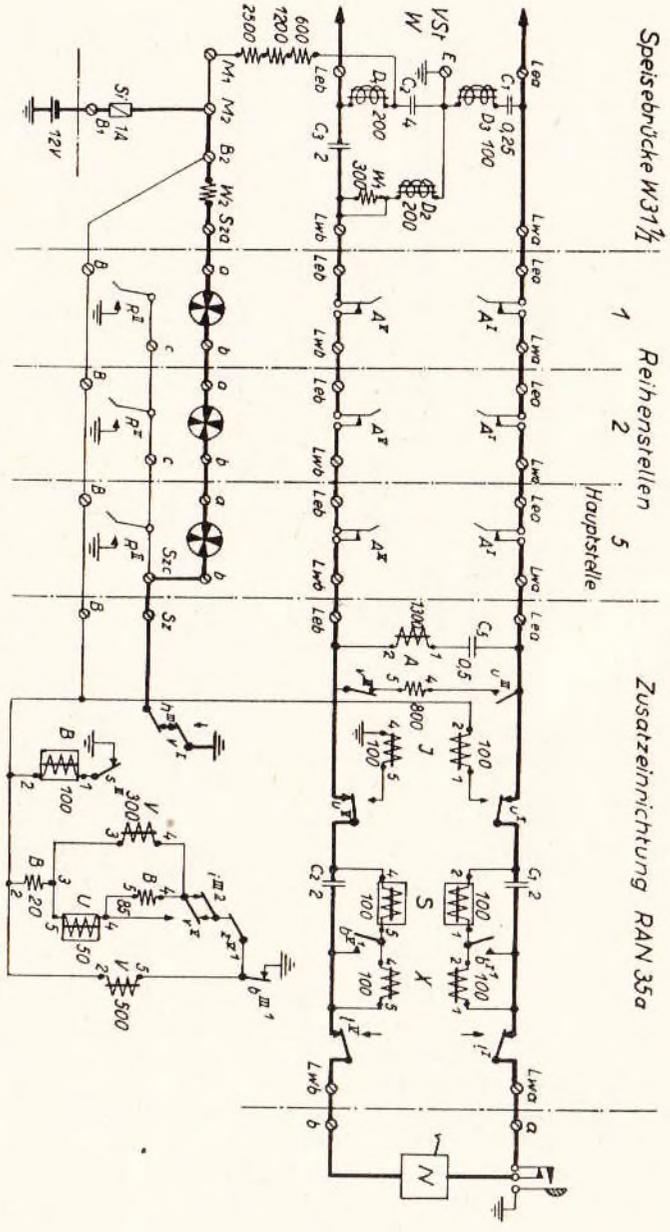


Bild 222. Verbindung VST — AN.

Bemerkungen:

AN nimmt Handapparat ab, Relaisfolge: J, S (a/b-Schleife), B (über sIII), AN wählt Ziffer 1, Relais V 300 und U 50 sprechen an (I1112). V 500 dient als Halbleitung, wenn bei Rückfrage Rel. Z angesprochen hat. s-, b-, v- und u-Kontakte in Arbeitsstellung gezeichnet. Widerstand B 85 Ω zur Stromsparrnis eingeschaltet.

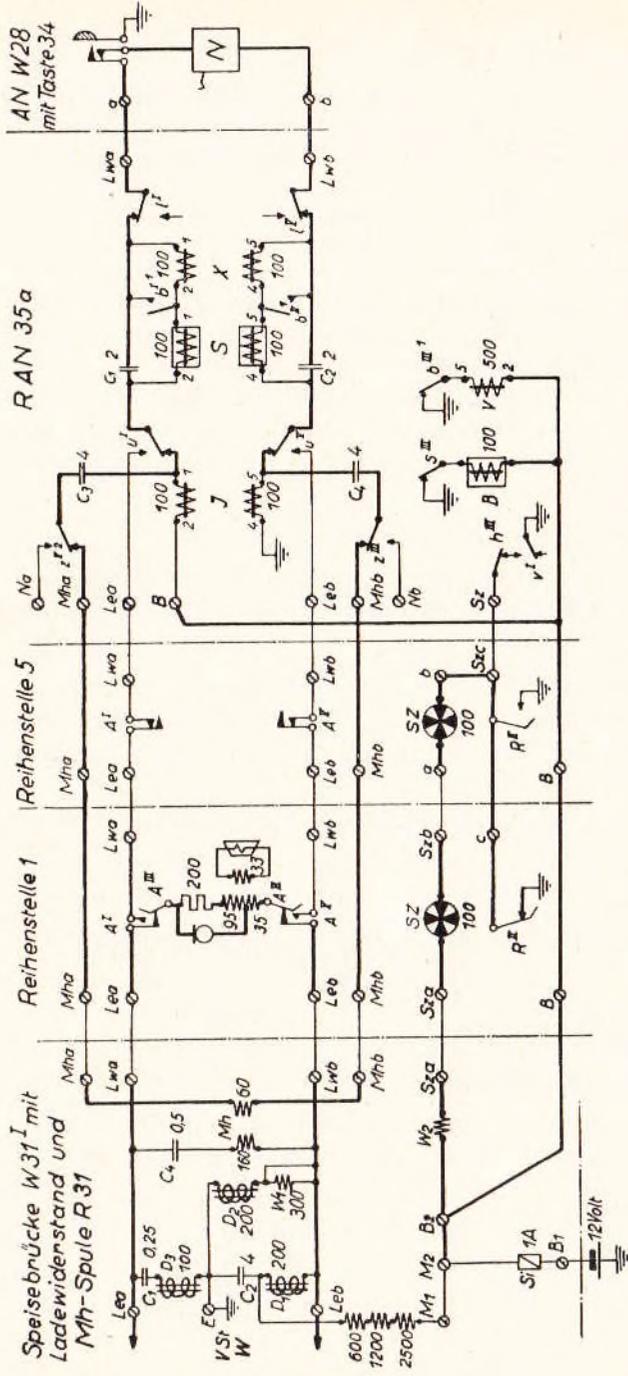


Bild 223. Reihenstelle 1 spricht über VSTW. AN hört und spricht mit. Bemerkungen: Nach Abnehmen des Handapparates bei der AN sprechen an: Relais J und S durch a/b-Schleife. Relais B durch sIII, V spricht nicht an (Fehlstrom). In Arbeitsstellung sind: Relais J, S, B.

Mithörberechtigung:

Mh-Klemmen anlegen. In der Speisebrücke muß W_1 300 Ω überbrückt werden, weil in der Zusatzeinrichtung RAN 35a die Relais S und X ($4 \times 100 \Omega$) eingeschaltet sind.

V. Bedienung:**Ankommende Amtsrufe.**

Wecker der Zusatzeinrichtung läutet, die Reihenstelle fragt ab und ruft die AN (Außennebenstelle) durch Drücken der dazugehörigen Ruftaste an (Gleichstromruf, Tasten T 1...5, Hebelschalter in Mittelstellung, Bild 220).

Ein Freizeichen (Summertone im Fernhörer) zeigt der Reihenhauptstelle an, daß die AN frei ist und Rufstrom abgeht.

Verbindung Reihenstelle — AN (Bild 221).

Die AN nimmt den Hörer ab und spricht mit der Reihenstelle, danach übernimmt die AN die Amtsverbindung durch Wahl der Ziffer 1.

Verbindung VStW — AN (Bild 222).

Die AN wählt bei ankommenden und abgehenden Amtsgesprächen die Ziffer 1, um die Ltg. zur VStW durchzuschalten.

Rückfrage zur Reihenhauptstelle.

AN drückt die Erdtaste.

Rückfrage beendet.

AN wählt Ziffer 1 und setzt das Amtsgespräch fort.

Verbindung AN — Reihenstelle (Bild 221).

AN drückt Erdtaste.

Wecker bei der Reihenhauptstelle 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 223):

Die AN nimmt nur den Handapparat ab; in der Zusatzeinrichtung müssen die Klemmen Mh a/b angeschlossen sein.

Selbsttätige Amtsrufumschaltung.

Beantwortet die Reihenstelle den Amtsruf nicht innerhalb 15...20 sec, so wird er je nach Wunsch zur AN oder zum besonderen Wecker einer Reihenstelle (2. Abfragestelle) durchgeschaltet.

Die AN beantwortet den Ruf durch Abnehmen des Hörers; die Reihenstelle muß außerdem den Hebel nach links umlegen.

Bei umgelegtem Nachtschalter erhalten diese Stellen den Ruf gleichzeitig mit der Reihenhauptstelle.

VI. Fehlerbeispiele:**1. Fehler:**

Reihenstelle erhält beim Rufen der AN kein Freizeichen, obwohl die AN frei ist (Bild 220).

Ursache:

bV^2 - oder z^{III} -Kontakt schließt nicht.

Beseitigung:

Kontakt reinigen und einstellen.

2. Fehler:

Reihenstelle ruft AN und hat nach Loslassen der Taste T keine Verständigung (Bild 220).

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: +, G^{II} , Drossel D_1 , Mh^{II} , z^{III} , bV^2 , bI^2 .

Beseitigung:

Fehlerstelle entfernen.

3. Fehler:

AN hört nach dem Wählen der Ziffer 1 kein Amtszeichen (Bild 222).

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.

Reihenanlage ATF $1/5$

(Allgemeine Telefon-Fabrik GmbH.), ATF, Hamburg-Berlin

Betriebsspannung 24 Volt

I. Apparatsicht:

Bild 224. Reihentischapparat mit 1 Amtstaste, 1 Mithörtaste und 5 Nebenstellentasten (Linientasten). Alle Sprechstellen erhalten die gleichen Apparate.

II. Übersichtsschaltungen: (Bilder 225—229)

Gesamtschaltung ATF Zeichnung-Nr. 1090 a (Bild 225, S. 320/21).

Auszüge aus dieser Gesamtschaltung siehe Seiten 322/23.

III. Verwendungszweck:

Zum Anschluß einer Amtsleitung und 2—5 Reihen Nebenstellen an Wähl- und ZB-Ämter. Durch Vorsetzen eines besonderen Zusatzes kann die Anlage auch an OB-Ämter angeschlossen werden. Sie eignet sich für starken Hausgesprächsverkehr, weil genug Innenverbindungswege (Linienwahlleitungen) vorhanden sind. Außenliegende Nebenstellen werden mit einem Zusatzgerät angeschlossen.

IV. Anschließen:

Nach den auf dem Bild 225 angegebenen Klemmenbezeichnungen und den daneben stehenden Bemerkungen 1 bis 5. Als Stromquelle dient ein Akkumulator von 24 Volt.

V. Bedienung:**1. Innenverkehr, Verbindung - HSt - NSt 1:**

HSt nimmt Handapparat ab, GU-Kontakte werden betätigt, Linienwählertaste (N 1) tief durchdrücken. Abfrageeinrichtung wird an die Leitung geschaltet, und der Summerstromkreis ist geschlossen (Bild 229). Ist die NSt besetzt (Amtsgespräch oder in Mithörstellung), so wird der Anruf über den AT^I - oder Mh^{III} -Kontakt sichergestellt. Nebenstelle nimmt den Handapparat ab und kann abfragen.

Gesprächsschluß: Handapparate auflegen; die eingedrückte Taste löst selbsttätig aus.

2. Ankommender Amtsverkehr:

Rufstrom betätigt den Wecker W (600); HSt drückt die AT. Damit wird auch der Seitenschalter „S“ betätigt (Haltebrücke Wi_1 — 600 Ω).

AT^{II} -Kontakt verhindert durch Kurzschließen der Amtsleitung ein unberechtigtes Mithören, falls bei einer vorgeschalteten NSt die AT-Taste leicht eingedrückt wird. Schauzeichen siehe Bild 226.

3. Rückfrage während des Amtsgesprächs:

Gewünschte N-Taste bei HSt tief durchdrücken; Summer bei der NSt ertönt. Amtsverbindung wird über die Seitenschalterbrücke gehalten. Die NSt kann durch Drücken der AT das Amtsgespräch übernehmen.

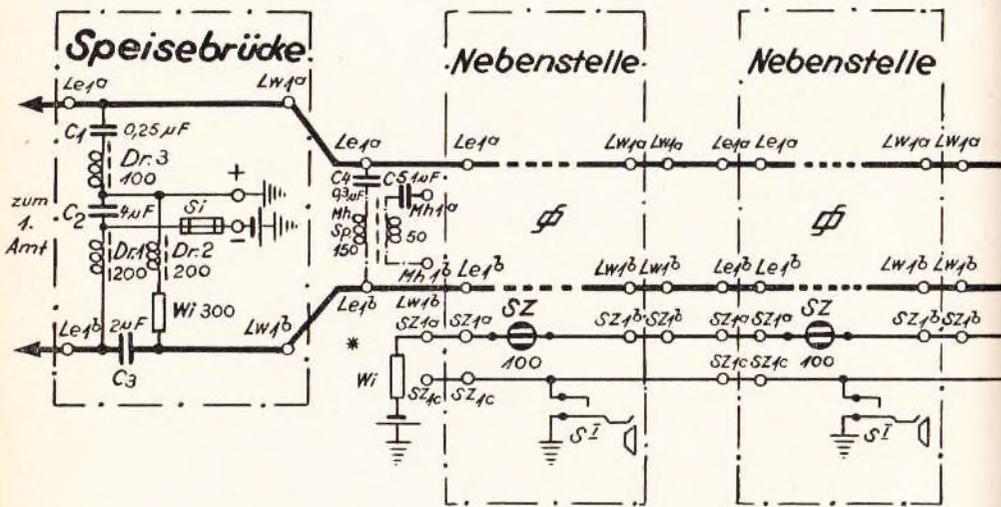
Die Schauzeichenschleife bleibt bestehen (Bild 226 SI -Kontakt).

4. Abgehender Amtsverkehr:

Handapparat abnehmen und AT-Taste drücken. Amtszeichen ertönt, wählen.

5. Mithören und Mitsprechen (Bild 228):

Nach Einbau des Mithörzusatzes kann von jedem Apparat aus mitgehört und mitgesprochen werden. Soll das Mitsprechen verhindert werden, so sind die Klemmen 1—2 und 4—5 zu trennen und die Klemmen 2—3 und 5—6 zu verbinden.



☞ Schaltung der Nebenstellen ebenso wie rechts bei der H. St.

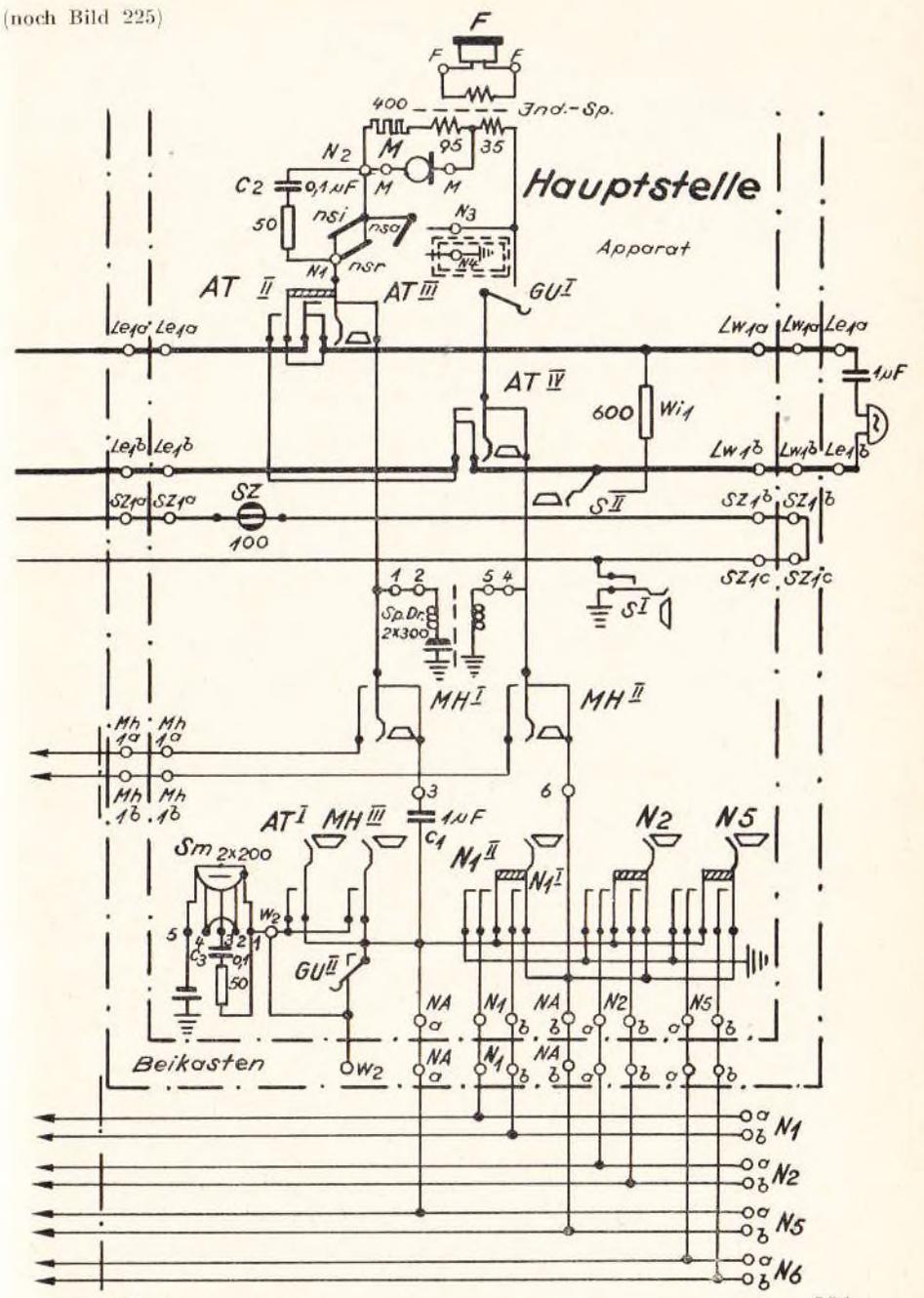
Bemerkungen:

1.) * Widerstand Wi stets nachsetzen und so bemessen, daß Wi + SZ1 + SZ2 u.s.w. 2000 Ω ergeben (Bei 12V Wi = 1000 Ω).
 2.) Beim Drücken der AT schließt zuerst Kontakt II, dann trennen die Kontakte III und IV, bevor die abliegenden Kontakte betätigt werden.

3.) Beim Mithören ohne Mitsprechen Brücken 1-2, 4-5 entfernen 2-3, 5-6 verbinden.
 4.) Bei 12V Spannung Summeranschl. 2-5 u. 3-4 verbinden, Brücke zwischen 2-4 entfernen, sowie SpDr 2 x 300 gegen eine SpDr 2 x 100 auswechseln.
 5.) Mithörzusatz kann in jeden Beikasten eingebaut werden.

Bild 225. Schaltung der Reihenanlage 1/5 (ATF-Hamburg).

(noch Bild 225)



zu den Tasten der Nebenstellen

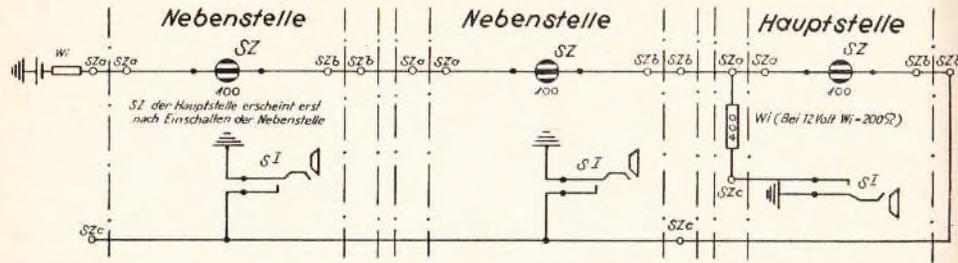


Bild 226. Schanzeichenstromkreis.

Das Sz der HSt spricht erst an, wenn eine Nebenstellentaste gedrückt worden ist. Der Widerstand links oben ist nachzusetzen und so zu bemessen, daß der Gesamtwiderstand des Kreises 2000 Ohm ergibt. Bei 12 Volt Spannung dürfen nur 1000 Ohm insgesamt vorhanden sein.

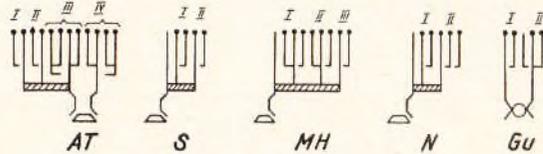


Bild 227. Zählweise der Federsätze.

Amtstaste mit Seitenschalter, Mithörtaste, Nebenstellentaste und Gabelumschalter. Die Feder II der N-Taste schließt erst, wenn die Taste ganz nach unten durchgedrückt wird (Ruferrde).

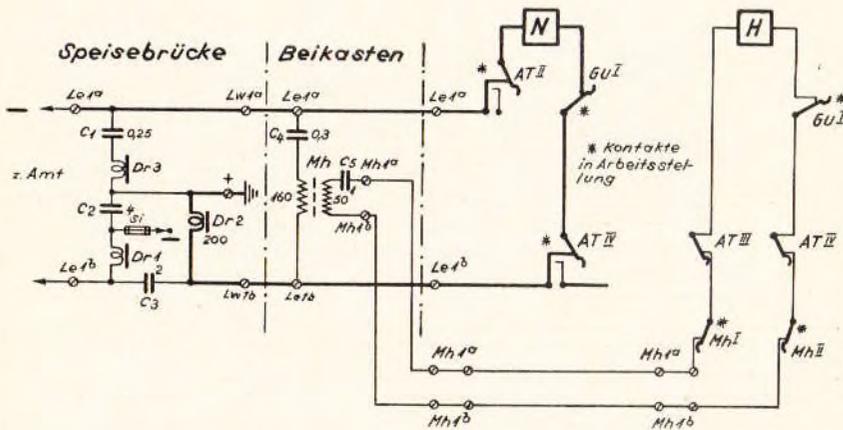


Bild 228. Nebenstelle führt Amtsgespräch; Hauptstelle hört mit.

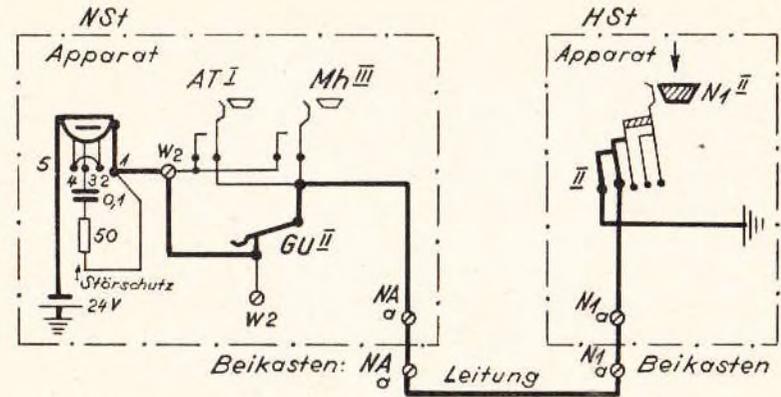


Bild 229. Summerstromkreis.

(Hauptstelle ruft Nebenstelle, Taste N₁^{II} tief durchgedrückt!). Wenn die Nebenstelle die Amts- oder Mithörtaste gedrückt hat, so wird der GU^{II}-Kontakt durch AT^I oder Mh^{III} überbrückt. Der Summer ertönt also auch, wenn die Nebenstelle den Handapparat abgenommen hat.

Die Speisedrosseln werden dann unterhalb der geöffneten Mh^I- und Mh^{II}-Kontakte eingeschaltet, so daß nur Mikrofonstrom fließt, wenn die Mh-Taste nicht gedrückt ist.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Fehler:

Bei den Apparaten 5 und 6 spricht während des Amtsgesprächs das Schanzeichen nicht an.

Ursache:

Berührung der Schanzeichenleitungen a und c in der Schnur des 5. Reihenapparates.

Eingrenzung:

- Brücke zwischen Sb und c im Reihenapparat 6 öffnen und rückwärts durch Auftrennen der c-Ader prüfen, wie weit Spannung im Schanzeichenstromkreis vorhanden ist (Bild 226).

Beseitigung:

Berührung entfernen, gegebenenfalls schadhafte Schnur auswechseln.

2. Fehler:

Hauptstelle kann NSt 3 nicht errufen, wenn sie ein Amtsgespräch führt.

Ursache:

AT^I-Kontakt bei der NST 3 überbrückt nicht den geöffneten GU^{II}-Kontakt.

Eingrenzen:

Nach Bild 229 Summerstromkreis auf Gleichstromdurchgang prüfen.

Beseitigung

des Kontaktfehlers, falls sich nicht noch andere Unterbrechungsstellen bei der Prüfung ergeben haben.

Reihenanlage ATF ²/₁₀

(ATF-Hamburg)



Bild 230. Reihenapparat für 2 Amtsleitungen und 10—11 Nebenstellen.

Die Schaltungen dieser Reihenanlagen, die für 2, 3 und 4 Amtsleitungen sowie für 10 und 15 Nebenstellen gebaut werden, sind grundsätzlich gleich. Sie entsprechen der im Bild 225 dargestellten Zeichnung, nur mit dem Unterschied, daß sich die Amtsleitungen, Linienwählerleitungen, Schauzeichen und Tasten, je nach Größe der Anlage, wiederholen. Die Apparate werden alle in der gleichen Weise bedient, so daß sich weitere Ausführungen erübrigen. Fehlerbeispiele siehe unter Reihenanlage 1/5 ATF.

Gebührenanzeiger

In den Wähl- und ZB-Hand-Vermittlungsstellen werden die Ortsgesprächsgebühren im Amt von einem **Gesprächszähler** erfaßt, indem bei jedem Gespräch ein Zählwerk einen Schritt weiterdreht. Bei Einführung des **Selbstwählerdienstes** nehmen diese Zähler auch die Ferngesprächsgebühren für Gespräche auf, die der Teilnehmer durch Anwählen des fernen Gesprächspartners selbst herstellt. Diese Gebühren werden als **Viefaches der Ortsgesprächsgebühreneinheit** ebenfalls vom Gesprächszähler registriert. Die in monatlichen oder kürzeren Zeitabständen an den Zählern abgelesenen Summen können nicht in Ortsgespräche und SWF-Gespräche aufgeteilt werden, so daß der Teilnehmer aus seiner Fernsprechnung auch nicht mehr ersehen kann, welche Gebühren für die einzelnen Ferngespräche im SWF-Dienst aufgekomen sind. Da im SWF-Dienst auch keine Gebührenansage nach dem Gespräch möglich ist, können Teilnehmer, die Wert darauf legen, die Höhe der Gebühren für die einzelnen Gespräch zu erfahren (Hotels, Gaststätten, öffentliche Sprechstellen), einen **Gebührenanzeiger** gegen eine monatliche Gebühr beantragen. Er wird bei der Sprechstelle eingebaut, so daß der Teilnehmer die Gebühren für jedes Gespräch sofort ablesen kann. Wenn der Gesprächszähler im Amt einen Schritt weiterdreht, zeigt auch der Gebührenanzeiger beim Teilnehmer eine Ortsgesprächseinheit mehr an. Für die Übermittlung der Zählimpulse vom Amt zur Sprechstelle sind zwei Lösungen entwickelt worden:

- a) **50 Hz-Gebührenanzeiger:** Er wurde bei der Einführung des Selbstwählnetzgruppenverkehrs (1923) entwickelt und ist vor allem in Bayern heute noch in Betrieb. In dieser Technik werden die während eines Gesprächs aufkommenden Gebühreneinheiten gespeichert und erst nach Beendigung des Gespräches in schneller Reihenfolge auf den Gesprächszähler im Amt gegeben. Eine zwischen I. VW und Anschlußleitung im Amt eingeschaltete Übertragung setzt diese Zählimpulse in Wechselstromimpulse um — verwendet wird die Netzfrequenz von 50 Hz — und überträgt sie simultan auf die Anschlußleitung. Der bei der Teilnehmersprechstelle parallel zum Sprechapparat angeschaltete Gebührenanzeiger nimmt diese Impulse

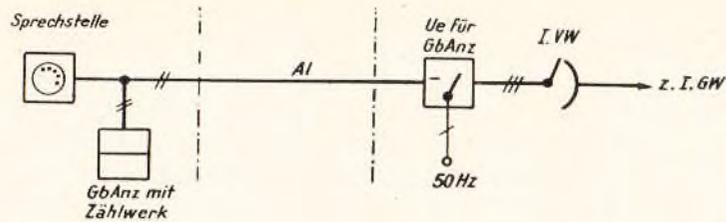


Bild 231. Übersicht der Amts- und Teilnehmereinrichtung für 50 Hz-GbAnz.

auf und setzt die Zählentrommeln des Zählwerkes in Bewegung. Nach beendeter Zählung wird die Gesprächsverbindung ausgelöst (Bild 231).

- b) **16 kHz-Gebührenanzeiger:** Bei der neuen Technik des Selbstwählferndienstes werden die Zählimpulse bereits während des Gesprächs auf den Gesprächszähler gegeben. Je weiter die Zonenentfernung ist, desto kürzer sind die Abstände zwischen zwei Zählimpulsen. Diese Änderung in der Zähltechnik hat sich auch auf die Gebührenanzeige ausgewirkt. Die 50 Hz-Impulsgabe ließ sich aus verschiedenen Gründen nicht wieder verwenden; z. B. würde die geräuschfreie Übertragung der 50 Hz-Zählimpulse während des Gesprächs große Schwierigkeiten bereiten.

Es wurde ein in der äußeren Ausführung und Arbeitsweise vollkommen neuer Gebührenanzeiger, der **Gebührenanzeiger 52** entwickelt. Die Zählimpulsgabe arbeitet mit einer Wechselspannung der **Frequenz 16 kHz**, die an der oberen Grenze des Hörbereiches liegt und auf Anschlußleitungen nicht allzu stark gedämpft wird. Im Amt wird die 16 kHz-Spannung von einem zentralen Röhrengenerator erzeugt. Die Einspeisung zum rufenden Teilnehmer kann entweder am I. VW oder auch am I. GW erfolgen. Die während eines Gespräches eintreffenden Zählimpulse betätigen im Amt das Z-Relais des I. GW und den Gesprächszähler. Besondere Arbeitskontakte des Gesprächszählers (bei Einspeisung am I. VW) oder des Z-Relais (bei Einspeisung am I. GW) geben im gleichen Rhythmus 16 kHz-Impulse auf die Amtsweiche (GbWa), die dazu dient, daß diese Impulse nur auf die Anschlußleitung zum rufenden Teilnehmer gegeben und in Richtung zum gerufenen Teilnehmer abgedrosselt werden (s. Bild 236).

I. Apparatsichten: (Siehe auch Bilder 234 und 235)



Bild 232.
Tischapparat mit
Gebührenanzeiger 52

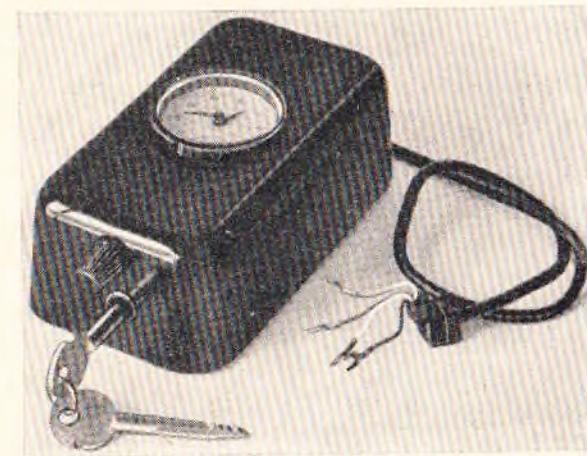


Bild 233.
Gebührenanzeiger 52
mit Rückstellung als
Zusatzeinrichtung.

II. Übersichtsschaltungen: (Bilder 236 und 237, Seiten 328 und 329)

Bei der Sprechstelle treffen die 16 kHz-Impulse auf eine **Teilnehmerweiche** (Bild 237). Ein Sperrfilter (L, C_1, C_2) verhindert, daß die Impulse in den Sprechapparat gelangen. Ein Reihenresonanzkreis (\bar{U}, C_3) schiebt sie aus, und der Gleichrichter Gr richtet sie gleich. Nach Glättung durch den Kondensator C_5 betätigt der Gleichstrom während der Dauer des Zählimpulses den An-

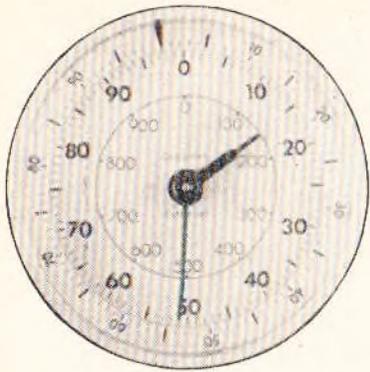


Bild 234. Skala des GbAnz 52.

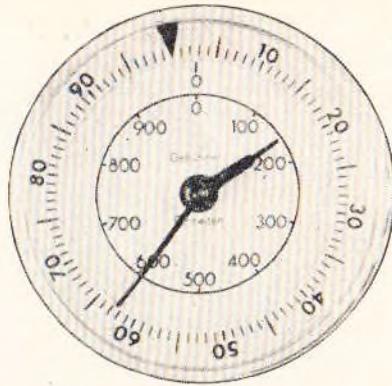


Bild 235. Skala des GbAnz 55.

triebsmagneten des Zählwerkes. Der Resonanzkreis \dot{U}/C_3 hat für die Sprechströme einen sehr hohen Widerstand, so daß der Gebührenanzeiger von ihnen nicht beeinflußt wird, also nicht falsch zählen kann.

Der Gebührenanzeiger braucht zum sicheren Ansprechen eine Mindestleistung, die ihm über die Anschlußleitung übertragen werden muß. Z. B. benötigt der GbAnz 52 einen **Mindestspannungspegel von + 1 Neper**, wenn man mit einem Meßinstrument mißt, das in Neper geeicht ist; das entspricht einer Spannung von 2,1 Volt, wenn man ein Spannungsmeißinstrument nimmt. Wichtig ist, daß ein Meßinstrument verwendet wird, das für Wechselspannungen mit der Frequenz 16 kHz gebaut ist.

Die Anschlußleitung dämpft die 16 kHz-Impulse, so daß bei einem **Sendepiegel von + 2 N** im Amt der GbAnz 52 bis zu einer **Leitungslänge von 3,5 km** eingesetzt werden kann, wenn die An-

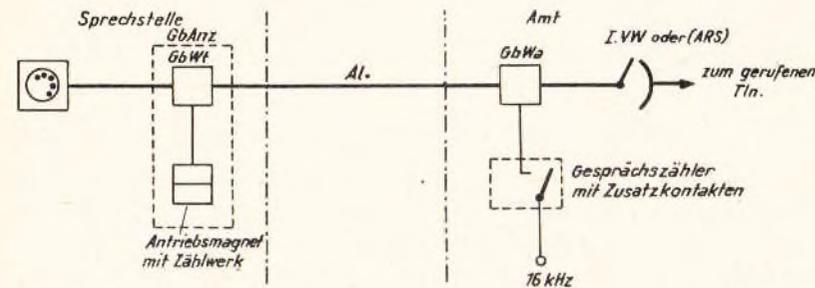


Bild 236. Übersicht der Amts- und Teilnehmereinrichtungen für 16 kHz-GbAnz (hier: Einspeisung der 16 kHz-Impulse vom I. VW aus).

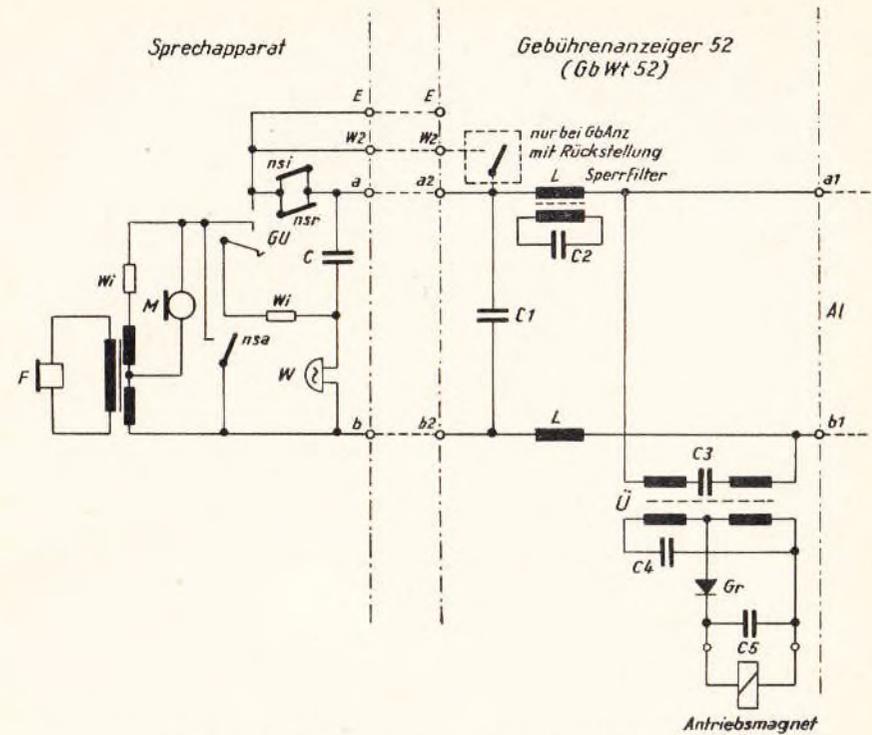


Bild 237. Schaltung eines Sprechapparates und eines Gebührenanzeigers 52.

schlußleitung im Ortskabel verläuft. Die verbesserten GbAnz 55 sind empfindlicher und haben damit eine größere Reichweite erhalten. Sie können normalerweise bei allen Sprechstellen eingesetzt werden, die die Planungsdämpfung von 0,45 N bei 800 Hz nicht überschreiten. Für Sprechstellen mit besonders langen Anschlußleitungen wurde ein **Gebührenanzeiger mit eingebautem Transistorverstärker** entwickelt (GbAnz T 55).

Zusammenstellung:

	Ansprechempfindlichkeit in Neper:
GbAnz 52	+ 1 N
GbAnz 55 K (K = Anschlußleitung verläuft überwiegend im Kabel)	+ 0,5 N
GbAnz 55 F (F = Anschlußleitung verläuft überwiegend auf Freileitung)	+ 1,1 N
GbAnz T 55 (T = mit Transistorverstärker)	— 1,8 N

III. Verwendungszweck:

- a) Tischapparate (W 48) mit eingebautem GbAnz sind angebracht, wenn der Inhaber eines Hauptanschlusses die Gesprächskosten der einzelnen SWF-Gespräche wissen möchte und über die gesamte Gesprächsgebührensomme innerhalb eines Monats unterrichtet sein will.
- b) Der GbAnz als Zusatzgerät ist geeignet, wenn der Sprechstelleninhaber abseits vom Aufstellungsort seines Fernsprechapparates die aufkommenden Gebühren überwachen will, die einem Sprechgast angerechnet werden sollen, z. B. am Schalter einer „Öffentlichen“ oder in Gastwirtschaften. Legt ein Sprechstelleninhaber nur Wert darauf, die Kosten der Einzelgespräche zu ermitteln, so ist der Einsatz eines GbAnz-Zusatzgerätes mit **Rückstellung auf „0“** zweckmäßig.

IV. Anschließen der Apparate:

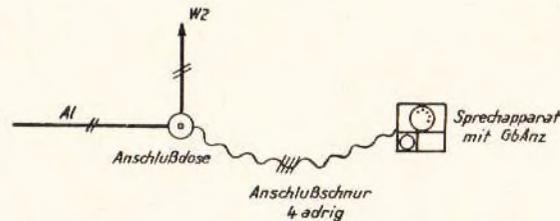


Bild 238. Anschließen eines Tischapparates mit eingebautem GbAnz.

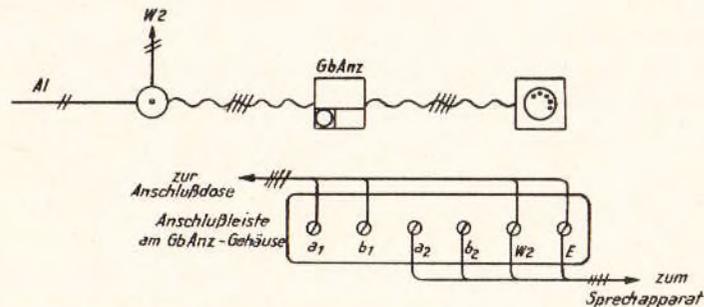


Bild 239. Anschließen eines GbAnz als Zusatzeinrichtung, unmittelbar neben dem Tischapparat.

GbAnz als Zusatzeinrichtung ohne Rückstellung, die unmittelbar neben dem Tischapparat aufgestellt werden, sind in die Leitung zwischen Anschlussdose und Sprechapparat einzuschleifen (s. Bild 239). Steht der GbAnz in einem anderen Raum als der Sprechapparat, oder ist er an der Wand befestigt, kann er nach Bild 240a oder b angeschlossen werden. Für den GbAnz als Zusatzgerät mit Rückstellung gelten ebenfalls die vorstehend beschriebenen Schaltungen. Er enthält jedoch zwischen den Klemmen a_2 und W_2 einen zusätzlichen Arbeitskontakt, der durch einen Drehknopf betätigt

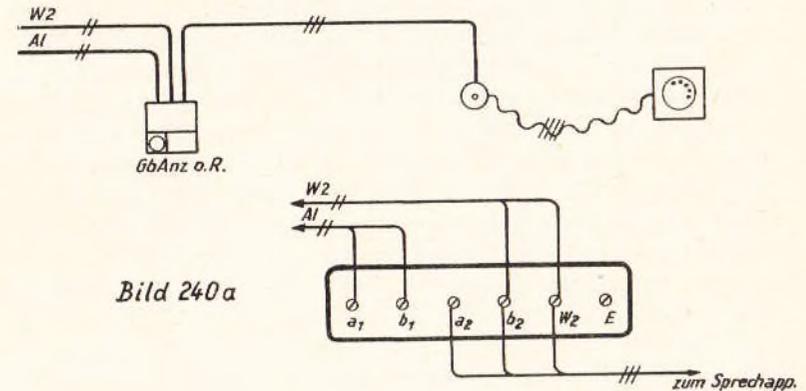


Bild 240a

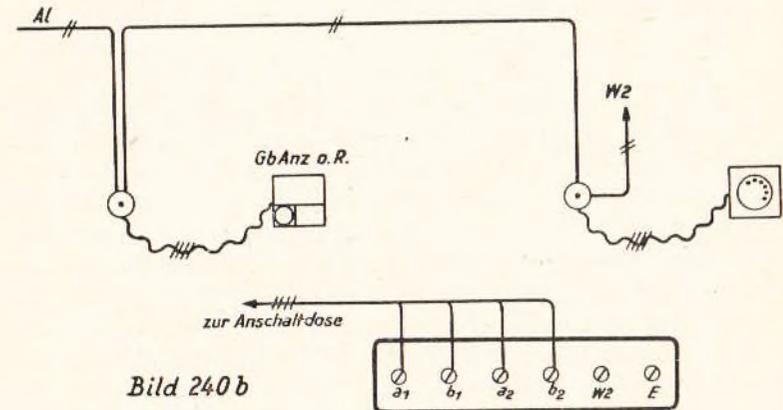


Bild 240b

Bild 240 a und b: Anschließen eines GbAnz als Zusatzeinrichtung in anderen Räumen abseits vom Sprechapparat.

wird (siehe auch unter Abschnitt V) und der im geschlossenen Zustand den nsi-Kontakt überbrückt. Deshalb ist hier in jedem Fall die Ader W_2 zum Sprechapparat mitzuführen (siehe Bild 237).

Die Klemmenleiste des GbAnz T 55 als Zusatzgerät hat noch eine 7. Klemme, die mit „Trs“ bezeichnet ist. An diese ist eine zusätzliche Ader anzuschließen, die im Sprechapparat zur Klemme „M“ (Tischapparat W 48) zu führen ist. Diese Ader wird zur Speisung des Transistorverstärkers gebraucht, für die der Gleichstrom-Spannungsabfall am Ohmschen Widerstand des Sprechapparates zwischen a- und b-Ader bei a b g e n o m m e n e m Hörer ausgenutzt wird. Er beträgt ca. 3,5—6 V je nach Länge der Anschlußleitung. Da der Transistorverstärker bei aufgelegtem Hörer auf keinen Fall die 60 V-Amtsspannung erhalten darf — sie ist für ihn schädlich —, wird das — Potential (+ Potential an der b-Ader) h i n t e r dem Gabelumschalter (Klemme „M“) abgegriffen. Damit ist sichergestellt, daß der Transistorverstärker nur bei a b g e h o b e n e m Handapparat gespeist wird. Eine Kondensatorschaltung bewirkt, daß nach dem Auflegen die Speisung noch kurze Zeit aufrecht erhalten bleibt, damit auch die Ortsgesprächseinheiten gezählt werden.

V. Bedienung:

Für den GbAnz ohne Rückstellung sind nach der richtigen Anschaltung keine besonderen Bedienungshandgriffe auszuführen. Die aufkommenden Gebühren werden mit Hilfe von 2 Zeigern auf einer Rundskala abgelesen (Bild 234 und 235). Diese arbeiten ähnlich wie eine Uhr. Der große Zeiger rückt bei jedem Zählimpuls eine Einheit auf der äußeren Skala weiter und hat bei 100 Impulsen eine volle Umdrehung ausgeführt. Er zeigt also die Einer und Zehner der Gebühreneinheiten an. Der kleine Zeiger legt nur ein Zehntel der Weglänge des großen Zeigers zurück und steht auf der Zahl „100“ der inneren Skala, wenn der große Zeiger eine volle Umdrehung ausgeführt hat; er zeigt also die Hunderter der Gebühreneinheiten an. Die gesamte Skala erfaßt insgesamt 999 Gebühreneinheiten. Bei mehr als 1000 beginnt die Zählweise von vorn. Mit Hilfe eines Stellringes, der eine Hilfskala von 0—99 trägt und bei der Ziffer „0“ eine sichtbare Pfeilspitze hat, kann man die Gebühren der einzelnen Ge-

sprache erfassen, indem man v o r Beginn des Gesprächs die Ziffer 0, bzw. die Pfeilspitze genau in die Stellung des großen Zeigers bringt.

B e i s p i e l (Bild 234): Der kleine Zeiger steht zwischen 100 und 200, der große zeigt auf 51. Es sind also bisher 151 Gebühreneinheiten auf gekommen. Vor Beginn des Gesprächs wird der Stellring mit der Pfeilspitze in die Stellung des großen Zeigers gedreht. Während des Gesprächs bewegt sich der große Zeiger bei jedem Zählimpuls im Uhrzeigersinne weiter. Das Gespräch soll 15 Gebühreneinheiten gedauert haben. Auf der H i l f s skala des Stellringes steht der große Zeiger auf der Zahl 15, auf der äußeren feststehenden Skala zeigt er die Zahl 66 an. Insgesamt sind also 166 Gebühreneinheiten auf gekommen.

Der GbAnz mit Rückstellung hat einen besonderen Drehgriff, mit dem man die beiden Zeiger nach jedem Gespräch durch eine Drehung nach rechts auf „0“ zurückstellen kann. In der umgelegten Stellung schließt der Drehgriff einen Arbeitskontakt, der den nsi-Kontakt des Sprechapparates überbrückt, so daß kein abgehendes Gespräch mehr gewählt werden kann. Durch ein Sicherheitsschloß kann man den Drehknopf in dieser Stellung verriegeln (Bild 233).

In der Normallage des Drehknopfes wird der nsi-Kontakt wieder freigegeben. Auch diese Stellung kann verriegelt werden, wenn der Inhaber des Anschlusses die Rückstellung auf „0“ nicht wünscht.

VI. Fehlerbeispiele:

1. Der GbAnz zählt nicht mehr.

E i n g r e n z u n g :

Das Prüfgerät Nr. 41 (Bild 241 und 242) zwischen Sprechapparat und Anschlußleitung an der Anschlußdose einschalten, den Prüfschrankbeamten auffordern, mit dem Prüfstecker die Anschlußleitung (A1) auf den Prüfschrank zu legen und den 16 kHz-Ton zu senden. Messen, ob der Mindestspannungspegel der eingebauten Type (siehe Tabelle unter II) erreicht wird. Die Messung kann auch bei abgeklemmtem Sprechapparat unmittelbar an der A1 in Schalterstellung „K 200 Ω “ oder „F 600 Ω “ vorgenommen werden. Kommt nicht genügend Spannung an, muß an den Schaltpunkten der A1 im Netz verfolgt werden, wo die



Bild 241. Prüfgerät Nr. 41 mit Zubehör.



Bild 242. Prüfgerät Nr. 41 in der Tragetasche.

16 kHz-Spannung plötzlich absinkt. Als Ursache kommen kalte Lötstellen, lose Klemmenverbindungen und Nebenschlüsse in Frage. Ist der bei der Sprechstelle gemessene

Spannungspegel ausreichend, so ist der Prüfschrankbeamte aufzufordern, die Al wieder durchzuschalten und den Zählerstand abzulesen. Vom Sprechapparat des Teilnehmers ist ein SWF-Probegespräch zu führen und danach vom Beamten im Wählersaal oder am Prüfschrank die Anzahl der Gebühreneinheiten durchsagen zu lassen. Stimmt diese Summe nicht mit den Einheiten, die der Gebührenanzeiger gezählt hat, überein, oder hat er überhaupt nicht gezählt, ist er schadhaft und gegen einen anderen auszutauschen. In kleinen VStW mit einem kleinen Prüfschrank kann durch eine einfache Zusatzeinrichtung erreicht werden, daß auch hier der 16 kHz-Ton über den Prüfschrank auf die Al gegeben werden kann. Für Ämter ohne ständig anwesendes Personal ist ein Pegel- und Zählimpulssender (PZIS) entwickelt worden, der von der Sprechstelle aus mit dem Prüfgerät Nr. 41 angewählt werden kann. Dieser PZIS ermöglicht auch die Messung des 800 Hz-Tones bei verschiedenen Sendepiegeln. Sie werden durch Wahl bestimmter Ziffern mit der Nummernscheibe des Prüfgerätes Nr. 41 im Amt eingestellt. Beim Wählen einer „12“ (Taste „T 12“ drücken, die „0“ aufziehen und ablaufen lassen) wird die Zählung mit 16 kHz-Impulsen eingeleitet. Der 1. Impuls hat eine Länge von etwa 2 sec, um den ankommenden Spannungspegel messen zu können; die nachfolgenden normalen Impulse dienen nur zum Prüfen des GbAnz. Zum Messen können sie nicht benutzt werden, weil sie zu kurz sind und der Zeigerausschlag des Prüfgerätes nicht den Maximalwert erreicht.

2. Der GbAnz spricht bei Ortsgesprächen nicht an, zählt aber die SWF-Gespräche oder umgekehrt.

Die Störung liegt in den Amtseinrichtungen und ist vom Ämterunterhaltungsbeamten zu beseitigen.

Verschiedenes:

Fernsprechanschlüsse mit HF-Drahtfunk können ebenfalls GbAnz erhalten. Dabei ist zu beachten, daß alte Teilnehmerweichen (DWt) gegen DWt 52 ausgewechselt und im Vh des Amtes alle Tiefpässe gegen Tiefpässe 52*) ausgewechselt wer-

*) Noch besser ist der Tiefpaß 55, besonders bei kurzen Anschlußleitungen.

den. Soll ein **GbAnz** bei einem **Zweieranschluß**-Teilnehmer angebracht werden, ist darauf zu achten, daß ein **1/2 GUm 53** eingebaut ist. Ältere Ausführungen, wie 1/2 GUm 39 und 1/2 GUm 50 sind gegen 1/2 GUm 53 auszuwechseln.

Anlagen 1 und 2

Zur Anlage 1:

Jeder Entstörer hat ein Tagebuch zu führen, in dem alle ihm erteilten Aufträge vermerkt werden. Zur Erleichterung der Schreibarbeiten bedient er sich der in Anlage 1 zusammengestellten **Abkürzungen**.

Abkürzungen nach eigenem Ermessen sind nicht anzuwenden, um Verwechslungen zu vermeiden.

Zur Anlage 2:

In der Anlage 2 sind die wichtigsten **Schaltzeichen** in einer Gegenüberstellung zwischen „alt“ und „neu“ aufgeführt, wie sie sowohl in älteren Schaltzeichnungen vorkommen, als auch nach den neuesten Festlegungen angewendet werden. Damit kann nicht nur der Anfänger im fernmeldetechnischen Dienst, sondern auch der erfahrene Betriebsbeamte sich einen schnellen Überblick verschaffen und dazu beitragen, daß die alten Schaltzeichen, wo immer möglich, für eine einheitliche Dienstabwicklung durch die neueren, in der Darstellungsart aufschlußsichereren, ersetzt werden. Die gebotene Übersicht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, jedoch enthält sie die wichtigsten der heute verwendeten und auch in diesem Buch benutzten Schaltzeichen aus der Fernmeldetechnik.

In den Schaltplänen der älteren Geräte sind noch die alten Darstellungen benutzt worden. Da sich ihre Umstellung auf die neuen Schaltzeichen wegen der seit langem ausgelaufenen Fertigung dieser Geräte nicht mehr lohnt, muß der Fernmeldetechniker des praktischen Dienstes neben den heute vorgeschriebenen Formen auch diese älteren Schaltzeichen kennen.

Die Aufstellung wurde einem Sonderdruck der Unterrichtsblätter der Deutschen Bundespost „Schaltzeichen der Fernmeldetechnik“, Stand Juni 1955, mit Erlaubnis des Herausgebers entnommen.

Abkürzungen

für Eintragungen in das Tagebuch des Entstörers

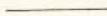
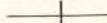
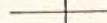
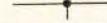
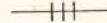
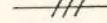
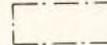
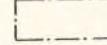
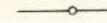
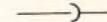
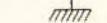
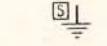
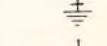
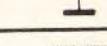
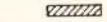
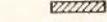
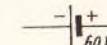
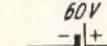
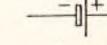
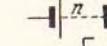
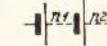
Ader	Ad	Hauptstelle	HSt
Apparat	App	Hörer	H
ausgewechselt	ausgew	Klemme	Kl
begangen, begehen	beg	Mikrofonkapsel	Mikro
bei Ankunft in		Nebenschluß	Nschl
Ordnung	O	Nebenstelle	N
Berührung	Ber	schlecht(e)	schl
beseitigt	bes	Schleifstellen-	
Drahtbruch	Dbr	berührung	Schl
betriebsfähig	bfg	Sprechstellen-	
Durchhang geregelt	Dhg reg	prüfung	SprStPr
Erdschluß	Eschl	Sprechverständ-	
Fehler	F	igung	SprV
Fehler verschwund.	Fv	Stange, Gestänge	Stg
fernmündlich	fm	stromlos	strl
Geräusch	G	Unterbrechung	U
geprüft	gepr	Ursache	Urs
gerissen	ger	zeitweise	ztw

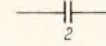
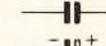
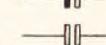
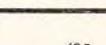
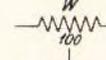
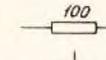
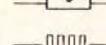
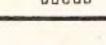
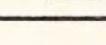
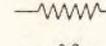
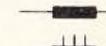
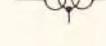
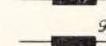
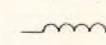
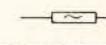
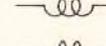
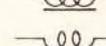
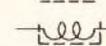
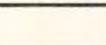
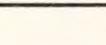
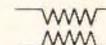
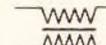
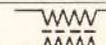
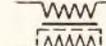
Hierneben sind auch die allgemein üblichen Abkürzungen anzuwenden:

Endverzweiger	EV	Überführungsend-	
Kabelaufführung	KA	verschluß	ÜEVs
Kabelverzweiger	KV	Hauptverteiler	Vh
Linienverzweiger	LV	Vermittlungsstelle	VSt
		Zwischenverteiler	Vz

Eintragungsbeispiel: App ztw strl, Mikro ausgew.

Bedeutung: Apparat zeitweise stromlos, Mikrofon ausgewechselt.

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
1	Leitungen Leiter allgemein		
a	Die Striche mehr oder weniger stark, je nach Bedeutung der Leitung. Sprechadern a/b immer hervorheben.	 	 
b	Leitungskreuzung ohne Verbindung		
c	Leitungskreuzung mit Verbindung		
d	Leitungsabzweigung		
e	Leitung mit Kennzeichnung der Leiterzahl, z.B. 3 Leiter		
2	Abgrenzungen		
a	Trennlinie		
b	Umrahmung für zusammengefaßte Geräte		
3	Verbindungsstellen		
a	Feste Verbindungsstelle z.B. Lötverbindung		
b	Lösbare Verbindungsstelle z.B. Schraub- oder Klemmverbindung		
c	Steckverbindung		
4	Erde		
a	allgemein		
b	mit Darstellung der Erdungsart, z.B. Schutzerdung, „S“		
c	geerdete Mitte einer T-Batterie		
d	Masse (z.B. Metallgehäuse)		
5	Isolierendes Zwischenstück		
6	Galvanische Zelle oder Batterie		
a	(Element, Akkumulator)		
b	Gegenzelle		
c	Batterie mit n Zellen		
d	Batterie mit fester Anzapfung		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
7	Kondensator (Kapazität)		
a			
b	Elektrolyt-Kondensator gepolt		
c	desgleichen ungepolt		
8	Ohmscher Widerstand		
a	allgemein		
b	mit Anzapfungen		
c	rein Ohmscher Widerstand		
9	Induktiver Widerstand		
a	allgemein		
b	mit Anzapfungen		
c	rein induktiver Widerstand		
d	für Hoch- u. Höchstfrequenz		
e	Scheinwiderstand (Phasenwinkel beliebig)		
10	Drosselspule, Wicklung		
a	allgemein		
b	mit Eisenkern		
c	mit Massekern		
d	mit Schirmung		
11	Transformator, Übertrager, Wandler		
a	allgemein		
b	mit Eisenkern		
c	mit Massekern		
d	mit Schirmung		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
12	Beispiele für Verstellbarkeit		
a	Ohmscher Widerstand, regelbar (Regelart nicht festgelegt)		
b	Ohmscher Widerstand, stufig verstellbar		
c	Ohmscher Spannungsteiler, stetig verstellbar		
d	stetig sich selbst regelnder ohmscher Widerstand allgemein		
e	desgl., z. B. Widerstands-Änderung gleichsinnig mit Temperatur		50 Ω/20°C
f	desgl. z. B. Widerstands-Änderung entgegengesetzt der Spannung		30 Ω/110 V
g	Kapazität, stetig verstellbar		
h	Induktivität, stetig verstellbar		
13	Relais		
a	allgemein		B
b	mit magnetischer Abfallverzögerung		C
c	mit magnetischer Anzugverzögerung		S
d	Wechselstrom-Relais mit einer wirksamen Wicklung		R
e	Kraftmagnet mit Angabe d. Wicklungswiderstands in Ohm		H
f	mit elektrothermischer Verzögerung		
g	Haftrelais		
14	Elektromechanisches Trieb-system besonderer Art		
a	gepolt, für 2 Schaltstellungen, ohne selbsttätigen Rückgang (auch anzuwenden für Remanenzrelais). Liegt Plus-Potential an der durch Querschnitt markierten Zuleitung, dann legt sich Anker nach der T-Seite.		
b	gepolt, f. 2 Schaltstellungen, nur in einer Stromrichtung wirkend, mit selbsttätigem Rückgang		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
c	gepolt, für 3 Schaltstellungen, mit Grundstellung in der Mitte, mit selbsttätigem Rückgang		
d	mit je einem Teilsystem für jede Wirkrichtung, für 2 Schaltstellungen, ohne selbsttätigen Rückgang		
e	mit 2 mechanisch bestimmten Ruhelagen (Kipp-Relais)		
15	Relaiskontakte		
a	Arbeitskontakt Einschalter (Schließer)		
b	Ruhekontakt Ausschalter (Öffner)		
c	Umschaltkontakt Umschaller (Wechsler)		
d	Verbundfedersätze: Zwillingsarbeitskontakt		
e	Zwillingsruhekontakt		
f	Ruhezwillingsarbeitskontakt		
g	Zwillingsruhearbeitskontakt		
h	Schleppkontakt mechanische Ausführung bei Rundrelais		
i	Schleppkontakt mechanische Ausführung bei Flachrelais		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
16	Schalter Betätigungsglied a) eines Hebelschalters b) eines Tastschalters	a	a
		b	b
b	Tastschalter allgemein: z.B. Kippschalter oder Taste mit einer Schaltstellung ohne Rastung		
c	Stellschalter allgemein: z.B. Kippschalter oder Taste mit einer gerasteten Schaltstellung a) gedrückter Zustand b) gezogener Zustand		a
			b
d	Schaltfeder mit Antrieb durch Nocken, Anschläge und dergleichen.		
e	Hebelschalter mit drei Schaltstellungen und mehreren Kontakten z.B. mit einer gerasteten und einer nicht gerasteten Stellung		mit Rastung
f	Hakenumschalter Gabelumschalter		
g	Mehrpoliger konzentrischer Stecker, Klinkenstecker	a	
h	Dreipolige Klinke		
i	Klappe, Fallklappe		
k	Gesprächszähler		
l	Schauzeichen		
m	Lampe, z.B. Signallampe		
n	Induktor		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
o	Wecker für Gleichstrom		
p	Wecker für Wechselstrom		
q	Summer		
r	Periodischer Unterbrecher allgemein desgleichen mit Relaisantrieb z.B. Relaisunterbrecher		
17	Mikrophon		a
18	Fernhörer		a
19	Wähler allgemein a) Wähler ohne Ruhestellung b) Wähler mit Ruhestellung (Nullstellung) c) Wähler mit 2 Einstellbewegungen z.B. Hebdrehwähler d) Wähler mit Darstellung der Einzelschritte e) Übereinanderliegende Schaltbahnen bei Hebdrehwählern f) Wähler, dessen Sprecharme erst nach der Einstellung mit der Schaltbahn verbunden werden		
b	Wähler mit Ruhestellung (Nullstellung)		
c	Wähler mit 2 Einstellbewegungen z.B. Hebdrehwähler		
d	Wähler mit Darstellung der Einzelschritte		
e	Übereinanderliegende Schaltbahnen bei Hebdrehwählern		
f	Wähler, dessen Sprecharme erst nach der Einstellung mit der Schaltbahn verbunden werden		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
g	Motorwähler mit Einzelantrieb allgemein, insbesondere mit einem Einstellvorgang (AS)		
h	desgleichen mit zwei unterschiedlichen Einstellvorgängen (GW u. LW)		
i	Relaiswähler allgemein		
20	Sicherungen Stromsicherung		
a	allgemein		
b	Grobsicherung		
c	Feinsicherung		
d	Spannungssicherung Durchschlagsicherung allgemein		
21	Gleichrichter und Generatoren		
a	Trockengleichrichter Spitze gibt die Stromdurchlaßrichtung an		
b	Quecksilberdampfgleichrichter mit Zündanode		
c	Glimmgleichrichter		
d	Gleichstrom - Generator bzw. - Motor		
e	Einphasen - Wechselstrom - Generator bzw. - Motor		
f	Motorgenerator		
g	Ruhender Generator z.B. Röhrengenerator		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
h	Gleichrichtergerät z.B. Wechselstrom - Netzanschlußgerät		
i	Wechselrichtergerät z.B. Polwechsler, Zerhacker		
k	Hochfrequenzentstörung		 noch nicht entschieden
22	Röhren		
a	Zweipolröhre z.B. Einweggleichrichter mit direkt geheizter Kathode		
b	Doppelzweipolröhre z.B. Zweiweggleichrichter mit indirekt geheizter Kathode		
c	Dreipolröhre mit direkt geheizter Kathode		
d	Fünfpolröhre geschirmt		
e	Glimmspannungsteiler (Stabilisator)		
f	Glimmlampe		
g	Photozelle allgemein		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
23	Verstärkerwesen		
a	Verstärker allgemein		
b	mehrstufig		
c	Zweidrahtverstärker		
d	Vierdrahtverstärker		
e	Künstliche Leitung Dämpfungsglied H-Glied		
f	T-Glied		
g	unsymmetrische Schaltung		
h	Nachbildung		
i	Entzerrer		
k	Modeler mit Trägerunterdrückung		
l	Hochpaß		
m	Tiefpaß		
			nach nicht entschieden
24	Df-Sonderzeichen		
a	Drahtfunkteilnehmerweiche		
b	Drahtfunkamtsweiche		
c	Drahtfunkumgehungsweiche		
d	Drahtfunkzapfübertrager		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
25	Fernsprechwesen		
a	Fernsprechgerät allgemein		
b	Fernsprecher für OB-Betrieb		
c	Fernsprecher für ZB-Betrieb		
d	Fernsprecher für W-Betrieb		
e	Mehrfachanschlußgerät		
f	OB-Vermittlung		
g	ZB-Vermittlung		
h	Selbsttätige W-Vermittlung		
i	Haus- u. Amts-Vermittlung z.B. W-Betrieb		
k	Gleichstrom-Übertragung (zweidrätig)		
l	Wechselstrom-Übertragung (Z: mit Zählung)		
m	Trägerfrequenz-Übertragung Z: mit Zählung		
n	Tonwahl-Übertragung		
o	Gabel-Übertragung Ydr/Zdr		
p	Zählimpulsgeber Zdr/Zdr		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
26	Telegraphenwesen		
a	Tel.-Gerät allgemein		
b	Geber mit Schreibmaschinen-Tastenfeld		
c	Lochstreifensender		
d	Streifendrucker		
e	Blattdrucker		
f	Übertrag. für wechselzeitigen Gegenverkehr (Simplexübertrag.)		
g	Übertrag. für gleichzeitigen Gegenverkehr (Duplexübertrag.)		
h	Doppelstrom-Übertragung		
l	Doppelstrom-Einfachstrom-Übertragung		
k	Entzerrende Übertragung z. B. Simplexbetrieb		
l	Einrichtung für Tonfrequenztelegraphie		
m	für Überl.-Telegr. oder Hochfrequenz-Telegr.		
n	Einrichtung für Unterlagerungstelegraphie		
o	Telegr. Verbindung mit Einfachstrom		
p	Telegr. Verbindung mit Doppelstrom		
q	Telegr. Verbindung mit Tonfrequenz		
r	mit Überlag.-Telegr. oder Hochfrequenztelegr.		
s	mit Unterlagerungstelegraphie		

lfd. Nr.	Benennung	Schaltzeichen	
		alt	neu
27	Meßgeräte (Die Leitungen können nach Belieben herangeführt werden)		
a	Spannungsmesser		
b	Strommesser		
c	Leistungsmesser		
d	Strom- und Spannungsmesser		

28 Nebenstellenanlagen

	Posteigene	} Vermittlungseinrichtung einer Nebenstellenanlage		Posteigene	} Leitung für Nebenschlüsse, Querverbindungen, Abzweigungen oder für Zusatz-einrichtungen
	Teilnehmereigene			Teilnehmereigene	
	Private			Private, zum öffentlichen Netz gehörende	
	Vermittlungseinrichtung einer Privatfernmeldeanlage			Kennzeichen für eine Querverbindung	} (Die Zeichen) sind nahe der Anschlussstelle einzusetzen
	Anschlußorgan in Vermittlungseinrichtungen. Es können nur die Organe miteinander verbunden werden, die in einer waagerechten Reihe stehen.			Kennzeichen für eine Abzweigung	
	Posteigener	} Reihenapparat in Reihenanlagen mit Linientasten oder mit Wählern		Amtsberechtigte	} Nebenstelle mit gewöhnlichem Apparat
	Privater			Teilnehmereigener	
	Reihenapparat in einer Privatfernmeldeanlage			Rückfrageapparat (o Anschlussstelle für die Hauptleitung, • Anschlussstelle für die Rückfrageleitung)	
	Amtstasten oder -schalter in Reihenapparaten			Anschlußdose	} Die Kennzeichnung als posteigen, teilnehmereigen oder privat ergibt sich aus der Zugehörigkeit zur Vermittlungseinrichtung. Wenn eine abweichende Kennzeichnung nötig ist, sind neben die Zeichen die Buchstaben P (posteigen), T (teilnehmereigen) oder Pr (privat) zu setzen.
	Linientasten, Linienschalter oder Anschlußorgan zur Wählereinrichtung in Reihenapparaten			Hauptanschluß (Amtseitung, auch in teilnehmereigenen und privaten Anlagen)	

Sachweiser

mit Seitenzahlen

- Ableitung 33, 34
 Abkürzungen für das Tagebuch
 (Anlage 1) 337
 Abschlußwiderstand 44
 Akkumulator — 85
 — Fassungsvermögen 86
 — Güteverhältnis 87
 — innerer Widerstand 87
 — Laderegeln 87
 — Wirkungsgrad 86, 89
 Alkalische Akkumulatoren 89
 Amperewindungszahl 28
 Anschaltung von Drahtfunkteil-
 nehmern 169, 174
 Anschlußdosen 222
 Anschlußleitungen, Eingrenzen von
 Störungen in — 157
 Ansprechstrom 80
 Arbeit 51
 Augenblicksspannung 6
 Außenleitung, Fehler in der — 158
 Außenströme 11

 Betriebsspannung 1
 Betriebsweise der Zweieranschlüsse
 (Übersicht) 242
 Blindwiderstand 41
 Breitbandkabel 61
 Brückenverzweigung nach Kirchhoff
 47

 Dämpfung 66
 Dämpfungsmaß 66
 Dämpfungsmessung 137
 Dämpfungsschaltung 191
 Dämpfungswerte, höchstzulässige —
 68

 Dämpfungswerte, kilometrische — 68
 Dämpfungszeiger 0/3 137
 Dauermagnete 73
 Dielektrizitätskonstante 56
 Dieselhorst-Martinverseilung 62
 Drahtfunkamtsweiche 171, 174
 Drahtfunkanschaltdose 177
 Drahtfunkleitungen, Anschließen
 von — 169, 174
 Drahtfunkleitungsnetz 174
 Drahtfunksammelanschlüsse 178
 Drahtfunksender und -Verstärker 170
 Drahtfunkteilnehmer, Anschaltung
 der — 169, 174
 Drahtfunkteilnehmerweiche
 174, 176
 Drahtfunk-Trägerfrequenzen 169
 Drahtfunkverstärker 170
 Dreiecksspannung 7
 Drehspulmeßgeräte 108
 Drehstrom 20
 Drehstromleistung 54
 Drehstromnetz, Spannung des — es 7
 Dynamometrische Meßgeräte 109

 Effektivspannung 6
 Effektivstrom 13
 Effektivwert 14
 Eingangswiderstand 43
 Eingrenzen von Störungen 149, 157,
 187
 Eisenkerne, Aufbau der — 76
 Eisen-Wasserstoffwiderstand 36
 Elektrochemische Spannungsreihe 3
 Elektrolytische Meßgeräte 110
 Elektrolytische Wirkung des Stromes
 27

Elektrolytkondensatoren 57
 Elektromagnetismus 73
 Elektromagnetkerne 77
 Elektrostatische Meßgeräte 110
 Entladestrom 11
 Entstören von Drahtfunkanlagen 181
 Entzerrer 70
 Erdmagnetismus 70
 Erdstrom 11
 Erdübergangswiderstand 39
 Erdungen bei Sprechstellen 39, 161
 Erdungen (einfache Prüfung) 163
 Erdungsgesamtwiderstand 39
 Erdungswiderstand 39
 Erweitern des Meßbereichs 114

 Fassungsvermögen der Akkumulatoren 86
 Feinsicherung 24
 Fehlstrom 11, 80
 Feldstärke 71
 Fernleitungsträger 163, 167
 Fernsprechapparate 187
 Fernsprechkondensatoren 56
 Fernsprechrelais 77
 Flachrelais 78
 Freileitungsstörungen 150
 Frequenzbereiche 16
 Frequenzmesser 110
 Füllelemente 84

 Gebührenanzeiger 325
 Gefahrenstellen (Starkstromanlagen) 185
 Gegeninduktivität 63
 Gegenzellen für Akkumulatorenbatterien 90
 Gemeinschaftsübertragung 235
 Gemeinschaftsvorwähler 235
 Glättungsmittel 101
 Gleichrichter-(Durchlaßrichtung) 98, 100
 Gleichrichterschaltungen 100
 Gleichstrom 9
 Gleichstrompuffergerät 33 101
 Gleichstrompuffergerät 37 104

Grenzfrequenz 15
 Grobsicherungen 23
 Güteklassen der Meßgeräte 111

 Haftrelais 234
 Haltestrom 80
 Hauptstrom 11
 Hautwirkung 17
 Hitzdrahtmeßgeräte 110
 Hitzdrahtrelais 26, 82
 Hochfrequenz 15
 Hochohmwiderstände 35
 Hochspannung 6
 Höchstspannung 6
 Hörnerblitzableiter 4
 Hysteresis 74

 Induktion, magnetische — 71, 72
 Induktionsmeßgeräte 109
 Induktionsspannung 5
 Induktivität 62
 Induktivität (Anwendungsbeispiele) 64
 Isolationswiderstand 33

 Joul'sches Gesetz 51

 Kabelleitungen 33
 Kabelprüfsummer 97, 98
 Kabelstörungen 155
 Kabelsuchgerät 135
 Kalorie 52
 Kapazität 55
 Kapazitätsberechnungen (für Kondensatoren) 58
 Kilowattstunde 51
 Kirchhoff'sche Regeln 11
 Klassenzeichen für Meßgeräte 112
 Klemmenspannung 1
 Kohleblitzableiter 4
 Kohlemikrophon 37
 Kondensatoren (Aufbau) 55
 Kondensatoren (Anwendungsbeispiele) 60
 Kondensatoren (Eigenschaften) 58
 Kontaktarten am Relais 79

Kopplungskapazität 61
 Kraftfluß, magnetischer 72
 Kreisfrequenz 17
 Kupferoxydulgleichrichter 101
 Kurbelinduktor 92
 Kurzschlußwiderstand 43

 Laderegeln für Akkumulatoren 87
 Ladestrom 11
 Lampenwiderstände 36
 Leerlaufwiderstand 43
 Leistung 51, 53
 Leistungsfaktor 53
 Leitfähigkeit, magnetische — 71
 Leitungen 148
 Leitungsarten (Tabelle der elektr. Eigenschaften) 154
 Leitungskapazität 60
 Leitungsstörungen 148
 Leitwert G — 33
 Luftleerblitzableiter 5
 Luftsauerstoffelemente 84

 Magnetische Größen 70
 Magnetische Regeln 74
 Magnetische Wirkung des Stromes 28, 75
 Magnetischer Widerstand 40, 76
 Maximalspannung 6
 Maximalstrom 13
 Meßbereichserweiterung 114
 Meßgeräte 108
 Meßgeräte, Aufschriften der — 111
 Meßwandler 115
 Mikrophon OB 37
 Mikrophon ZB 37
 Mikrophonwiderstand 37
 Milliampere 9
 Milliwattsender 96
 Mindestabstände zwischen Starkstrom- und Fernmeldeanlagen 184
 Modulationsstrom 18
 Momentanspannung 6
 MP — Kondensatoren 56
 Münzfersprecher 28 c 209

Münzfersprecher 30 — Öffentlicher 201
 Münzfersprecher 33, Orts — 205

 Nebensprechdämpfung 70
 Nebenstellenanlagen, Übersicht über die verschiedenen — 252
 Nennspannung 1
 Neper 66
 Niederfrequenz 14
 Nummernschalter 12, 192

 Oersted 71
 Ohmmeter 0 ··· 200 M Ω (von Gossen) 132
 Ortsmünzfersprecher 33 205

 Permeabilität 71
 Pferdestärke (PS) 53
 Phasenverschiebung 18
 Polstärke 70
 Polwechsler 93
 Prüfschrank, großer — 141
 Prüfschrank, kleiner — 139
 Prüfung der Drahtverbindungsstellen 152

 RAN 35 a $\frac{1}{1}$ (Zusatzeinrichtung) 310
 Regelbare Widerstände 35
 Regelleistung 55
 Regelwiderstände einiger Werkstoffe 32
 Reihenanlage W 31 $\frac{1}{1}$ 301
 Reihenanlage W 33 $\frac{1}{5}$ 307
 Reihenanlage $\frac{1}{5}$ (ATF, Hamburg) 318
 Reihenanlage $\frac{2}{10}$ (ATF, Hamburg) 324
 Relais 77
 Relaispulenzeitel 80
 Resonanzfrequenz 8, 15, 18
 Restmagnetismus 73
 Röhrensummer 95
 Rückfrageapparat W 28 248
 Rufrelais 82

Rufstrom 14, 91
 Rufstrommaschine 91, 94
 Ruftransformator 94
 Rundrelais 77

Sättigung, magnetische — 73
 Schaltzeichen (Symbole), Anlage 2
 338
 Scheinleistung 53
 Scheinwiderstand 41
 Schirmwirkung, magnetische — 72
 Schleifenwiderstand 38
 Schleifenwiderstandsmessung der
 Sprechstelle 160
 Schutzmaßnahmen bei oberirdischen
 Anlagen 184
 Schutzmaßnahmen bei unterirdischen
 Anlagen 184
 Selbstinduktionsspannung 5
 Selbstinduktivität 62
 Selbstinduktivitätswerte 65
 Selengleichrichter 99
 Sicherheitsladung 88
 Sicherung für Fernmeldeanlagen 23
 Sicherungen für Starkstromnetze 22
 Sicherungsstörungen 26
 Spannung 1
 Spannungsabfall 1
 Spannungsmesser 114
 Spannungsmesser G 3 117
 Spannungsreihe 2
 Spannungsresonanz 8
 Spannungssicherungen 3
 Spannungsteiler 2
 Spannungs- und Strommesser, Ver-
 einigter — 121, 126
 Spannungsunterschied 2
 Spannungswandler 3
 Spezifischer Widerstand 32
 Sprechstrom 14
 Starkstromschutz 182
 Sternspannung 7
 Sternverteilung 62
 Störungen in Anschlußleitungen 157
 Störungseingrenzung 148, 159
 Strommesser 115

Stromquellen 82
 Stromresonanz 18
 Stromrichter 12
 Stromsicherungen 21
 Stromstärke 9, 10
 Stromverzweigungen 44
 Stromwandler 12
 Summertonerzeuger 94

Temperaturabhängigkeit des Wider-
 standes 31
 Thermoelement 91
 Thermospannungen 3
 Thermostrom 12
 Tischapparat W 38 189
 Tischapparat W 48 mit Erdtaste 194
 Tisch-Wandapparat W 49 200
 Tischapparat OB 33 218
 Tischapparat W/OB 35 215
 Tonfrequenzströme 15
 Trägerfrequenz 17, 169
 Triohm-Widerstandsmesser 127
 Trockenelement 82
 Trockengleichrichter 98

Übergangswiderstand 40
 Übertragungsgüte 69
 Umspanner 8
 Untersuchungsstelle, Prüfung einer —
 153

Verbundwiderstand 45, 48
 Vereinfachte Sprechstellenschaltung
 220
 Vergleichswiderstände 35
 Verlustwiderstand 43
 Verzerrungen 69
 Verzögerungsrelais 81

Wählstrom 12
 Wählsternanschlüsse 244
 Wählsternübertragungen 246
 Wärmefaktor 31
 Wärmewirkung 21
 Wattsekunde 51
 Wechselspannung 6

Wechselstrom 13
 Wechselstromfrequenz 14
 Wechselstromleistung 53
 Wechselstrompuffergerät 35 105
 Wechselstromquellen 91
 Wechselstromwiderstände 40
 Weckereinstellung 198, 226
 Weicheisenmeßgeräte 108
 Wellenwiderstand 43
 Widerstand, Der elektrische — 29
 Widerstand des Kondensators 59
 Widerstand, innerer und äußerer —
 40, 83, 84, 87
 Widerstandsarten 34
 Widerstandsberechnungen 44
 Widerstandsmesser 10 M 134
 Widerstandsmesser 100 M 128
 Widerstandsmesser 0,5 M 133
 Widerstandsmesser „Triohm“ 127
 Widerstandsverzweigungen 46
 Wirbelströme 19

Wirbelstromverluste 19, 76
 Wirkspannung 6
 Wirkung des elektrischen Stromes
 21
 Wirkungsgrad der Akkumulatoren
 86
 Wirkungsgrad 53
 Wirkwiderstand 40, 41

Zusatzeinrichtung RAN 35 a ^{1/1} 310
 Zweieranschlüsse 227
 Zwischenumschalter W 25 b 255
 Zwischenumschalter M&G handbedient
 für Amts- oder Netzspeisung 261
 Zwischenumschalter W 33 270
 Zwischenumschalter W 33 a, selbst-
 tätiger — (Fa. Merk) 277
 Zwischenumschalter, selbsttätiger —
 (Fa. Hagenuk) 281
 Zwischenumschalter, selbsttätiger —
 (Fa. T&N) 291

