

Wehrbereichs-
Bibliothek VI
München

F
1763
(15)

Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band XV

Praktisches Messen



Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft, Hauptvorstand

Frankfurt (Main)

F1763(15)

~~Vereinnahmt DV-Stelle~~

~~Blatt 2 Nr. 10~~

~~Flugzeugführerschule "A"
Landsberg/Lech~~

~~Fachbibliothek~~

~~Vereinnahmt am
17. Mai 1961~~

~~Fliegerhorstgruppe
Flugbetriebsstaffel~~

~~podr. 5.10.62 Stt.~~

C
L

Grundwissen des Fernmeldedienstes

Band XV

Praktisches Messen

(1957)

Deutsche Postgewerkschaft, Verlag GmbH., Frankfurt (Main), Savignystraße 43

Z





Vorwort

In den Bänden XIV und XV, die organisch zusammengehören, ist die Theorie der Meßinstrumente mit der Praxis, d. h. dem praktischen Messen, vereinigt worden. Der Leser bzw. der Lernende soll nicht nur den in Band XIV beschriebenen Aufbau und die Wirkungsweise der bei der DBP am häufigsten verwendeten Meßinstrumente kennenlernen. Deshalb wird im vorliegenden Band XV die Schaltung der Instrumente im Prüfschrank, bei der Eingrenzung von Leitungsstörungen und beim Einmessen von Fehlern innerhalb der Tln-Anlage beschrieben.

Ein besonderer Abschnitt ist den Erdungen und Erdungsmessungen gewidmet, so daß die Kräfte des AF- und BF- (einschließlich des BFT-) Dienstes sich mit allen für sie in Frage kommenden Fällen vertraut machen können.

Wir wünschen, daß auch die Bände XIV und XV eine freudige Aufnahme bei den Lesern finden mögen.

Frankfurt am Main, im Mai 1957
Savignystraße 43

Versinnlicht: 5.12.62
Bestandsnachweis: L
Id.-Nr.: L 40/15

Flugzeugführerschule „A“
-Fachbibliothek-

Inhaltsverzeichnis

	Ziffer	Seite
Praktisches Messen		
I. Der Prüfschrank		
Grundsätzliche Prüfschrankmessungen	1	7
Bedeutung und Anschaltung des Prüfschranks	1	7
Aufbau der Prüfschränke	1	8
Meßbereiche	1	8
Messen des Isolationswiderstandes einer Ader der Al gegen Erde (a/E bzw. b/E)	1	10
Messen des Isolationswiderstandes einer Ader der Al gegen die andere (a/b)	1	11
Prüfen bei Schleifenberührung	1	12
Prüfen der Al auf Stromfähigkeit (Kapazitätsmessung)	1	13
Messen des Leitungswiderstandes	1	13
Prüfen auf Außenstrom	1	16
Prüfen der Sprechverständigung	1	17
Begriff der „Dämpfung“	1	17
Prüfen des Rufes	1	19
Prüfen der Stromsicherungen im a- und b-Zweig der Al	1	19
Prüfen des NS der TIn-Apparate	1	20
II. Fehlereingrenzung		
Instrumente zur Fehlereingrenzung	2	23
Schaltung im Prüfschrank während der Messungen	2	26
Möglichkeiten der Fehlereingrenzung:	2	27
Nebenschluß a/Erde	2	28
Nebenschluß b/Erde	2	29
Nebenschluß a/b	2	30
Schleifenberührung	2	31
Lage des Fehlerortes bei zu hohem Leitungswiderstand	2	31
Leitungsunterbrechung	2	31
Außenstrom	2	32
Fehler in der Sprechstelle	2	33
III. Erdungsmesser		
Allgemeines über Erdungsanlagen	3	33
Die Erdungsmeßbrücke	4	35
Der Erdungsmesser „Terrafix III“, Type JT, der Firma Metrawatt, Nürnberg	5	37
Der „Geohm“ — Erdungsmesser der Firma Gossen, Erlangen	6	43
Anhang		
Selbstbau eines Universalmeßinstrumentes für Strom-, Spannungs- und Widerstandsmessungen		48

Praktisches Messen

I. Der Prüfschrank

(1) Grundsätzliche Prüfschrankmessungen

In jeder Vermittlungsstelle der DBP befindet sich ein Prüfschrank, der in erster Linie die Aufgabe hat, die von der VSt zum Teilnehmer führende Anschlußleitung (Al) einschließlich und auch ausschließlich der angeschlossenen Gegenstände der technischen Einrichtung (GdTE), das heißt Apparate, Wecker, Anrufrelais usw., auf ihre Betriebsfähigkeit zu untersuchen und Fehler nach ihrer Art festzustellen, die dann vom Entstörer bzw. Schaltwärter eingekreist und soweit wie möglich auch von ihm behoben werden. Die gleiche Aufgabe erfüllt auch der Prüfschrank in Richtung der technischen Einrichtungen der VSt.

Durch die Zwischenschaltung eines Prüfschranks zwischen Amtseinrichtung und Leitung mit angeschlossener TIn-Anlage wird Leerlauf beim Prüfen weitestgehend ausgeschaltet, und Falschmessungen werden auf ein Mindestmaß herabgedrückt, weil nur Personal an den Prüfschrank herangelassen wird, das dem BF-Dienst angehört und über langjährige Erfahrungen verfügt.

Ein Prüfschrank enthält unter anderem Einrichtungen zum Prüfen der Al und der GdTE (innen und außen) mittels Gleich- und Wechselstrom. Für die Gleichstromprüfungen dient in erster Linie ein Widerstandsmesser, der mehrere Meßbereiche besitzt und wie in Ziffer 16, A und B des Bandes XIV besprochen arbeitet. Als Meßbatterie dient im ZB/W-Betrieb für große Meßbereiche die 60-Volt-Batterie der ZB, für kleine Meßbereiche eine besondere Batterie mit einer Spannung von im allgemeinen 6 V. Bei manchen Prüfschränken wird ein dritter (kleinster) Meßbereich durch Parallelschalten eines Neben-

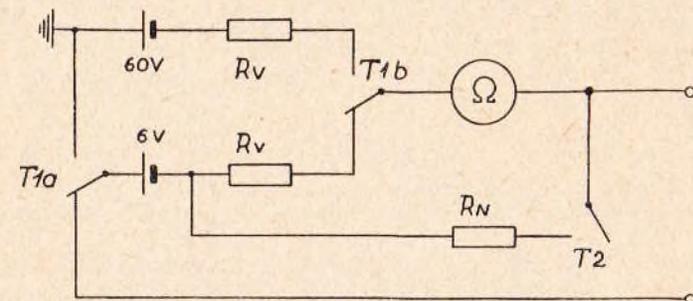


Abb. 1

widerstandes zum Meßinstrument und zum – zur 6-Volt-Batterie gehörenden – Vorwiderstand eingeschaltet. Abb. 1 zeigt die grundsätzliche Schaltung, deren Erläuterung sich nach der Ausführlichkeit der Behandlung von Strom-,

Spannungs- und Widerstandsmessern erübrigt. Bei OB-Betrieb muß in jedem Falle eine besondere Meßbatterie vorhanden sein. Durch Hebel- schalter wird die zu messende Leitung an das Instrument gelegt. Die a- und b-Zweige der AI können entweder einzeln oder gemeinsam angelegt werden. Ein Vertauschungsschalter vertauscht die Leitungsanschlüsse. Liegt zum Beispiel der a-Zweig der AI an Minus des Instrumentes, so wird bei Drücken des Vertauschungsschalters der b-Zweig an Minus des Instrumentes gelegt. Ein Erdungsschalter kann einen der beiden Zweige erden. Ferner können mit dem Prüfschrank sogenannte „Dämpfungsmessungen“ durchgeführt, die Nummernschalter der Tln-Apparate mittels eines Milliamperemeters und eines Frequenzmessers geprüft werden u. a. m.

Wir unterscheiden 2 grundsätzliche Arten von Prüfschränken: die sogenannten „großen“ und die sogenannten „kleinen“ Prüfschränke. In ihren grundsätzlichen Schaltungen und Meßmöglichkeiten unterscheiden sich die großen von den kleinen Prüfschränken kaum. Der kleine Prüfschrank wird lediglich bei Ämtern unter 1000 Anrufeinheiten (AE) eingebaut.

Aufbau der Prüfschränke

Bezeichnung	Meßbereiche	Meßgerät
Kleiner Prüfschrank 15	2	WM 0,5 M (bis 0,5 M Ω)
Großer Prüfschrank 15	3	WM 10 M (bis 10 M Ω)
Kleiner Prüfschrank 27*)	2	WM 0,5 M (bis 0,5 M Ω)
Großer Prüfschrank 27	3	WM 10 M (bis 10 M Ω)
Kleiner Prüfschrank 29	2	WM 0,5 M (bis 0,5 M Ω)
Großer Prüfschrank 29**)	3	WM 10 M (bis 10 M Ω)

Die Prüfschränke 29 unterscheiden sich im wesentlichen von ihren Vorgängern dadurch, daß sie mit Flachrelais anstatt Rundrelais ausgerüstet sind.

Meßbereiche beim Gerät 0,5 M

Bei Tastendruck U = 60 V	0 ... 5 000 Ω (Endausschlag $\times 1$)
ohne Tastendruck U = 60 V	0 ... 500 000 Ω (Endausschlag $\times 100$)

Meßbereiche beim Gerät 10 M***)

Bei Tastendruck T1a + T2 U = 6 V	0 ... 0,1 M Ω (abgelesener Wert $\times 100$)
bei Tastendruck T1a U = 6 V	0 ... 1 M Ω (abgelesener Wert $\times 1000$)
bei Tastendruck T1b U = 60 V	0 ... 10 M Ω (abgelesener Wert $\times 10 000$)

Hierzu vgl. Abb. 1

Die Instrumente der großen Prüfschränke werden allmorgendlich geeicht, und zwar im mittleren Meßbereich bei einer Spannung von 6 V (Drücken der Taste T1a).

Die zu prüfende Leitung wird mit Hilfe eines **Prüfstöpsels**, der mit dem Prüfschrank in leitender Verbindung steht, auf den Prüfschrank gelegt. Das geschieht, indem der Prüfstöpsel in die Sicherungs- oder Trennleiste am Hauptverteiler (senkrechte Seite) gesteckt wird, auf der die zu prüfende AI

*) S. Abb. 22

***) S. Abb. 23

*** S. Abb. 24

endet. Die Abbildung einer Sicherheitsleiste finden wir im Band IX. Der Prüfstöpsel trennt die leitende Verbindung a/b (außen) — a/b (innen) auf und legt die Außen- und Innenleitung getrennt auf den Prüfschrank, so daß sowohl nach außen, das heißt zum Tln hin, als auch nach innen, das heißt zur Amtseinrichtung hin, gemessen und festgestellt werden kann, ob die Störung innerhalb oder außerhalb des Amtes liegt. Durch den Prüfstöpsel werden ferner die Stromsicherungen an den Schrank gelegt, damit diese auf Stromdurchlässigkeit geprüft werden können. Um mit dem Entstörer, Schaltwärter oder Tln sprechen zu können, enthält der Prüfschrank Anruf- und Sprechorgane.

Von dem Gesamtschaltbild eines Prüfschranks soll hier abgesehen werden, weil die verschiedenen Ausführungsformen sich im grundsätzlichen nicht wesentlich voneinander unterscheiden. Wir wollen im folgenden lediglich die grundsätzlichen Meßschaltungen besprechen, wie sie in jedem neueren ZB/W-Schrank zu finden sind.

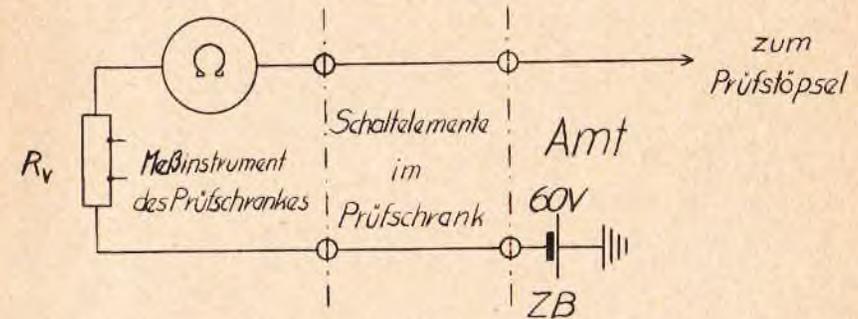


Abb. 2

Abb. 2 zeigt die grundsätzliche stark vergrößerte Schaltung eines Prüfschranks, bei der die Schaltelemente, in erster Linie Ein-, Aus- und Umschalter, die die Leitungen bzw. die Spannungsquellen an das Meßinstrument legen, gar nicht dargestellt sind. Die grundsätzliche Auszugsschaltung, die für eine bestimmte Messung in Frage kommt, ist von Fall zu Fall besonders und noch vereinfachter dargestellt. Hier sind alle wiederkehrenden Schaltungen nicht gezeichnet.

Mit dem Prüfschrank werden im allgemeinen folgende Messungen und Prüfungen durchgeführt:

- Messen des Isolationswiderstandes einer Ader der AI gegen Erde (a/E; b/E),
- Messen des Isolationswiderstandes einer Ader der AI gegen die andere (a/b),
- Prüfen bei Schleifenberührung,
- Prüfen der AI auf Stromfähigkeit (Kapazitätsmessung),
- Messen des Leitungswiderstandes ohne und mit angeschalteten GdtE beim Tln,
- Prüfen auf Außenstrom,
- Prüfen der Sprechverständigung (Dämpfungsmessung),

- h) Prüfen des Rufes,
 i) Prüfen der Stromsicherungen im a- und b-Zweig der AI, falls Sicherungsleisten im Hauptverteiler vorhanden sind,
 k) Prüfen des Nummernschalters der TIn-Apparate.

Man merke:

Bei Isolationsmessungen **höchsten** Meßbereich, bei Widerstandsmessungen kleinen oder mittleren Meßbereich einschalten.

An Hand von Auszugsskizzen sollen die oben angeführten Messungen und Prüfungen besprochen werden.

Zu a)

Messen des Isolationswiderstandes einer Ader gegen Erde [a/E bzw. b/E] (Abb. 3)

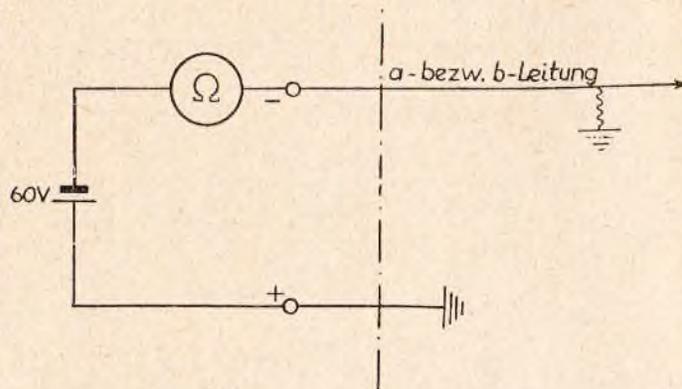


Abb. 3

Hierzu schalten wir das Instrument auf den höchsten Meßbereich und damit auf die volle Spannung der Meßbatterie (60 V der ZB), weil der Isolationswiderstand normalerweise sehr groß (praktisch ∞) ist. Die Mindestwerte je km Doppelleitung haben zu betragen:

1. Bei Freileitungen (unter ungünstigsten Witterungsbedingungen) $0,3 \text{ M}\Omega$,
2. bei Ortskabeln (Ok) und Fernleitungskabeln (Flk) $5000 \text{ M}\Omega$,
3. bei Fernkabeln mindestens $10\,000 \text{ M}\Omega$ — $50\,000 \text{ M}\Omega$.

Zu beachten ist, daß der Isolationswiderstand mit zunehmender Leitungslänge abnimmt (vgl. Band Ia, Ziffer 14).

Bei ZB/W-Betrieb kann der TIn-Apparat mit der AI verbunden bleiben, weil die a- und b-Leitung durch den Kondensator in der Weckerbrücke gleichstrommäßig voneinander getrennt ist. Selbstverständlich darf bei dieser Messung der Handapparat nicht abgenommen werden. Zusätzliche Erdungen, wie sie zum Beispiel bei Nebenstellenanlagen zum Teil vorhanden sind,

müssen abgeschaltet werden, so daß nur die **vollkommen reine** a- bzw. b-Leitung an den Prüfschrank gelegt wird.

Durch Drücken der entsprechenden Tasten am Prüfschrank stellt der Prüfschrankbeamte fest, ob der angezeigte Wert am Instrument ∞ beträgt. Liegt der gemessene Wert beträchtlich unter ∞ , so ist ein Isolationsfehler anzunehmen; der Übergangswiderstand Ader/Erde ist zwar noch verhältnismäßig groß, genügt aber nicht mehr den vorgeschriebenen Mindestwerten.

Da dieser Fehler auch am Kondensator in der Weckerbrücke des TIn-Apparates liegen kann (fehlerhaftes Dielektrikum), ist zur genauen Feststellung, ob der Fehler in der Leitung oder im Apparat liegt, der Apparat von der AI abzulegen, indem man die Trennstege in der Trenndose entfernt. Ergibt sich dabei keine Veränderung des Meßwertes, so ist der Isolationsfehler in der a- oder b-Leitung zu suchen.

Um den b-Zweig der AI an die Minusklemme des Meßinstrumentes legen zu können, wird der Vertauschungsschalter betätigt.

Zur genauen Feststellung, zwischen welchen Schaltstellen (EV, KV, LV, Vh, ÜEVs) der Fehler liegt, wird der Schaltwärter oder bei fehlerhaften Apparaten der Entstörer beauftragt, den Fehler einzugrenzen. Über die Tätigkeit des Schaltwärters wird unter B) „Eingrenzen des Fehlerortes durch den Schaltwärter“ eingehend gesprochen.

Zu b)

Messen des Isolationswiderstandes einer Ader der AI gegen die andere [a/b] (Abb. 4)

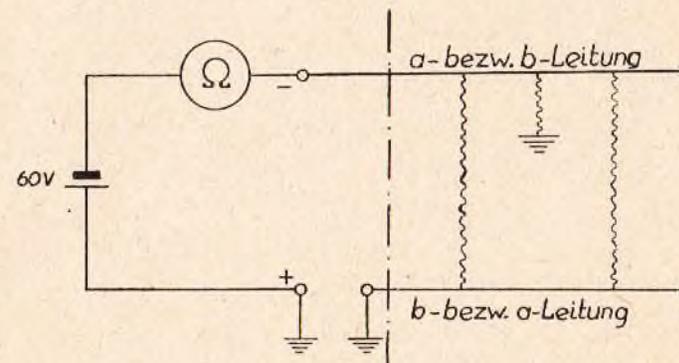


Abb. 4

Hierzu wird die Leitung am fernen Ende, das heißt beim TIn, genauso behandelt wie unter a) geschildert; am Prüfschrank wird die b-Leitung durch Drücken der Erdtaste geerdet. Durch Bedienen des Vertauschungsschalters wird die b-Leitung an die Minusklemme des Instrumentes gelegt und a geerdet. Der vom Instrument angezeigte Wert darf bei fehlerfreiem Isolationswiderstand **nicht kleiner** sein als der Isolationswiderstand der Einzelzweige. Ist der Meßwert wesentlich kleiner als der der Isolationswiderstände, so ist anzunehmen, daß bei isolierten Zweigen am fernen Ende sich ein Nebenschluß zwischen dem a- und b-Zweig gebildet hat. In erster Linie ist Feuchtigkeit, die in das Kabel eingedrungen ist, die Ursache.

Die Schleifenberührung gemäß c) ist schließlich ebenfalls ein Isolationsfehler a/b.

Zu c)

Prüfen bei Schleifenberührung (Abb. 5)

Ergibt die Messung gemäß b), wie bereits angedeutet, einen Wert, der kleiner ist als der Widerstandswert der a/b-Schleife, so ist eine innige Berührung der a- und b-Ader der zu prüfenden Al anzunehmen. Am fernen Ende muß jetzt die Leitung isoliert werden (Abb. 5). Aus dem Vergleich des

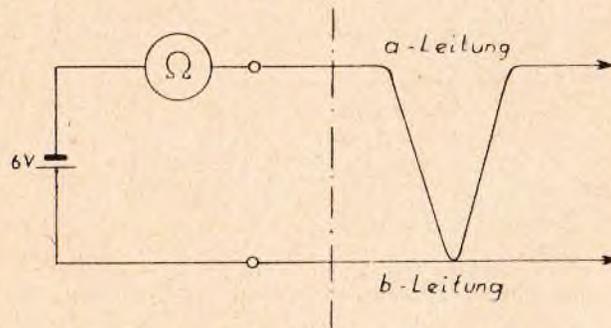


Abb. 5

zunehmender abgelesenen Wertes mit dem Widerstandswert für 1 km Doppelleitungslänge des betreffenden Adernquerschnitts läßt sich der ungefähre Fehlerort ermitteln.

Die Sollwerte für 1 km Freileitung aus Bronze- oder Kupferdraht betragen:

- a) bei 1,5 mm $\phi = 31,4 \Omega$,
- b) bei 2,0 mm $\phi = 17,7 \Omega$,
- c) bei 3,0 mm $\phi = 5,1 \Omega$,

bei Stahldraht:

bei 2,0 mm $\phi = 90,0 \Omega$,

und bei Ortskabeln je 1 km Leitungslänge:

- a) bei 0,4 mm $\phi = 292,0 \Omega$,
- b) bei 0,6 mm $\phi = 130,0 \Omega$,
- c) bei 0,8 mm $\phi = 73,2 \Omega$.

Haben wir z. B. eine Al, die aus 3 km Bronzedraht mit einem Durchmesser von 1,5 mm besteht, so beträgt der Sollwert des Schleifenwiderstandes $= 3 \times 31,4 = 94,2 \Omega$. Messen wir anstatt dieses Wertes 42Ω , so liegt — innige Berührung des a- und b-Zweiges vorausgesetzt — der Fehlerort $42 : 31,4 =$ rund 1,34 km von der Meßstelle entfernt.

Der Unterschied zwischen der Isolationsmessung a gegen b und der Schleifenmessung besteht darin, daß bei der Isolationsmessung a gegen b gem. Meßvorgang b) die Meßbatterie mit hoher Spannung (60 V) an die eine Ader gelegt und die zweite Ader sowie die Meßbatterie geerdet wird (vgl. Abb. 4), während man bei der Schleifenmessung die niedrigste Meßspannung wählt (kleinster Meßbereich) und beide Zweige an das Instrument legt. Die Meßbatterie wird hierbei nicht geerdet.

Zu d)

Prüfen der Al auf Stromfähigkeit (Kapazitätsmessung) (Abb. 6)

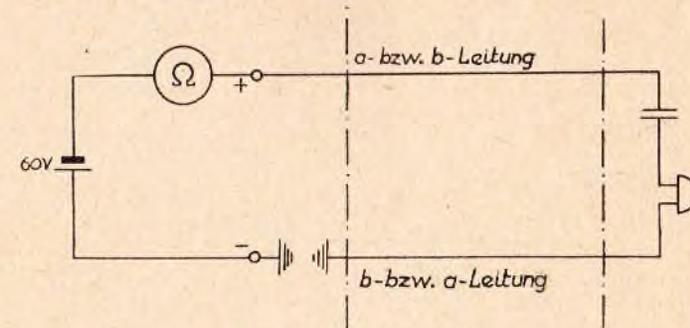


Abb. 6

Diese Prüfung läßt erkennen, ob der a- oder b-Zweig der Al Stromleitfähigkeit besitzt. Wird der a-Zweig untersucht, so muß der b-Zweig im Prüfschrank geerdet sein und umgekehrt. Durch Drücken der entsprechenden Taste wird der Kondensator in der Weckerbrücke des Tln geladen, der Zeiger des Instrumentes schlägt kurz aus und geht in die Ruhelage zurück (vgl. Band Ib, Ziffer 36). Die Entladung des Kondensators geschieht durch Vertauschung des a- und b-Zweiges. Der Zeiger des Instrumentes zeigt den Entladestromstoß an (vgl. Band Ib, Ziffer 37). Bei dieser Prüfung wird die volle Spannung der ZB (60 V) an den zu messenden Zweig gelegt. Schlägt der Zeiger des Instrumentes nicht aus, so ist eine Leitungsunterbrechung anzunehmen. Im übrigen wird die Stromfähigkeit auch bei anderen Messungen festgestellt, z. B. beim Prüfen des Rufes. Schlägt dagegen der Zeiger des Instrumentes aus und kehrt nicht in seine Ruhelage zurück solange die Taste gedrückt ist, hat der Kondensator in der Tln-Sprechstelle Gleichstromdurchgang.

Zu e)

Messen des Leitungswiderstandes

Hierbei unterscheiden wir:

1. Messen des Leitungswiderstandes einer Einzelleitung (Abb. 7),
2. Messen des Schleifenwiderstandes ohne Apparatwiderstand (Abb. 8),
3. Messen des Schleifenwiderstandes mit Apparatwiderstand (Abb. 9).

Zu e, 1)

Messen des Leitungswiderstandes einer Einzelleitung

Die Messung wird so vorbereitet, wie sie unter a) beschrieben ist. Das ferne Ende wird geerdet. Das Instrument ist auf den kleinsten Meßbereich und damit auf die niedrigste Spannung der Meßbatterie (6 V) zu schalten, weil der zu erwartende Widerstandswert klein sein dürfte. Liegt der angezeigte Wert höher als der Sollwert, ist anzunehmen, daß in den Schalt- oder Lötstellen ein oder mehrere schlechte Kontakte vorhanden sind. Die Störungsstellen sind durch den Schaltwärter soweit wie möglich einzukreisen; der genaue Fehlerort ist dann durch den Kabelmeßbeamten festzustellen. Zeigt das Instrument keinen Ausschlag, so ist eine Unterbrechung des a- bzw. b-Zweiges der Al anzunehmen.

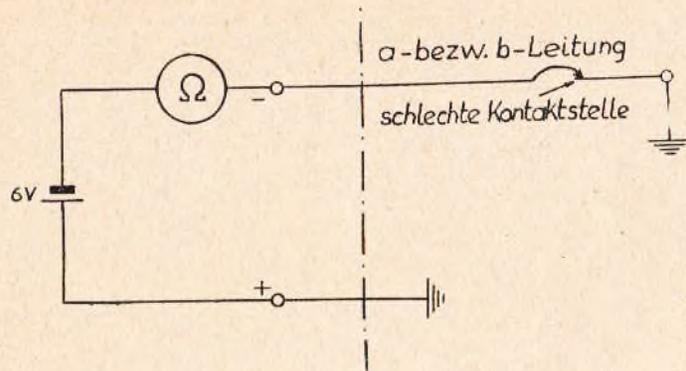


Abb. 7

Zu e, 2)

Messen des Schleifenwiderstandes ohne Apparatwiderstand

Die Abb. 8 spricht für sich. Die Schleife wird dadurch hergestellt, daß am fernen Ende der Handapparat abgenommen und der Nummernschalter für einige Zeit aufgezogen wird. Hierdurch wird über den geschlossenen GU- und nsa-Kontakt die a- mit der b-Leitung verbunden. In Abb. 8 sind die Kontakte in Arbeitsstellung dargestellt. Der Meßwert muß jetzt dem Sollwert laut Störungskarte entsprechen (Leitungswiderstand des a-Zweiges + Leitungswiderstand des b-Zweiges). Liegt der Meßwert wesentlich über dem Sollwert, so ist schlechte Kontaktgabe im Apparat zu vermuten (schlechte Kontaktgabe in einem der beiden Leitungszweige wird mit Messung unter e. 1) festgestellt). Kleinere Werte als der Sollwert deuten auf eine „dicke“ Schleifenberührung (im Gegensatz zum Nebenschluß) hin, d. h. es besteht eine metallische Verbindung zwischen der a- und der b-Ader der Al im Gegensatz zum „Nebenschluß“, der eine hochohmige Schleifenberührung (meist auf Grund von Feuchtigkeit) darstellt.

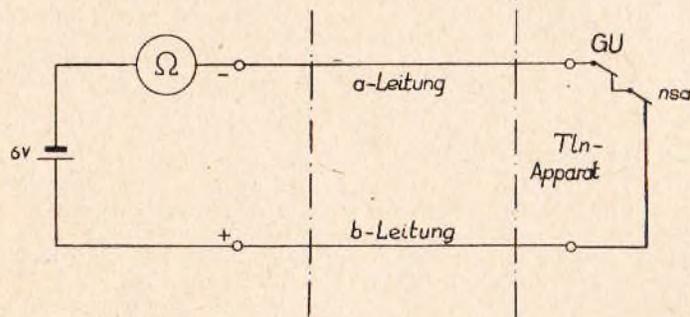


Abb. 8

widerstand des b-Zweiges). Liegt der Meßwert wesentlich über dem Sollwert, so ist schlechte Kontaktgabe im Apparat zu vermuten (schlechte Kontaktgabe in einem der beiden Leitungszweige wird mit Messung unter e. 1) festgestellt). Kleinere Werte als der Sollwert deuten auf eine „dicke“ Schleifenberührung (im Gegensatz zum Nebenschluß) hin, d. h. es besteht eine metallische Verbindung zwischen der a- und der b-Ader der Al im Gegensatz zum „Nebenschluß“, der eine hochohmige Schleifenberührung (meist auf Grund von Feuchtigkeit) darstellt.

Zu e, 3)

Messen des Schleifenwiderstandes mit Apparatwiderstand (Abb. 9)

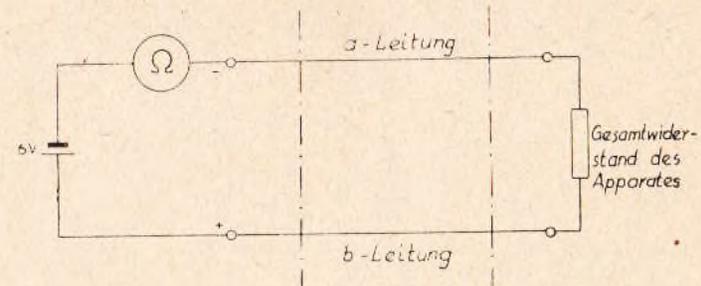


Abb. 9

Die Messung wird, wie unter e, 2) beschrieben, durchgeführt, nur wird hier der nsa-Kontakt nicht durch Betätigen des Nummernschalters geschlossen, damit der Gesamtwiderstand des Tln-Apparates an der Leitung liegt.

Bei richtigem Sollwert des Schleifenwiderstandes erhöht sich dieser um den Widerstand des Tln-Apparates. Wir nehmen an, daß es sich hierbei um einen Tischapparat W 48 handelt, der in Abb. 10 in Form einer Widerstands-schaltung gezeichnet ist.

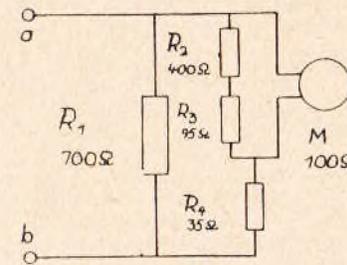


Abb. 10

$R_1 = 700 \Omega$ stellt die Reihenschaltung des Funkenlöschwiderstandes (100Ω) mit dem Wechselstromwecker ($2 \times 300 = 600 \Omega$ *) dar. Parallel zu R_1 liegt die Widerstandskombination $R_2 = 400 \Omega$ (Leitungs-Nachbildungswiderstand, bifilar) + $R_3 = 95 \Omega$ (Teilwicklung der Induktionsspule) in Parallelschaltung mit dem Mikrophon M (in Ruhelage durchschnittlich 100Ω).**)

In Reihe mit dieser Kombination liegt die 35-Ohm-Wicklung der Induktionsspule (R_4).

Zunächst ermitteln wir den Ersatzwiderstand der Parallelschaltung $R_2 + R_3$ mit M. Es ist:

$$R_p = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{495 \times 100}{495 + 100} = 83,2 \Omega.$$

*) Anm.: Neuerdings ist zu beachten, daß im W 48 und 49 der Wechselstromwecker 50 (s. Bd. III) eingebaut sein kann.

***) Der Wert ist nur rechnerisch angenommen. Je nach Lage des Mikrophons kann sein Widerstandswert erheblich schwanken.

Zu dem Ersatzwiderstand R_p zählen wir die 35Ω der unterteilten Induktionsspule (R_4):

$$R_e = 83,2 + 35 = 118,2 = \text{rund } 118 \Omega.$$

Es ergibt sich nunmehr folgende Widerstandsordnung (Abb. 11).

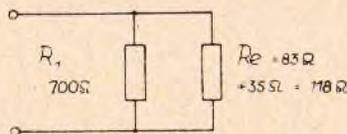


Abb. 11

R_{ges} des W 48 errechnet sich damit zu:

$$R_{ges} = \frac{R_1 \times R_e}{R_1 + R_e} = \frac{700 \times 118}{700 + 118} = 101 = \text{rund } 100 \Omega.$$

Zu dem Sollwert des Schleifenwiderstandes sind die 100Ω des Apparatwiderstandes hinzuzuzählen. Liegt der nunmehr gemessene Wert wesentlich über dem einwandfreien Sollwert des Schleifenwiderstandes plus 100Ω , so ist ein Fehler im Apparat des Tln zu vermuten.

Zu f)

Prüfen auf Außenstrom (Abb. 12)

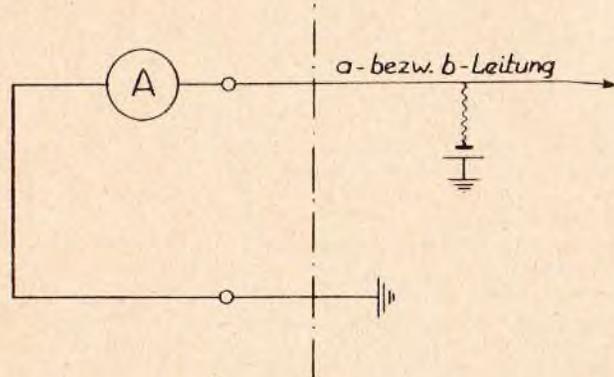


Abb. 12

Das Prüfen auf Außenstrom hat den Zweck, „Fremdstrome“ festzustellen. Unter „Fremdstromen“ versteht man Ströme, die nicht dem Betrieb der Anlage dienen, die an der zu prüfenden Leitung angeschlossen ist. Fremdstrome können z. B. dadurch entstehen, daß (bei Kabeln) die spannungsführende benachbarte Ader Berührung mit der zu messenden hat und somit ein Stromfluß Minusspannung — zu messende Leitung — Instrument A — Erde stattfindet. Bei Freileitungen kann eine solche Berührung durch Drahtbruch entstehen. Ferner ist — besonders bei Freileitungen — u. U. die

Gefahr vorhanden, daß eine Berührung mit Starkstromleitungen oder eine Beeinflussung durch sie stattfinden kann. Durch Drücken der Taste „Außenstrom“ am Prüfschrank wird die Meßbatterie von dem Meßinstrument abgelegt; es arbeitet jetzt als Strommesser mit hohem inneren Widerstand. Schlägt der Zeiger aus, so führt die zu messende Leitung Außenstrom. Der Schaltwärter ist anzuweisen, den Berührungspunkt mit der fremden Spannungsquelle einzugrenzen.

Zu g)

Prüfen der Sprechverständigung (Dämpfungsmessung)

In der einfachsten Form geschieht diese Prüfung, indem vom fernen Ende aus mit dem Prüfschrankbeamten gesprochen wird. Der Speisestromfluß wird durch Signallampen angezeigt.

Die A- und B-Relais liegen, wie in Band V, Abb. 23, gezeigt, zwischen a und b im Prüfschrank (vgl. auch Abb. 16, bei der man sich die Speisebrückenschaltung fortgelassen denken muß). Da jedoch von der einen oder anderen Seite aus laut und leise gesprochen werden kann, außerdem das Mikrophon oder der Fernhörer am fernen Ende nicht einwandfrei sein können, ist diese Art der Prüfung recht unzuverlässig. Ein Mittel, um die Güte der Sprachübertragung einwandfreier feststellen zu können, ist das Zwischenschalten von sog. „Dämpfungsgliedern“ im Prüfschrank, wie es weiter unten besprochen wird.

Was versteht man unter „Dämpfung“?

Wechselströme, die von einem Sender, z. B. einem Mikrophon, ausgehen und über eine Leitung zu einem Empfänger, z. B. einem Fernhörer, gelangen, erleiden Verluste: sie werden „gedämpft“.

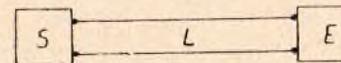


Abb. 13

In Abbildung 13 ist ein Sender S dargestellt, dessen Ausgangsklemmen (zwei dicke Punkte in der Abbildung) über eine Doppelleitung L mit den Eingangsklemmen eines Empfängers E verbunden sind.

Die Spannung, die an den Ausgangsklemmen des Senders herrscht, ist die „Ausgangsspannung“, die Spannung an den Eingangsklemmen des Empfängers die „Eingangsspannung“.

So gibt es analog „Ausgangsströme“ und „Eingangsströme“ sowie „Ausgangsleistungen“ und „Eingangsleistungen“. Da auf der Leitung L Energie verbraucht wird, muß die Energie an den Eingangsklemmen des Empfängers geringer sein als an den Ausgangsklemmen des Senders; sie wird verbraucht, „gedämpft“. Diese Dämpfung ist abhängig von der Art der übertragenden Leitung (Freileitung, Kabel, Durchmesser der Adern) sowie von anderen Faktoren, die hier nicht behandelt werden können, u. a. auch von der Länge der Leitung. Fassen wir den Sender S in Abb. 13 als Mikrophon des sprechenden Tln und den Empfänger E als Fernhörer des Tln am fernen Ende der Leitung L auf, so wird die Verständigungsgüte zwischen den beiden Tln um so schlechter sein, je größer die Dämpfung ist. Die Einheit der Dämpfung ist das „Neper“ (N).

Ist die Verständigung sehr gut, so kann man ganz grob sagen, die Dämpfung beträgt 1 N, ist sie gut, hat sie den Wert 2 N.

Man kann folgende Tabelle aufstellen:

Dämpfung	Verständigungsgüte
1 Neper	sehr gut
2 Neper	gut
3 Neper	genügend
3,5 Neper	ausreichend
4 Neper	mangelhaft
5 Neper	ungenügend

Die Dämpfungswerte können mit einem Instrument, dem „Dämpfungsmesser“, das in Neper geeicht ist, gemessen werden. Als Sender dient dann ein Tonfrequenzgenerator (Milliwattsender). Von dieser Möglichkeit wird bei AI nur in seltenen Fällen Gebrauch gemacht, sie ist nicht Aufgabe des Prüfschrankbeamten.

Für das Prüfen der Verständigungsgüte der zu messenden AI vom Prüfschrank aus benutzt man sog. „Dämpfungsglieder“. Diese bestehen im all-

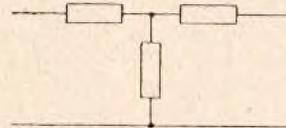


Abb. 14

gemeinen aus einer Widerstandsanordnung in T-Form, wie eine solche in Abb. 14 dargestellt ist. Sie sind so bemessen, daß sie den Dämpfungswerten von 2; 2,5; 3 und 3,5 N entsprechen.

Die Dämpfung einer AI soll 0,45 Neper möglichst nicht überschreiten. Wenn der Prüfschrankbeamte ein Dämpfungsglied von 3 Neper nach Abb. 15 einschaltet, muß bei einwandfreier AI die Sprechverständigung noch ausreichend sein.

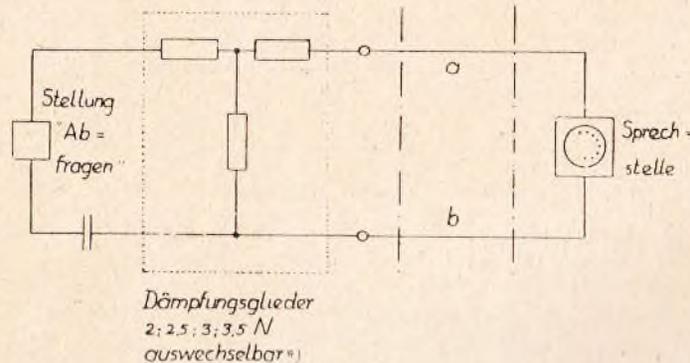


Abb. 15

*) Anm.: Unter „auswechselbar“ ist in der Abb. 15 bei den Dämpfungsgliedern nicht zu verstehen, daß sie herausgezogen und gegeneinander vertauscht werden, sondern daß sie mit Hilfe von Tasten umgeschaltet werden können.

Die Prüfung auf Sprechverständigung geht folgendermaßen vor sich: Der Entstörer spricht von der Sprechstelle des Teilnehmers mit dem Prüfschrankbeamten. Dieser schaltet während des Gesprächs zunächst das Dämpfungsglied mit der geringsten Neperzahl, also 2 N, ein. Ist die Verständigung hierbei noch gut, so wird das nächsthöhere Glied eingeschaltet und so fort. Stellt der Prüfschrankbeamte dabei fest, daß die Verständigung bereits schlecht ist, bevor das Dämpfungsglied mit der höchsten Neperzahl eingeschaltet wurde, hat die AI eine zu große Dämpfung. Um die Ursache der zu hohen Dämpfung festzustellen, geht der Entstörer von der Sprechstelle zur Trenndose bzw. zum EV und schaltet sich dort mit seinem Prüfhandapparat ein; der beschriebene Vorgang wird wiederholt. Ist die Verständigung vom EV aus immer noch schlecht, so muß die Prüfung vom KV aus wiederholt werden.

Wenn von hier aus die Verständigung gut ist, so wird die Ursache der schlechten Verständigung mit großer Wahrscheinlichkeit zwischen EV und KV zu suchen sein.

Für die Prüfung der Sprechverständigung bei Nebenstellenanlagen, die ihre Speisung vollständig aus der ZB der VSt beziehen, ist eine Speisebrücke nach Band V, Abschnitt C, im Prüfschrank eingebaut. Den Auszugsstromlauf zeigt Abb. 16.

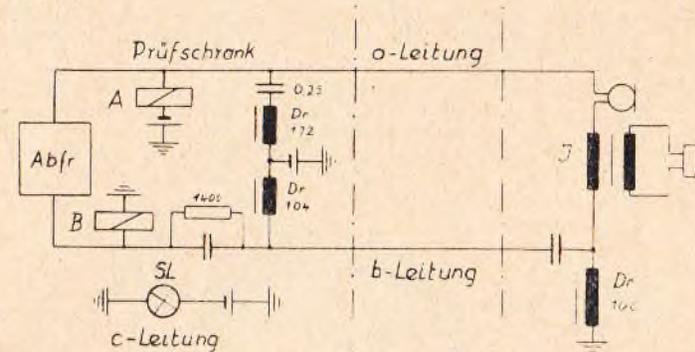


Abb. 16

SL bedeutet die Signallampe, die bei Fließen des Speisestromes aufleuchtet. Der Einfachheit halber ist die Sprechereinrichtung des TIn als ZB/W-27-Schaltung dargestellt (vgl. Band IV, Abb. 25). Die Abbildung 16 hat besondere Bedeutung bei der Eingrenzung der Störungen in der AI durch den Schaltwärter.

Zu h)

Prüfen des Rufes

Zum Prüfen des von der VSt abgehenden Rufes wird durch Betätigen der entsprechenden Schalter am Prüfschrank die Ruf- und Signalmaschine an die zu prüfende AI einschließlich TIn-Apparat gelegt. Wegen der Einfachheit wird ein besonderer Schaltungsauszug nicht gebracht.

Zu i)

Prüfen der Stromsicherungen im a- und b-Zweig der AI (Abb. 17)

Die Messung ist eine Strommessung. R ist das R-Relais im (I.) VW (vergl. Band V). Schlägt der Zeiger des Instrumentes aus, ist Stromdurchgang durch

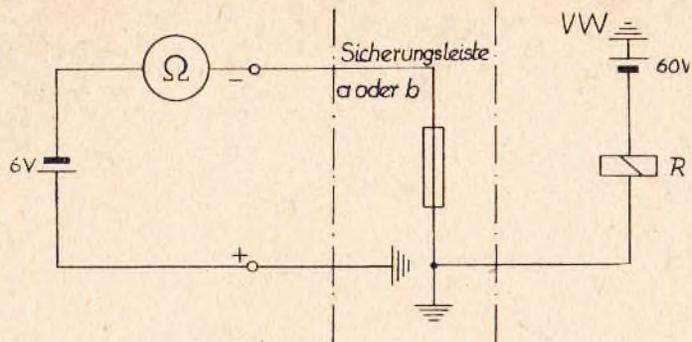


Abb. 17

die Sicherung; sie ist dann in Ordnung. Nichtausschlagen des Zeigers bedeutet demnach, daß die Sicherung ausgewechselt werden muß.

Manche Prüfschrankbeamten führen die Prüfung der Sicherungen gem. Abb. 18 durch. Um sie auf Stromdurchlässigkeit und Widerstand (im Durchschnitt 5 Ohm) zu messen, schaltet man durch Drücken der 6-V-Taste die 6-V-Batterie an das Instrument und legt die Erde von der Batterie ab, indem man die Taste „oE“ (ohne Erde) drückt.

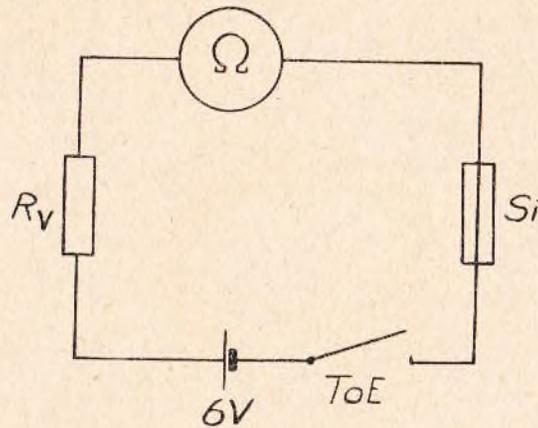


Abb. 18

Zu k)

Prüfen des Nummernschalters der Tln-Apparate

Hierzu dienen der Frequenzmesser und das Milliampereometer. Die mittlere Zunge des Frequenzmessers Abb. 19 ist auf eine Frequenz von 10 Hz abgestimmt^{*)}. Die Fingerscheibe des Nummernschalters soll in einer Sekunde abgelaufen sein, wenn die Ziffer Null gewählt wird. Es entspricht dieses einer Frequenz von 10 Hz. Läuft der NS zu schnell, so werden die Zungen, die auf höhere Frequenzen als 10 Hz abgestimmt sind, entsprechend erregt. Das Um-

^{*)} Anm.: Über Frequenzmesser s. Bd. XIV, Ziffer 8.

gekehrte gilt für NS, die zu langsam ablaufen. Hier werden die Zungen unterhalb der 10-Hz-Zunge stark erregt. Zu schneller oder zu langsamer Ablauf der NS verursachen häufig Fehlverbindungen. Der NS muß dann bezüglich der Ablaufgeschwindigkeit justiert werden.

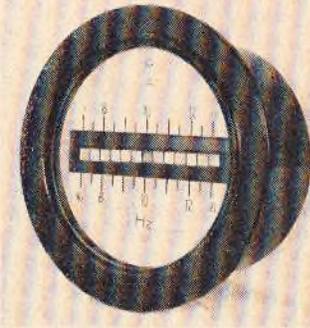


Abb. 19

(Werkfoto: Gossen)

Mit Hilfe des Milliampereometers Abb. 20 wird das „Impulsverhältnis“ geprüft. Hierunter versteht man das Verhältnis der Unterbrechung zur Schließung des NS. Das Impulsverhältnis soll im Mittel 1,6 : 1 betragen. Bei einer Ablaufzeit der Ziffer Null von genau 1000 ms = 1 sec beträgt bei dem Impulsverhält-

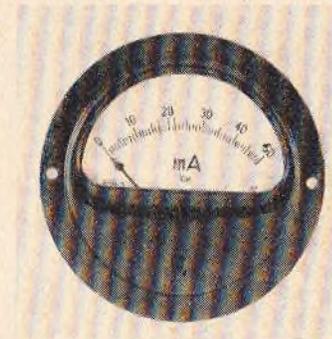


Abb. 20

(Werkfoto: Gossen)

nis 1,6 : 1 die Zeitdauer der Schleifenöffnung 62 ms und die des Schleifenschlusses 38 ms. Die Zifferngabe gilt noch als einwandfrei, wenn das Stromstoßverhältnis 1,3 : 1 nicht unterschreitet und 1,9 : 1 nicht überschreitet. Als Faustregel gilt, daß die Zeitdauer der Schleifenöffnung zwischen 50 bis 70 ms, die der Schließung 30 bis 50 ms betragen darf. Die Ablaufzeit darf nicht mehr als ± 100 ms vom Sollwert (1000 ms) abweichen. Eine gewählte Ziffer 4 würde wie folgt aussehen (Abb. 21).

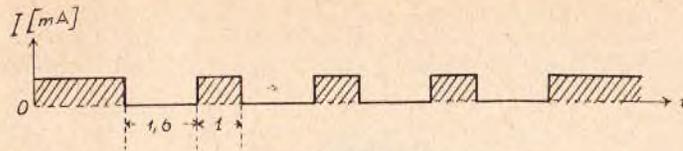
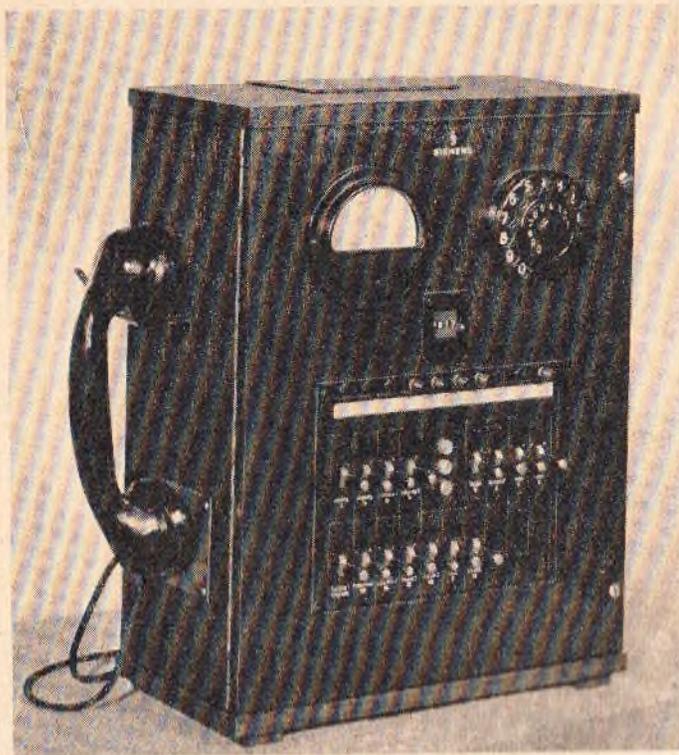


Abb. 21

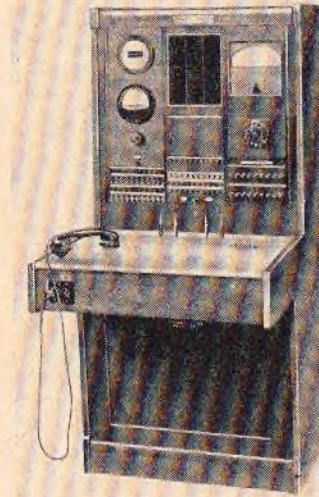
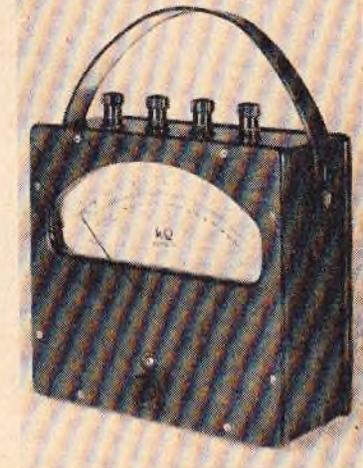
Bei den zugelassenen Impulsverhältnissen schlägt das Milliampereometer zwischen 17 und 21 Milliampere aus. Diese Meßspanne ist durch zwei rote Striche auf der Skala gekennzeichnet.

Die Prüfchränke sind im allgemeinen auch zum Anschluß eines Stromstoßschreibers eingerichtet. Ganz grob geschildert, besteht der Stromstoßschreiber aus einem Motor, der eine Schreibrolle antreibt, und einem Schreibstift. Der Papierstreifen läuft mit einer bestimmten Geschwindigkeit ab. Läuft der NS beim Tln ab, so zeichnet der Schreiber in Abhängigkeit von der Zeit die Im-

Abb. 22
(Werkfoto: S & H)

pulse auf. Aus deren Form und Abmessungen lassen sich genaue Schlüsse über die Arbeitsweise des NS ziehen.

Zum Abschluß wird die Abbildung des kleinen Prüfchranks 27 (Abb. 22), des großen Prüfchranks 29 (Abb. 23) und des Widerstandsmessers 10 M (Abb. 24), der am meisten in den großen Prüfchränken eingebaut ist, gezeigt.

Abb. 23
(Werkfoto: T & N)Abb. 24
(Werkfoto: Gossen)

Hiermit ist die Besprechung der grundsätzlichen Prüfchrankschaltungen abgeschlossen. Die drei Prüfschaltungen zur Prüfung der Innenleitung werden, weil sie nicht allgemein interessieren, nicht behandelt. Hierüber wäre in der jeweiligen Gerätebeschreibung nachzulesen.

II. Fehlereingrenzung

(2) Eingrenzen des Fehlerortes durch den Schaltwärter bzw. Entstörer*)

In der vorhergehenden Ziffer hatten wir in mehreren Fällen angedeutet, daß beim Feststellen von Störungen in der Al bzw. in den Teilnehmeranlagen der Schaltwärter bzw. der Entstörer*) aufgefördert wird, die Störun-

*) Anm.: Im folgenden soll der Einfachheit halber nicht mehr der Unterschied zwischen „Schaltwärter“ und „Entstörer“ gemacht werden. Es wird in diesem Zusammenhang in Zukunft nur von „Entstörer“ gesprochen.

Bei der jetzt folgenden Behandlung der Einkreisung von Fehlerorten nehmen wir an, daß der „vereinigte Strom- und Spannungsmesser“ gemäß Abb. 25 verwendet wird, den wir im folgenden kurz als „Instrument“ bezeichnen wollen. Man beginnt mit den Messungen grundsätzlich am fernen Ende, d. h. beim Teilnehmer. Hier wird durch Auftrennen der Trenndose und durch Messung zunächst festgestellt, ob der vom Prüfschrank angegebene Fehler entweder in der technischen Einrichtung des Teilnehmers oder in der Al zu suchen ist. Hinweise für die Eingrenzung der Störungen in der technischen Einrichtung des Teilnehmers gibt der Band V vom „Grundwissen des Fernmeldedienstes“ im Abschnitt D. Als Meßspannungsquelle dient die ZB des Amtes. Ergibt die Messung an der Trenndose, daß der Fehler in der Leitung liegt, so muß er dergestalt eingegrenzt werden, daß man die weiter unten behandelten Messungen von Schaltstelle zu Schaltstelle wiederholt; d. h. vom EV, KV oder LV aus. Damit die Wähler bei der Durchführung der Messungen nicht ansprechen, ist vor Beginn der Prüfung die Al von der VStW ab- und auf ein Anruforgan des Prüfschrankes zu schalten, das z. B. wie in Abb. 28 dargestellt aussehen kann.

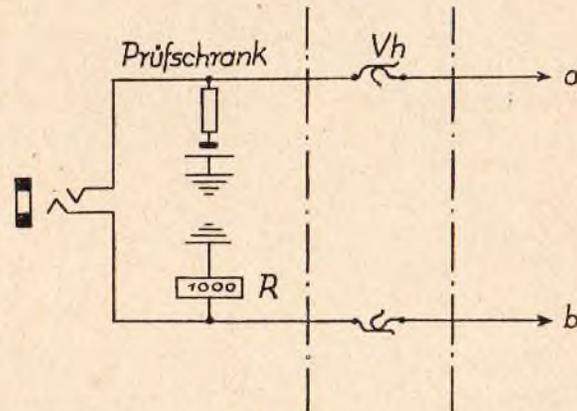


Abb. 28

Es ist hier und auch in den nachfolgenden Ausführungen angenommen, daß der Prüfschrank mit den Anrufeinrichtungen versehen ist, wie sie in Band V geschildert worden sind. Das Relais R der Abb. 28 stellt die zwei hintereinandergeschalteten Windungen des R-Relais Abb. 15 des Bandes V dar. Es liegt dann in üblicher Weise Spannung an dem a-Zweig und Erde an dem b-Zweig der zu prüfenden Al.

Handelt es sich bei der Prüfung um Anlagen, die b-Draht-Speisung erhalten (vgl. Band V, Abschnitt C), so ist nach Möglichkeit sicherzustellen, daß die Nebenstellen der Anlage auch während des Prüfens der Al miteinander sprechen können. In diesem Falle legt der Prüfschrankbeamte zweckmäßigerweise die zu prüfende Leitung auf ein für b-Draht-Speisung eingerichtetes Anruforgan gem. Abb. 29.

Der Prüfschrankbeamte kann dann vom Entstörer jederzeit angerufen werden. **Im Falle der b-Draht-Speisung muß bei der Störungseingrenzung grundsätzlich beachtet werden, daß sowohl der a- als auch der b-Zweig der Al an Spannung liegen.**

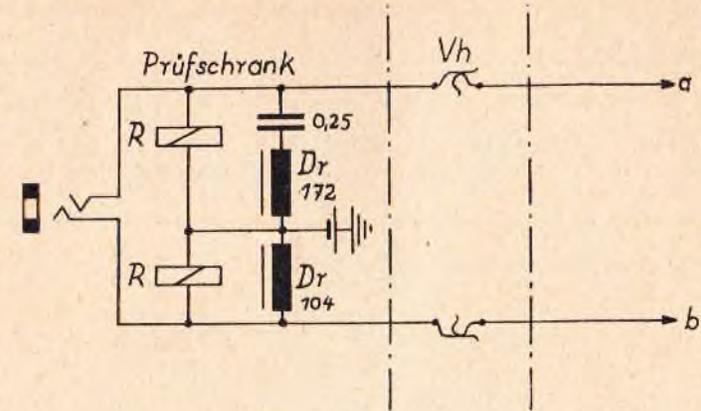


Abb. 29

Mit Hilfe des vereinigten Strom- und Spannungsmessers können folgende Fehler eingegrenzt werden:

1. In der Außenleitung:

- Nebenschluß a/Erde
- Nebenschluß b/Erde
- Nebenschluß a/b
- Schleifenberührung
- Lage des Fehlerortes bei zu hohem Leitungswiderstand
- Unterbrechung
- Außenstrom

2. In der Sprechstelle einschließlich Apparatschnur:

- Unterbrechung
- fehlerhafte Widerstände bzw. Kontakte
- fehlerhafter Mikrofonwiderstand
- fehlerhafter Rufkondensator

Vor Durchführung jeder **Spannungsmessung** ist der „vereinigte Strom- und Spannungsmesser“ **stets auf den größten Meßbereich (90 V) zu schalten**, damit das Meßwerk nicht beschädigt wird. Bei Strommessungen ist zu beachten, daß das Instrument auf den Meßbereich 3 V geschaltet und die Nebenschluß-taste gedrückt wird.

Bei der Besprechung der Messungen wird angenommen, daß der Fehler **nicht** in der Teilnehmereinrichtung, sondern in der Anschlußleitung (Al) liegt. Bei der Prüfung der Al bei einfachen Sprechstellen muß der Handapparat aufgelegt bleiben, weil sonst in den weitaus meisten Fällen ein Strom durch das Instrument fließt und somit der Fehlerort nicht eingegrenzt werden kann.

Da die Speisung kleiner Nebenstellenanlagen zur Zeit noch häufig über den a- und b-Zweig der Al stattfindet (a-Draht-Speisung für den Verkehr über das Amt, b-Draht-Speisung für den internen Verkehr, vgl. Band V Abschnitt C), wird das Eingrenzen des Fehlerortes bei b-Draht-Speisung gleichfalls behandelt. Bei Nebenstellenanlagen mit eigener Stromversorgung ist

die Fehlereingrenzung wie bei einfachen Teilnehmer-Sprechstellen durchzuführen.

Jeder Zeigerausschlag des Instrumentes besagt, daß der Fehler zwischen dem Meßpunkt (Vh, LV, KV, EV und TD) und der **teilnehmerseitig** gelegenen Schaltstelle liegt. Schlägt der Zeiger des Instrumentes z. B. am KV aus, so liegt der Fehler im Verteilungskabel, also zwischen KV und EV usw.

Zu 1, a) Nebenschluß a/Erde (Abb. 30)

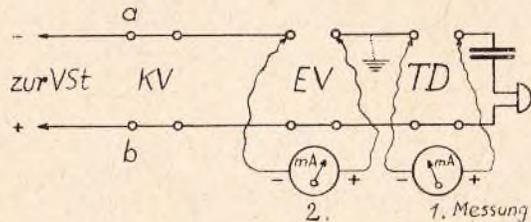


Abb. 30

Die Eingrenzung des Fehlerortes geschieht durch eine Strommessung (Meßbereich auf 3 V, Nebenschlußtaste drücken!). Die Trenndose TD in Abb. 30 wird aufgetrennt, das Instrument mit seinem Minusanschluß (Prüfschnur!) an die amtseitig gelegene a-Klemme und mit seinem Plusanschluß (Stift!) an die teilnehmerseitig gelegene a-Klemme gelegt. Schlägt der Zeiger des Instrumentes nicht aus, so ist der Fehler nicht in der Teilnehmereinrichtung zu suchen, weil sonst leitende Verbindung über das Instrument, Tln-Apparat zum b-Zweig (Erde) besteht und somit das Instrument ausschlägt. Die leitende Verbindung an der Trenndose wird wieder hergestellt. Der Entstörer begibt sich zum EV, wo er wie bei der Trenndose die Verbindung Amt—Teilnehmer löst und die Messung in der vorher beschriebenen Weise durchführt. Schlägt der Zeiger des Instrumentes aus, so ist der Fehler im Einführungskabel zu suchen, weil jetzt ein Stromweg Amt—Instrument—Erde vorhanden ist. Falls am EV kein Ausschlag festgestellt werden kann, muß der Meßvorgang am KV, LV, u. U. auch am Vh (senkrechte Seite) wiederholt werden.

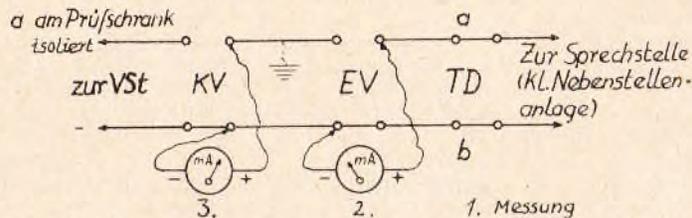


Abb. 31

Liegt der b-Zweig an Spannung, ist der Fehlerort nach Abb. 31 einzugrenzen. Hier befindet sich der Fehler zwischen KV und EV im a-Zweig (Stromweg: Spannung aus der Speisebrücke im Amt, b-Zweig der Al, Minusanschluß des Instrumentes, Meßwerk, Plus des Instrumentes, teilnehmerseitiger a-Lötstift am aufgetrennten KV, Erde im Verteilungskabel).

Zu 1, b) Nebenschluß b/Erde (Abb. 32)

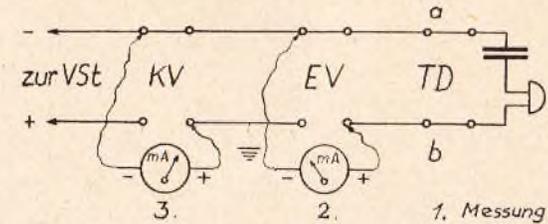


Abb. 32

Diese Messung ist ähnlich der Messung des Nebenschlusses a gegen Erde, also auch eine Strommessung. Bei normalen Teilnehmerschaltungen ist die Minus-Klemme des Instrumentes an die a-Leitung zu legen. Es wird hier die b-Ader aufgetrennt und die Messung an den Schaltpunkten so lange wiederholt, bis der Zeiger des Instrumentes ausschlägt. Dieses ist im Beispiel Abb. 32 im KV der Fall. Es fließt ein Strom von Minus ZB, a-Leitung, Minusanschluß des Instrumentes, Meßwerk, Plus-Klemme, Erde. Der Fehler liegt demnach zwischen KV und EV.

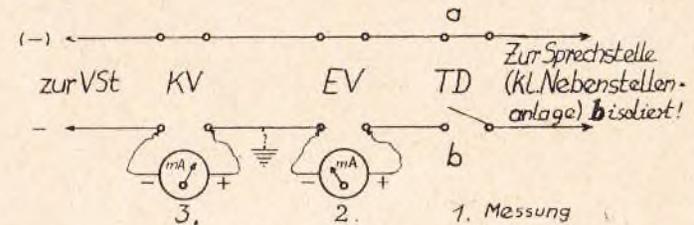


Abb. 33

Bei Anschlüssen mit b-Draht-Speisung wird das Instrument gemäß Abb. 33 zwischen die Klemmen der Schaltpunkte im b-Zweig geschaltet.

Während der Dauer dieser Messung muß vor der Sprechstelle die b-Leitung isoliert werden (Auftrennen an der Trenndose), weil sonst durch Nebenstellenverkehr Erde an den b-Zweig gelegt wird. Wir haben in diesem Falle stets einen Zeigerausschlag und können daher den Fehlerort nicht bestimmen.

Zu 1, c) Nebenschluß a/b (Abb. 34)

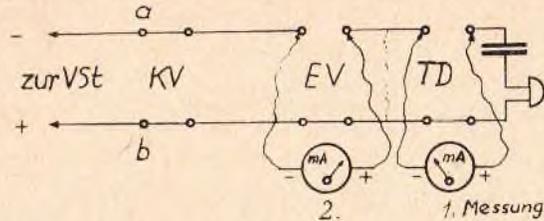


Abb. 34

Sofern es sich hier um Anschlüsse ohne b-Draht-Speisung handelt, ist die Messung die gleiche wie unter 1, a) (Abb. 30) beschrieben. Die Weite des Zeigerausschlages ist ein Maßstab dafür, ob es sich um einen hochohmigen oder niederohmigen Nebenschluß a gegen b (Schleifenberührung) handelt. Ist der Ausschlag groß, so kann eine Schleifenberührung ohne weiteres angenommen werden, weil eine Schleifenberührung einen innigen Nebenschluß zwischen dem a- und b-Zweig der Al darstellt.

Liegt b-Draht-Speisung vor, ist das oben beschriebene Meßverfahren nicht anwendbar. Der Minusanschluß des Instrumentes ist an die teilnehmerseitige a-Klemme des aufgetrennten Schaltpunktes zu legen, der Plusanschluß zu erden. Aus der Abb. 35 ist der Grund zu ersehen.

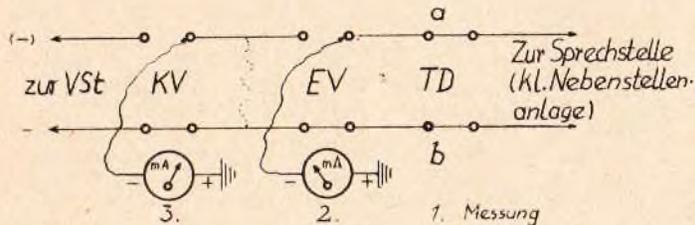


Abb. 35

Der Zeiger des Instrumentes schlägt bei der Messung im KV aus. Es muß demnach an dem Minusanschluß des Instrumentes eine Spannung gegen Erde herrschen, die einen mehr oder weniger starken Stromfluß — je nach Höhe dieser Spannung und der Größe des Übergangswiderstandes zwischen a und b — zur Folge hat. Der Strom fließt dann von Minus der Speisebrücke über die b-Leitung, den mehr oder weniger hochohmigen Nebenschluß, Minusanschluß des Instrumentes, durch das Meßwerk zur Erde. Der b-Zweig braucht teilnehmerseitig nicht isoliert zu werden.

Zu 1, d) Schleifenberührung

Dieser Fall braucht nicht behandelt zu werden, weil er bereits unter 1, c) (Nebenschluß a gegen b) besprochen worden ist. Eine Schleifenberührung ist ja nichts anderes als ein „dicker“ Nebenschluß a gegen b.

Zu 1, e) Lage des Fehlerortes bei zu hohem Leitungswiderstand

Dieser Fall braucht gleichfalls nicht besonders behandelt zu werden, weil die Prüfung in der gleichen Weise durchgeführt wird wie bei einer Leitungsunterbrechung (s. 1, f).

Zu 1, f) Leitungsunterbrechung (Abb. 36)

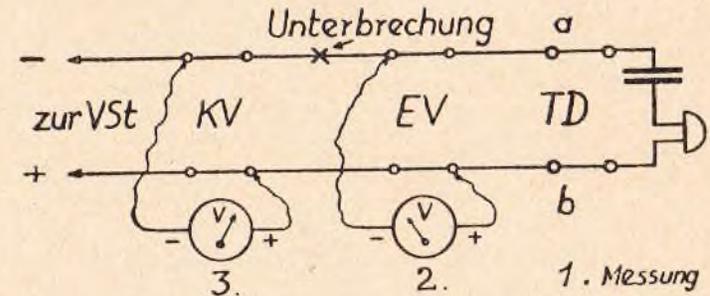


Abb. 36

Diese Messung ist eine Spannungsmessung, weil bei einer Leitungsunterbrechung kein Strom fließen kann. Bei einem Anschluß ohne b-Draht-Speisung wird das Instrument in den Schaltpunkten an die a- und b-Klemmen der gestörten Al gelegt und damit der Spannungsabfall zwischen dem a- und b-Zweig gemessen (Meßbereich auf höchsten Wert einstellen und gegebenenfalls herunterschalten). Schlägt das Instrument auch bei kleinstem Meßbereich nicht aus, so kann auf eine Unterbrechung im a- oder b-Zweig geschlossen werden. Bei hohen Übergangswiderständen gemäß 1, e) wird vielleicht hinter dem Fehlerort ein kleiner Ausschlag wahrnehmbar sein. Zeigt das Instrument bei der Messung an der TD und am EV gemäß Abb. 36 keinen Ausschlag an, jedoch einen am KV, so liegt der Fehlerort zwischen KV und EV.

Bei Teilnehmeranlagen, die b-Draht-Speisung erhalten, ist die Messung gemäß Abb. 36 nicht durchführbar, weil beide Zweige der Al an Spannung liegen. Somit ist keine Potentialdifferenz zwischen a und b vorhanden, und der Zeiger des Instrumentes kann nicht ausschlagen. Wird der a-Zweig auf Unterbrechung geprüft, so ist gemäß Abb. 37 die Minusklemme des Instrumentes an den jeweiligen Schaltpunkt zu legen und die Plusklemme zu erden. Zeigt das Instrument am KV einen Ausschlag an, so messen wir die Potentialdifferenz zwischen Minus der ZB und Erde. Die Unterbrechung der a-Ader muß also zwischen KV und EV liegen, weil wir an der TD und am EV keinen Zeigerausschlag am Instrument festgestellt haben, eine Spannung zwischen a-Zweig und Erde demnach nicht vorhanden ist.

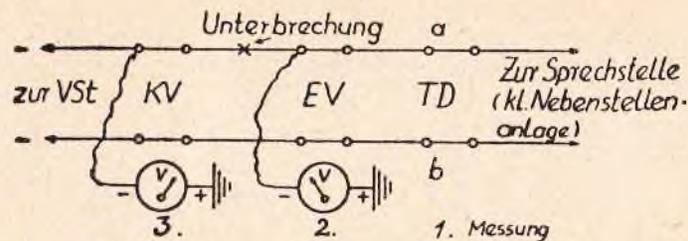


Abb. 37

Um den b-Zweig zu prüfen, legen wir die Minusklemme des Instrumentes an die b-Leitung. Die leitenden Verbindungen an den Schaltpunkten brauchen nicht aufgetrennt zu werden. Bei diesen Messungen darf die a-Ader im Prüfschrank **nicht isoliert** werden.

Zu 1, g) **Außenstrom** (Abb. 38)

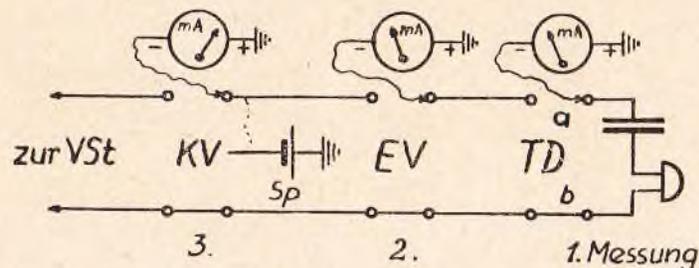


Abb. 38

Wie Außenstrom in die zu messende Al gelangt, ist bereits bei der Behandlung des Prüfschranks besprochen worden. Zwischen welchen Schaltstellen die Al durch Außenstrom beeinflusst wird, muß durch Strommessungen festgestellt werden, wobei wir Wechselströme nicht messen können, weil der „vereinigte Strom- und Spannungsmesser“ ein reines Gleichstrom-Meßgerät ist. An den Schaltpunkten ist die Leitung aufzutrennen und der Minusanschluß an die teilnehmerseitig gelegene Lötöse bzw. Klemme zu legen. Der Pluspol des Instrumentes wird geerdet. In Abb. 38 liegt die Berührung mit der fremden Spannungsquelle Sp zwischen KV und EV. Zwischen EV und TD sowie zwischen TD und Teilnehmereinrichtung schlägt in diesem Beispiel der Zeiger des Instrumentes nicht aus; ein Zeichen dafür, daß auf dieser Leitungsstrecke keine Berührung mit fremden Spannungsquellen vorhanden ist. Fremde Spannungen in der b-Leitung werden in der gleichen Weise geprüft. Es ist durchaus möglich, daß nicht ein negatives Spannungspotential, sondern auch ein positives die Ursache für den Außenstrom ist. Bei

falscher Polung des Instrumentes (bemerkbar am Ausschlag des Zeigers nach links) müssen daher die Instrumentenanschlüsse vertauscht werden.

Bei diesem Meßverfahren ist es gleichgültig, ob wir es mit einer normalen Speisung (a/Erde) oder mit einer b-Draht-Speisung zu tun haben.

Zu 2) Fehler in der Sprechstelle

Infolge der Vielzahl der Sprechstelleneinrichtungen, angefangen vom einfachen Sprechapparat bis zu großen W-Nebenstellenanlagen, ist es nicht möglich, jeden einzelnen Störfall zu behandeln. Die Hinweise, die für das Eingrenzen von Störungen in der Al gegeben sind, gelten sinngemäß auch für die Eingrenzung von Störungen in Apparaten. Erfahrung, das Lesen der Stromläufe und hinreichendes Wissen über die Elektrotechnik und ihre Anwendungsgebiete sind unbedingte Voraussetzungen für jeden guten Entstörer. Bei einfachen Apparaten sind die unter 1) aufgeführten hauptsächlichsten Fehler (Leitungsunterbrechung, fehlerhafte Widerstände bzw. Kontakte, fehlerhafte Mikrophonwiderstände, fehlerhafter Rufkondensator) verhältnismäßig leicht festzustellen. Es ist in jedem Falle zweckmäßig, daß der Entstörer den Spannungsabfall über dem Mikrophonwiderstand mißt, der beim Fernsprechapparat W 48 rund 4 V beträgt. Auf Grund der Berechnung in Ziffer 1, zu e 3) hinter Abb. 9, läßt sich der Sollwert des Spannungsabfalles über dem Mikrophonwiderstand auch bei anderen Apparaten leicht errechnen. Der Ersatzwiderstand R_p der Parallelschaltung des Leitungsnachbildungswiderstandes beim W 48 (400 Ohm) plus der 95 Ohm der unterteilten Induktionsspule mit dem Mikrophon M (100 Ohm, vgl. Abb. 10) beträgt rund 83 Ohm. Der mittlere Wert des Gleichstromes, der über das Mikrophon fließt, soll etwa 40 mA betragen. Die Spannung über dem Mikrophon hat demnach einen (groben) Sollwert von $U = I \times R = 0,04 \times 100 = 4 \text{ V}$. Jeder Wert, der erheblich von 4 V abweicht, deutet auf Fehler hin, die nicht unbedingt in Zusammenhang mit dem Mikrophon selbst zu stehen brauchen. Wer das Ohmsche Gesetz beherrscht und Stromläufe zu lesen vermag, ist ohne weiteres in der Lage, mit Hilfe eines Meßinstrumentes die Fehlerquelle bei Apparaten einzugrenzen und die Fehler gegebenenfalls zu beheben.

III. Erdungsmesser

(3) Allgemeines über Erdungsanlagen

Erdungsanlagen dienen — oft in Verbindung mit Spannungssicherungen — dazu, unsere Fernmeldeeinrichtungen, unsere Fernsprechteilnehmer und das Personal der DBP gegen Überspannungen zu schützen, die auf fremdem Wege, z. B. durch Starkstrombeeinflussung, durch Blitzschlag usw. in unser Fernmeldenetz gelangen können. Unter „Überspannungen“ versteht man allgemein Spannungen, deren Wert 65 V überschreitet. Spannungen unter 65 V gefährden nach jahrzehntelang gesammelten Erfahrungen den Menschen sehr selten; jedoch führen Spannungen über 65 V in vielen Fällen zu schweren Gesundheitsschädigungen oder gar zum Tode. Diese Überspannungen müssen daher auf dem sichersten und für sie bequemsten Wege zur Erde „abgeführt“ werden.

Gem. Band I b ist eine Spannung eine Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten. Nimmt man als den einen Punkt die Erde, der man das Potential Null gegeben hat, so muß man versuchen, den zweiten Punkt so widerstands-

los wie möglich mit der Erde mittels eines sog. „Erder“ zu verbinden, damit die Spannung schnell zusammenbricht. Dieses geschieht durch **Erdungsanlagen**. Je nach Verwendungszweck unterscheidet man zwischen:

- a) der Betriebserdung
- b) der Sicherheitserdung
- c) der Blitzschutzterdung
- d) der Starkstromschutzerdung.

Die Betriebserdung ist nicht eine ausschließliche Schutzterdung; sie soll vielmehr die Schaltung der Fernmeldeanlage vereinfachen. Wie im Band IV geschildert, wird der Pluspol der Batterie, die die Fernmeldeanlage betreibt, geerdet. Alle Verbindungen, die zum Pluspol zu führen sind, können demnach auch geerdet werden, falls der Übergangswiderstand der Erdungsanlage und der Widerstand der Anlage selbst nicht zu hoch sind. In vielen Fällen kann eine gemeinsame Erdung durch eine Sammelschiene erreicht werden.

Unter „Übergangswiderstand“ versteht man den Widerstand, der zwischen dem Erder und der Erde (Potential Null) besteht. Er ist in sehr großem Maße abhängig von der Bodenbeschaffenheit. Je feuchter der Erdboden ist, um so kleiner ist im allgemeinen der Übergangswiderstand wegen der damit verbundenen besseren Leitfähigkeit.

Der Erdungswiderstand darf folgende Werte nicht überschreiten:

- | | | |
|---|-----|------|
| a) Bei VSt (ZB) und VSt (W) | | |
| bis zu 500 AE *) | 10 | Ohm |
| bis zu 2000 AE | 2 | Ohm |
| über 2000 AE | 0,5 | Ohm |
| b) bei OB-Vermittlungen | 10 | Ohm |
| c) bei Fernämtern | 0,5 | Ohm |
| d) bei Sprechstellen (außer großen W-Nebenstellenanlagen) | 10 | Ohm |
| e) Starkstromschutzerdungen im Linienbau höchstens | 10 | Ohm. |

Die Erdungsanlage besteht aus dem eigentlichen Erder, der in das Erdreich eingeführt wird und mit ihm in inniger Verbindung stehen soll, und der Zuleitung zum Erder. Der Erder selbst kann aus Erdspeifen, Erddrähten oder sonstigen leitenden Verbindungen zur Erde bestehen (vgl. Band VI, Abschnitt 3, Band VII, Abschnitt 3, Band VIII, Abschnitt 1).

Die Erdungen können durch verschiedenartige Beeinflussungen in ihrem Widerstandswert schwanken; es ist deshalb erforderlich, sie in regelmäßigen Abständen zu untersuchen und den Erdungswiderstand zu messen. Zu den Messungen benutzt man **Wechselstrom**, weil bei Gleichstrom Polarisationserscheinungen (s. Band Ib) auftreten, die das Meßergebnis fälschen. Bei einfachen Sprechstellenerdungen, bei denen es im allgemeinen auf große Genauigkeit nicht ankommt, kann vom Prüfschrank aus jedoch mit Gleichstrom gemessen werden.

Zum Messen der Erdungswiderstände benutzt man z. T. die (allerdings veraltete) Erdungsmeßbrücke und moderne Erdungsmesser, von denen zwei, der Erdungsmesser „Terraflax“, Typ JT III der Firma Metrawatt, Nürnberg, und

*) Anm.: AE = Anrufeinheiten

der Erdungsmesser „Geohm“ der Firma Gossen, Erlangen, beschrieben werden.

(4) Die Erdungsmeßbrücke

Die Erdungsmeßbrücke ist eine Schleifdrahtmeßbrücke, wie sie in Ziffer 17 B des Bandes XIV beschrieben worden ist, mit dem Unterschied, daß sie mit Wechselstrom betrieben wird. Als Wechselspannungsquelle dient ein Summer, als Anzeigorgan ein Fernhörer. Das Gerät ist in Abb. 39 gezeigt.

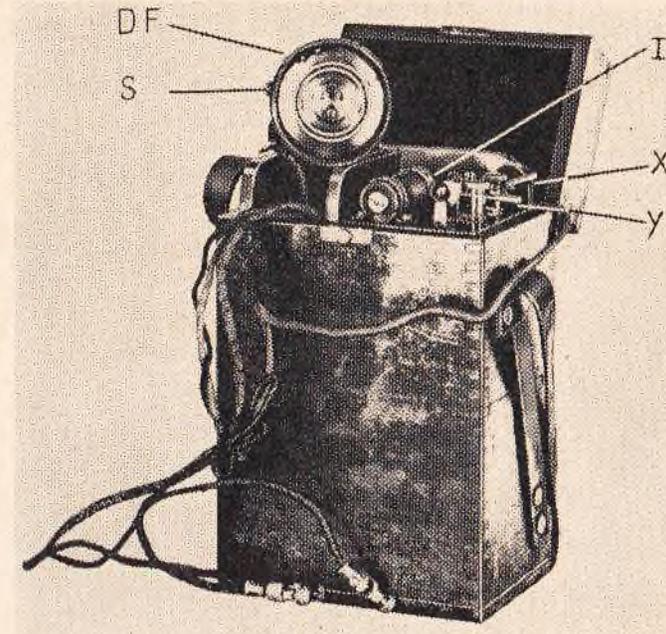


Abb. 39

Der Summer, der hier nur eine Spule J trägt, arbeitet ähnlich wie ein Wecker mit Selbstunterbrechung. Durch die Kraftflußänderungen, die beim Öffnen und Schließen des Stromkreises entstehen, werden in der Spule J Wechselströme erzeugt, die in dem Fernhörer als Ton wahrnehmbar sind. Der Fernhörer ist als Dosenfernherer ausgebildet (in Abb. 39 und 40 mit DF gekennzeichnet). Die Fernhererdose enthält einen selbstinduktionsfreien Vergleichswiderstand R von 10 Ohm. Um den Rand der Dose DF ist ein Schleifdraht gelegt, dessen Gesamtwiderstand 1 Ohm beträgt. Auf ihm schleift eine Feder, die an einer drehbaren Metallscheibe — ebenfalls am Dosenfernherer — sitzt (Einstellscheibe). Der Rand der Scheibe trägt eine Teilung von 0,1 bis 200 in ungleichmäßigen Abständen. Die Schleiffeder teilt den Schleifdraht elektrisch in die Brückenarme m und n, die den Brückenarmen a und b in Abb. 44 in

Band XIV entsprechen. Die grundsätzliche Schaltung der Erdungsmeßbrücke zeigt Abb. 40.

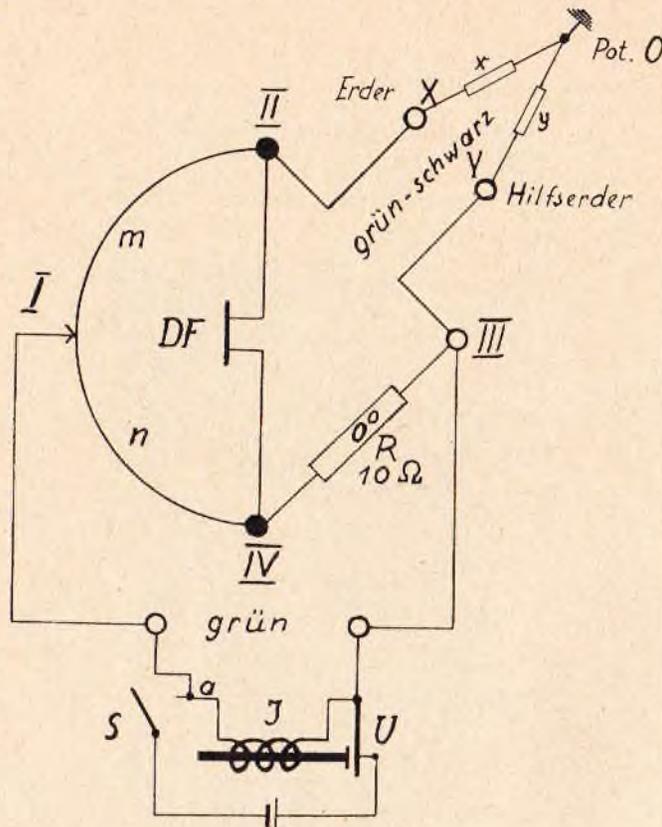


Abb. 40

Erdungsmessungen dürfen, wie bereits erwähnt, nicht mit Gleichstrom durchgeführt werden, weil sonst Polarisationserscheinungen auftreten, die den Übergangswiderstand zur Erde mit zunehmender Meßdauer erhöhen und somit das Meßergebnis verfälschen (über Polarisation s. Band 1 b, Ziff. 15).

Dreht man die Einstellscheibe so weit, bis kein Ton im Fernhörer DF, der hier als Anzeigeinstrument für tonfrequenten Wechselstrom dient, zu hören ist, so ist gem. Bd. XIV, Ziffer 17 B, Verhältnigleichheit zwischen den vier Brückenarmen der Meßbrücke vorhanden. Somit kann der Übergangswiderstand des Erders verhältnismäßig leicht ermittelt werden.

Die praktische Durchführung der Erdungsmessung geschieht wie folgt:

Die grün-schwarze Doppelschnur mit dem mit X bezeichneten Kabelschuh schließt man einerseits an die Klemme X der Erdungsmeßbrücke und anderer-

seits an den zu messenden Erder x an und verbindet die mit Y bezeichnete zweite Ader der Schnur sowohl mit der Y-Klemme des Gerätes als auch mit einem guten Hilfserder y. In Abb. 40 sind die Übergangswiderstände des Erders x und des Hilfserders y zur Erde mit Widerstandsschaltzeichen dargestellt. Unter Hilfserder versteht man einen bereits vorhandenen Erder oder einen Erder, den man besonders anlegt, und der einen möglichst geringen Übergangswiderstand zur Erde haben muß.

Aus der Fernhörerdose ragt seitlich ein Hebelschalter S hervor, der beim Umlegen in Stellung a (s. Abb. 40) den Unterbrecher U in Gang setzt. Im Fernhörer ist ein Summen zu vernehmen. Die Einstellscheibe am Dosenfern- hörer ist so lange hin und her zu drehen, bis man das Tonminimum, d. h. den schwächsten Ton oder gar keinen, hört. Dann gilt nach Bd. XIV, Ziffer 17 A:

$$a : c = b : x$$

oder, auf die Erdungsmeßbrücke übertragen:

$$m : n = X : R.$$

X ist hier die Summe der Übergangswiderstände zwischen Erder und Erde (x) sowie zwischen Hilfserder und Erde (y), also $x + y$. Es gilt dann folgende Gleichung:

$$m : n = (x + y) : R \text{ oder, da } R \text{ 10 Ohm beträgt,} \\ m : n = (x + y) : 10.$$

Da das Verhältnis $m : n$ auf dem Schleifdraht abgelesen werden kann, setzen wir für dieses Verhältnis eine unbekannte Zahl, z. B. a, ein. Es gilt:

$$a = \frac{x + y}{10}.$$

Demnach ist

$$a \times 10 = x + y$$

$$\text{und } x + y = 10 a = 10 \frac{m}{n}.$$

Den Wert $a = \frac{m}{n}$ findet man bereits ausgerechnet auf der jeweiligen Stellung der Einstellscheibe. Sie ist die Zahl zwischen 0,1 und 200 (oder deren nicht eingravierte Höchstwert) auf die die feste weiße Strichmarke an der Fernhörerdose DF bei Tonminimum zeigt. Der abgelesene Wert a ist dann gleich der Summe der beiden Erdungswiderstände ($x = \text{Erder} + y = \text{Hilfserder}$) in Ohm.

In der Mitte der Skala, wo $m : n = 1$, also $m = n$ ist, steht die Zahl 10.

Bleibt der Wert von a unter dem Höchstwert, der in Ziffer 3 aufgeführt ist (z. B. bei Sprechstellen 10 Ohm), so sind beide Erdungen brauchbar. Weitere Messungen sind dann nicht erforderlich. Überschreitet der Wert von a den zulässigen Höchstbetrag, so ist nach TMO 4, § 30 c (4), zu verfahren. Da die Erdungsmeßbrücke veraltet ist, soll im nachfolgenden von den zwei modernsten Erdungsmessern, dem Erdungsmesser JT III der Firma Metrawatt und dem Geohm-Erdungsmesser der Firma Gossen, ausführlich die Rede sein, bei denen der Widerstandswert der Erdung unmittelbar abgelesen werden kann.

(5) Der Erdungsmesser „Terrafix III“, Type JT, der Firma Metrawatt, Nürnberg

Der Erdungsmesser „Terrafix III“, Type JT, ist ein Meßinstrument, bei dem die Werte von Erdungswiderständen und auch die von Ohmschen Wider-

ständen unmittelbar von einer Skala abgelesen werden können, ohne daß hierzu Berechnungen wie bei der Erdungsmeßbrücke (s. Ziffer 4) notwendig sind.

Es soll hier nicht die Bedienungsanweisung des Gerätes gebracht werden — diese ist jedem Gerät beigegeben — sondern eine gedrängte Zusammenfassung seiner Wirkungsweise. Abb. 41 zeigt das Gerät mit dem Anzeigeinstrument J, der Nullkorrekturschraube N und dem Meßbereichschalter S.

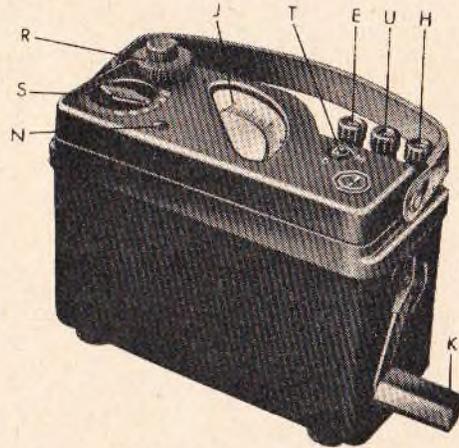


Abb. 41
(Werkfoto: Metrawatt)

Mit dem Meßbereichschalter S können 5 Meßbereiche geschaltet werden: 1. von 0 bis 2 Ω , 2. von 0 bis 10 Ω , 3. von 0 bis 100 Ω , 4. von 0 bis 1000 Ω und 5. von 0 bis 10 000 Ω . Die logarithmisch eingeteilte Skala, die ein genaues Ablesen der Werte bei kleinem Zeigerausschlag ermöglicht, zeigt Abb. 42.

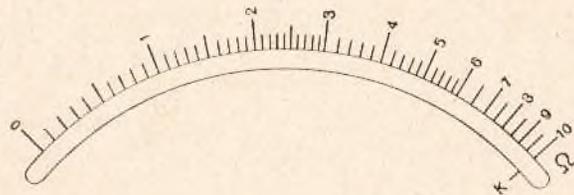


Abb. 42

Wie bei der kleinen Schleifdrahtmeßbrücke (Pontavi, s. Bd. XIV, Ziffer 17, B) ist auch hier der abgelesene Skalenwert mit dem Meßbereichswert zu multiplizieren.

Beispiel: Abgelesener Skalenwert: 2,3

Meßbereich: 0 bis 2 Ω

Widerstandswert: $\frac{2 \times 2,3}{10} = 0,46 \Omega$

Ferner erkennen wir in Abb. 41 einen großen und einen kleinen Rändelknopf R, die einen Regelwiderstand bedienen, weiter einen Druckknopftastenschalter T und 3 Anschlußklemmen, nämlich E (Erde), U (Sonde) und H (Hilfserde). Mit der Kurbel K wird ein Kurbelinduktor betätigt, der bei mindestens 3 Umdrehungen je Sekunde eine konstante Spannung bei einer Frequenz von 93 Hz liefert.

Das in der Bedienungsanweisung enthaltene Prinzipschaltbild zeigt Abb. 43.

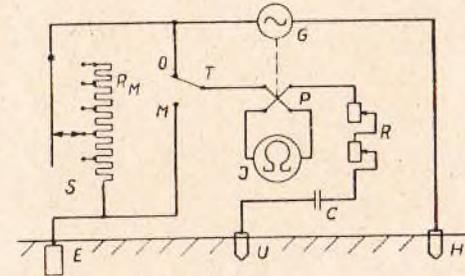


Abb. 43

R_M ist der Meßbereichswiderstand mit 5 Abgriffen, die der Schalter S bestreicht, T der Druckknopfschalter, der in der Ruhelage in Stellung 0 steht und damit das Instrument J mit dem Grob- und Feinwiderstand R als Vorwiderstände zu J parallel zu R_M schaltet (Bedienung durch Rändelknöpfe R Abb. 41). Das Instrument J ist ein hochempfindliches Drehspulmeßwerk; der über es fließende Zweigstrom muß daher gleichgerichtet werden. Das geschieht durch einen Gleichrichter, der mit P bezeichnet ist. Der Kondensator C schützt das Instrument vor vagabundierenden Gleichströmen. Warum das Instrument trotz des mit ihm in Reihe liegenden Kondensators ausschlägt, geht aus Band Ib, Ziffer 38, S. 55 und 56, hervor.

Die Wirkungsweise des Gerätes als Erdungsmesser wird verständlicher, wenn wir vorerst seine Verwendung als Widerstandsmesser besprechen.

Vor jeder Messung ist das Instrument zu eichen!

Abb. 44 zeigt die Schaltung bei Eichung. Der unbekannte Widerstand R_x ist an die Klemmen E und H anzuschließen.

Die Taste T bleibt in Ruhelage. Die Grob- und Feinabstimmung der beiden Vorwiderstände ist der Einfachheit halber durch einen veränderlichen Vorwiderstand R_v dargestellt. Die Klemmen U (Sonde) und H (Hilfserde) sind kurzzuschließen (Abb. 45). Durch Drehen der Kurbel des Gerätes wird eine Spannung erzeugt, die einen Stromfluß über R_M , E, R_x , H und einen weiteren über T, Instrument J, R_v , U, H zur Folge hat. Wir regulieren R_v und R_M (bei R_M beim höchsten Wert anfangen!) so lange, bis der Zeiger des Instrumentes auf der Eichmarke K der Skala Abb. 42 stehenbleibt. Es ist

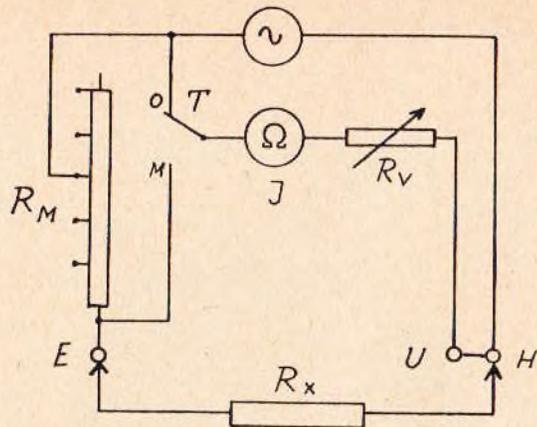


Abb. 44

dann der Spannungsabfall über $R_M + R_x$ gleich oder verhältnismäßig dem Spannungsabfall über R_i des Instrumentes $+ R_V$.

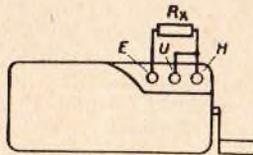


Abb. 45

Ist die Eichung durchgeführt, darf an R_V und R_M nichts geändert werden, weil wir dann das Meßergebnis verfälschen.

Jetzt drücken wir unter dauerndem Drehen der Kurbel die Taste T und legen damit den Meßstromkreis an Klemme E (Abb. 46).

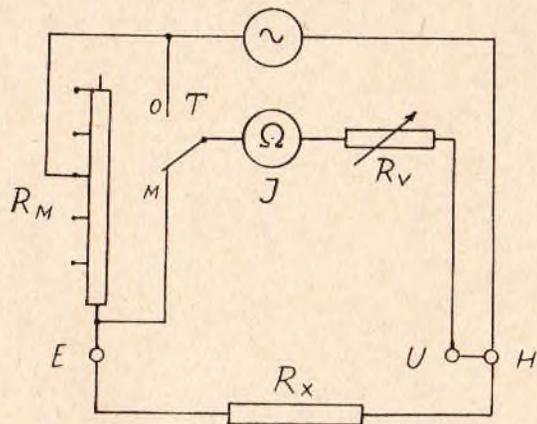


Abb. 46

Dadurch wird der Spannungsabfall über dem Meßstromkreis kleiner als bei dem Eichvorgang; er ist proportional dem Spannungsabfall über R_x . Der Zeiger des Instrumentes stellt sich auf einen bestimmten Punkt der Skala ein, der, mit dem Faktor R_M multipliziert, die Größe des Widerstandes R_x ergibt. Das Ersatzschaltbild zeigt Abb. 47. R_M ist der Teil des Meßwider-

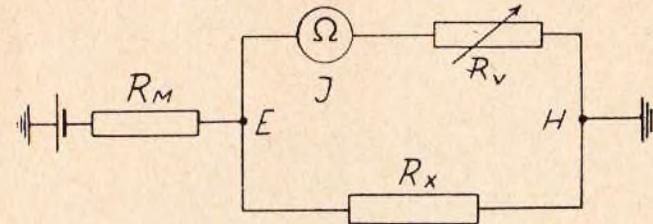


Abb. 47

standes, der durch den Meßbereichsschalter S in den Stromkreis geschaltet wird. Die Klemme U ist, weil sie mit der Klemme H zusammenfällt, nicht besonders hervorgehoben. Der üblichen Klarstellungsform wegen ist der Generator als Gleichspannungsquelle gezeichnet. Auf die grundsätzliche Wirkungsweise des Gerätes hat dieses keinen Einfluß.

Bei Erdungsmessungen ist der Erder durch eine möglichst kurze isolierte Kupferlitze mit möglichst großem Querschnitt mit der Klemme E zu verbinden. Als Hilfserder und Sonden können im allgemeinen leichte Erdspeie von etwa 40 cm Länge und 1 bis 1,5 cm Durchmesser verwendet werden, die mit isolierten Drähten gem. Abb. 48 an die Klemmen H und U gelegt werden.

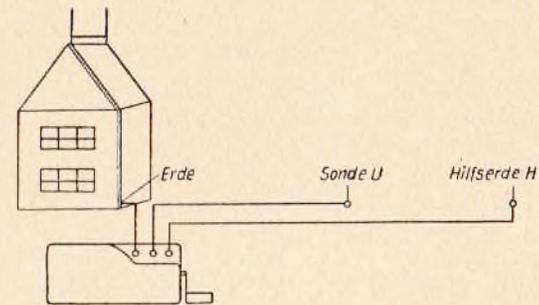


Abb. 48

Die Übergangswiderstände Hilfserder — Erde und Sonde — Erde spielen bei Erdungsmessungen praktisch keine Rolle. Den Übergangswiderstand Sonde — Erde kann man als Teil des Vorwiderstandes R_V auffassen. Die Abstände Erder — Sonde und Sonde — Hilfserder sollen im allgemeinen 20 m betragen. Ferner ist anzustreben, daß Sonde und Hilfserder möglichst in einer Richtung liegen; im übrigen siehe Gebrauchsanleitung.

Die Eichung geschieht wie vorher beschrieben, nur daß man die Verbindung Klemme U — Klemme H fortläßt. Der Meßvorgang ist aus Abb. 49 ersichtlich.

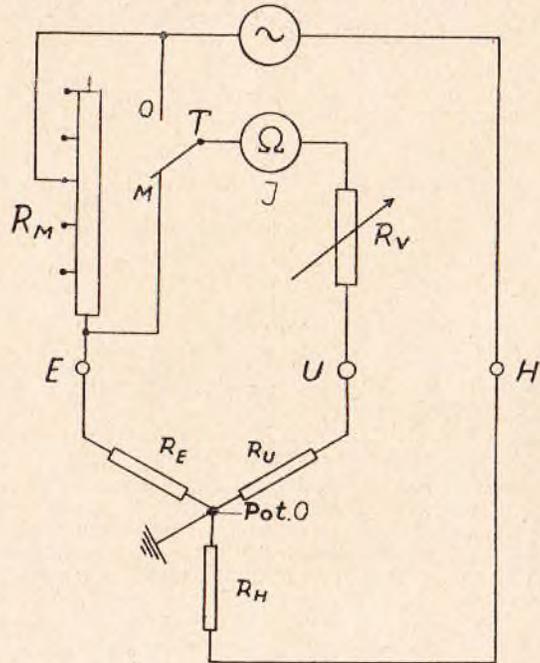


Abb. 49

Er ist ähnlich dem Messen von Ohmschen Widerständen. Die Erde hat bekanntlich das Potential Null (Band Ib, Ziffer 28). Verglichen wird der Spannungsabfall Klemme E — Übergangswiderstand R_E — Potential 0 (Erde) mit dem Spannungsabfall über dem Widerstand im Meßkreis, der aus dem Instrumentenwiderstand, R_v und dem Übergangswiderstand der Sonde, R_U bezeichnet, besteht. Der Übersetzungswiderstand Hilfsleiter — Erde (Poten-

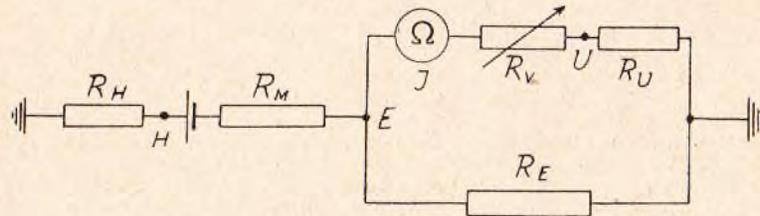


Abb. 50

tial 0), R_H genannt, braucht nicht berücksichtigt zu werden, weil er für beide Stromkreise gemeinsam ist. Das Ersatzschaltbild (Abb. 50) gleicht stark der Abb. 47, so daß Erläuterungen sich erübrigen dürften.

(6) Der „Geohm“-Erdungsmesser der Firma Gossen, Erlangen

Der „Geohm“-Erdungsmesser der Firma Gossen stellt eine Brückenschaltung dar, deren Bedienung gegenüber der Erdungsmeßbrücke wesentlich einfacher ist und bei der die Widerstandswerte unmittelbar abgelesen werden können. Das Äußere des Instrumentes zeigt Abb. 51.

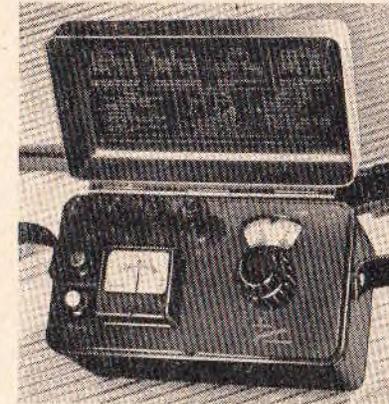


Abb. 51

(Werkfoto: Gossen)

Auf der Grundplatte sind 4 Klemmen E_1 , E_2 , S und HE, links ein dunkler (roter) Knopf „Batterieprüfung“, darunter ein weißer Knopf „Messung“, daneben ein Galvanometer zu erkennen. Auf der Grundplatte rechts befindet sich ein großer Rändelknopf, der den Schleifer eines Vergleichswiderstandes zugleich mit einer drehbaren Skala bedient. Über ihm ist ein kleiner Rändelknopf, der drei verschiedene Meßbereiche, nämlich grün = Meßbereich von 0,02 bis 5 Ohm, schwarz = Meßbereich von 0,2 bis 50 Ohm und rot = Meßbereich von 2 bis 500 Ohm schaltet. Auf der Skala sind die zu den Meßbereichen gehörenden Zahlenwerte in den entsprechenden Farben gekennzeichnet. Innerhalb des Gerätedeckels sind die wichtigsten Meßschaltungen schematisch dargestellt. Ein Kurbelinduktor ist bei diesem Gerät nicht vorhanden; der für die Messungen notwendige Wechselstrom wird durch einen Zerhacker (ein Gerät, das ähnlich einem Summer arbeitet) erzeugt. Zwischen den Klemmen E_1 und E_2 befindet sich ein kleiner Drehknopf, der sogenannte „Kurzschließer“ a, der in Stellung „rechts“ die Klemmen E_1 und E_2 leitend miteinander verbindet. Zwischen den Klemmen S und HE befindet sich ein weiterer Kurzschließer b, der in Stellung „rechts“ die Klemmen S und HE ebenfalls leitend miteinander verbindet.

Mit dem „Geohm“ lassen sich, wie bei dem Erdungsmesser JT III der Firma Metrawatt (Ziffer 5), Ohmsche Fest-Widerstände, Widerstände von Elektrolyten und Erdungswiderstände messen. Die grundsätzliche Schaltung des Gerätes zeigt Abb. 52.

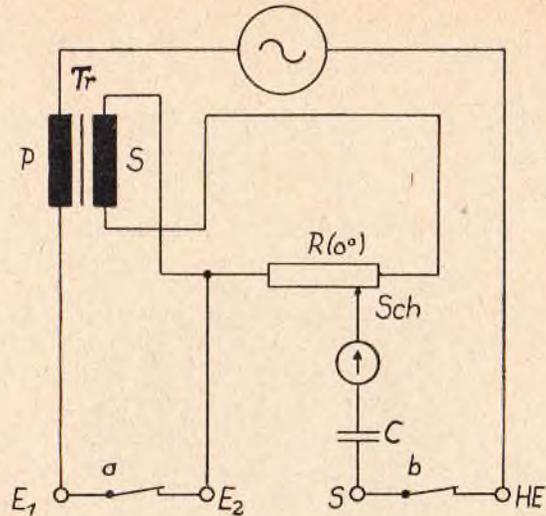


Abb. 52

Wir erkennen den Wechselstromgenerator (Zerhacker), der einerseits mit der Klemme E_1 und andererseits mit der Klemme HE (Hilfserder) verbunden ist, ferner die „Kurzschließer“ a und b sowie die Klemmen E_2 und S (Sonde). Im Sekundärkreis liegt der induktionsfreie Vergleichswiderstand R , der ähnliche Aufgaben hat wie der Vorwiderstand R_v bei dem Erdungsmesser JT III von Metrawatt. Der Schleifer Sch, der im Instrumentstromkreis liegt, arbeitet als Spannungsteiler und wird durch den großen Rändelknopf betätigt. Der Kondensator C hat die gleichen Aufgaben wie im Gerät JT III.

Bedienung des Gerätes

a) Batterieprüfung

Voraussetzung für das Messen richtiger Werte ist die Feststellung, ob die Batterie, die dem Antrieb des Zerhackers dient, noch die erforderliche Mindestspannung hat. Hierzu sind sämtliche Klemmen frei zu machen. Der Kurzschließer „b“ ist durch Linksdrehung zu öffnen und die rote Taste „Batterieprüfung“ zu drücken. Erreicht der Zeiger des Galvanometers mindestens den Skalenendwert, so ist die Batterie **ohne** Belastung in Ordnung. Um die Batterie unter Belastung zu prüfen, sind der rote und der weiße Knopf gleichzeitig zu drücken. Der Zeiger muß mindestens die rote Marke auf der Skala erreichen. Werden die obengenannten Werte nicht erreicht, muß die Batterie ausgewechselt werden.

b) Grundsätzliche Wirkungsweise (Messen von Ohmschen Widerständen)

Die grundsätzliche Wirkungsweise des „Geohm“ geht aus Abb. 53 hervor. Die Bauteile sind aus Übersichtlichkeitsgründen in ihrer Lage z. T. anders gezeichnet als in Abb. 52. An die Klemmen E_2 und S schließen wir einen Ohmschen Widerstand R_x an, dessen Wert wir nicht kennen, von dem wir

aber annehmen, daß er unter 500 Ohm liegt. Die Kurzschließer a und b sind geschlossen. Wir betrachten einen primären Momentanwert i_1 des Wechselstromes, dessen Richtung in Abb. 53 durch Pfeile mit der Bezeichnung i_1 angenommen ist. i_1 fließt nach Drücken der Meßtaste vom Generator

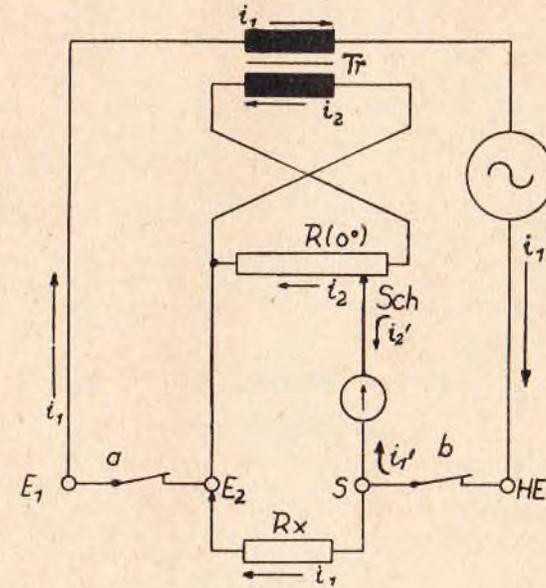


Abb. 53

über Klemme HE, Kurzschließer b, Klemme S, R_x , Klemme E_2 , Kurzschließer a, Klemme E_1 , Primärwicklung des Transformators Tr zum Generator. In der Sekundärwicklung des Transformators, dessen Übersetzungsverhältnis 1:1 beträgt, wird ein Sekundärstrom i_2 induziert, der die gleiche Stärke wie i_1 hat und infolge der Kreuzung der leitenden Verbindungen zum Vergleichswiderstand R durch ihn die gleiche Richtung wie i_1 durch R_x hat. Darüber hinaus wird, je nach Höhe des Potentials, entweder von der Klemme S über das Instrument nach Sch ein Zweigstrom i_2' oder umgekehrt ein Zweigstrom i_2' fließen. Das Galvanometer wird demnach — wie bei der Wheatstoneschen bzw. Schleifdrahtmeßbrücke (Bd. XIV, Ziffer 17) — nach rechts oder nach links von der Nullstellung ausschlagen. Bewegen wir den Schleifer durch Drehen des großen Rändelknopfes, so wird das Galvanometer auf einer ganz bestimmten Stelle keinen Ausschlag zeigen. Es ist dann der Spannungsabfall über R_x gleich dem Spannungsabfall zwischen dem linken Anschluß von R und dem Schieber Sch; zwischen Sch und S herrscht keine Potentialdifferenz. Da der große Rändelknopf die Skala betätigt, können wir jetzt den Wert von R_x unmittelbar in Ohm ablesen.

Zu erwähnen ist noch, daß die 3 Meßbereiche, die das Gerät hat, dadurch geschaltet werden, daß das Übersetzungsverhältnis des Transformators stufenweise regelbar ist, und zwar im Verhältnis 1:1, 10:1 und 1:10.

c) Erdungsmessung

I. Bedienungsanweisung

1. Batterie gem. a) prüfen.
2. Sonde setzen. Hierzu Erdspeße (etwa 30 cm Länge) verwenden. Entfernung zwischen Erder und Sonde etwa 20 m. Wie beim JT III kann der Übergangswiderstand zwischen Sonde und Erde verhältnismäßig hoch sein. **Die Isolation der Leitung zur Sonde muß sehr gut sein**, weil sonst Fehlmessungen auftreten. Sonde an Klemme S anschließen.
3. Hilfserder setzen. Bedingungen wie Sonde. Anschluß an Klemme HE. Entfernung zwischen Erder und Hilfserder etwa 40 m bzw. von Sonde zum Hilfserder 20 m. Erder, Sonde und Hilfserder sollen möglichst auf einer Geraden liegen.
4. Erder an Klemme E₂ legen, Meßbereich (kleiner Rändelknopf) auf Bereich 0—500 Ohm einstellen (rot!).
5. Kurzschließer b durch Linksdrehung öffnen, a durch Rechtsdrehung schließen. Weiße Taste „Messung“ drücken, großen Rändelknopf solange verstellen, bis Zeiger des Galvanometers auf 0 zeigt. Ist das Meßergebnis

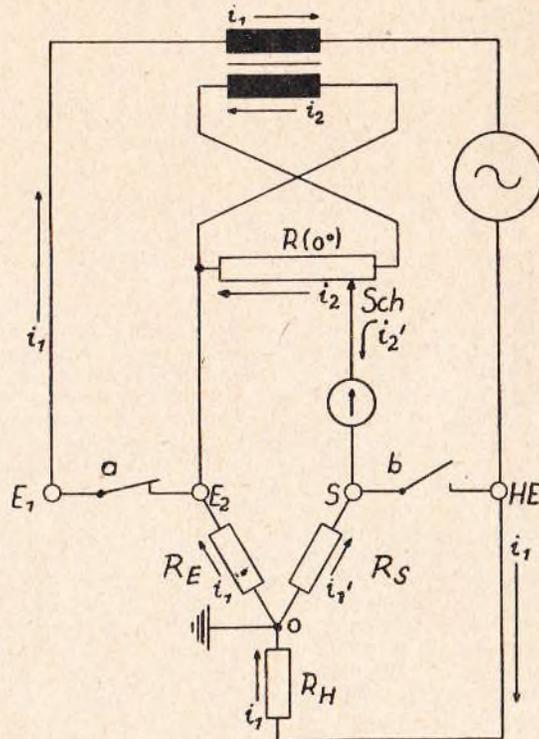


Abb. 54

kleiner als 50Ω , Meßbereichswähler auf den nächst kleineren Meßbereich (schwarz, $0,2-50 \Omega$) stellen. Wie oben verfahren. Liegt der gemessene Widerstandswert unter 5Ω , dann Bereichsschalter auf Stellung „grün“ schalten ($0,02-5 \Omega$). Bei dieser Messung werden die Widerstände der Zuleitung mitgemessen! Daher kurze, dicke Leitungen verwenden. Bei langen Leitungen, deren Widerstand nicht vernachlässigt werden kann, nach Meßanleitung verfahren.

II. Wirkungsweise (Abb. 54)

Wie bei der Besprechung des Erdungsmessers JT III von Metrawatt geschildert, liegen die Übergangswiderstände R_E (Erder — Erde), R_S (Sonde — Erde) und R_H (Hilfserder — Erde) in Sternschaltung an Potential Null.

Wenn der Zeiger des Galvanometers in der Nullage verbleibt, ist der Spannungsabfall über R_E — wie beim Messen von Ohmschen Widerständen — gleich dem Spannungsabfall über einem Teil des Vergleichswiderstandes R . Der Widerstandswert ist dann unter Berücksichtigung des eingerasteten Meßbereiches von der Skala abzulesen.

Anhang

Selbstbau eines Universal-Meßinstrumentes für Strom-, Spannungs- und Widerstandsmessungen

Angeregt von dem Unterricht über Meßtechnik durch den Verfasser, haben Kräfte des Entstörungsdienstes bzw. Schaltwärter, die Vergnügen am Basteln besitzen, aus einfachen Meßwerken durchaus brauchbare Vielfach-Meßinstrumente gebaut. In der Annahme, daß dieses Interesse nicht örtlich begrenzt ist, soll daher der Selbstbau eines solchen Instrumentes gestreift werden. Selbstverständlich stellt das hier beschriebene Instrument nur eine von vielen Möglichkeiten dar, insbesondere in bezug auf die Wahl der Meßbereiche. In unserem Beispiel ist angenommen, daß ein Meßwerk mit einer Empfindlichkeit von $\frac{1000 \Omega}{V}$ vorhanden ist und daß das Meßwerk für Spannungsmessungen zwischen 0 und 3 V, 0 und 30 V, 0 und 60 V, 0 und 300 V sowie zwischen 0 und 600 V verwendet werden soll. Als Strommesser soll das Instrument die Meßbereiche 0 bis 0,003 A, 0 bis 0,03 A, 0 bis 0,1 A, 0 bis 1 A und 0 bis 3 A haben. Als Widerstandsmesser soll der Zeigerausschlag „Mitte“ bei 1500 Ohm liegen. Wir haben demnach 5 Vorwiderstände (R_V 1 bis R_V 5) für Spannungsmessungen, 5 Nebenwiderstände (R_N 1 bis R_N 5) für Strommessungen, eine Meßbatterie MB von 1,5 V Spannung (Stabbatterie), die in Verbindung mit einem Vorwiderstand R_M von 1500 Ohm zum Messen von Widerständen mittlerer Größenordnung dient. Die Schaltungsanordnung zeigt Abb. 55.

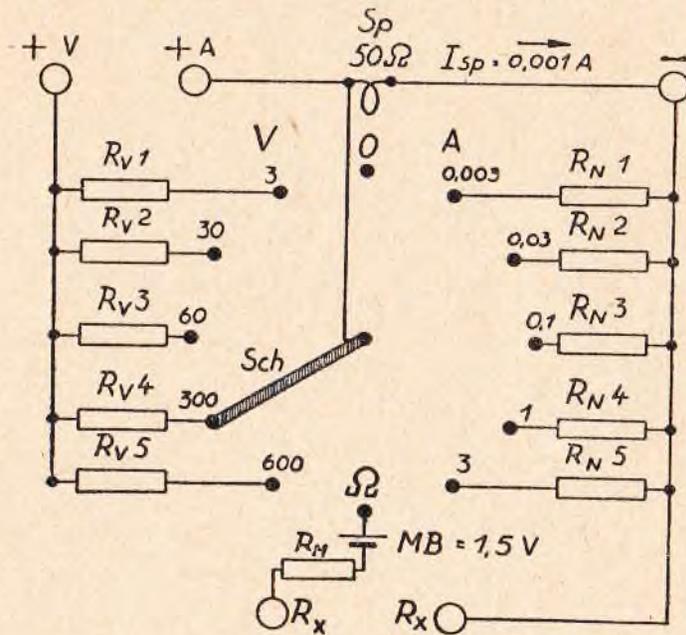


Abb. 55

Als Schalter benötigen wir in diesem Beispiel einen 12poligen Schalter, wie wir ihn für wenige Pfennige in jedem Rundfunkgeschäft erhalten können. Die Größe der Grundplatte richtet sich in erster Linie nach der Größe des Instrumentes. Für verhältnismäßig genaue Messungen ist ein Instrument mit hoher Empfindlichkeit und langem Zeiger einem Instrument mit geringerer Empfindlichkeit und kürzerem Zeiger vorzuziehen. Da die Zeichnung Abb. 55 für sich selbst spricht, soll hier lediglich als Wiederholung die Errechnung der Werte der Vor- und Nebenwiderstände gebracht werden.

Wir haben eine Empfindlichkeit des Meßwerkes von $\frac{1000 \Omega}{V}$ angenommen.

Der Spulenstrom I_{sp} beträgt demnach $\frac{1}{1000} = 0,001 \text{ A} = 1 \text{ mA}$ (vgl. Bd. XIV, Ziffer 12).

Die Werte der Vorwiderstände R_V 1 bis 5 sind leicht zu ermitteln, indem man gemäß Bd. XIV, Ziffer 13 den Höchstwert des Meßbereiches mit dem Widerstand je Volt Spannung multipliziert. R_V 1 beträgt $3 \times 1000 = 3000 \text{ Ohm}$, R_V 2 = $30 \times 1000 = 30000 \text{ Ohm}$, R_V 3 = $60 \times 1000 = 60000 \text{ Ohm}$, R_V 4 = $300 \times 1000 = 300000 \text{ Ohm}$ und R_V 5 = $600 \times 1000 = 600000 \text{ Ohm}$. Man nimmt zweckmäßigerweise Rundfunkwiderstände (1 W Belastung), die im allgemeinen genau genug sind. Es empfiehlt sich ein Nachmessen mit einem guten Widerstandsmesser, um zu große Unterschiede zwischen den Soll- und Istwerten ausgleichen zu können.

Die Nebenwiderstände R_N 1 bis 5 ermitteln wir gemäß Bd. XIV, Ziffer 14, zu:

$$\left(R_N = \frac{I_{sp} \times R_{sp}}{I_N} \right).$$

Es ergibt sich für:

$$R_N 1 (0 \text{ bis } 0,003 \text{ A}) = \frac{0,001 \times 50}{0,002} = 25 \text{ Ohm},$$

$$R_N 2 (0 \text{ bis } 0,03 \text{ A}) = \frac{0,001 \times 50}{0,029} = 1,72 \text{ Ohm},$$

$$R_N 3 (0 \text{ bis } 0,1 \text{ A}) = \frac{0,001 \times 50}{0,099} = 0,5 \text{ Ohm},$$

$$R_N 4 (0 \text{ bis } 1 \text{ A}) = \frac{0,001 \times 50}{0,999} = 0,05 \text{ Ohm},$$

$$R_N 5 (0 \text{ bis } 3 \text{ A}) = \frac{0,001 \times 50}{2,999} = 0,017 \text{ Ohm}.$$

Während es bei den Vorwiderständen nicht auf übergroße Genauigkeit anzukommen braucht, müssen die Nebenwiderstände recht genau sein (Drahtwiderstände, die in ihren Querschnitten entsprechend der auftretenden Belastung bemessen sein müssen). Bei den hohen Stromwerten (0 bis 1 und 0 bis 3 A) besteht der Nebenwiderstand aus einem kurzen Drahtstück, das entsprechend zurechtgefeilt werden muß. Alle Nebenwiderstände sind mit einem guten Widerstandsmesser (Meßbrücke) auf den richtigen Wert hin durchzumessen.

In Stellung „ Ω “ legen wir die Meßbatterie mit ihrem Pluspol an Plus der Spule des Meßwerkes. Minus der Batterie wird über den Meßwiderstand R_M von 1500 Ohm an eine der beiden R_x -Klemmen gelegt. Die zweite R_x -Klemme ist mit der Minusklemme des Instrumentes zu verbinden.

Die Eichung der Skala geschieht entweder nach Bd. XIV, Ziffer 15 und 16 A oder nach Teilstrichen, wobei der Eichung nach Teilstrichen wegen der vielen Meßbereiche der Vorzug zu geben ist.

