

**RLC-Universal-Meßbrücke**  
**Typ 221-3**

Geräte-Nr.

Gerätebeschreibung  
und Reparaturanleitung



**MESSELEKTRONIK »OTTO SCHÖN« DRESDEN**

## Inhaltsverzeichnis

### Gerätebeschreibung

1. Anwendungsgebiet .....	7
2. Technische Kennwerte .....	8
3. Aufbau und Wirkungsweise .....	10
4. Bedienungsanweisung .....	12
5. Meßbeispiele .....	13
5.1. Messung von Widerständen .....	13
5.2. Messung von Induktivitäten von 100 mH bis 1000 H .....	14
5.3. Messung von Induktivitäten von 10 $\mu$ H bis 100 mH .....	15
5.4. Messung von Kapazitäten von 1 pF bis 1000 $\mu$ F .....	16
5.5. Bestimmung des Scheinwiderstandes .....	17
5.6. Offene Brücke .....	19
5.7. „Prozent“-Anzeige .....	20
5.8. Isolationsmessung von 10 bis 10 000 M $\Omega$ .....	21
5.9. Gerät als Tonfrequenzerzeuger .....	22
Bedienungsplan .....	23

### Reparaturanleitung (nur für Service-Werkstätten)

6. Montageanleitung .....	24
7. Service-Prüfvorschrift .....	24
8. Lagepläne .....	27
9. Schalteilliste .....	33
Stromlaufplan .....	siehe Anhang



**RLC-Universal-Meßbrücke Typ 221-3**

## 1. Anwendungsgebiet

Die RCL-Meßbrücke dient zur Messung von Widerständen, Induktivitäten und Kapazitäten. Weiterhin können dem Gerät für Messungen im Tonfrequenzgebiet die Frequenzen 800 Hz und 5000 Hz entnommen werden. Die RLC-Universal-Meßbrücke zeichnet sich durch eine außerordentlich vielseitige Verwendbarkeit aus und stellt auf Grund ihres großen Anwendungsbereiches das gegebene Meßgerät für Prüffelder, Laboratorien und für den Service dar.

Das Gerät arbeitet in allen Meßstellungen bis auf die Bestimmung des Isolationswiderstandes nach dem Brückenverfahren. Die Messung des Isolationswiderstandes erfolgt in einer Kompensationschaltung.

Widerstände können mit Gleich- oder Wechselspannung gemessen werden. Die Messung von Kapazitäten und Induktivitäten erfolgt mit Wechselspannung. Alle zum Betrieb der RLC-Universal-Meßbrücke erforderlichen Spannungen werden im Gerät selbst erzeugt.

Das Gerät ist zum Anschluß an das Wechselstromnetz bestimmt und für den Spannungswert 220 V ausgelegt.

## 2. Technische Kennwerte

### 2.1. Meßmöglichkeiten:

#### a) R-Messungen

mit Wechselspannung 50 Hz

Widerstandsmessungen

0,1  $\Omega$  ... 10 M $\Omega$

mit Gleichspannung

1,0  $\Omega$  ... 100 k $\Omega$

#### b) L-Messungen

Induktivitätsmessungen

mit Wechselspannung 50 Hz

100 mH ... 1000 H

#### c) L-Messungen

Induktivitätsmessungen

mit Wechselspannung 5000 Hz

10  $\mu$ H ... 100 mH

#### d) C-Messungen

Kapazitätsmessungen

mit Wechselspannung 50 Hz

1 pF ... 1000  $\mu$ F

#### e) X-Messungen

Scheinwiderstandsmessungen (induktiv)

mit Wechselspannung 800 Hz,

zwischen 1° und 30° (induktiv)

0,1  $\Omega$  ... 10 M $\Omega$

#### f) Offene Brücke

Vergleichsmessungen mit Normal bei

Gleichspannung für Widerstände

bei Wechselspannung 800 Hz

und Kapazitäten über 1000 pF

und Induktivitäten über 10 mH

10  $\Omega$  ... 1 M $\Omega$

1  $\Omega$  ... 1 M $\Omega$

x = 0,1 ... 1,1 · N

x = 0,1 ... 1,1 · N

#### g) %o-Messungen

Prozentmessungen mit Gleichspannung

und Wechselspannung 800 Hz für

Kapazitäten über 1000 pF, Induktivitäten

über 10 mH und Widerständen

über 100  $\Omega$  ... 1 M $\Omega$

x = N  $\pm$  20 %

#### h) Isolationsmessungen

Isolationsmessungen mit Gleichspannung

zum Prüfen von Isolationswiderständen

10 M $\Omega$  ... 10 000 M $\Omega$

## 2.2. Meßungenauigkeit

Messung a)···d) und f)

$< \pm 3 \%$ ; zwischen 1 und 2  
der Abgleichskale:

$< \pm 3 \%$   $\pm 0,25$  Skalenteile

Messung e)

$< \pm 3 \%$   $\pm 2$  Skalenteile

Messung g)

$< \pm 1$  Skalenteil

Messung h)

$< \pm 10 \%$   $\pm 10$  Skalenteile

## 2.3. Brückenspannungen (bei nicht angeschlossenem Meßobjekt):

Gleichspannung

10 V

Wechselspannung 50 Hz

1,1 V

Wechselspannung 800 Hz

1,5 V

Wechselspannung 5000 Hz

1,6 V

## 2.4. Skalenteilung:

annähernd linear

## 2.5. Stromversorgung:

Netzspannung

220 V  $\pm 10 \%$

Netzfrequenz

45···60 Hz

Leistungsaufnahme

etwa 25 VA

Sicherung

T 160 TGL 0-41571

## 2.6. Röhrenbestückung:

2 x EF 86,1 x ECL 82

## 2.7. Abmessungen in mm

255 x 190 x 250

## 2.8. Masse:

etwa 6,5 kg

### 3. Aufbau und Wirkungsweise

- Die gesamte Meßeinrichtung besteht aus einer Brückenordnung, dem Generator, dem Indikator und dem Netzteil.

Der Indikator dient beim Abgleich zur Anzeige des Brückenminimums. Er besteht aus einem Anzeigeelement und einem hochempfindlichen Niederfrequenzverstärker, der Frequenzen zwischen 50 Hz ··· 10 000 Hz verstärkt. Es können aber z. B. Widerstandsmessungen auch mit Gleichstrom vorgenommen werden, der mittels eines Wechselrichters zur Anzeigeverstärkung in Wechselstrom umgeformt wird.

Alle zum Betrieb der Meßeinrichtungen erforderlichen Spannungen werden im Gerät selbst erzeugt. Bei der Wahl der Meßart wird vom zugehörigen Schalter die jeweils erforderliche Spannung an die Brückenordnung gelegt.

Der Messung liegt das Brückenverfahren zugrunde, das gegenüber anderen Methoden einige Vorteile aufweist:

Die Meßwertanzeige ist von Schwankungen der Betriebsspannung weitgehend unabhängig.

Der Meßwert ist nach dem Minimumabgleich von einer Skale unter Berücksichtigung des eingestellten Meßbereiches direkt ablesbar.

Die Meßgenauigkeit einer Meßbrückenordnung ist groß und hängt von der Genauigkeit der in den Brückenweigen liegenden Schaltelemente ab. Der Minimumabgleich ist sehr genau durchführbar.

Bei einer abgeglichenen Brücke besteht zwischen den Punkten A und B kein Spannungsunterschied, d. h. das in der Brückendiagonale liegende Anzeigeelement wird nicht vom Strom durchflossen.

Für diesen Fall gilt die Beziehung:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

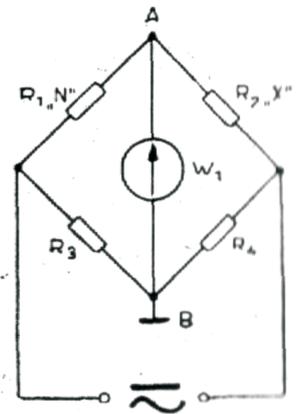


Bild 1

Ist z. B.  $R_2$  der unbekannte Widerstand „X“, dann kann dieser nach der Gleichung

$$R_2 = \frac{R_4}{R_3} R_1$$

berechnet werden, wenn die Größe der übrigen Widerstände bekannt ist. Soll mit einer solchen Brückenordnung ein unbekannter Widerstand gemessen werden, führt man  $R_3$  oder  $R_4$  als geeichtes Potentiometer aus, mit dem

man die Brücke auf Minimum abgleichen kann. Ist die Eichung dieses Potentiometers so durchgeführt worden, daß das Verhältnis

$$\frac{R_4}{R_3}$$

angezeigt wird, braucht man zur Ermittlung des unbekanntes Meßwertes die Anzeige nur mit der Größe des Widerstandes  $R_1$  zu multiplizieren. Als solcher ist ein eng tolerierter „Normalwiderstand“ eingebaut. Bei Kapazitätsmessungen tritt an Stelle des Normalwiderstandes ein Normalkondensator. Der Bereichswechsel erfolgt durch Umschalten der Normale. **Widerstände** können mit Gleichspannung oder mit Wechselspannung einer Frequenz von 50 Hz gemessen werden, während die Messung von Kapazitäten und Induktivitäten mit Wechselspannung von 50 Hz, 800 Hz bzw. 5 kHz erfolgt.

Bei der **Induktivitätsmessung** ist das Meßgerät als Maxwell-Brücke geschaltet wobei  $R_3$  durch einen Normalkondensator  $C_N$  ersetzt wird. Theoretisch ist für ideale Induktivitäten Brückengleichgewicht vorhanden, wenn die Bedingung

$$\omega L_x : R_1 = R_4 : \frac{1}{\omega C_N}$$

erfüllt wird.

Umgeformt lautet diese Gleichung:

$$\frac{L_x}{R_1} = R_4 \cdot C_N$$

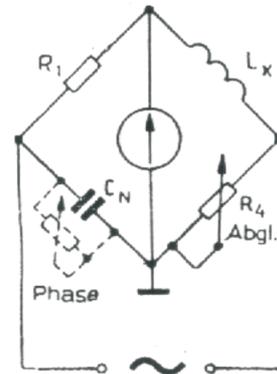


Bild 2

Bei Minimumabgleich muß der ohmsche Verlustwiderstand der Spule, der sich aus dem Wicklungswiderstand und den Eisenverlusten zusammensetzt, kompensiert werden, was durch einen zu  $C_N$  parallelliegenden Regelwiderstand erreicht wird. Dieser bildet den Verlustwiderstand des Meßobjektes nach und ist mit „Phase“ bezeichnet (W 11/12).

Die Messung von **Kapazitäten** erfolgt ebenfalls nach der Brückenmethode. Die Schaltglieder der Brücke sind nach nebenstehender Abbildung angeordnet.

Der Abgleich erfolgt wieder auf Minimum. Auch hier muß ein Phasenabgleich durchgeführt werden, um den Verlustwinkel des Kondensators nachzubilden. Zu diesem Zweck ist parallel zu  $C_N$  ein Regelwiderstand geschaltet.

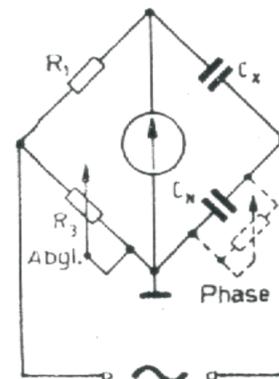


Bild 3

Die Messung von **Isolationswiderständen** wird nicht nach der Brückenmethode, sondern nach einer Kompensationsmethode durchgeführt.

## 4. Bedienungsanweisung

### 4.1. Einschalten des Gerätes

Das Gerät ist über eine Netzanschlußschnur mit Schutzleiter (Schuko) an das 220-V-Wechselstromnetz anzuschließen. Im Bedarfsfall kann über die auf der Rückseite des Gerätes befindliche Buchse eine zusätzliche Erdverbindung hergestellt werden. Durch Rechtsdrehung des Meßartenschalters Sch 1/3 wird das Gerät eingeschaltet.

### 4.2. Der Meßvorgang für die einzelnen Meßarten ist in den Abschnitten 5.1. bis 5.8. beschrieben.

Allgemein ist bei der Messung folgendes zu beachten:

- a) Das Meßobjekt soll mit **möglichst kurzen Leitungen** an die Klemmen „X“ angeschlossen werden.
  - b) Beim Messen sehr kleiner Widerstandswerte ist auf eine besonders gute Verbindung an den Anschlußklemmen zu achten, da Übergangswiderstände das Meßergebnis verfälschen.
  - c) Ist die Größenordnung, in welcher der Meßwert liegt, unbekannt, so wird der Abgleichregler W 27 in Mittelstellung gebracht und bei verringerter Empfindlichkeit (Drehregler W 37 nahe am linken Anschlag) der Schalter 2 „Bereichsfaktor“ so lange durchgeschaltet, bis der Zeiger des Instrumentes sich dem linken Anschlag nähert. Anschließend wird bei gleichzeitiger Steigerung der Empfindlichkeit mit Regler W 27 auf genaues Minimum abgeglichen. Es wird empfohlen, **jeden Meßvorgang bei geringerer Empfindlichkeit zu beginnen**, da sonst das Minimum leicht übersehen werden kann.
- 4.3. Sollen Messungen an **abgeschirmten** Widerständen, Spulen oder Kondensatoren durchgeführt werden, so muß bei Anschluß an „X“ die Abschirmung an die **linke** mit 1 bezeichnete „X“-Klemme bzw. bei Anschluß an „N“ an die linke mit 1 bezeichnete „N“-Klemme angeschlossen werden, damit keine Fehlmessung zustande kommt. Die Abschirmung darf jedoch nicht geerdet werden.
- 4.4. Bei der Messung von **Induktivitäten**, z. B. von Spulen und Übertragern sowie bei Messungen größerer Kondensatoren und Elektrolyt-Kondensatoren und bei Ermittlung von Anpassungswiderständen ist der **Phasenregler W 11/12 ebenfalls zur Messung mit zu benutzen**. Der Brückenabgleich erfolgt durch **mehrmalige wechselweise** Minimum-Nachstellung von Abgleich“ und „Phase“.
- Steht nach dem Abgleich der Regler „Phase“ in der Nähe des **„linken“** Anschlages, dann handelt es sich um ein verlustarmes Meßobjekt. Steht der Regler jedoch in der Nähe des **„rechten“** Anschlages, dann ist ein stark verlustbehaftetes Meßobjekt angeschlossen.
- 4.5. Bei der Messung kann durch **Oberwellen der Meßspannung** oder durch Oberwellen, die vom Meßobjekt gebildet werden, eine Restspannung stehenbleiben. In diesem Falle darf die **Empfindlichkeit nicht zu weit erhöht** werden, da sonst eine eindeutige Einstellung des Minimums nicht möglich ist.

## 5. Meßbeispiele

### 5.1. Messung von Widerständen

Zur Messung ohmscher Widerstände werden die Schalter der Meßbrücke in folgende Schaltstellungen gebracht:

1. Schalter Sch 1/3 „Meßart“ in Stellung „R 50 Hz“ (Messung mit Wechselstrom 50 Hz von  $0,1 \Omega \dots 10 \text{ M}\Omega$ ).
2. Schalter Sch 2 „Bereichsfaktor“ auf entsprechenden Bereich (schwarze Bezeichnungen) stellen (s. auch Abschnitt 4.2. c).

Bereichsfaktor	$R_x$ im Bereich
0,1 $\Omega$	0,1 $\Omega \dots 1 \Omega$
1 $\Omega$	1 $\Omega \dots 10 \Omega$
10 $\Omega$	10 $\Omega \dots 100 \Omega$
100 $\Omega$	100 $\Omega \dots 1000 \Omega$
1 k $\Omega$	1 k $\Omega \dots 10 \text{ k}\Omega$
10 k $\Omega$	10 k $\Omega \dots 100 \text{ k}\Omega$
100 k $\Omega$	100 k $\Omega \dots 1 \text{ M}\Omega$
1 M $\Omega$	1 M $\Omega \dots 10 \text{ M}\Omega$

3. Das Meßobjekt zwischen die Klemmen „X“ schalten.
4. Durch Abgleich mit Regler W 27 am Instrument genaues Minimum einstellen. Zur Anzeige eines eindeutigen Minimums ist der Regler W 37 „Empfindlichkeit“ mit zu benutzen.

Die Ablesung des Widerstandswertes ist im folgenden Beispiel erläutert:

Beispiel 1: Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 3,2  
 Bereichsfaktor = 100  $\Omega$   
 dann beträgt der Wert von  $R_x$  =

$$3,2 \cdot 100 \Omega = 320 \Omega$$

**Ohmsche Wicklungswiderstände** von Transformatoren, Übertragern, Drosseln usw. werden in Stellung „R-“ des Schalters Sch 1/3 „Meßart“ gemessen (Messung mit Gleichstrom von  $1 \Omega \dots 100 \text{ k}\Omega$ ).

Bei der Messung von **Widerständen mit großen kapazitiven Komponenten** wird zwischen linke Buchse „N<sub>1</sub>“ und rechte Buchse „X<sub>2</sub>“ zur Kompensierung des Phasenwinkels ein veränderlicher Normalkondensator geschaltet, der zur Einstellung eines eindeutigen Minimums mit benutzt werden muß.

Als Hinweis soll dienen, daß der Normalkondensator so gewählt werden muß, daß sein Kapazitätswert je nach Stellung des Reglers W 27 etwa  $0,1 \dots 1$ mal so groß ist, wie die kapazitive Komponente des zu messenden Widerstandes.

Zur Errechnung des Phasenwinkels kann folgende Formel verwendet werden:

$$\tan \varphi_x = 2\pi f \cdot C \cdot \text{Bereichsfaktor} \cdot 10^{-11}$$

worin die Meßfrequenz  $f$  in (Hz), die Zusatzkapazität  $C$  in (pF) und der Bereichsfaktor in ( $\Omega$ ) eingesetzt wird.

Bei der Messung **hochohmiger Widerstände mit großer räumlicher Ausdehnung** ist die Anbringung eines geerdeten Schirmes um dieselben vorteilhaft, damit das Brückenminimum durch eingeströmte Störspannungen nicht verflacht oder verfälscht wird.

**Widerstände über 10 M $\Omega$**  (Isolationswerte) werden in Stellung „Isol“ gemessen.

### 5.2. Messung von Induktivitäten von 100 mH...1000 H

Die Messungen von Induktivitäten in obigem Bereich werden mit einer Frequenz von 50 Hz durchgeführt. Die Schalter der Meßbrücke stehen dabei in folgenden Schaltstellungen:

1. Schalter Sch 1/3 „Meßart“ in Stellung „L 50 Hz“.
2. Schalter Sch 2 „Bereichsfaktor“ auf entsprechenden Bereich (rote Bezeichnungen) stellen (siehe auch Abschnitt 4.2. c).

Bereichsfaktor	L <sub>x</sub> im Bereich
100 mH	100 mH... 1 H
1 H	1 H... 10 H
10 H	10 H... 100 H
100 H	100 H...1000 H

3. Das Meßobjekt zwischen die Klemmen „X“ schalten. Bei abgeschirmten Meßobjekten ist Abschnitt 4.3. zu beachten.

Meßobjekte mit großen Induktivitätswerten, die nicht streuarm aufgebaut sind, werden am zweckmäßigsten mit langen verdrehten Verbindungsleitungen an die Klemmen „X“ angeschlossen oder in Abschirmgehäuse gesetzt, wenn der Einfluß derselben auf den Induktivitätswert vernachlässigt werden kann. Diese Maßnahmen sollen verhindern, daß Einstreuungen von vagabundierenden Magnetfeldern, die auch vom Netztrafo des Gerätes herrühren können, in dem Meßobjekt eine Spannung induzieren, die dann zu einer Trübung oder Verfälschung des Minimums führen.

In Zweifelsfällen kann zur Kontrolle des Brückenminimums zwischen die Klemme „X<sub>2</sub>“ und der Erdbuchse ein Elektronenstrahloszillograf mit hochohmigem Eingang und einem Ablenkfaktor von etwa 10 mV/cm angeschlossen werden.

4. Durch Abgleich mit Regler W 27 am Instrument genaues Minimum einstellen.

Zur Anzeige eines eindeutigen Minimums ist der Regler W 37 „Empfindlichkeit“ und der Phasenregler W 11/12 mit zu benutzen, wobei durch mehrmaliges abwechselndes Bedienen von W 27 und W 11/12 ein

optimales Minimum eingestellt wird unter gleichzeitigem Nachregeln der Empfindlichkeit mittels W 37.

Ist die Phaseinstellung mit dem eingebauten Regler W 11/12 zu grob, d. h. läßt sich nur mit Schwierigkeit ein Minimum am Gerät erzielen, dann kann zwischen Hü 5/6 von außen ein geeigneter Regler zur Feineinstellung der Phase angeschlossen werden.

Beispiel 2: Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 6,4  
 Bereichsfaktor = 100 mH  
 dann beträgt der Wert von „L<sub>x</sub>“ =

$$6,4 \cdot 100 \text{ mH} = 640 \text{ mH}$$

Die Spannung am Meßobjekt beträgt:

$$U_L \approx \frac{\text{Abl. an W 27}}{28} \text{ (V)}$$

### 5.3. Messung von Induktivitäten von 10 $\mu\text{H}$ ... 100 mH

Die Messungen von Induktivitäten in obigem Bereich werden mit einer Frequenz von 5 kHz durchgeführt.

Die Schalter der Meßbrücke stehen dabei in folgenden Schaltstellungen:

1. Schalter Sch 1/3 „Meßart“ in Stellung „L 5 kHz“.
2. Schalter Sch 2 „Bereichsfaktor“ auf entsprechenden Bereich (braune Bezeichnungen) stellen (siehe auch Abschnitt 4.2. c).

Bereichsfaktor	L <sub>x</sub> im Bereich
10 $\mu\text{H}$	10 $\mu\text{H}$ ... 100 $\mu\text{H}$
100 $\mu\text{H}$	100 $\mu\text{H}$ ... 1 mH
1 mH	1 mH ... 10 mH
10 mH	10 mH ... 100 mH

3. Das Meßobjekt zwischen die Klemmen „X“ schalten. Bei abgeschirmten Meßobjekten ist Abschnitt 4.3. zu beachten.
4. Der Abgleich erfolgt wie im Abschnitt 5.2., Absatz 4, beschrieben.

Beispiel 3: Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 7,5  
 Bereichsfaktor = 10 mH  
 dann beträgt der Wert „L<sub>x</sub>“ =

$$7,5 \cdot 10 \text{ mH} = 75 \text{ mH}$$

Die am Meßobjekt liegende Wechselspannung U<sub>x</sub> (bei 5 kHz) läßt sich für den jeweiligen Meßbereich mit ausreichender Genauigkeit aus dem Diagramm Bild 4 entnehmen.

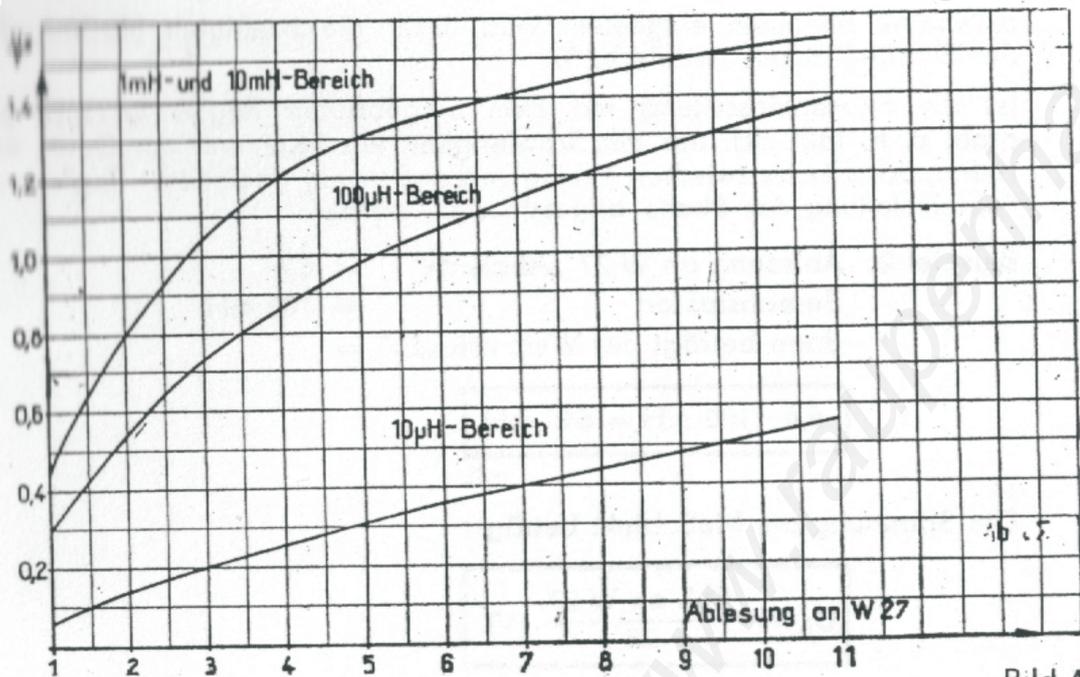


Bild 4

Soll die Meßobjektspannung  $U_x$  jedoch mit größerer Genauigkeit bestimmt werden, dann ist zuerst mit einem erdfreien Wechselspannungsmesser (z. B. Vielfachmesser für 5 kHz) die Brückenspeisespannung  $U_{Br}$  zwischen den Klemmen „N<sub>1</sub>“ und „X<sub>1</sub>“ bei angeschlossenem Meßobjekt zu messen. Mit diesem Wert läßt sich die Meßobjektspannung  $U_x$  nach folgender Gleichung berechnen:

$$U_x = U_{Br} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{3,2^2}{\text{Ablösung an W 27}}}}$$

Steht ein hochohmiges NF-Röhrenvoltmeter zur Verfügung, dann kann man die Meßobjektspannung  $U_x$  direkt zwischen der Erdbuchse (Hü 6) und der Klemme „X<sub>1</sub>“ messen.

#### 5.4. Messung von Kapazitäten von 1 pF ... 1000 µF

Die Messung von Kapazitäten im obigen Bereich wird mit einer Frequenz von 50 Hz durchgeführt.

Die Schalter der Meßbrücke stehen dabei in folgenden Schaltstellungen:

1. Schalter 1/3 „Meßart“ in Stellung „C 50 Hz“.
2. Schalter 2 „Bereichsfaktor“ auf entsprechenden Bereich (blaue Bezeichnungen) stellen (siehe auch Abschnitt 4.2. c).

Bereichsfaktor	C <sub>x</sub> im Bereich
10 pF	1 pF ... 100 pF *)
100 pF	100 pF ... 1000 pF
1 nF	1 nF ... 10 nF
10 nF	10 nF ... 100 nF
100 nF	0,1 µF ... 1 µF
1 µF	1 µF ... 10 µF
10 µF	10 µF ... 100 µF
100 µF	100 µF ... 1000 µF

\*) Im Bereich 1 ... 100 pF können Fehler durch Unsymmetrie des Netzes und durch Fremdfelder von außen auftreten.

3. Das Meßobjekt zwischen die Klemmen „X“ schalten.  
Bei abgeschirmten Meßobjekten ist Abschnitt 4.3. zu beachten.
4. Durch Abgleich mit Regler W 27 am Instrument genaues Minimum einstellen.

Zur Anzeige eines eindeutigen Minimums ist der Phasenregler W 11/12 mit zu benutzen (Kompensation des Verlustwiderstandes).

Beispiel 4: Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 11  
 Bereichsfaktor = 1 nF  
 dann beträgt der Wert von  $C_x$  =

$$11 \cdot 1 \text{ nF} = 11 \text{ nF}$$

Bei Kondensatoren, deren Kapazität kleiner als 1000 pF ist, soll unter das Gerät und unter das Meßobjekt eine Metallplatte gelegt und diese mit der Erdbuchse des Gerätes verbunden werden, um das Meßobjekt elektrisch nicht zu beeinflussen. Hierbei ist zu beachten, daß beim Anschluß von Normalkondensatoren und von geschirmten Kondensatoren diese Metallplatte isoliert werden muß, damit dieselbe nicht mit der Abschirmung der Kondensatoren in Berührung kommt.

Bei Messungen von kleinen Kapazitätswerten bis herab zu 1 pF bzw. bei Forderungen nach Einhaltung größter Genauigkeit muß folgendes beachtet werden:

Vor Anschluß des Meßobjektes wird der Abgleichregler W 27 auf genau „1“ eingestellt. Danach wird mit dem Korrekturtrimmer C 16 die Brücke auf Minimum abgeglichen und damit die Eingangs- und Streukapazitäten der Brückenordnung auf 10 pF gebracht (möglichst eisenfreien Abgleichstift verwenden).

Nach Anschluß des Meßobjektes sind demzufolge 10 pF vom Meßergebnis abzuziehen!

Beispiel 5: Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 1,6  
 Bereichsfaktor = 10 pF  
 dann beträgt der Wert von  $C_x$  =

$$1,6 \cdot 10 \text{ pF} = 16 \text{ pF} - 10 \text{ pF} = 6 \text{ pF}$$

Beispiel 6: Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 6,3  
 Bereichsfaktor = 100 pF  
 dann beträgt der Wert von  $C_x$  =

$$6,3 \cdot 100 \text{ pF} = 630 \text{ pF} - 10 \text{ pF} = 620 \text{ pF}$$

### 5.5. Bestimmung des Scheinwiderstandes

von Spulen, Übertragern, Lautsprechersystemen und dgl. im Bereich von 0,1  $\Omega$  bis 10 M $\Omega$ .

Bei Widerständen mit einer induktiven Komponente kann der Scheinwiderstand durch Messung des Wirkwiderstandes (reeller Anteil  $R_a$ ) bestimmt werden. Der durch Gleichsetzen des Scheinwiderstandes mit dem Wirkwiderstand entstehende Meßfehler ist von der Größe des Phasenwinkels abhängig und beträgt bei

$$\varphi = 30^\circ \text{ etwa } -12\%$$

Bei Widerständen mit einer größeren induktiven Komponente wird der Scheinwiderstand durch Multiplikation von  $R_a$  mit einem Korrekturfaktor bestimmt (siehe Kurve), der von der Stellung des Phasenreglers W 11/12 abhängig ist.

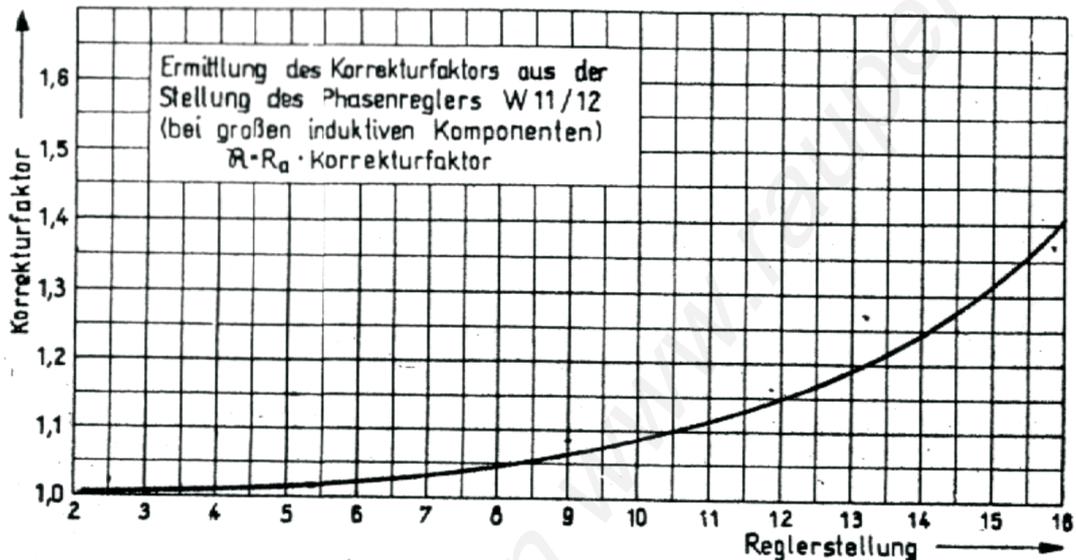
In diesem Falle also:

$$\bar{X} = R_a \cdot \text{Korrekturfaktor}$$

(Die Messung von  $R_a$  wird anschließend beschrieben.)

Rechnerisch wird der Scheinwiderstand ausgedrückt durch:

$$\bar{X} = \sqrt{R_a^2 + (\omega L)^2}$$



Zur Bestimmung des Scheinwiderstandes werden die Schalter der Meßbereiche in folgende Schaltstellungen gebracht:

1. Schalter Sch 1/3 „Meßart“ in Stellung „ $\bar{X}$  800 Hz“.
2. Schalter Sch 2 „Bereichsfaktor“ auf entsprechenden Bereich stellen (siehe auch Abschnitt 4.2.).
3. Das Meßobjekt zwischen die Klemmen „X“ schalten.
4. Durch Abgleich mit W 27 am Instrument genaues Minimum einstellen.

Zur Anzeige eines eindeutigen Minimums ist der Regler W 37 „Empfindlichkeit“ und der Phasenregler W 11/12 mit zu benutzen, wobei durch mehrmaliges abwechselndes Bedienen von W 27 und W 11/12 ein optimales Minimum eingestellt wird unter gleichzeitigem Nachregeln des Empfindlichkeitsreglers W 37.

Mit steigendem Phasenwinkel des Meßobjektes ist der Phasenregler W 11/12 nach rechts zu drehen. Steht der Phasenregler auf Skalenteil 1, dann hat das Meßobjekt einen Phasenwinkel von etwa  $1^\circ$ , bei Skalenteil 15 dagegen etwa  $30^\circ$ .

Beispiel 7: (Meßfrequenz: 800 Hz)

Ablesung von W 27 „Abgleich“ = 9,5  
 Bereichsfaktor = 10 k $\Omega$   
 dann beträgt der Wert von  $R_a$  =

$$9,5 \cdot 10 \text{ k}\Omega = 95 \text{ k}\Omega$$

Der Verlustwiderstand dieser Spulen kann durch Messung des Gleichstromwiderstandes und des Wechselstromwiderstandes nach folgender Beziehung bestimmt werden:

$$R_v = R_a - R_g$$

Dabei ist:  $R_v$  = Verlustwiderstand

$R_g$  = Gleichstromwiderstand (siehe Beispiel 1)

$R_a$  = Wirkwiderstand (reelle Komponente des Scheinwiderstandes) (siehe Beispiel 7)

## 5.6. Offene Brücke

Diese Schaltung dient zur Vergleichsmessung von Widerständen, Kondensatoren und Spulen, die im Verhältnis 0,1...1,1 verschieden sind, d. h. der Wert des Meßnormales muß gleich oder größer als der Wert des Meßobjektes sein. Bei der Messung von Kapazitäten und Induktivitäten muß von außen, wenn kein scharfes Minimum zu erzielen ist, zusätzlich ein Phasenregler von  $1\text{ M}\Omega$  angeschlossen werden (siehe auch Beispiel 8 b und 8 c). Beim Vergleich von Induktivitäten gelten die gleichen Bedingungen wie bei der L-Messung in den Schalterstellungen „L 50 Hz“ und „L 5 kHz“ des Schalters 1/3 „Meßart“ (siehe auch Abschnitt 5.2. und 5.3.).

Bei der Vergleichsmessung stehen die Schalter der Meßbereiche in folgenden Schaltstellungen:

1. Schalter Sch 1/3 „Meßart“ in Stellung „Off. Brücke-“ oder „Off. Brücke 800 Hz“ (je nach Art des Meßobjektes).
2. Schalter Sch 2 „Bereichsfaktor“ in Stellung „ $0/0$ -Messen“ und „Off. Brücke“.
3. a) Bei R- und L-Vergleich Meßobjekt zwischen die Klemmen „X“ schalten.  
b) Bei C-Vergleich Meßobjekt zwischen die Klemmen „N“ schalten.
4. a) Bei R- und L-Vergleich Meßnormal zwischen die Klemmen „N“ schalten.  
b) bei C-Vergleich Meßnormal zwischen die Klemmen „X“ schalten. Gegebenenfalls sind dabei die  $10\text{ pF}$  Eingangskapazität je Brücken-zweig zu berücksichtigen.
5. Durch Abgleich mit Regler W 27 genaues Minimum am Instrument einstellen.

Beispiel 8 a:

### Vergleichsmessung von Widerständen:

Normalwiderstand an Buchse „N“ legen, den zu vergleichenden Widerstand an Buchse „X“

$$R_N = 100\ \Omega$$

Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 2,5  
mit 0,1 multipliziert = 0,25  
der Wert von  $R_x$  beträgt

$$0,25 \cdot 100 \Omega = 25 \Omega$$

Beispiel 8 b:

#### Vergleichsmessung von Kondensatoren:

Normalkondensator an Buchse „X“ legen, den zu vergleichenden Kondensator an Buchse „N“. Wenn kein scharfes Minimum zu erzielen ist, muß an die Klemmen „X“ oder „N“, je nachdem, welcher Kondensator die niedrigsten Verluste besitzt, zusätzlich ein Phasenregler von z. B.  $1 M\Omega$  angeschlossen werden.

$$C_N = 0,2 \mu F$$

Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 9,0  
mit 0,1 multipliziert = 0,9  
der Wert von  $C_x$  beträgt

$$0,9 \cdot 0,2 \mu F = 0,18 \mu F$$

Beispiel 8 c:

#### Vergleichsmessung von Spulen:

Normalspule an Buchse „N“ legen, die zu vergleichende Spule an Buchse „X“. Wenn kein scharfes Minimum zu erzielen ist, muß an die Klemmen „X“ oder „N“, je nachdem welche Spule die niedrigsten Verluste besitzt, zusätzlich ein Phasenregler von z. B.  $1 M\Omega$  angeschlossen werden.

$$L_N = 5 \text{ mH}$$

Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 1,1  
mit 0,1 multipliziert = 0,11  
der Wert von  $L_x$  beträgt

$$0,11 \cdot 5 \text{ mH} = 0,55 \text{ mH}$$

### 5.7. „Prozent“-Anzeige

Bei Reihenschaltungen von Kondensatoren, Spulen und Widerständen kann in dieser Schaltung durch Vergleich des Meßobjektes mit einem geeichten Normal die Abweichung des Meßobjektes **unmittelbar** in Prozent abgelesen werden. Der Vergleich kann mit Widerständen zwischen  $100 \Omega$  und  $1 M\Omega$ , mit Kondensatoren über  $1000 \text{ pF}$  und Spulen über  $10 \text{ mH}$  erfolgen, wobei das Meßobjekt vom Normal eine Abweichung von  $\pm 20 \%$  haben darf.

Es ist zu beachten, daß zur Vermeidung von Meßfehlern bei Kapazitäten und Induktivitäten gegebenenfalls ein Phasenregler parallel zum verlustarmen Brückenweig zu schalten ist. Die Schalter der Meßbrücke stehen in folgender Stellung:

1. Schalter Sch 1/3 „Meßart“ in Stellung „ $\%_0$ -“ oder „ $\%_0$  800 Hz“ (je nach Art des Meßobjektes).
2. Schalter Sch 2 „Bereichsfaktor“ in Stellung „ $\%_0$  Messen“.
3. a) Bei R- und L-Vergleich Meßobjekt zwischen die Klemmen „X“ schalten.  
b) Bei C-Vergleich Meßobjekt zwischen die Klemmen „N“ schalten.
4. a) Bei R- und L-Vergleich Meßnormal zwischen die Klemmen „N“ schalten.  
b) Bei C-Vergleich Meßnormal zwischen die Klemmen „X“ schalten.
5. Durch Abgleich mit Regler W 27 am Instrument genaues Minimum einstellen, erforderlichenfalls Phasenregler mit benutzen.

Bei Vergleichsmessungen von Spulen und Übertragern läßt sich nach Umschalten des Schalters Sch 1/3 „Meßart“ von „ $\%_0$  800 Hz“ auf „ $\%_0$ -“ und nach Abtrennung des Phasenreglers auch sofort die Abweichung des ohmschen Wicklungswiderstandes ermitteln.

Beispiel 9:  $N = 10 \text{ k}\Omega$

Ablesung an W 27 „Abgleich“ =  $-9 \%$   
 mit  $9 \%$  von N =  $0,9 \text{ k}\Omega$   
 beträgt der Wert von „ $R_x$ “ =

$$10 \text{ k}\Omega - 0,9 \text{ k}\Omega = 9,1 \text{ k}\Omega$$

Die Beispiele unter 8 b und 8 c treffen auch hier sinngemäß zu.

### 5.8. Isolationsmessung von $10 \dots 10\,000 \text{ M}\Omega$

Die Kompensationsschaltung dient zur Messung von Isolationswiderständen zwischen  $10 \dots 10\,000 \text{ M}\Omega$ . Die Schalter der Meßbrücke stehen dabei in folgenden Schaltstellungen:

1. Schalter Sch 1/3 „Meßart“ in Stellung „Isol“.
2. Schalter Sch 2 „Bereichsfaktor“ auf entsprechenden Bereich (grüne Bezeichnungen) stellen (siehe auch Abschnitt 4.2. c).

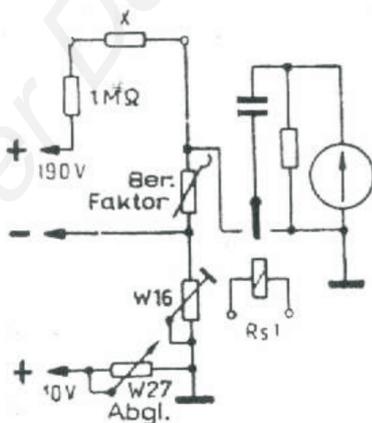


Bild 5

Bereichsfaktor	$R_x$ im Bereich
10 $M\Omega$	10 $M\Omega \cdots 100 M\Omega$
100 $M\Omega$	100 $M\Omega \cdots 1\,000 M\Omega$
1000 $M\Omega$	1000 $M\Omega \cdots 10\,000 M\Omega$

3. Das Meßobjekt zwischen die Klemmen „X“ schalten.
4. Durch Abgleich mit Regler W 27 am Instrument Minimum einstellen, wobei zu beachten ist, daß bei dieser Messung das Minimum sehr breit liegt. Zur Anzeige ist der Regler W 37 „Empfindlichkeit“ mit zu benutzen.

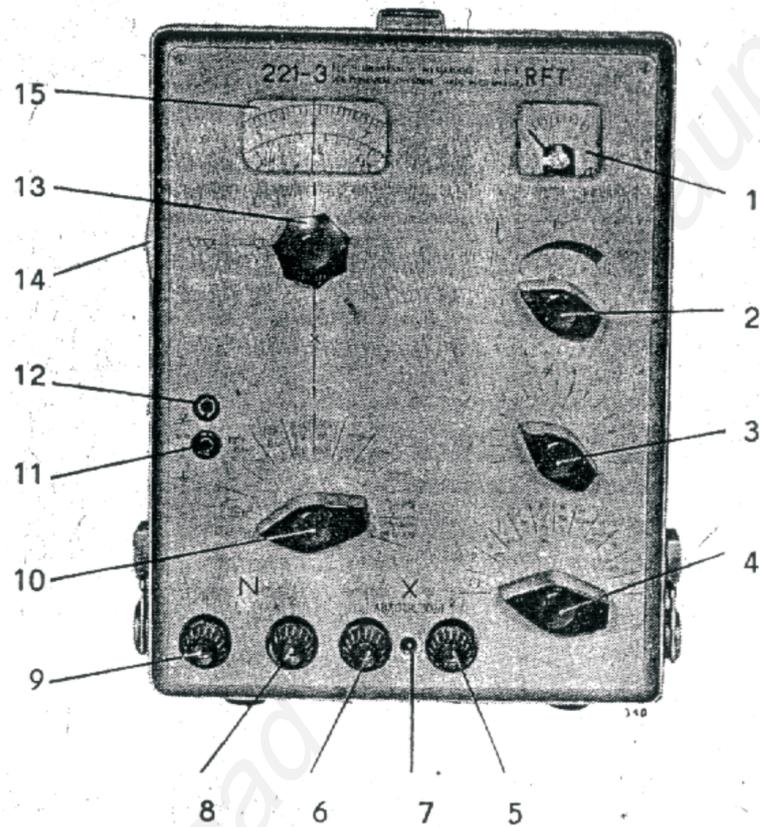
Beispiel 10: Ablesung an W 27 „Abgleich“ = 8  
 Bereichsfaktor = 100  $M\Omega$   
 dann beträgt der Wert des  
 Isolationswiderstandes =

$8 \cdot 100 M\Omega = 800 M\Omega$

#### 5.9. Gerät als Tonfrequenzerzeuger

Zwischen Hü 1 und Hü 4 können die im Gerät erzeugten Tonfrequenzen 800 Hz oder 5 kHz entnommen werden.

# Bedienungsplan



- |    |   |         |
|----|---|---------|
| 1  | Anzeigeeinstrument                      | Ms 1    |
| 2  | Empfindlichkeitsregler                  | W 37    |
| 3  | Phasenregler                            | W 11/12 |
| 4  | Netzschalter und Schalter „Meßart“      | Sch 1/3 |
| 5  | Anschluß für Meßobjekt „X“              | Hü 3    |
| 6  | Anschluß für Meßobjekt „X“ (erdnah)     | Hü 4    |
| 7  | Korrekturtrimmer                        | C 16    |
| 8  | Anschluß für Normal „N“                 | Hü 2    |
| 9  | Anschluß für Normal „N“ (erdnah)        | Hü 1    |
| 10 | Schalter „Bereichsfaktor“               | Sch 2   |
| 11 | Anschluß für Phasenregler und Erdbuchse | Hü 6    |
| 12 | Anschluß für Phasenregler               | Hü 5    |
| 13 | Abgleichregler, grob                    | W 27    |
| 14 | Abgleichregler, fein                    | W 27    |
| 15 | Skale                                   |         |

Rückseite: Netzanschluß — Netzsicherung — Erdanschluß

# REPARATURANLEITUNG

(Nur für Service-Werkstätten)

---

## 6. Montagevorschrift

### 6.1. Öffnen der Gehäusehaube

4 Exzenterverschlüsse durch Drehung um 180° lösen.

### 6.2. Entfernung der Griffplatte

2 Senkschrauben M 3 lösen und Griffplatte nach der Seite abziehen.

### 6.3. Bedienungsknöpfe

Kleine Abdeckplatte herausziehen. Dahinterliegende Spannschraube herausdrehen. Knopf lockern und abziehen (evtl. an Stelle der Spannschraube längere Schraube eindrehen und damit Knopf von der Achse abdrücken).

### 6.4. Leiterplatte „Anzeigeverstärker“

2 Zylinderschrauben M 3 an oberer Winkelschiene lösen und Leiterplatte nach vorn herausklappen.

### 6.5. Leiterplatte „Oszillator“

Ausbau nur in Sonderfällen erforderlich:

Kabelbaum von Lötanschlüssen 21...26 ablöten.

Lasche am Elko C 3, C 4 lösen.

Schild von der Rückwand abschrauben.

3 Senkschrauben M 3, welche zur Befestigung der Winkelschiene dienen, lösen.

4 Zylinderschrauben M 3 auf der rechten Seite der Leiterplatte lösen.

Leiterplatte mit Winkelschiene vorziehen (siehe unter Abschnitt 8 „Lagepläne“).

Soll die Leiterplatte aus dem Gerät völlig herausgenommen werden, so ist der zweite Kabelbaum von den Lötanschlüssen 12...20 zu lösen und die Leiterplatte seitlich herauszukippen.

## 7. Service-Prüfvorschrift

### 7.1. Messung der Stromaufnahme

Gerät an Regeltrafo anschließen und 220 V einstellen.

Schalter „Meßart“ in Stellung „R“.

Die Stromaufnahme beträgt  $\approx 110$  mA.

### 7.2. Spannungsmessung

Empfindlichkeitsregler W 37 an linken Anschlag.

Schalter „Meßart“ in Stellung „L 5 kHz“.

Spannungswerte siehe unter Abschnitt 8 „Lagepläne“

(„Leiterplatte Anzeigeverstärker“ und „Leiterplatte Oszillator“).

### 7.3. Kontrolle der Brückenspannung

Schalter „Meßart“ in Stellung „R 50 Hz“.

An Hü 1 und Hü 4 liegt  $1\text{ V} \sim$ .

Schalter „Meßart“ in Stellung „R-“.

An Hü 1 und Hü 4 liegt  $10\text{ V-}$  (Minus an Hü 1).

### 7.4. Verstärkungsmessung

Schalter „Meßart“ in Stellung „L 5 kHz“.

Schalter „Bereichsfaktor“ in Stellung „ $1\text{ M}\Omega$ “.

Hü 1 mit Hü 4 verbinden und an Masse legen (an Hü 6).

W 37 an rechten Anschlag.

An Hü 3 und Hü 4 Tonfrequenzgenerator (800 Hz) anschließen und mit dessen Regler Endausschlag von Ms 1 einstellen.

Mit Röhrenvoltmeter (20 Hz...10 kHz) werden folgende Spannungen gemessen:

An  $G_1$  von Rö 2 etwa  $1,5\text{ mV}$

An Anode von Rö 2 etwa  $0,3\text{ V}$

An Anode Rö 3 etwa  $10,0\text{ V}$

### 7.5. Zerhackereinstellung (Rs 1)

Service-Oszillograf an W 35 anschließen.

Schalter „Bereichsfaktor“ in Stellung „ $100\ \Omega$ “.

Schalter „Meßart“ in Stellung „R-“.

Polystyrolkappe entfernen und Befestigungsschrauben für Zerhackerkontakte lösen bis sich die Kontakte verstellen lassen. Justieren bis Rechteckkurvenform entsteht. Entstehen bei richtigem Abstand noch Zacken während der Schließzeit, müssen die Kontakte gereinigt werden. Ist die Schwingung der Zunge nicht kräftig genug, muß das Relais umgepolt werden und eine Stromaufnahme von  $6\text{ mA}$  gemessen werden. Beim Festschrauben der Kontakte darauf achten, daß sich die Kurvenform nicht verändert.

### 7.6. Eichkontrolle und Abgleich

Die folgende Anleitung dient der Kontrolle und Korrektur auf Genauigkeit der Brückenordnung. Eine Korrektur wird nur in seltenen Fällen nach Alterung oder nach mechanischen Schäden erforderlich sein.

Voraussetzung für exakte Durchführung dieser Arbeiten ist jedoch das Vorhandensein geeichter Normalien. Nur dann werden mit Sicherheit die Technischen Kennwerte erreicht.

Um alle äußeren elektrischen und magnetischen Einflüsse auszuschalten, wird empfohlen, unter das Gerät und unter das Vergleichsobjekt eine geerdete Metallplatte zu legen und diese mit der Erdbuchse des Gerätes zu verbinden.

Wenn Korrekturen vorgenommen werden müssen, so ist mit dem R-Abgleich zu beginnen.

#### 7.6.1. R-Abgleich

Schalter „Bereichsfaktor“ in Stellung  $100\ \Omega$ , Schalter „Meßart“ in Stellung „R 50 Hz“. An X-Buchse Normalwiderstand  $1000\ \Omega$  anschließen.

Regler „Abgleich“ muß bei Minimumeinstellung auf Skalenstrich 10 stehen. Korrektur ist mit W 17 (Abgriff) möglich.

Schalter „Bereichsfaktor“ auf Stellung  $1\text{ k}\Omega$  umschalten. Dabei muß Regler „Abgleich“ bei Minimumeinstellung auf Skalenstrich 1 stehen.

Wenn erforderlich, ist Korrektur nur durch Verschieben der Skale möglich, und es ist dann der Abgleich beider Punkte mehrmals wechselseitig zu wiederholen.

#### 7.6.2. R-%-Abgleich

Schalter „Bereichsfaktor“ auf % Messen und Schalter „Meßart“ auf % 800 Hz. An die N-Buchsen Normalwiderstand  $1000 \Omega$  anschließen. Beim Anschluß eines Normalwiderstandes von  $800 \Omega$  an die X-Buchsen muß der Regler „Abgleich“ auf Skalenstrich  $-20\%$  und bei Anschluß eines Normalwiderstandes von  $1200 \Omega$  an die X-Buchsen auf Skalenstrich  $+20\%$  stehen. Korrektur ist mit W 30 bei Minus- und W 14 bei Plus-Abgleich möglich.

#### 7.6.3. C-Abgleich

Schalter „Bereichsfaktor“ auf Stellung 10 pF, Schalter „Meßart“ auf C 50 Hz. Normalkondensator 100 pF an Buchse X legen, Regler „Abgleich“ muß auf Skalenstrich 11 zeigen. Korrektur mittels Trimmerkondensator C 16 möglich. Liegt das Minimum außerhalb des Toleranzbereiches, ist die „erste“ Röhre EF 86 (Rö 2) auszuwechseln. Auf Bereich 100 pF muß der Regler „Abgleich“ Skalenstrich 1,1 anzeigen.

#### 7.6.4. C-%-Abgleich

Schalter „Bereichsfaktor“ auf % Messen, Schalter „Meßart“ auf % 800 Hz. An die N-Buchsen und X-Buchsen sind zwei gleichgroße Normalkondensatoren in der Größenordnung  $100 \dots 200$  pF anzuschließen. Der Regler „Abgleich“ muß bei Minimumabgleich auf der %-Skale in Stellung „0“ stehen. Eine Korrektur ist mit Trimmerkondensator C 15 möglich.

Nach dieser Einstellung ist die Eichung der Brücke für Kapazitätsmessung zu überprüfen.

#### 7.6.5. Kontrolle der Isolationsmessungen

Schalter „Bereichsfaktor“ in Stellung „Isol“  $10 M\Omega$ , Schalter „Meßart“ in Stellung „Isol“.

An die X-Buchsen wird ein Normalwiderstand  $20 M\Omega$  gelegt. Der Regler „Abgleich“ muß auf Skalenstrich 2 stehen. Korrektur kann an W 16 vorgenommen werden.

#### 7.6.6. L-Abgleich

Schalter „Bereichsfaktor“ in Stellung „10 mH“.

Schalter „Meßart“ in Stellung „L 5 kHz“.

Normalinduktivität 100 mH an X-Buchse anschließen.

Regler „Abgleich“ auf 10 stellen und dabei mit C 14 und Phasenregler Minimum einstellen.

Abgleichwerte von C 14  $1 \text{ nF} \dots 4,7 \text{ nF}$ .

Bei Schalter „Meßart“ in Stellung „L 50 Hz“ muß die Skale 1 anzeigen.

#### 7.6.7. X-Abgleich

Schalter „Bereichsfaktor“ in Stellung „ $100 \Omega$ “.

Schalter „Meßart“ in Stellung „X“.

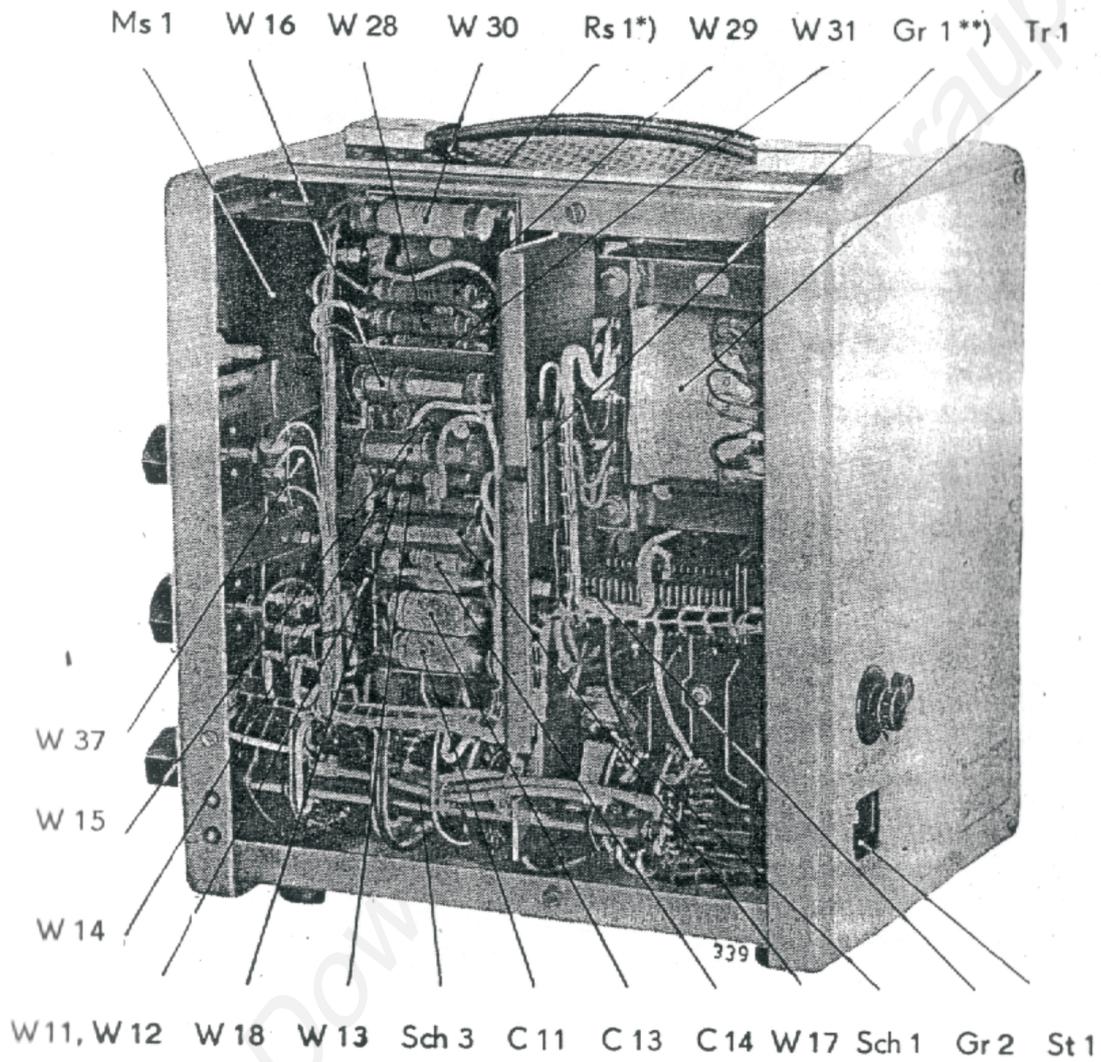
Phasenregler W 12 an linken Anschlag.

An X-Buchse Normalwiderstand  $1 k\Omega$  anschließen.

Mit W 13 ist so abzugleichen, daß auf der Skale der Wert 10 erscheint.

## 8. Lagepläne

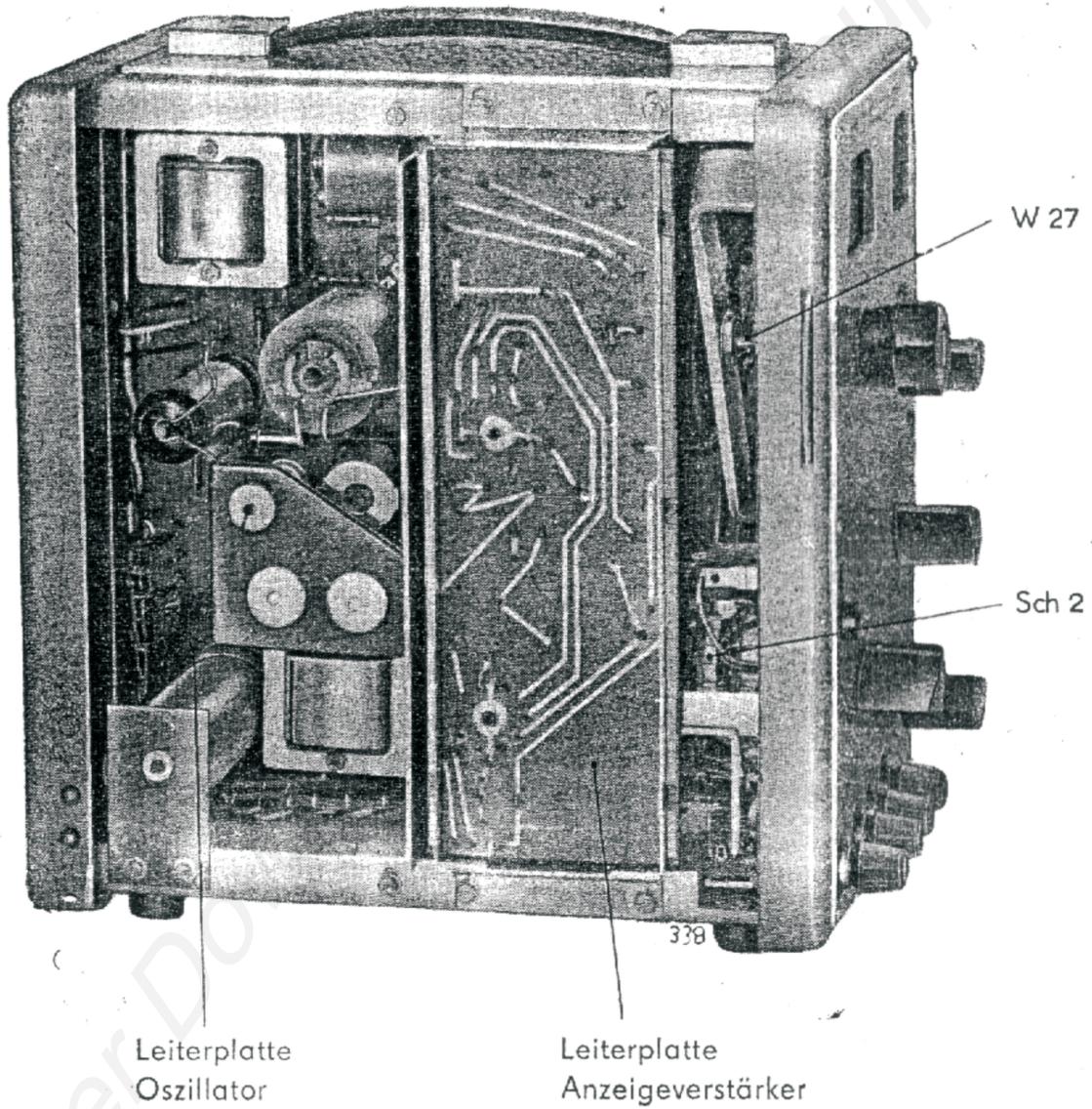
Geräteansicht von rechts



\*) Rs 1 durch Griffplatte verdeckt

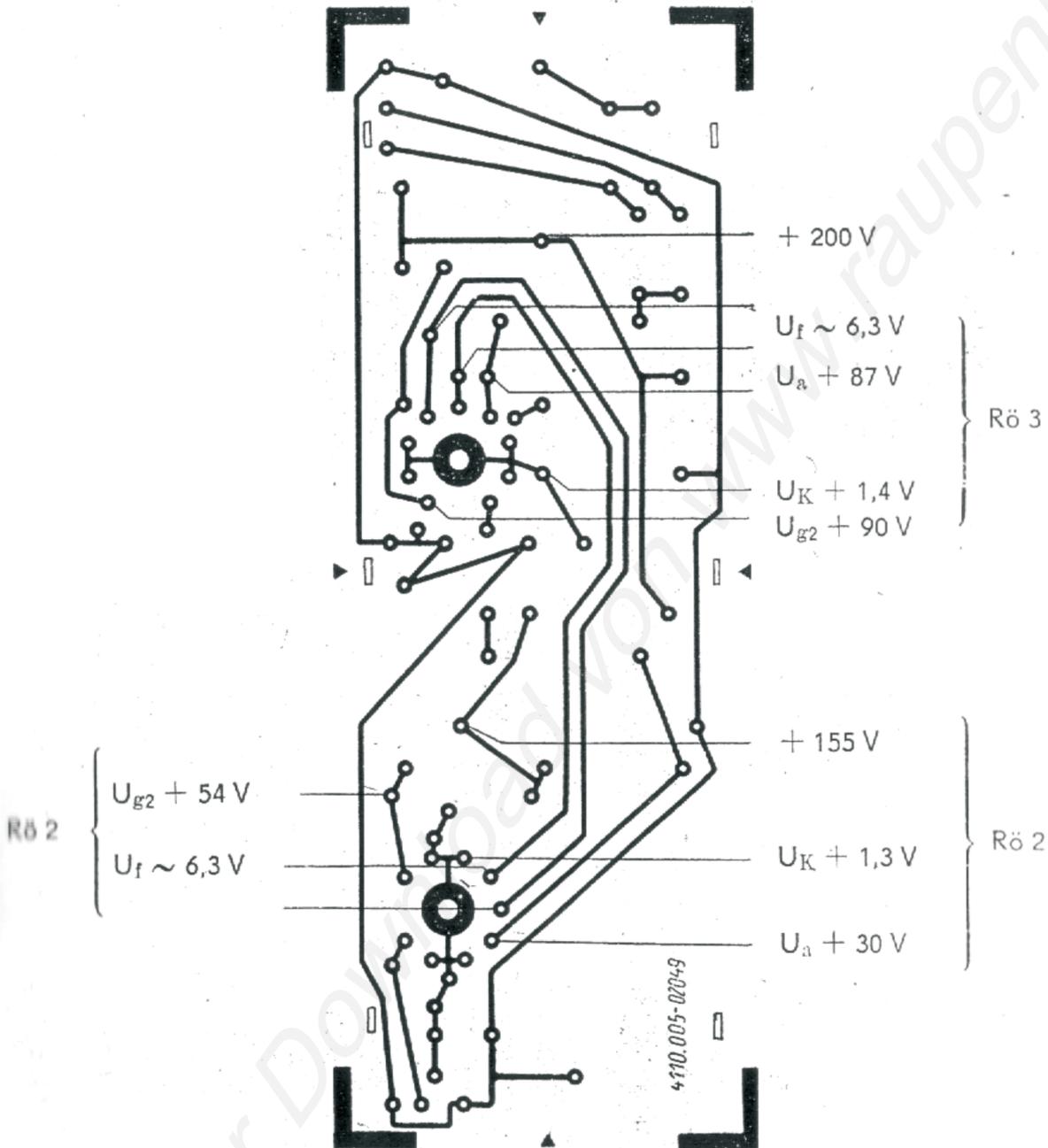
\*\*) Für Gr 1 sind Siliziumdioden eingesetzt

Geräteansicht von links



# Leiterplatte Anzeigeverstärker

Ansicht von außen



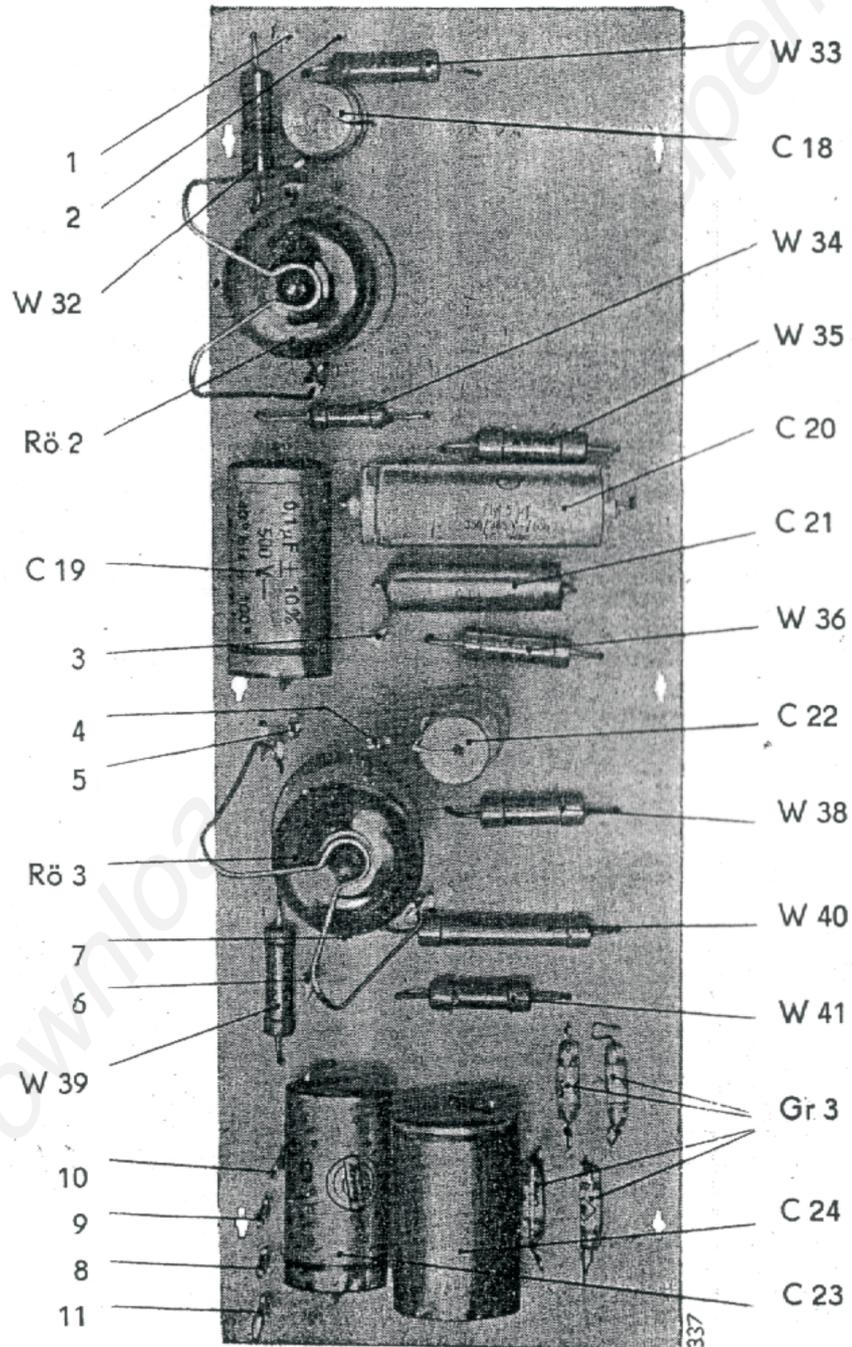
Gleichspannungswerte gültig bei Sch 3 Stellung  
L 5 kHz, H $\ddot{u}$  1...H $\ddot{u}$  4 kurzgeschlossen.

Spannungsangaben sind Mittelwerte.

Gleichspannungen gemessen mit Instrument 20 k $\Omega$ /V,  
Wechselspannung 2 k $\Omega$ /V.

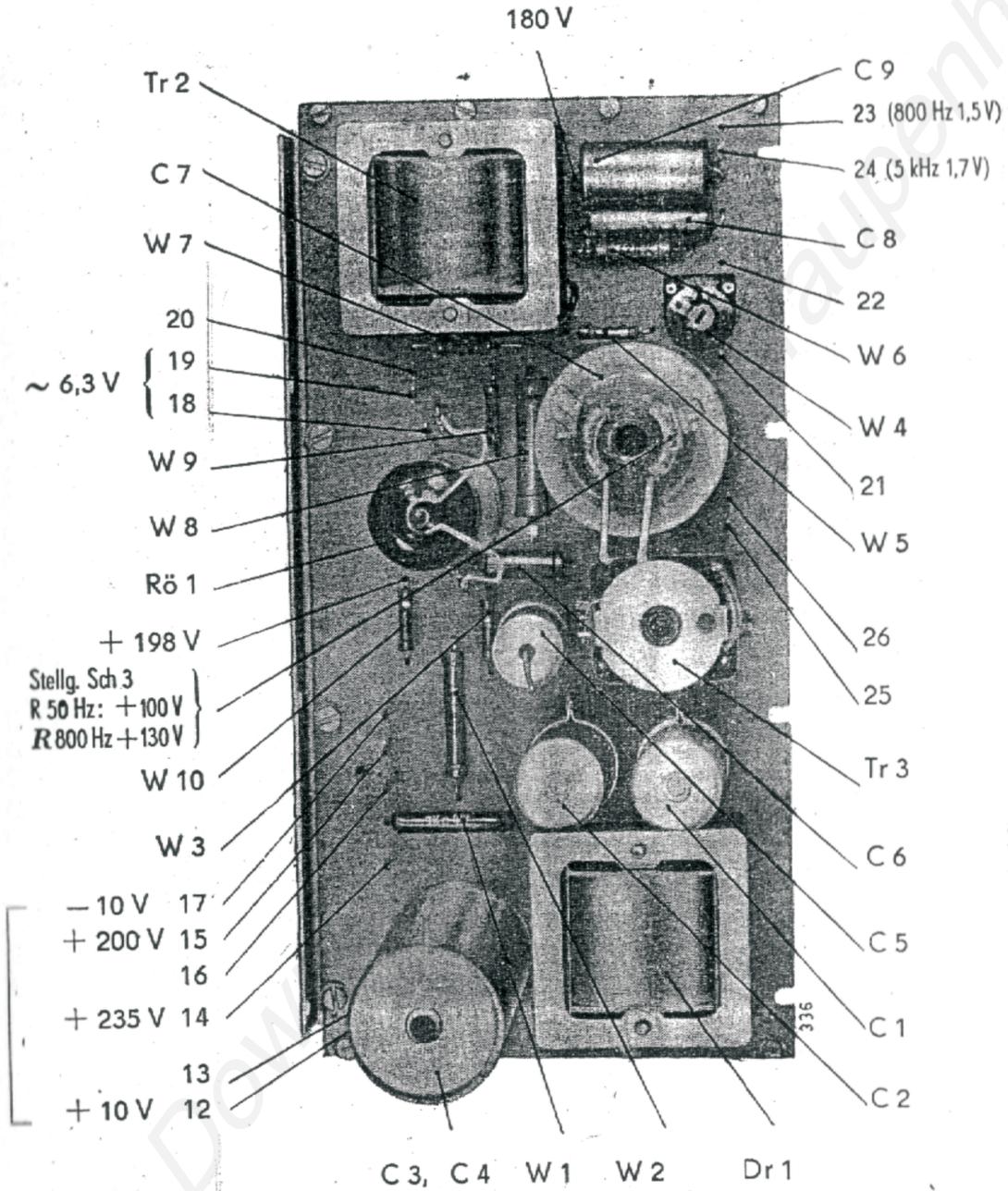
# Leiterplatte Anzeigeverstärker

Ansicht von innen



Lötanschlüsse 1...11

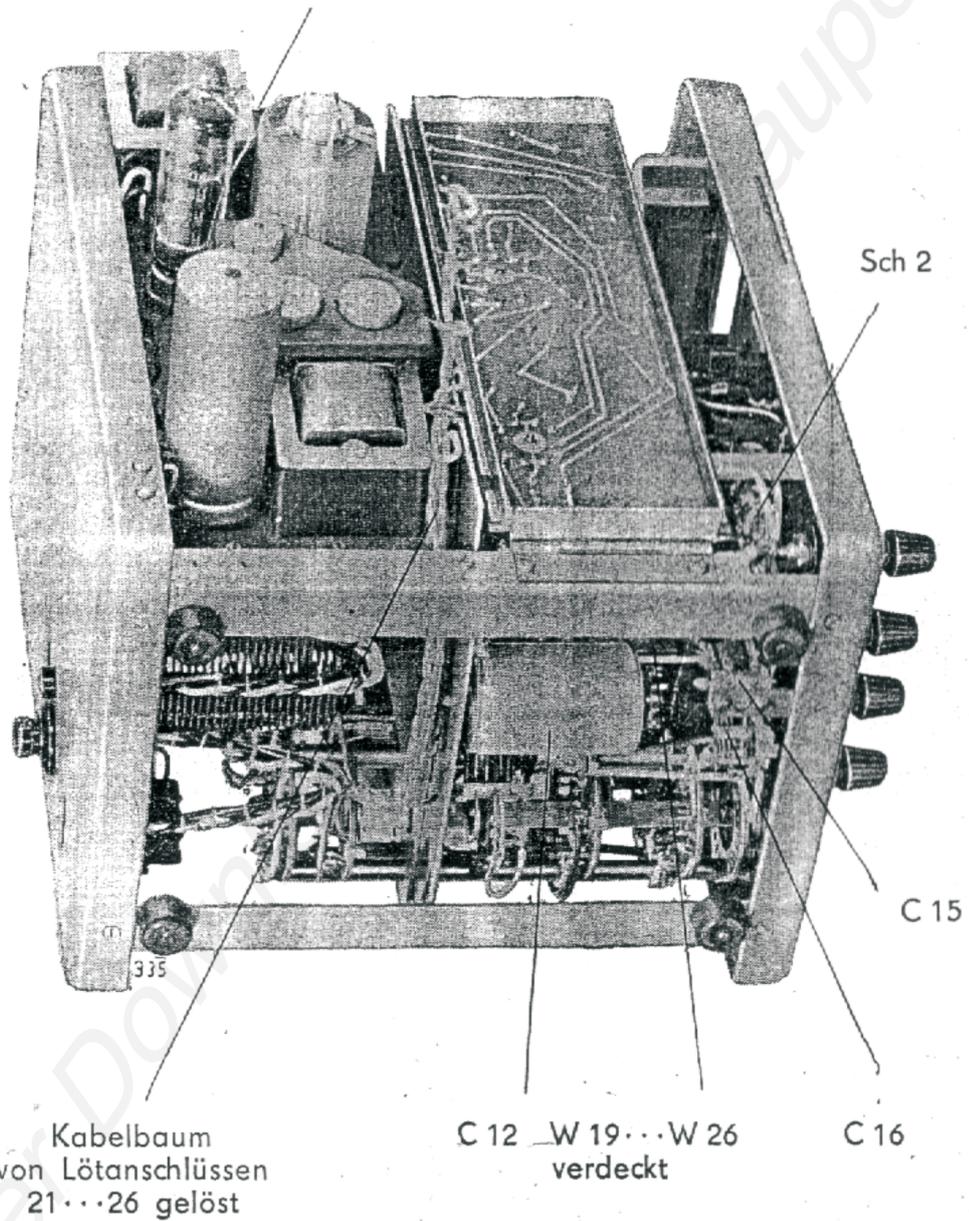
# Leiterplatte Oszillatör



Gleichspannungswerte gültig bei Sch 3 Stellung L 5 kHz,  
Hü 1...Hü 4 kurzgeschlossen.  
Spannungsangaben sind Mittelwerte.  
Gleichspannungen gemessen mit Instrument 20 k $\Omega$ /V,  
Wechselspannung 2 k $\Omega$ /V. Lötanschlüsse 12...26

# Geräteansicht

Leiterplatte Oszillator zum Ausbau vorbereitet (zu Abschnitt 6.5.)



## 9. Schaltteilliste

Kurz- bez.	Benennung	Sach.-Nr.	Elektrische Werte und Bemerkungen
C 1	Elyt-Kondensator	500/15 TGL 10 586	
C 2	Elyt-Kondensator	500/15 TGL 10 586	
C 3	Elyt-Kondensator	50+50/350 TGL 9089	Baueinheit mit C 4
C 4	Elyt-Kondensator		Baueinheit mit C 3
C 5	Elyt-Kondensator	10/350 TGL 10 585	
C 6	Papierkondensator	0,01/160-446 TGL 9291	
C 7	Kf-Kondensator	470 000/1/160 TGL 5156	
C 8	Papierkondensator	0,01/630-446 TGL 9291	
C 9	Papierkondensator	0,047/630-446 TGL 9291	
C 10	Papierkondensator	0,047/160-446 TGL 9291	
C 11	Kf-Kondensator	A/...*)/20/160 TGL 5155	*) Richtwert: 22 000 pF
C 12	Kf-Kondensator	200 000/5/250 TGL 5156	
C 13	Kf-Kondensator	A/20 000/5/160 TGL 5155	
C 14	Kf-Kondensator	A/...*)/20/160 TGL 5155	*) Richtwert: 3300 pF
C 15	Abgleichdreh- kondensator Typ 702	0279.001-10 005	Nennkapazität 16 pF
C 16	Abgleichdreh- kondensator Typ 702	0279.001-10 003	Nennkapazität 6,3 pF
C 17	Papierkondensator	0,047/160 446 TGL 9291	
C 18	Elyt-Kondensator	100/15 TGL 10 585	
C 19	Papierkondensator	0,1/630-446 TGL 9291	
C 20	Elyt-Kondensator	5/350 TGL 7199	
C 21	Papierkondensator	0,01/630-446 TGL 9291	
C 22	Elyt-Kondensator	100/15 TGL 10 585	
C 23	Papierkondensator	0,1/630-446 TGL 9291	
C 24	Papierkondensator	0,47/160-446 TGL 9291	
Dr 1	Drossel	4110.005-01025	
Gr 1	Gleichrichter		
	besteht aus:		
	Gleichrichterdiode	SY 200 TGL 200-8398	
	Gleichrichterdiode	SY 200 TGL 200-8398	
Gr 2	Selengleichrichter		
	besteht aus:		
	Selengleichrichter	1/2 B 225/180-0,16 Y 25	
	Selengleichrichter	1/2 B 225/180-0,16 Y 25	
Gr 3	Gleichrichter		
	besteht aus:		
	Germanium-Diode	GA 103 TGL 8095	
	Germanium-Diode	GA 103 TGL 8095	
	Germanium-Diode	GA 103 TGL 8095	
	Germanium-Diode	GA 103 TGL 8095	

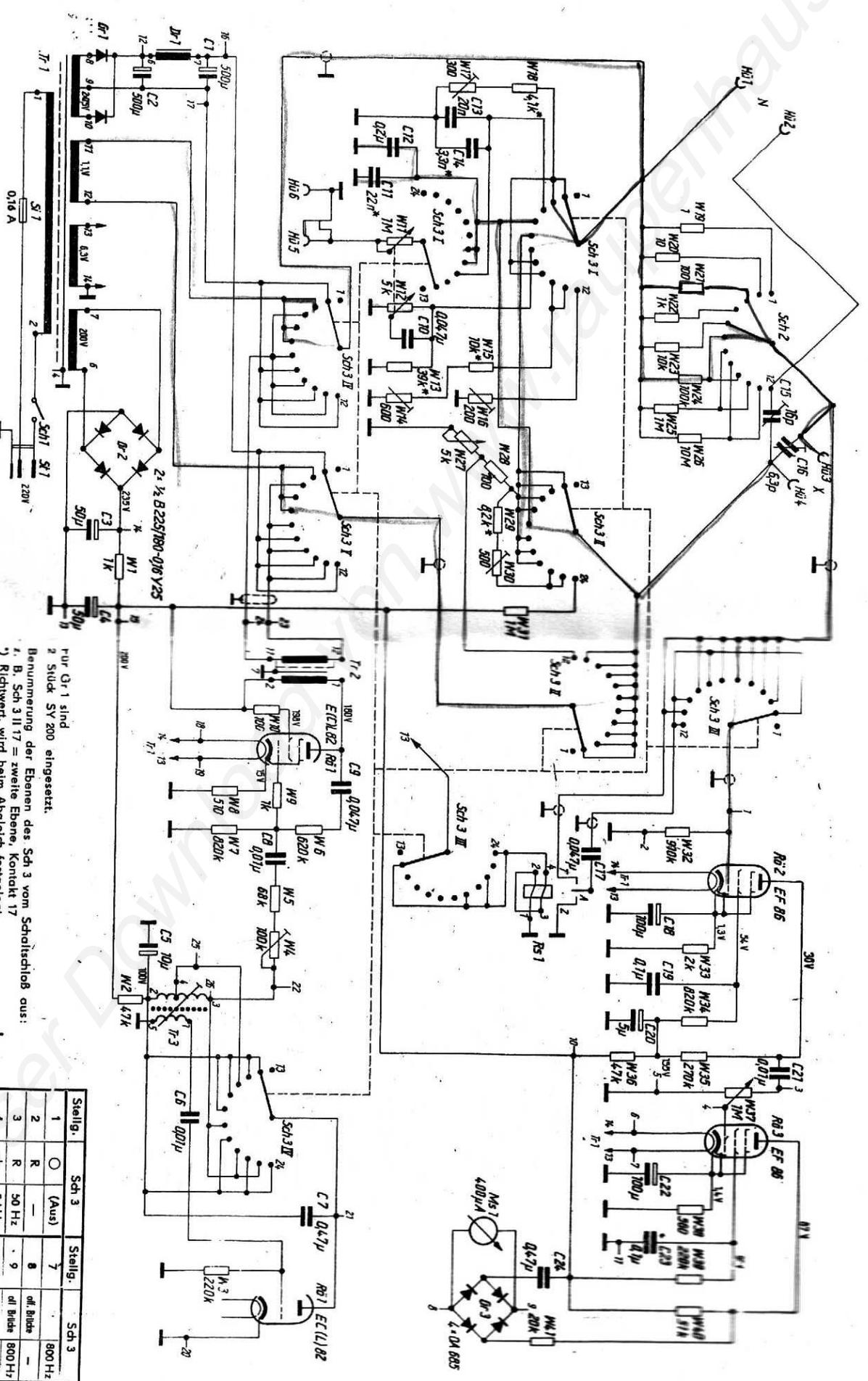
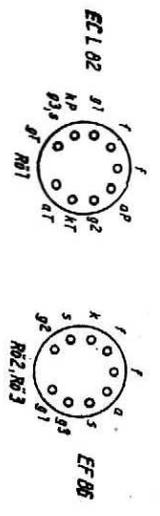
\*) Wird beim Abgleich festgelegt.

Kurz- bez.	Benennung	Sach.-Nr.	Elektrische Werte und Bemerkungen
Hü 1	Meßklemme	A 25 TGL 0—43 806 Ms-Teile gal Ni 12 bK	
Hü 2	Meßklemme	A 25 TGL 0—43 806 Ms-Teile gal Ni 12 bK	
Hü 3	Meßklemme	A 25 TGL 0—43 806 Ms-Teile gal Ni 12 bK	
Hü 4	Meßklemme	A 25 TGL 0—43 806 Ms-Teile gal Ni 12 bK	
Hü 5	Schaltbuchse	4033.001—03002	
Hü 6	Telefonbuchse	4311.007—02052	
Ms 1	Strommesser	4110.005—02037	400 $\mu$ A
Rö 1	Empfängerröhre	ECL 82	TGL 9641
Rö 2	Empfängerröhre	EF 86	TGL 9645
Rö 3	Empfängerröhre	EF 86	TGL 9645
Rs 1	Gepoltes Relais	4110.005—01002	
Sch 1	Kippschnellschalter	4037.026—02006	
Sch 2	Stufenschalter	0622.014—00 011/12	
Sch 3	Drehschalter	12 A 2/30 A 2/30 B 2/20 S/ 20 A 2/16 A 2/1—12/24/ A 6 x 20	
Si 1	G-Schmelzeinsatz	T 160 TGL 0—41 571	
St 1	Gerätestecker	A 1	
Tr 1	Netztransformator	4110.005—01021	
Tr 2	Übertrager	4110.005—01026	
Tr 3	Übertrager	4110.005—01030	
W 1	Drahtwiderstand	1 k $\Omega$ g TGL 4650	
W 2	Schichtwiderstand	47 k $\Omega$ 10 % 25.518 TGL 8728	
W 3	Schichtwiderstand	220 k $\Omega$ 10 % 25.311 TGL 8728	
W 4	Schichtdreh- widerstand	S 100 k $\Omega$ 1 TGL 11 886 GMD	
W 5	Schichtwiderstand	68 k $\Omega$ 10 % 25.311 TGL 8728	
W 6	Schichtwiderstand	620 k $\Omega$ 5 % 25.412 TGL 8728	
W 7	Schichtwiderstand	820 k $\Omega$ 10 % 25.412 TGL 8728	
W 8	Schichtwiderstand	510 $\Omega$ 5 % 25.732 TGL 8728	
W 9	Schichtwiderstand	1 k $\Omega$ 10 % 25.311 TGL 8728	
W 10	Schichtwiderstand	100 $\Omega$ 10 % 25.311 TGL 8728	
W 11	Tandem-Schicht- drehwiderstand	1 M $\Omega$ 2a 5 k $\Omega$ 1—32 A 8—665 TGL 11 902	Baueinheit mit W 12
W 12	Tandem-Schicht- drehwiderstand	—	Baueinheit mit W 11

Kurz- bez.	Benennung	Sach.-Nr.	Elektrische Werte und Bemerkungen
W 13	Schichtwiderstand	...*) 10 ‰ 25.518 TGL 8728	*) Richtwert 39 k $\Omega$
W 14	Drahtwiderstand	600 $\Omega$ 2 u TGL 0-41 415	mit Abgriffschelle
W 15	Schichtwiderstand	...*) 2 ‰ 11.618 TGL 14 133	*) Richtwert 10,5 k $\Omega$
W 16	Drahtwiderstand	200 $\Omega$ 2 u TGL 0-41 415	mit Abgriffschelle
W 17	Drahtwiderstand	300 $\Omega$ 2 u TGL 0-41 415	mit Abgriffschelle
W 18	Schichtwiderstand	...*) 2 ‰ 11.618 TGL 14 133	*) Richtwert 4,1 k $\Omega$
W 19	Drahtwiderstand	4110.005-01037	
W 20	Schichtwiderstand	10 $\Omega$ 0,5 ‰ 11.618 TGL 14 133	
W 21	Schichtwiderstand	100 $\Omega$ 0,5 ‰ 11.618 TK 100 TGL 14 133	
W 22	Schichtwiderstand	1 k $\Omega$ 0,5 ‰ 11.618 TK 50 TGL 14 133	
W 23	Schichtwiderstand	10 k $\Omega$ 0,5 ‰ 11.618 TK 50 TGL 14 133	
W 24	Schichtwiderstand	100 k $\Omega$ 0,5 ‰ 11.618 TK 50 TGL 14 133	
W 25	Schichtwiderstand	1 M $\Omega$ 0,5 ‰ 11.618 TGL 14 133	
W 26	Schichtwiderstand besteht aus Reihenschaltung von:	— **)	10 M $\Omega$ ; 1 ‰
W 27	Meß-Draht- widerstand	4110.005-02041	4 W; 5 k $\Omega$ 1 ‰
W 28	Schichtwiderstand	100 $\Omega$ 1 ‰ 11.618 TK 100 TGL 14 133	
W 29	Schichtwiderstand	...*) 2 ‰ 11.618 TK 50 TGL 14 133	*) Richtwert 8,2 k $\Omega$ mit Abgriffschelle
W 30	Drahtwiderstand	500 $\Omega$ 2 u TGL 0-41 415	
W 31	Schichtwiderstand	1 M $\Omega$ 10 ‰ 25.518 TGL 8728	
W 32	Schichtwiderstand	910 k $\Omega$ 5 ‰ 25.412 TGL 8728	
W 33	Schichtwiderstand	2 k $\Omega$ 5 ‰ 25.412 TGL 8728	
W 34	Schichtwiderstand	820 k $\Omega$ 10 ‰ 25.412 TGL 8728	
W 35	Schichtwiderstand	270 k $\Omega$ 10 ‰ 25.412 TGL 8728	
W 36	Schichtwiderstand	47 k $\Omega$ 10 ‰ 25.412 TGL 8728	
W 37	Schichtdreh- widerstand	1 M $\Omega$ 2-32 A4 TGL 9100 HSF	
W 38	Schichtwiderstand	560 $\Omega$ 10 ‰ 25.412 TGL 8728	
W 39	Schichtwiderstand	220 k $\Omega$ 10 ‰ 25.412 TGL 8728	
W 40	Schichtwiderstand	51 k $\Omega$ 5 ‰ 25.518 TGL 8728	
W 41	Schichtwiderstand	20 k $\Omega$ 5 ‰ 25.412 TGL 8728	

\*) Wird beim Abgleich festgelegt.

\*\*) Wird beim Abgleich auf Nennwert zusammengestellt.



Für Gr 1 sind  
2 Stück SV 200 eingesetzt.  
Benennung der Ebenen des Sch 3 vom Schaltschloß aus:  
1, B. Sch 3 II 17 = zweite Ebene, Kontakt 17  
1, Richtwert, wird beim Abgleich festgelegt  
... Lötanschlüsse 1...11 siehe Lageplan Anzeigerverstärker  
12...26 siehe Lageplan Oszillator

Spannungswerte sind Mittelwerte.  
Gleichspannung gemessen mit Instrument 20 kOhm/V  
Wechselspannung gemessen mit Instrument 2 kOhm/V  
Widerungen, die dem technischen Fortschritt dienen, vorbehalten.  
Die angegebenen Werte sind Richtwerte. Verbindliche Werte sind  
der Schaltpläne zu entnehmen.

Stellg.	Sch 3	Stellg.	Sch 3
1	○ (Aus)	7	800 Hz
2	R	8	off. Bilde
3	R	9	off. Bilde
4	R	10	800 Hz
5	L	11	50 Hz
6	C	12	800 Hz
			50 Hz
			Isol.

**RLC-Universal-Meßbrücke**  
RLC 221 - 3  
4110.005 - 00002 Sp/R