

# HEATHKIT®

Bau- und Bedienungsanleitung



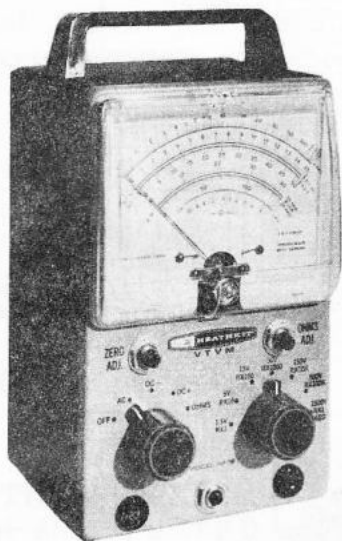
**UNIVERSAL-RÖHRENVOLTMETER**

MODELL IM-18 D

# Bau- und Bedienungs- anleitung



## UNIVERSAL- RÖHRENVOLTMETER MODELL IM-18 D



**HEATHKIT**

Geräte GmbH

6079 Sprendlingen (bei Frankfurt)  
Robert-Bosch-Straße 32-38  
Telefon (06103) 1077

## INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
Technische Daten	2
Schaltbild	3
Einleitung	4
Schaltungsbeschreibung	4
Hinweise zum Zusammenbau	6
Stückliste	8
Richtiges Löten	12
Schritt-für-Schritt-Methode	13
Bestückung von Leiterplatten	14
Schrittweiser Zusammenbau	16
Zusammenbau des Bereichsschalters	16
Zusammenbau der Frontplatte	20
Montage der Drehknöpfe	22
Verdrahtung der Frontplatte	23
Verdrahtung der Leiterplatte	26
Verbindungskabel	32
Anschluss der Leiterplatte an die Frontplatte	34
Einbau der Batterie-Andruckfeder	35
Einbau des Messinstrumentes, des Halterahmens, der Leiterplatte	35
Abschliessende Verdrahtungsarbeiten	38
Vorprüfung	40
Zusammenbau der Prüfkabel	40
Prüfung und Abgleich	43
Anwendung des RVM	46
Hinweise zur Fehlersuche	55
Fehlersuchtafel	56
Wartung	58
Zusätzliche Tastköpfe	59
Kundendienst-Informationen	60
Ersatzteil-Lieferung	62
Versand-Hinweise	63
Garantie	64
Innenansicht des RVM	65

Copyright © 1968 by Heath Company USA. Translation 1969 bei HEATHKIT-Geräte GmbH, Sprendlingen/Hessen on permission of Heath Company USA.

Copyright © 1968 by Heath Company USA. Uebersetzung gefertigt 1969 von HEATHKIT Geräte GmbH, Sprendlingen/Hessen, mit Erlaubnis von Heath Company USA.

Alle Preise für HEATHKIT Geräte können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Wir behalten uns das Recht vor, jederzeit Geräte aus der Fertigung zu ziehen oder Änderungen vorzunehmen, ohne uns damit zu verpflichten, diese Änderungen in bereits verkauften Geräten nachträglich vorzunehmen.

März 1969

## TECHNISCHE DATEN

### Elektronisches Gleichspannungs-Voltmeter -

7 Messbereiche	0 bis 1,5, 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V bei Skalenvollausschlag, mit Hochspannungstastkopf bis 30 000 V
Eingangswiderstand	11 M $\Omega$ (1 M $\Omega$ in der Tastspitze) bei allen Bereichen, mit zusätzlichem Tastkopf bis 1100 M $\Omega$
Schaltung	Abgegliche Gegenakt-Brückenschaltung mit Doppeltriode
Genauigkeit	$\pm 3\%$ des Skalenvollausschlages

### Elektronisches Wechselspannungs-Voltmeter -

7 Effektivspannungs-Messbereiche	0 bis 1,5, 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V <sub>eff</sub> bei Skalenvollausschlag (0,353 der Scheitelspannung des Spitzenwertes)
7 Scheitelspannungs-Messbereiche	0 bis 4, 14, 40, 140, 400, 1400, 4000 V <sub>ss</sub>
Frequenzbereich (im 5 V-Messbereich)	25 Hz bis 1 MHz $\pm 1$ dB (bei 600 $\Omega$ Quellwiderstand)
Genauigkeit	$\pm 5\%$ des Skalenvollausschlages
Eingangs-Widerstand und -Kapazität	1 M $\Omega$ mit 35 pF abgeschlossen (an den Eingangsklemmen gemessen)

### Elektronischer Widerstandsmesser -

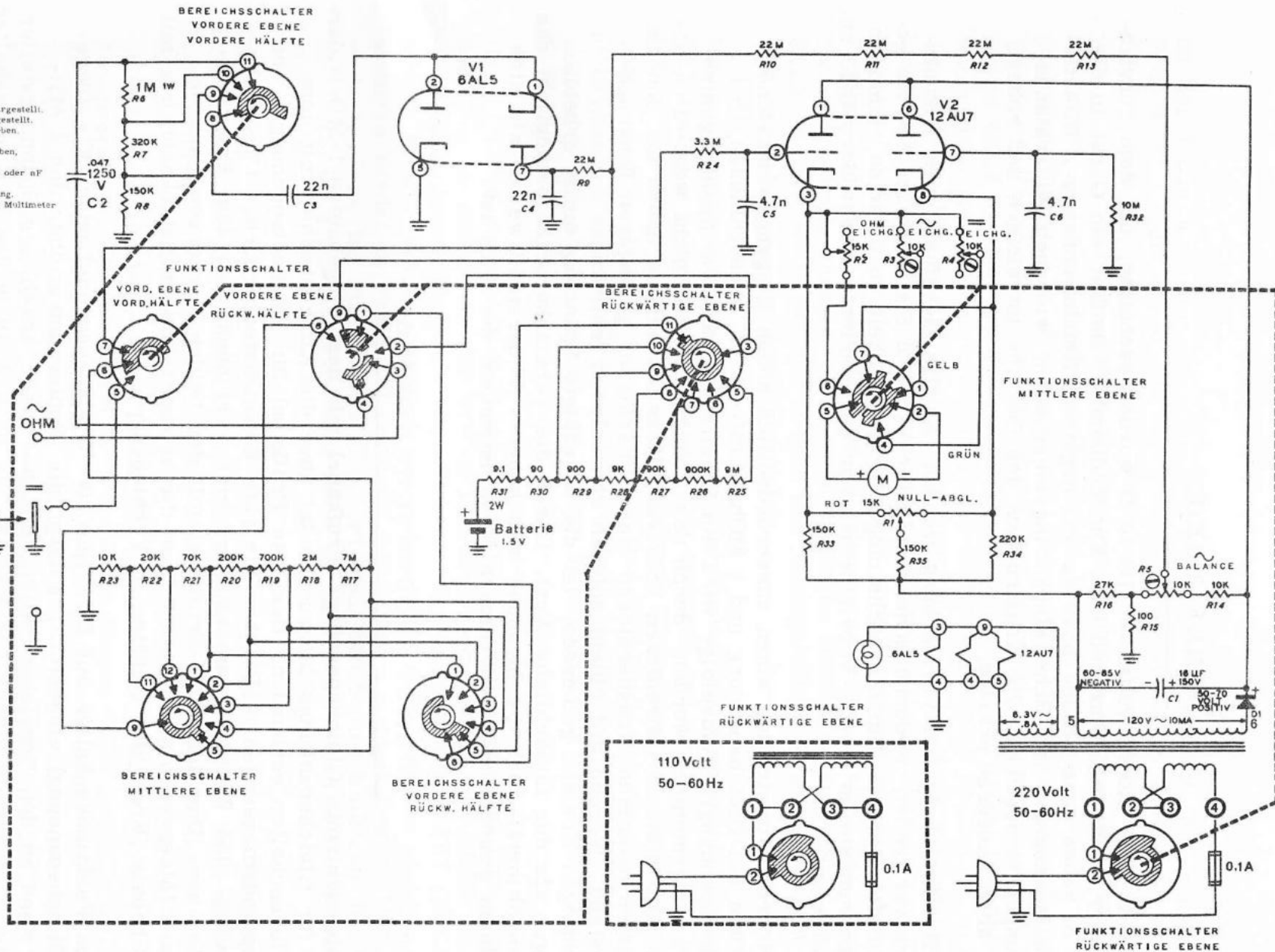
7 Messbereiche	Skala mit 10 $\Omega$ in Skalenmitte, X1, X10, X100, X1000, X10k, X100k, X1MEG. Messbereich von 0,1 $\Omega$ bis 1000 M $\Omega$ mit eingebauter Batterie
Messinstrument	Skalenlänge 11,5 cm, 200 $\mu$ A-Drehspulmesswerk in Polystyrol-Gehäuse
Spannungsteiler	1% Messwiderstände
Röhrenbestückung	12AU7 (ECC82) Doppeltriode in Brückenschaltung 6AL5 (EAA91) Doppeldiode als Gleichrichter.
Batterie	1,5 Volt Babyzelle
Netzanschluss	110/220 Volt, 50/60 Hz, 10 Watt
Gehäuse- Abmessungen	Höhe 190 mm Breite 120 mm Tiefe 105 mm
Nettogewicht	1,8 kg

ANMERKUNG:

1. Alle Schalter sind von hinten gesehen.
2. Bereichsschalter ist in Stellung "1,5 V" dargestellt.
3. Funktionsschalter ist in Stellung "dargestellt."
4. Alle Widerstandswerte sind in Ohm angegeben.  
(K = 1000, M = 1.000.000)
5. Alle Widerstände, falls nicht anders angegeben, mit 0,5 W belastbar.
6. Die Werte aller Kondensatoren sind in  $\mu F$  oder nF angegeben.
7.  $\odot$  - Regler mit Schraubenzieher-Einstellung.
8. Alle Spannungen mit Röhrenvoltmeter oder Multimeter ( $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ ) gemessen.



RVM  
IM-18D



## EINLEITUNG

Das HEATHKIT Röhrenvoltmeter IM-18 D wurde geschaffen, um dem Service-Techniker, dem Ingenieur und dem Kundendienst-Techniker ein Gerät in die Hand zu geben, das genaue positive und negative Gleichspannungs-, Effektiv-Wechselspannungs- und Scheitelspannungsmessungen, wie auch Widerstandsmessungen ermöglicht. Die Konstruktion des Gerätes ist einfach und robust, dabei aber äusserst präzise.

Zur Gleichrichtung und Verstärkung werden für alle Messfunktionen Vakuum-Röhren verwendet, wodurch hohe Empfindlichkeit und Stabilität im Betrieb gewährleistet werden. Um die höchstmögliche Genauigkeit zu erzielen, kommen als Spannungsteiler bzw. -Vervielfacher nur engtolerierete Messwiderstände zur Verwendung.

Das Röhrenvoltmeter hat einen ausserordentlich hohen Eingangswiderstand (11 MOhm bei Gleichspannung und 1 MOhm, mit 35 pF abgeschlossen, bei Wechselspannung). Demzufolge wird ein Schaltkreis, an dem Spannungsmessungen vorgenommen werden, durch das Röhrenvoltmeter nicht wesentlich belastet. Die meisten röhrenlosen Universal-Messinstrumente haben bei den am häufigsten benutzten Messbereichen einen entschieden geringeren Eingangswiderstand. Werden mit einem solchen röhrenlosen Instrument Spannungen in hochohmigen Kreisen gemessen, ist die angezeigte Spannung meist erheblich geringer als der tatsächliche Wert. Durch die Verstärkerstufe ermöglicht das Röhrenvoltmeter auch die Messung weit höherer Widerstandswerte als dies bei einem gewöhnlichen röhrenlosen Messinstrument der Fall ist.

## SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

Das abgeschirmte Gleichspannungs-Prüfkabel mit dem eingebauten 1 M $\Omega$ -Widerstand für Gleichspannungs-Messungen ist über die Klinkenbuchse mit dem Funktionsschalter verbunden. Das rote Prüfkabel für Wechselspannungs- und Widerstandsmessungen stellt über die rote Bananensteckerbuchse (Wechselspannungs- und Widerstandsmessungen) eine Verbindung mit dem Funktionsschalter her. Das schwarze Prüfkabel mit den beiden schwarzen Bananensteckern (Masseverbindung) steht über die schwarze Bananensteckerbuchse mit dem Chassis (Erde) des Gerätes in Verbindung.

Ist der Funktionsschalter auf DC+ (positive Gleichspannung) oder DC- (negative Gleichspannung) eingestellt, gelangt die Prüfspannung über den 1 M $\Omega$ -Widerstand an den Bereichsschalter, der mit einer Anzahl als Spannungsteiler wirkender Messwiderstände bestückt ist. Je nach Stellung des Bereichsschalters wird ein Teil dieser Gleichspannung "abgegriffen" und gelangt an das Steuergitter des ersten Triodensystems der Röhre 12AU7 (ECC82).

Ist der Funktionsschalter auf AC (Wechselspannung) eingestellt, so gelangt eine Prüf-Wechselspannung an die als Einweg-Gleichrichter in Verdopplerschaltung arbeitende Röhre 6AL5 (EAA91), wo sie in eine Gleichspannung umgewandelt wird, die der angelegten Prüf-Wechselspannung proportional ist. Bei den höheren Wechselspannungs-Messbereichen wird ein Spannungsteiler vor den Eingang der Röhre 6AL5 (EAA91) gelegt, der verhindert, dass durch die angelegte Wechselspannung der Grenzwert der Röhre überschritten wird. Die von der Röhre 6AL5 abgegebene Gleichspannung gelangt über den Bereichsschalter an das Steuergitter des ersten Triodensystems der Röhre 12AU7 (ECC82), nimmt also den gleichen Weg wie eine angelegte Prüf-Gleichspannung. Ein Kondensator im Diodenkreis der Röhre hält die angelegte pulsierende Gleichspannung auf ihrem Spitzenwert, so dass das Messinstrument ohne Rücksicht auf die Wellenform der Prüfspannung jeweils auf die Spitzenspannung anspricht. Durch den Wechselspannungs-Abgleichregler werden die geringen Dioden-Anlaufströme der Röhre 6AL5 (EAA91) wirksam unterdrückt und Anzeigefehler in den unteren Wechselspannungs-Messbereichen ausgeschaltet.

Bei Widerstandsmessungen mit dem Röhrenvoltmeter wird der zu messende Widerstand mit einer eingebauten 1,5 V-Batterie und einem Teil des Spannungsteilers am Eingang (der von der jeweiligen Einstellung des Bereichsschalters unabhängig wirkt) in Reihe geschaltet. Das Verhältnis der Widerstände des Spannungsteilers zum messenden Widerstand bestimmt den Anteil der Batteriespannung, die an das Gitter des ersten Triodensystems der Röhre 12AU7 (ECC82) gelangt.

Bei allen Messungen gelangt somit eine von der zu messenden Grösse abhängige Spannung an das Gitter des ersten Triodensystems der Röhre 12AU7 (ECC82). Wird keine Spannung an die abgegliche, durch die Röhre 12AU7 (ECC82) gebildete Brückenschaltung gelegt, so ziehen beide Kathoden den gleichen Strom, wodurch wiederum beide Kathoden auf demselben Potential liegen. Das Drehspulmesswerk des Instruments liegt zwischen den beiden Kathoden der Röhre 12AU7 (ECC82) und schlägt daher auch bei gleichem Potential beider Kathoden nicht aus.

Wird eine positive Spannung (über den Bereichsschalter) an das Steuergitter des ersten Triodensystems der Röhre 12AU7 (ECC82) gelegt, so zieht dieses Röhrensystem mehr Strom als das zweite, wodurch eine Potentialdifferenz zwischen den beiden Triodensystemen entsteht. Da das Instrument jedoch zwischen den beiden Kathoden liegt, durchfließt der resultierende Differentialstrom das Messwerk. Der Zeiger macht darauf einen, diesem Strom proportionalen Ausschlag und zeigt den Wert der zu messenden Spannung oder des zu messenden Widerstandes an. In den Schalterstellungen DC+ und DC- wird lediglich der Anschluss des Messinstrumentes an den Kathoden umgepolt, so dass der Strom immer in der gleichen Richtung durch das Drehspulmesswerk fließt.

Durch die verwendete Brückenschaltung wirken sich Anodenspannungs-Änderungen im Röhrenvoltmeter nicht auf die abgelesenen Spannungswerte aus, da Änderungen der Leitfähigkeit der Röhrensysteme in beiden Triodenteilen gleichzeitig auftreten und die Differenz zwischen den Kathodenpotentialen nicht beeinflussen.

Durch die Leitfähigkeit der Röhre 12AU7 (ECC82), die in der Brückenschaltung verwendet wird, kann die an die Klemmen des Messinstrumentes angelegte Prüfspannung niemals so hoch werden, dass sie ein Durchbrennen des Drehspulmesswerkes zur Folge haben könnte. Dieses ist einer der wesentlichsten Vorzüge des Röhrenvoltmeters. Das Drehspulmesswerk brennt nicht durch, wenn versehentlich eine höhere, als die am Bereichsschalter eingestellte Spannung an das Gerät gelegt wird. Jedoch kann beim Anlegen einer zu hohen Spannung der Zeiger so stark ausschlagen, dass er gegen den Endanschlag prallt und dadurch verbogen wird. Ausserdem ist darauf zu achten, dass in Stellung "Ohm" keine Spannungen gemessen werden dürfen.

Die Messwiderstände des Spannungsteilers für Widerstandsmessungen haben nur eine geringe Belastbarkeit und können dabei leicht durchbrennen.

Im Netzteil des Röhrenvoltmeters IM-18 D findet eine Silizium-Diode als Gleichrichter in Einwegschaltung Verwendung. Zur Siebung der gleichgerichteten Netz-Wechselspannung dient ein Elektrolyt-Kondensator.

Das Netzteil liefert sowohl die Anodenspannung für die Doppeltriode 12AU7 (ECC82), die Heizspannung für beide Röhren, wie auch die positive Gleichspannung zur Unterdrückung des Dioden-Anlaufstromes der Röhre 6AL5 (EAA91) für den abgeglichenen Wechselspannungs-Messkreis.

#### H I N W E I S E   Z U M   Z U S A M M E N B A U

Diese Bauanleitung wurde so ausführlich wie möglich gehalten. Die Anordnung der Teile und die zweckmässigste Aufbau-Reihenfolge wurden in vielen Versuchen erprobt, damit der Selbstbau des Gerätes bei sorgfältiger Beachtung der Anweisungen unserer "Schritt-für-Schritt-Methode" ohne Schwierigkeiten zum gewünschten Erfolg führt.

Es ist ratsam, zunächst die Baubeschreibung aufmerksam durchzulesen, damit Sie erkennen, in welcher Reihenfolge der Zusammenbau vor sich gehen soll und welche Punkte dabei besonders zu beachten sind.

Nach Erhalt der Sendung packen Sie den Bausatz vorsichtig aus. Prüfen Sie alle Einzelteile an Hand der Stückliste. Sollte ein Teil fehlen oder durch den Transport beschädigt sein, verständigen Sie uns bitte. Vergessen Sie aber nicht, die Teile-Nummer aus der Stückliste sowie die Rechnungs-Nummer anzugeben und den Kontrollschein der Reklamation beizufügen.

Um etwaige Lieferfristen zu vermeiden, kann es geschehen, dass ein verwendetes Teil dem abgebildeten nicht hundertprozentig entspricht. So kann es zum Beispiel vorkommen, dass an Stelle eines 50 k $\Omega$ -Widerstandes ein 47 k $\Omega$ -Widerstand oder an Stelle einer 10%-Ausführung ein Teil mit 5% Toleranz beiliegt. Solche Aenderungen sind vorher sorgfältig geprüft und haben keinen Einfluss auf die einwandfreie Arbeitsweise des Gerätes.

Widerstände haben Toleranzen von  $+10\%$ , falls sie nicht anders gekennzeichnet sind. Der Widerstand eines  $100\text{ k}\Omega$ -Widerstandes kann also zwischen  $90\text{ k}\Omega$  und  $110\text{ k}\Omega$  liegen. Bei Kondensatoren sind die Toleranzen allgemein noch grösser, wobei Elektrolyt-Kondensatoren mit  $-50\% \dots +100\%$  die Spitze halten. Bei unseren Bausätzen ist das Material so ausgesucht, dass derartige Abweichungen ohne Einfluss auf die Funktion des Gerätes bleiben.

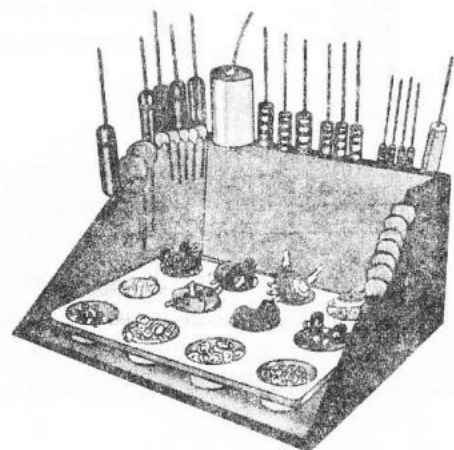
Um die Anordnung der Einzelteile übersichtlicher beschreiben zu können, sind in den Abbildungen zusätzlich Bezeichnungen eingeführt, die jedoch auf dem Teil selbst nicht erscheinen. Wenn also die Anleitung besagt: "Leitung nach G3", dann suchen Sie diesen Punkt in der entsprechenden Abbildung und löten die Leitung an Kontakt 3 des Sockels G.

Um Verwechslungen und Fehler auszuschalten, dürfte es - besonders für Ungeübte - zweckmässig sein, diese Bezeichnungen neben dem Einzelteil mit Hilfe eines selbstklebenden Schildchens zu notieren.

Damit der Zusammenbau des Bausatzes zügig und zeitsparend durchgeführt werden kann, empfehlen wir:

- 1) Machen Sie sich bereits vor Beginn der Tätigkeit durch gründliches Studium der Baumappe mit der Reihenfolge des Zusammenbaues vertraut.
- 2) Ordnen Sie die Bausatz-Einzelteile in kleine Schachteln ein, damit Sie diese ohne Suchen zur Hand haben.
- 3) Beschaffen Sie sich einen guten Werkzeugsatz. Zur Grundausrüstung gehören: ein Schraubenzieher mit  $6\text{ mm}$  breiter Klinge, ein kleiner Schraubenzieher mit  $3\text{ mm}$  breiter Klinge, eine Spitzzange, ein Drahtschneider oder besser noch ein Seitenschneider, ein kleines, scharfes Messer zum Entfernen der Isolation von Schaltdrähten oder eine spezielle Abisolierzange, ein LötKolben oder eine Lötpistole sowie erstklassiges Lötzinn mit Kolophoniumfüllung. Obgleich nicht unbedingt erforderlich, sind Muttern-Aufstecker oder Muttern-Dreher oft sehr nützliche Hilfsmittel. Für Lötarbeiten an gedruckten Schaltungen eignen sich besonders sogenannte Lötgriffel oder LötKolben mit sehr feiner Lötspitze.

Plastikdosen oder ein Presstoff-Eierkarton sind besonders für das Einordnen kleiner Teile praktisch. Widerstände und Kondensatoren können mit ihren Anschlussdrähten in die Kanten eines Wellpappe-Kartons gesteckt werden. Die elektrischen Werte lassen sich neben jedem Teil auf den Karton schreiben.



## STÜCKLISTE

Hinweis: Die in Klammern stehenden Zahlen vor den Teile-Nummern entsprechen den Kennziffern der Einzelteil-Abbildungen am Ende dieser Stückliste und sollen das Auffinden und Erkennen der Bauteile erleichtern.

Teile-Nr.	Anzahl der Teile	Beschreibung
<u>WIDERSTÄNDE</u>		
<u>Belastbarkeit 0,5 W</u>		
(1) 1-3	1	100 $\Omega$ (braun-schwarz-braun)
1-20	1	10 k $\Omega$ (braun-schwarz-orange)
1-23	1	27 k $\Omega$ (rot-violett-orange)
1-27	2	150 k $\Omega$ (braun-grün-gelb)
1-29	1	220 k $\Omega$ (rot-rot-gelb)
1-35	1	1 M $\Omega$ (braun-schwarz-grün)
1-38	1	3,3 M $\Omega$ (orange-orange-grün)
1-40	1	10 M $\Omega$ (braun-schwarz-blau)
1-70	5	22 M $\Omega$ (rot-rot-blau)
3-4-2	1	9,1 $\Omega$ , 5 %, 2 W, (weiss-braun-gold-gold)
<u>MESSWIDERSTÄNDE, 1 %, 0,5 W</u>		
(2) 2-24	1	90 $\Omega$
2-29	1	900 $\Omega$
2-35	1	9 k $\Omega$
2-50	1	10 k $\Omega$
2-38	1	20 k $\Omega$
2-9	1	70 k $\Omega$
2-41	1	90 k $\Omega$
2-86	1	150 k $\Omega$
2-54	1	200 k $\Omega$
2-87	1	320 k $\Omega$
2-13	1	700 k $\Omega$
2-51	1	900 k $\Omega$
2-55	1	2 M $\Omega$
2-16	1	7 M $\Omega$
2-52	1	9 M $\Omega$
2-30-1	1	1 M $\Omega$ , 1 Watt
<u>KONDENSATOREN</u>		
(3) 21-27	2	4700 pF (4,7 nF) Scheibenkondensator
21-31	2	0,022 $\mu$ F (22 nF) Scheibenkondensator
023-91	1	0,047 $\mu$ F (47 nF), 1250 V, Rollkondensator
(4) 25-5	1	16 $\mu$ F, 150 V, Elektrolyt-Kondensator

Teile-Nr.	Anzahl der Teile	Beschreibung
<u>REGLER - SCHALTER</u>		
(5) 10-38	3	Regler, 10 k $\Omega$
(6) 10-78	2	Regler, 15 k $\Omega$
63-500	1	Bereichsschalter
(7) 63-501	1	Funktionsschalter
<u>RÖHREN - KONTROLLAMPEN</u>		
411-25	1	Röhre 12AU7 (ECC82)
411-40	1	Röhre 6AL5 (EAA91)
412-4	1	Kontrollampe, 6,3 V, 0,1 A
<u>FASSUNGEN</u>		
434-47	1	Fassung für Kontrollampe
(8) 0434-79	1	Röhrenfassung, 9-polig
0434-112	1	Röhrenfassung, 7-polig
<u>DRAHTE - ISOLIERSCHLÄUCHE</u>		
089-23	1	Netzkabel, 3-adrig mit Schukostecker
340-2	1	Stück Schaltdraht, blank
344-59	1	Stück Schaltdraht, isoliert
341-1	1	Stück schwarzes Prüfkabel
341-2	1	Stück rotes Prüfkabel
343-11-1	1	Stück abgeschirmtes Prüfkabel
346-1	1	Stück Isolierschlauch
346-6	1	Stück Isolierschlauch für Kontroll- lampe
347-1	1	Stück 8-adriges Kabel
<u>BLECHTEILE</u>		
90-412	1	Gehäuse
0203-278-2/D	1	Frontplatte
204-873	1	Halterahmen
214-2	1	Batteriebecher
204-84	1	Haltewinkel
<u>KLEINTEILE</u>		
(9) 250-8	2	Blechschaube Nr. 6
250-83	2	Blechschaube Nr. 10
(10) 252-7	5	Regler-Befestigungsmutter
0253-2	1	Presspan-Stufenscheibe
253-3	2	Presspan-Unterlegscheibe
(11) 253-10	5	Regler-Unterlegscheibe
254-4	5	Regler-Zahnscheibe

Teile-Nr.	Anzahl der Teile	Beschreibung
<u>KLEINTEILE</u> (Fortsetzung)		
	2	Schraube M 3x6
	1	Schraube M 3x8
	3	Schraube M 4x8
	1	Mutter M 3
	3	Mutter M 4
	3	Zahnscheibe für Schraube M 3
	3	Zahnscheibe für Schraube M 4
	1	Lötfahne
<u>VERSCHIEDENES</u>		
	1	Netztransformator 110/220 Volt
(12)	1	Silizium-Diode
	2	Bananenstecker, schwarz
	1	Bananenstecker, rot
(13)	1	Zugentlastung für rundes Netzkabel
	1	Leiterplatte
	1	Handgriff
	1	Batterie-Andruckfeder
	4	Gummifuss
	1	200 $\mu$ A-Messinstrument mit Befestigungsmaterial
	1	1,5 V Batterie (Babyzelle)
	1	Aufbau-Sicherungshalter
	1	Sicherung 0,1 A
(14)	1	Klinkenbuchse
	1	Bananensteckerbuchse, rot
	1	Bananensteckerbuchse, schwarz
(15)	1	Klinkenstecker
	1	Prüfspitze, rot
	1	Prüfspitze, schwarz
(16)	2	Klemmkonus für Drehknopf
(17)	2	Drehknopf mit Nasenzeiger
		Lötzinn mit Kolophoniumfüllung
	1	Bau- und Bedienungsanleitung in deutscher Sprache

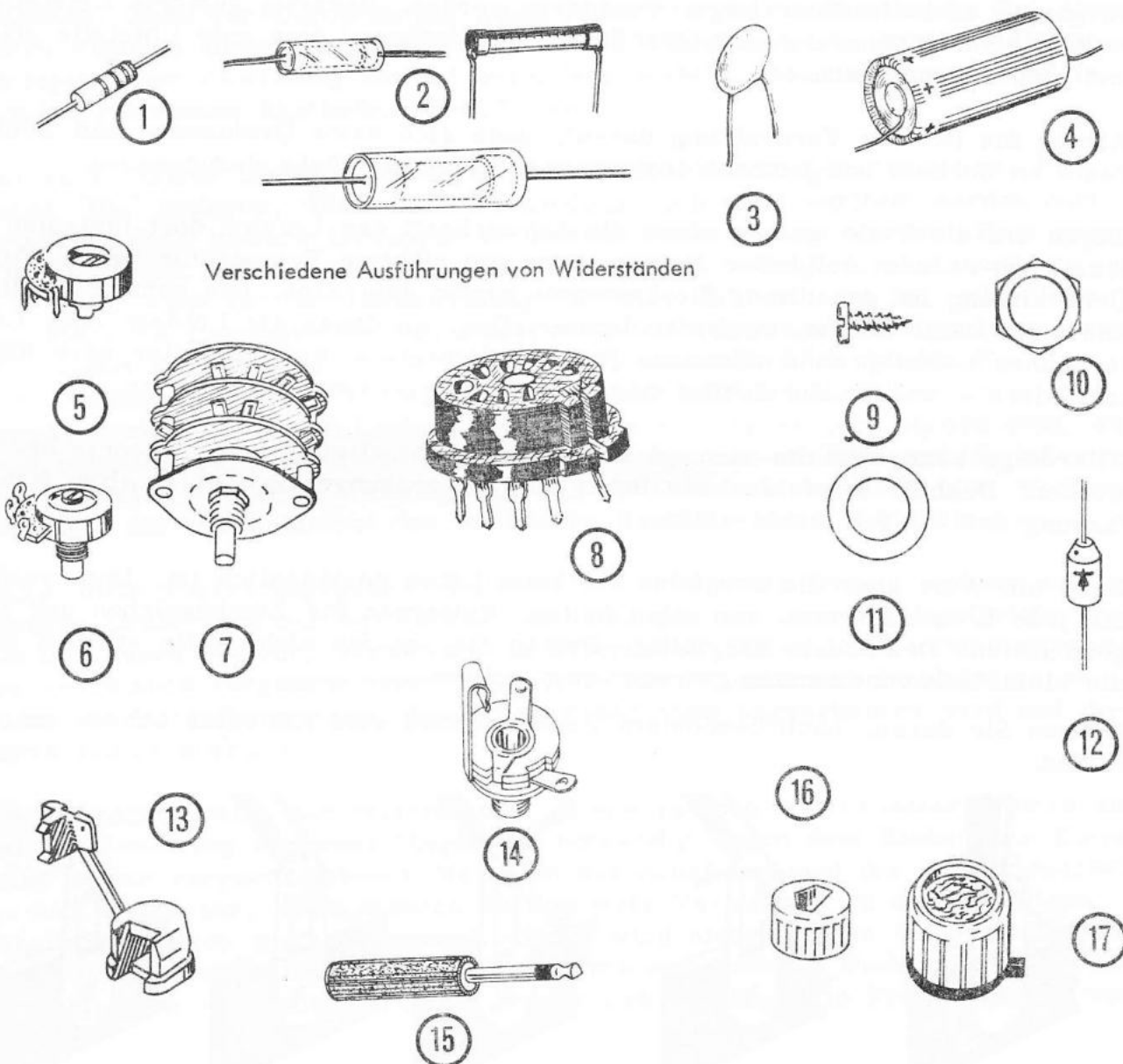
HINWEIS:

Es besteht die Möglichkeit, dass dem Bausatz anstelle der in der Stückliste aufgeführten Kondensatoren solche nach der sogenannten "internationalen Reihe" beiliegen, deren Werte von den angegebenen nur unwesentlich abweichen. So kann beispielsweise statt eines 0,05  $\mu$ F (50 nF)-Kondensators ein 0,047  $\mu$ F (47 nF)-Kondensator beigelegt sein, was aber keinen Einfluss auf die Funktion des Gerätes hat.

Widerstände können unter Umständen einer engeren Toleranzgruppe zugeordnet sein. Anstelle eines Widerstandes von 10% Toleranz kann also dem Bausatz ein solcher von 5% oder sogar nur 2% Toleranz beige packt sein, was ebenfalls kein Nachteil ist.

Die Wertangaben von Widerständen und Kondensatoren können abweichend von den Bauteilbeschreibungen der Stückliste sowohl nach dem internationalen Farbcode als auch in Zahlenwerten erfolgen. Solche Änderungen sind vorher gründlich geprüft und wirken sich nicht nachteilig auf die elektrischen Eigenschaften des Gerätes aus.

ABBILDUNGEN DER EINZELTEILE



Verschiedene Ausführungen von Widerständen

## RICHTIGES LÖTEN

Der Erfolg Ihrer Arbeit hängt von einer einwandfreien Lötstelle ab. Schlechte Lötstellen weisen ständig wechselnde Uebergangswiderstände auf und verursachen Störungen, die sich als Rauschen, Aussetzfehler oder völliger Funktionsausfall bemerkbar machen. Oft ist die "kalte" Lötstelle schwer zu finden, da sie nicht immer äusserlich erkennbar ist. Deshalb wollen wir hier die wichtigsten Punkte aufzählen und besprechen:

Nachdem die Bauelemente miteinander verbunden sind, drücken Sie die flache Seite der Lötspitze an die Breitseite der Lötöse und geben etwas Lötzinn an die Berührungsstelle. Das schmelzende Zinn dringt zwischen Kolbenspitze und Lötöse und erhöht die Wärmeübertragung beträchtlich. Nehmen Sie nicht zu viel Lötzinn. Es ist nicht notwendig, dass die Oeffnung der Lötöse ausgefüllt wird. Sobald das Zinn gleichmässig um die Lötstelle herumgeflossen ist, entfernen Sie den LötKolben. Es ist sehr wichtig, dass die Teile während des Erstarrungsvorganges nicht in ihrer Lage verändert werden. Derartig gestörte Lötstellen weisen eine matte und raue Oberfläche auf, während eine gute Lötstelle glatt und glänzend aussieht.

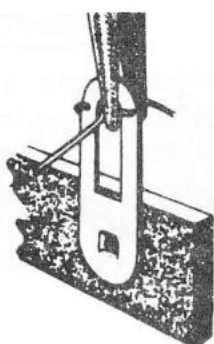
Achten Sie bei der Verdrahtung darauf, dass sich keine Drahtenden und Zinnreste an Sockeln und Lötösen festsetzen und Kurzschlüsse verursachen

Legen Sie die Teile so hin, dass die Schwerkraft das Lötzinn dort hinlaufen lässt, wo es sein soll. Der Kolben muss die richtige Temperatur haben. Auch Ueberhitzung ist schädlich. Sie bekommt weder dem Zinn, das schnell oxydiert und nicht mehr fliesst, noch den Isolierteilen, an denen die Lötösen oder Leiterbahnen befestigt sind. Gewisse Schalterelemente - wie Halbleiter oder Kontaktfedern - werden durch übermässige Hitzeeinwirkung unbrauchbar.

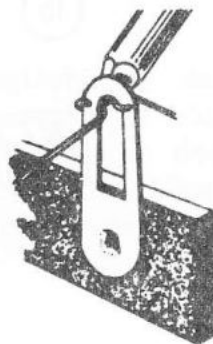
Allerdings kann man die richtige Löttechnik nicht alleine durch Theorie erwerben. Deshalb empfehlen wir Ihnen einige Vorübungen mit einer alten Röhrenfassung und einigen Drahtresten

Noch ein Wort über die Sorgfalt, die beim Löten unerlässlich ist. Untersuchen Sie jede Lötstelle genau von allen Seiten. Entfernen Sie Zinnkügelchen und abgeschnittene Drahtreste sorgfältig. Prüfen Sie, ob Sie nicht Teile verlötet haben, die elektrisch voneinander getrennt sein sollten.

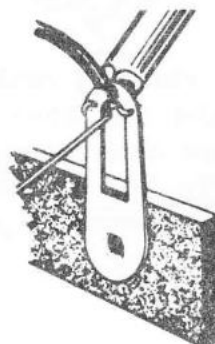
Denken Sie daran, nach beendetem Zusammenbau sind Lötfehler schwer zu finden.



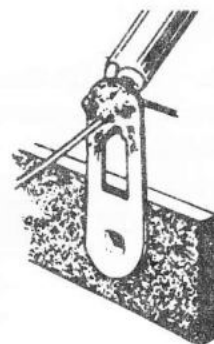
Anschluss umbiegen



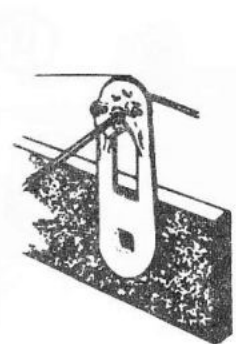
Verbindung erhitzen



Lötzinn zuführen



Lötzinn gut verlaufen lassen



gut verlötete Verbindung

**ANMERKUNG:**

WIR REPARIEREN KEINE GERÄTE, BEI DENEN SÄUREHALTIGE LÖT- ODER FLUSSMITTEL VERWENDET WORDEN SIND. BEI SOLCHEN GERÄTEN SIND ALLE GARANTIEN AUFGEHOBEN. WENN ZUSÄTZLICHES LÖTZINN BENÖTIGT WIRD, KAUFEN SIE NUR RADIO-LÖTZINN MIT KOLOPHONIUMFÜLLUNG MIT EINEM ZINN : BLEIVERHÄLTNIS 60 : 40 ODER 50 : 50.

### SCHRITT - FÜR - SCHRITT - METHODE

Der Zusammenbau unserer Geräte erfolgt nach der "Schritt-für-Schritt-Methode", die keine besonderen Vorkenntnisse erfordert und Irrtümer weitgehend ausschliesst.

Vor jedem Arbeitsgang ist ein eingeklammerter Raum für die Kontrolle freigelassen. Nach der Durchführung eines jeden Schrittes sollte dessen Erledigung durch Abhaken angezeigt werden ( ). Dieses Vorhaben verhindert das Ueberspringen einer Anweisung und ist besonders wichtig, wenn Sie den Aufbau in zeitlich getrennten Abständen durchführen.

Am Ende einiger Einzelanweisungen stehen die Abkürzungen "NL" bzw. "L", wobei "NL" bedeutet, dass diese Verbindung noch nicht verlötet werden darf, da später noch weitere Leitungen zu diesem Punkt verlegt werden. Erst wenn alle Drähte zu einem Anschlusspunkt verlegt sind, erfolgt die Lötanweisung, d.h. "L". Wenn bei der Lötanweisung "L" eine Zahl genannt ist, gibt diese an, wie viele Leitungen zu dem entsprechenden Anschluss führen müssen, ehe er verlötet werden darf. Wenn es zum Beispiel heisst: "Verbinden Sie einen Anschlussdraht eines 47 k $\Omega$ -Widerstandes mit Lötöse 1 (L-2)", dann muss bereits vorher zu dieser Leitung eine andere Leitung verlegt worden sein, so dass nunmehr zwei Drähte in der Lötöse stecken und verlötet werden müssen. Die zusätzliche laufende Prüfung während der Verdrahtung stellt eine wirksame Kontrolle dar und schliesst das mehrfache Nachlöten einer Lötstelle aus.

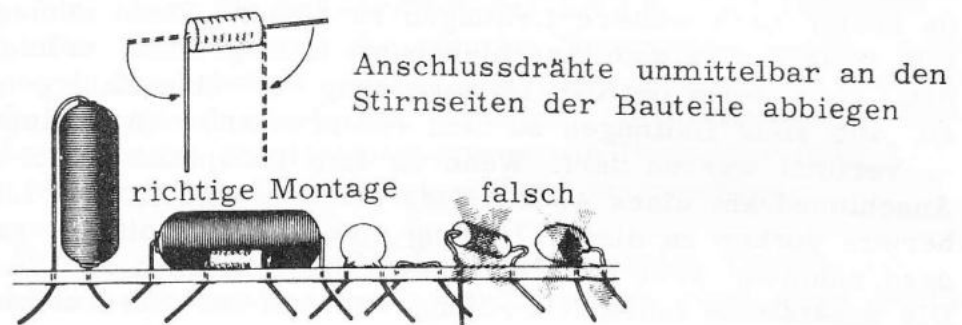
Falls nicht anders angegeben, sollten alle verwendeten Drähte isoliert sein. Blanker Draht wird nur bei kurzen Verbindungen, bei denen keine Gefahr eines Kurzschlusses besteht, verwendet. In besonderen Fällen ist die Benutzung von Isolierschlauch vorgeschrieben. Beim Abisolieren isolierter Schaltdrähte ist äusserste Vorsicht geboten, damit der Draht nicht angeschnitten wird und dadurch später abbricht.

Die Anschlussdrähte der Widerstände, Kondensatoren und Transformatoren sind bei der Lieferung meistens länger als notwendig. Nach dem Einbau der Einzelteile an der vorgeschriebenen Stelle in der Schaltung sind die Anschlussdrähte so weit zu kürzen, dass dadurch die kürzeste Verbindung zu den jeweiligen Schaltungspunkten zustande kommt. Damit wird nicht nur die Verdrahtung sauberer und übersichtlicher, sondern auch die einwandfreie Funktion des Gerätes gewährleistet, die sonst durch zu grosse Leitungslängen in Frage gestellt werden könnte.

## BESTÜCKUNG VON LEITERPLATTEN

Bevor Sie mit der Bestückung der Leiterplatte beginnen, sollten Sie diesen Abschnitt durchlesen und die Textabbildungen genau betrachten. Wenn Sie die hier gegebenen Anweisungen genau befolgen, dürfen Sie sicher sein, dass Ihr Gerät bereits bei der ersten Inbetriebnahme einwandfrei funktioniert.

Die Bestriebssicherheit des fertigen Gerätes hängt im wesentlichen von der sachgemässen, mechanisch und elektrisch einwandfreien Montage von Bauteilen, ganz besonders jedoch von der fachgerechten Bestückung der Leiterplatte ab, die später als gedruckte Schaltung das Herzstück des Gerätes darstellt. Ganz allgemein sollten Sie es sich zur Gewohnheit machen, alle Bauteile wie Widerstände, Drosseln, Kondensatoren etc. so dicht wie möglich auf der Platte zu montieren. Hochfrequente Schaltkreise, wie sie auch in diesem Gerät vorkommen, sind sehr anfällig gegen Brummeinstreuungen, wilde Schwingungen und andere Störungen, die meist durch falsche Leitungsführung oder Bauteil-Montage hervorgerufen werden. Die Anschlussdrähte aller Bauteile sollen so kurz wie möglich gehalten werden, was bei gedruckten Schaltungen ohnehin der Fall ist und somit einen wesentlichen Vorteil gegenüber konventionellen Verdrahtungen bedeutet. Die richtige und falsche Bestückung von Leiterplatten wird auf der nachstehenden Abbildung gezeigt.

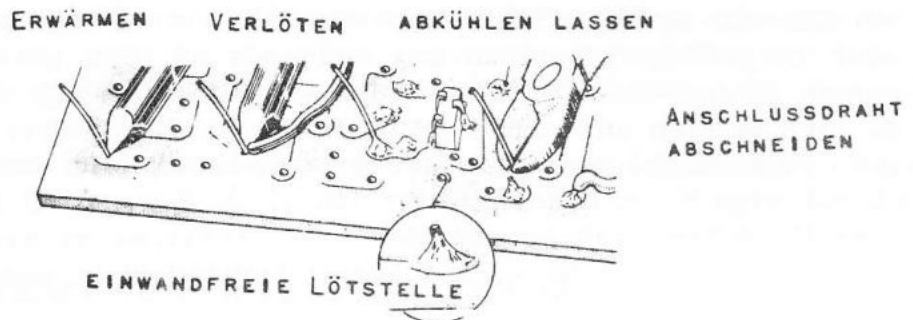


Anschlussdrähte der Bauteile leicht nach aussen biegen, um ein Herausfallen beim Umwenden der Leiterplatte zu verhindern.

**HINWEIS:** Beim Zurechtbiegen der Anschlussdrähte von Kondensatoren und Widerständen ist darauf zu achten, dass diese Bauteile keinesfalls beschädigt werden.

Bei Rollkondensatoren und Widerständen werden die Anschlussdrähte unmittelbar an den Stirnseiten dieser zylindrischen Bauteile im rechten Winkel abgelenkt, während bei keramischen Scheibenkondensatoren die Anschlussdrähte lediglich gerade zu biegen sind. Bei Bauteilen mit Lötösenanschlüssen, wie Regler, Schalter, Trimmer, Spulen usw., ist darauf zu achten, dass die Lötösen nicht verbogen sind. Da trotz aller Sorgfalt bei der Verpackung diese Lötösen doch einmal verbiegen können, sind sie gegebenenfalls mit Hilfe einer Flachzange zu richten.

Nach dem Zurechtbiegen der Anschlussdrähte werden die einzelnen Bauteile von der bedruckten Leiterplattenseite aus - auf der Lage und Wert eines jeden Bauteils genau eingezeichnet sind - an den entsprechenden Stellen montiert. Dazu werden die Anschlussdrähte durch die Bohrungen der Leiterplatte gesteckt und auf der Folienseite leicht nach aussen gebogen, um ein Herausfallen zu verhindern. Nachdem eine bestimmte Anzahl von Teilen montiert worden ist, wird die Leiterplatte umgedreht. Die Anschlussdrähte werden mit den entsprechenden Leiterbahnen verlötet. Dann werden die überstehenden Enden der Anschlussdrähte mit dem Seitenschneider unmittelbar über den Lötstellen abgeschnitten.



Lötarbeiten an Leiterplatten sind relativ einfach. Es ist lediglich darauf zu achten, dass mit der Spitze des LötKolbens gleichzeitig der zu verlötende Anschlussdraht und die Leiterbahn auf der Folienseite der Platte genügend erhitzt werden. Dabei ist die LötKolbenspitze recht kräftig auf die Leiterbahn zu drücken. Nach kurzer Erhitzung der Lötstelle wird das Lötzinn zugeführt und ein wenig davon auf der Lötstelle zum Schmelzen gebracht. Darauf entfernt man das Lötzinn wieder, erhitzt die Lötstelle jedoch noch so lange weiter, bis das Zinn einwandfrei verlaufen ist. Erst dann wird der LötKolben rasch weggenommen und einige Sekunden gewartet, bis das Lötmedium erkaltet ist. Eine einwandfreie Lötstelle erkennt man auch auf der Leiterplatte an einer gleichmässig silbrig-blanken Oberfläche. Führen Sie keinesfalls zu viel Lötzinn zu, da dieses sonst über die Leiterbahn hinausfließt und eventuell eine Brücke zu einer benachbarten Leiterbahn bildet oder die Durchstecköffnungen für die Anschlussdrähte noch einzubauender Schaltelemente verschliesst.

Schlechte Lötstellen



Sollte Lötzinn versehentlich von einer zur anderen Leiterbahn fließen, erhitzt man die Lötstelle nochmals kurz und fährt - so lange das Lötzinn noch heiss ist - schnell mit einem sauberen Tuch oder Pinsel zwischen den beiden Leiterbahnen hindurch. Nach dem Erkalten lassen sich die Lötzinrückstände leicht vom nicht kaschierten, d.h. von der Folie bedeckten, Teil der Leiterplatte entfernen.

Durch Versehen mit Lötzinn gefüllte Durchstecköffnungen in der Leiterplatte lassen sich wieder freimachen, wenn man das Lötzinn an dieser Stelle kurz erhitzt und dann von der bedruckten Seite der Leiterplatte her einen dünnen Draht - am besten aus Aluminium (notfalls auch den Draht eines Widerstandes oder Kondensators) - durch die so geschaffene Oeffnung schiebt und so lange hin und her bewegt, bis das Lötzinn wieder erkaltet ist.

Für Lötarbeiten an Leiterplatten eignen sich am besten LötKolben mit einer Leistungsaufnahme von 25 bis 35 Watt und möglichst dünner zunderfreier oder vernickelter Spitze. Besonders vorteilhaft sind sogenannte "Minitip"-LötKolben oder Lötgriffel. LötKolben mit mehr als 50 Watt Leistungsaufnahme oder sogenannte Schnell-Löter (Löt pistolen) sind für derartige Feinlötarbeiten ungeeignet, da ihre Spitzen ausserordentlich heiss werden, wobei sich unter Umständen die Folienbahnen von der Leiterplatte lösen, die dann unbrauchbar wird.

## SCHRITTWEISER ZUSAMMENBAU

### ZUSAMMENBAU DES BEREICHSSCHALTERS

Suchen Sie den Bereichsschalter (Teile-Nr. 63-500) heraus. Informieren Sie sich an Hand der Abbildung 1 A über den Aufbau dieses Schalters und die Bezeichnung der Löt fahnen. Bringen Sie den Schalter in eine solche Lage, dass Sie die freie Stelle zwischen den Löt fahnen 7 und 8 der vorderen Schalterebene erkennen können. Von hinten gesehen verläuft die Numerierung der einzelnen Löt fahnen im Uhrzeigersinn. Zwei der drei Schalterebenen sind mit 12 Löt fahnen versehen, die dritte nur mit 11 Löt fahnen. Die Löt fahnen der einzelnen Schalterebenen werden wie folgt bezeichnet:

Die Löt fahnen der vorderen Schalterebene, also derjenigen, die unmittelbar an die Schalterrasterung angrenzt, sind fortlaufend von 1 bis 11 numeriert. Die Löt fahnen der zweiten wie auch der dritten Schalterebene sind fortlaufend von 1 bis 12 numeriert. Die dritte oder rückwärtige Schalterebene ist diejenige, die von der Schalterrasterung am weitesten entfernt ist. Beachten Sie bitte, dass die vordere Schalterebene beiderseitig, die zweite und rückwärtige Ebene jedoch nur einseitig mit Löt fahnen bestückt sind.

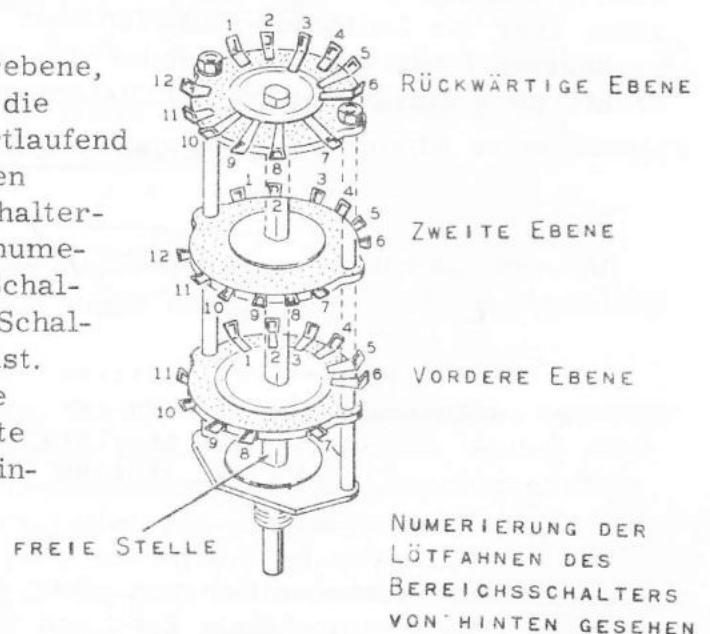
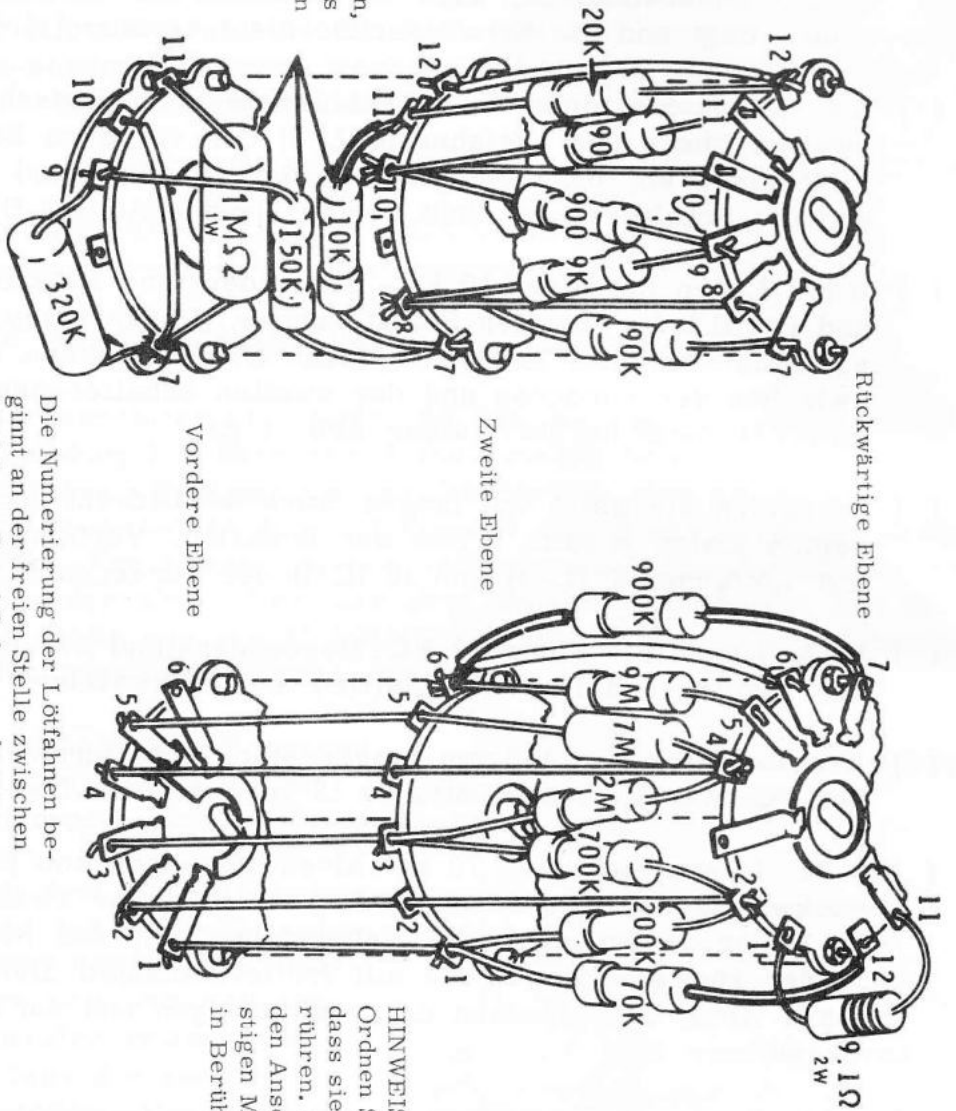


ABBILDUNG 1 A

Die nachstehenden Arbeitsgänge sind aus Abbildung 1 B (Seite 18) ersichtlich.

- ( ) R 7. Legen Sie einen  $320\text{ k}\Omega$ -Messwiderstand zwischen die Lötflächen 7 (NL) und 9 (NL) der vorderen Ebene. Biegen Sie den Widerstand so, dass er zwischen der Schalterebene und der Abdeckplatte liegt (siehe Abb. 1 B). Die Abdeckplatte ist die vorne am Schalter angebrachte Metallplatte ohne Lötflächen.
- ( ) R 6. Legen Sie einen  $1\text{ M}\Omega$ -Messwiderstand von 1 Watt Belastbarkeit zwischen die Lötflächen 7 (NL) und 11 (NL) der vorderen Ebene. Biegen Sie diesen Widerstand so, dass er zwischen der vorderen und der zweiten Ebene liegt und die Schalterachse nicht berührt (siehe Abb. 1 B, Seite 18).
- ( ) R 8. Legen Sie einen  $150\text{ k}\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 7 (NL) der zweiten Ebene und Lötfläche 9 (L-2) der vorderen Ebene. Biegen Sie diesen Widerstand so, dass er zwischen der vorderen und der zweiten Ebene liegt und die Schalterachse nicht berührt (siehe Abb. 1 B).
- ( ) R 23. Legen Sie einen  $10\text{ k}\Omega$ -Messwiderstand zwischen die Lötflächen 7 (NL) und 11 (NL) der zweiten Schalterebene. Ueberziehen Sie den Anschlussdraht zu Lötfläche 11 mit Isolierschlauch. Biegen Sie den Widerstand so, dass er zwischen der vorderen und der zweiten Schalterebene liegt und die Schalterachse nicht berührt (siehe Abb. 1 B).
- ( ) Schneiden Sie ein 5 cm langes Stück Schaltdraht ab, und entfernen Sie an beiden Enden jeweils 6 mm der Isolation. Verbinden Sie diesen Schaltdraht mit Lötflächen 7 (L-3) und 10 (L-1) der vorderen Schalterebene.
- ( ) R 22. Legen Sie einen  $20\text{ k}\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 11 (L-2) der zweiten und Lötfläche 12 (NL) der rückwärtigen Schalterebene.
- ( ) Verbinden Sie ein 4,5 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 12 (NL) der rückwärtigen und Lötfläche 12 (L-1) der zweiten Schalterebene.
- ( ) R 21. Legen Sie einen  $70\text{ k}\Omega$ -Messwiderstand von Lötfläche 12 (L-3) der rückwärtigen Ebene durch Lötfläche 1 (NL) der zweiten Ebene an Lötfläche 1 (L-1) der vorderen Ebene. Ueberziehen Sie den Anschlussdraht zu Lötfläche 12 der rückwärtigen Ebene mit Isolierschlauch. Der Widerstand muss gemäss Abbl. 1 B zwischen der rückwärtigen und der zweiten Schalterebene liegen.
- ( ) R 20. Legen Sie einen  $200\text{ k}\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 1 (L-3) der zweiten Schalterebene und Lötfläche 2 (NL) der rückwärtigen Schalterebene.
- ( ) Verbinden Sie ein 7,5 cm langes Stück blanken Schaltdraht mit Lötfläche 2 (NL) der hinteren, durch Lötfläche 2 (L-2) der zweiten mit Lötfläche 2 (L-1) der vorderen Schalterebene.

**ACHTUNG**  
 Ordnen Sie diese Widerstände so an, dass sie die Schalterachse nirgends berühren. Durch Berührung werden die Widerstände beschädigt und Kurzschlüsse verursacht.



Die Nummerierung der Lötflächen beginnt an der freien Stelle zwischen Lötflächen 7 und 8 der vorderen Schalterebene.

**BEREICHSSCHALTER**

**HINWEIS**  
 Ordnen Sie die Widerstände so an, dass sie sich nicht gegenseitig berühren. Sie dürfen auch nicht mit den Anschlussklemmen oder sonstigen Metallteilen des Schalters in Berührung kommen.

**ABBILDUNG 1B**

- ( ) R19. Legen Sie einen 700 k $\Omega$ -Messwiderstand von Lötfläche 2 (L-3) der rückwärtigen durch Lötfläche 3 (NL) der zweiten an Lötfläche 3 (L-1) der vorderen Schalterebene. Der Widerstand muss zwischen der rückwärtigen und der zweiten Ebene liegen.
- ( ) R18. Legen Sie einen 2 M $\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 3 (L-3) der zweiten und Lötfläche 4 (NL) der rückwärtigen Schalterebene.
- ( ) Verbinden Sie ein 7,5 cm langes Stück blanken Schaltaht mit Lötfläche 4 (NL) der rückwärtigen, durch Lötfläche 4 (L-2) der zweiten mit Lötfläche 4 (L-1) der vorderen Schalterebene.
- ( ) R17. Legen Sie einen 7 M $\Omega$ -Messwiderstand von Lötfläche 4 (L-3) der rückwärtigen durch Lötfläche 5 (L-2) der zweiten an Lötfläche 5 (NL) der vorderen Schalterebene. Der Widerstand muss zwischen der rückwärtigen und der zweiten Ebene liegen.
- ( ) R 25. Legen Sie einen 9 M $\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 5 (L-1) der rückwärtigen und Lötfläche 6 (NL) der zweiten Schalterebene.
- ( ) Verbinden Sie ein 4,5 cm langes Stück Schaltaht mit Lötfläche 6 (L-1) der rückwärtigen und Lötfläche 6 (NL) der zweiten Schalterebene.
- ( ) R 26. Legen Sie einen 900 k $\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 7 (NL) der rückwärtigen und Lötfläche 6 (L-3) der zweiten Schalterebene. Ueberziehen Sie beide Anschlussdrähte dieses Widerstandes mit Isolierschlauch.
- ( ) R 27. Legen Sie einen 90 k $\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 7 (L-2) der rückwärtigen und Lötfläche 8 (NL) der zweiten Schalterebene.
- ( ) Verbinden Sie ein 4,5 cm langes Stück blanken Schaltaht mit Lötfläche 8 (L-1) der rückwärtigen und Lötfläche 8 (NL) der zweiten Schalterebene.
- ( ) R 28. Legen Sie einen 9 k $\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 9 (NL) der rückwärtigen und Lötfläche 8 (L-3) der zweiten Schalterebene.
- ( ) R 29. Legen Sie einen 900  $\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 9 (L-2) der rückwärtigen und Lötfläche 10 (NL) der zweiten Schalterebene.
- ( ) Verbinden Sie ein 4,5 cm langes Stück blanken Schaltaht mit Lötfläche 10 (L-1) der rückwärtigen und Lötfläche 10 (NL) der zweiten Schalterebene.
- ( ) R 30. Legen Sie einen 90  $\Omega$ -Messwiderstand zwischen Lötfläche 11 (NL) der rückwärtigen und Lötfläche 10 (L-3) der zweiten Schalterebene.
- ( ) R 31. Legen Sie einen 9,1  $\Omega$ -Widerstand, 5 %, 2 W, (weiss-braun-gold-gold) zwischen Lötfläche 11 (L-2) und Lötfläche 1 (NL) der rückwärtigen Schalterebene. Die Lage dieses Widerstandes ist aus Abbildung 1 B ersichtlich.

Damit ist die Bestückung des Bereichsschalters mit Widerständen abgeschlossen. Bevor Sie diesen Schalter einstweilen beiseite legen, kontrollieren Sie nochmals jeden einzelnen Arbeitsgang sorgfältigst. Achten Sie besonders darauf, dass durch freiliegende Anschlussdrähte und nicht-isolierte Verbindungsleitungen kein Kurzschluss verursacht werden kann. Prüfen Sie jede einzelne Lötstelle genauestens nach, und vergewissern Sie sich, dass sämtliche Lötverbindungen einwandfrei sind. Achten Sie darauf, dass dicht nebeneinanderliegende Schalterkontakte nicht durch verlaufenes Lötzinn versehentlich kurzgeschlossen wurden. Schütteln Sie den fertig verdrahteten Schalter mehrere Male kräftig, damit verspritztes Lötzinn und abgeschnittene Drahtenden herausfallen können. Nach Abschluss der bisher durchgeführten Arbeiten sind lediglich an Lötflächen 6 und 8 der vorderen, Lötfläche 9 der zweiten und Lötfläche 3 der rückwärtigen Schalterebene noch keine Anschlüsse vorgenommen worden, während die mit Lötflächen 5 und 11 der vorderen, Lötfläche 7 der zweiten und Lötfläche 1 der rückwärtigen Schalterebene verbundenen Schaltelemente noch nicht verlötet wurden.

### ZUSAMMENBAU DER FRONTPLATTE

Die folgenden Arbeitsgänge sind in Bild 1 dargestellt.

- ( ) Bauen Sie die Klinkenbuchse bei P auf der Rückseite der Frontplatte ein. Achten Sie auf die aus Bild 1 ersichtliche richtige Lage der Lötflächen. Befestigen Sie die Klinkenbuchse, wie in Abbildung 1 C gezeigt, mit Hilfe einer Regler-Zahnscheibe, einer Regler-Unterlegscheibe und einer Regler-Befestigungsmutter.
- ( ) R1, R2. Bauen Sie in ähnlicher Weise die beiden 15 kOhm-Regler bei O und Z in die Frontplatte ein. Verwenden Sie dazu Regler-Zahnscheiben, Regler-Unterlegscheiben und Regler-Befestigungsmuttern. Achten Sie auf die aus Bild 1 ersichtliche Lage der Lötflächen dieser beiden Regler.
- ( ) Bauen Sie die rote Bananensteckerbuchse, gemäss Abbildung 1 D, bei R auf der Frontplatte ein. Achten Sie auf die aus Bild 1 ersichtliche Lage der Lötfläche.
- ( ) Bauen Sie in gleicher Weise die schwarze Bananensteckerbuchse bei S auf der Frontplatte ein. Achten Sie auf die aus Bild 1 ersichtliche Lage der Lötfläche.

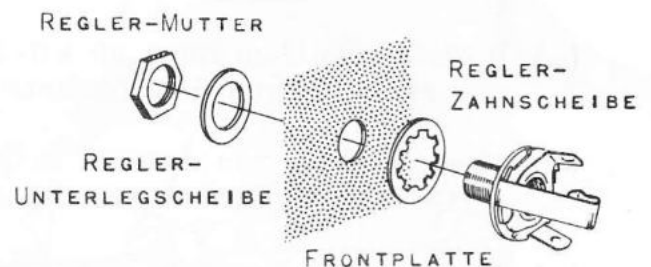


ABBILDUNG 1 C

EINBAU DER ROTEN UND SCHWARZEN BUCHSE  
FRONTPLATTE

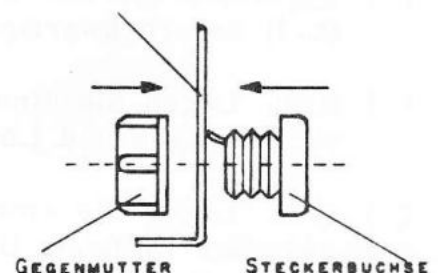
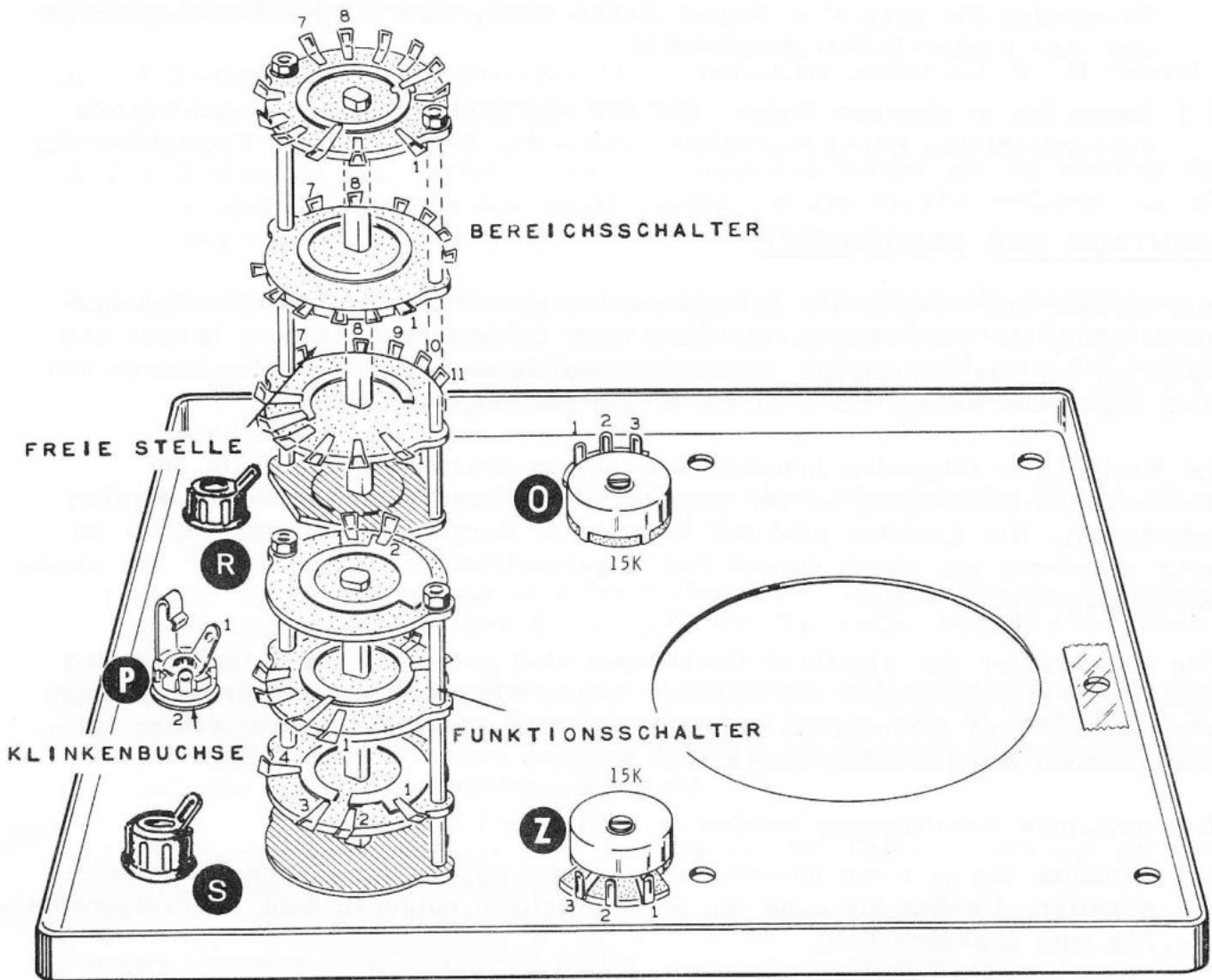


ABBILDUNG 1 D



**BILD 1**

- ( ) Bauen Sie den Funktionsschalter (Teile-Nr. 63-501) in die Frontplatte ein. Achten Sie auf die aus Bild 1 (Seite 21) ersichtliche Lage des Schalters. Verwenden Sie dazu eine Regler-Zahnscheibe, eine Regler-Unterlegscheibe und eine Regler-Befestigungsmutter.
- ( ) Bauen Sie in gleicher Weise und wie aus Bild 1 ersichtlich den bereits vorverdrahteten Bereichsschalter (Teile-Nr. 63-500) in die Frontplatte ein.

### MONTAGE DER DREHKNÖPFE

Bei diesem Röhrenvoltmeter gelangen neuartige Drehknöpfe mit Klemmkonus-Befestigung zur Verwendung, die auch ohne Madenschrauben fest, sicher und spielfrei auf den Achsen der einzelnen Schalter angebracht werden können und sich ausserdem durch einwandfreie Stellungsanzeige auszeichnen.

Im Verlauf der folgenden Arbeiten werden die Drehknöpfe mit Hilfe der Klemmkonus-Befestigung an den abgeflachten Achsenenden der beiden Regler angebracht. Die Arbeiten sind mit besonderer Sorgfalt durchzuführen, da es sehr schwierig ist, einen einmal fest angebrachten Drehknopf wieder von einem Klemmkonus abzuziehen.

Die Nasenzeiger der einzelnen Drehknöpfe sind genau auf die entsprechenden Skalen-Markierungspunkte der Schalter auszurichten. Wenn Sie die Drehknöpfe einmal abnehmen müssen, so achten Sie darauf, dass Sie später wieder auf der gleichen Schalterachse angebracht werden.

Die einzelnen Arbeitsgänge werden in Abbildung 1 E gezeigt.

- ( ) Schieben Sie je einen Klemmkonus auf die abgeflachten Achsen der beiden Schalter. Drehen Sie dann die Schalterachsen entgegen dem Uhrzeigersinn bis zum Linksanschlag.
- ( ) Schieben Sie einen Zeigerknopf so auf den Klemmkonus des Funktionsschalters, dass der Zeiger genau auf die Stellung "AUS" weist.
- ( ) Drehen Sie den Knopf im Uhrzeigersinn und achten Sie darauf, dass der Nasenzeiger in jeder Schaltstellung genau auf den zugehörigen Punkt der Skalenmarkierung weist.

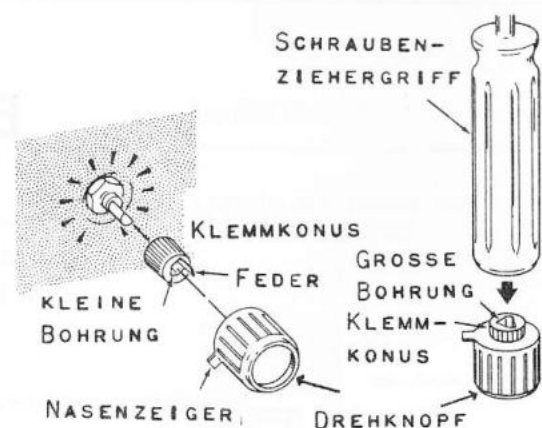


ABBILDUNG 1 E

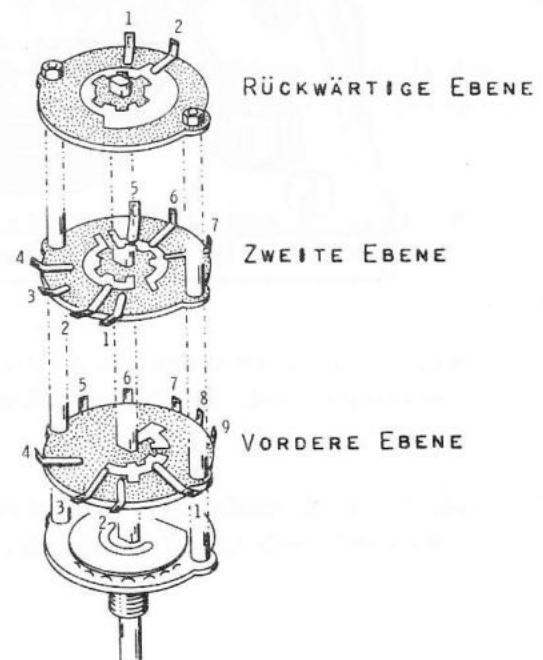
HINWEIS: Die folgenden Arbeiten sind nur erforderlich, wenn der Nasenzeiger des Drehknopfes in den einzelnen Schaltstellungen nicht mit den Markierungspunkten der Skala übereinstimmt.

1. ( ) Stellen Sie den Nasenzeiger des Drehknopfes genau auf die Mittelstellung (-) des Funktionsschalters ein.
  2. ( ) Ziehen Sie den Drehknopf vom Klemmkonus wieder ab und stecken ihn je nach Abweichung des Nasenzeigers von der Schalterstellung, um etwas nach links oder rechts versetzt, wieder auf.
  3. ( ) Bringen Sie den Schalter nacheinander in sämtliche Schaltstellungen und überprüfen dabei die Übereinstimmung der Zeigerstellung des Knopfes mit der Frontplattenmarkierung. Sofern nicht ganz geringfügige Abweichungen dabei festgestellt werden, sind die Vorgänge 1 und 2 zu wiederholen.
- ( ) Ziehen Sie den Drehknopf zusammen mit dem Klemmkonus wieder von der Schalterachse ab.
- ( ) Legen Sie den Knopf auf eine feste Unterlage, auf die Sie zur Vermeidung von Kratzern ein weiches Tuch, z. B. ein Staubtuch, ausgebreitet haben.
- ( ) Drücken Sie den Klemmkonus mit Hilfe eines Schraubenziehergriffes fest in die konische Bohrung des Zeigerknopfes hinein (wie in Abbildung 1 E gezeigt). Stecken Sie den Knopf mit dem eingepressten Klemmkonus wieder auf die Achse des Funktionsschalters.
- ( ) Montieren Sie in der gleichen Art den zweiten Zeiger-Drehknopf auf die Achse des Bereichsschalters.

### VERDRAHTUNG DER FRONTPLATTE

Informieren Sie sich an Hand der Abbildung 2 A über den Aufbau, die Lage und Numerierung der Lötflächen des Funktionsschalters.

Die vordere Ebene dieses Schalters ist die der Frontplatte am nächsten liegende.



NUMERIERUNG DER LÖTFÄHNEN DES FUNKTIONSSCHALTERS

ABBILDUNG 2 A

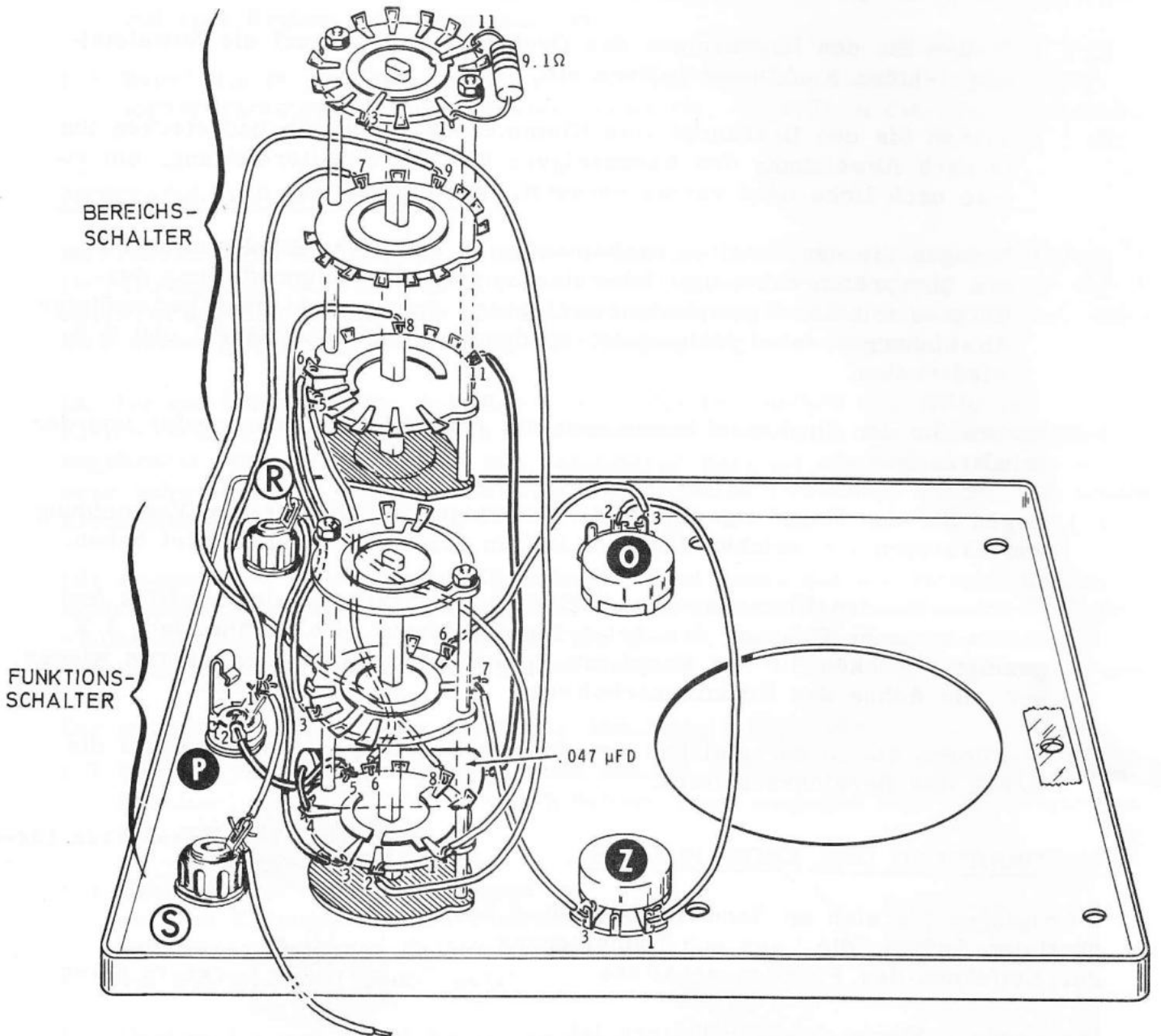


BILD 2

Die folgenden Schritte sind in Bild 2 dargestellt.

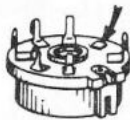
- (X) C 2. Legen Sie einen  $0,047 \mu\text{F}$  (47 nF), 1250 V-Rollkondensator zwischen Lötfläche 11 (L-2) der vorderen Ebene des Bereichsschalters und Lötfläche 4 (L-1) der vorderen Ebene des Funktionsschalters. Ueberziehen Sie beide Anschlussdrähte mit Isolierschlauch. Die mit einem Ring gekennzeichnete Seite des Kondensators liegt am Funktionsschalter. Der Kondensator muss, wie aus Bild 2 ersichtlich, zwischen dem Bereichs- und Funktionsschalter flach an der Frontplatte liegen. Verwenden Sie nicht übermässig viel Löt-zinn, da beide Anschlussdrähte des Kondensators hohe Spannungen führen und es leicht zu Spannungsüberschlägen kommen kann.
- (X) Verbinden Sie ein 8,5 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 3 (L-1) des Reglers O und Lötfläche 6 (L-1) der zweiten Ebene des Funktionschalters.
- (X) Verbinden Sie ein 14 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 2 (L-1) des Reglers O und Lötfläche 1 des Reglers Z (NL). Führen Sie diesen Draht dicht an der Frontplatte entlang.
- (X) Verbinden Sie ein 4 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 3 (L-1) des Reglers Z und Lötfläche 7 (NL) der zweiten Ebene des Funktionsschalters.
- (X) Verbinden Sie ein 4 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 5 (L-1) der vorderen Ebene des Funktionsschalters und Lötfläche 2 (L-1) der Klinkenbuchse P. Ueberziehen Sie den ganzen Draht ausserdem noch mit Isolierschlauch. Verwenden Sie nicht übermässig viel Löt-zinn, da dieser Draht hohe Spannungen führt und es sonst leicht zu Spannungsüberschlägen kommen kann.
- (X) Verbinden Sie ein 5,5 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 6 (L-1) der vorderen Ebene des Funktionsschalters und Lötfläche 5 (L-2) der vorderen Ebene des Bereichsschalters.
- (X) Verbinden Sie ein 12 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 8 (L-1) der vorderen Ebene des Funktionsschalters und Lötfläche 9 (L-1) der zweiten Ebene des Bereichsschalters.
- (X) Verbinden Sie ein 10 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 1 (L-1) der vorderen Ebene des Funktionsschalters und Lötfläche 6 (L-1) der vorderen Ebene des Bereichsschalters.
- (X) Verbinden Sie ein 15 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 2 (L-1) der vorderen Ebene des Funktionsschalters und Lötfläche 3 (L-1) der rückwärtigen Ebene des Bereichsschalters.

- (X) Verbinden Sie ein 11,5 cm langes Stück Schaltdraht mit Löt-fahne 3 (NL) der zweiten Ebene des Funktionsschalters und Löt-fahne 8 (L-1) der vorderen Ebene des Bereichsschalters.
- (X) Verbinden Sie ein 7 cm langes Stück Schaltdraht mit Löt-fahne 7 (L-3) der zweiten Ebene des Bereichsschalters und Löt-fahne 1 (NL) der Klinkenbuchse P.
- (X) Verbinden Sie ein 5 cm langes Stück Schaltdraht mit Löt-fahne 1 (L-2) der Klinkenbuchse P und das andere Ende dieses Drahtes mit der Löt-fahne (NL) der schwarzen Bananensteckerbuchse S.
- (X) Verbinden Sie ein 10 cm langes Stück Schaltdraht mit der Löt-fahne (L-2) der schwarzen Bananensteckerbuchse S. Das andere Ende dieses Drahtes wird erst später angeschlossen.
- (X) Verbinden Sie ein 11 cm langes Stück Schaltdraht mit der Löt-fahne (L-1) der roten Bananensteckerbuchse R und Löt-fahne 3 (L-1) der vorderen Ebene des Funktionsschalters.

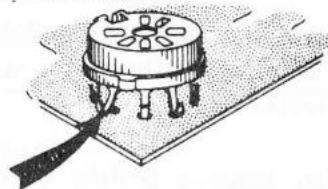
### VERDRAHTUNG DER LEITERPLATTE

- ( ) Schneiden Sie mit Hilfe eines Seitenschneiders die Löt-fahne 6 der sieben-poligen Röhrenfassung ab. Die Numerierung dieser Löt-fahnen beginnt an der freien Stelle zwischen den Löt-fahnen 1 und 7 und verläuft im Uhrzeiger-sinn (siehe Abbildung 3 A).

LÖTFAHNE UNMITTELBAR  
AN DER RÖHRENFASSUNG  
ABSCHNEIDEN



LÖTFAHNEN IN DIE  
BOHRUNGEN EINFÜHREN.  
ACHTEN SIE DARAUF, DASS  
DIE LÖTFAHNEN GENAU IN  
DEN BOHRUNGEN SITZEN,  
BEVOR SIE DIE FASSUNG  
IN DIE LEITERPLATTE  
EINDRÜCKEN.



RÖHRENFASSUNG UNTER  
GLEICHMÄSSIGEM DRUCK  
IN DIE LEITERPLATTE  
EINDRÜCKEN.

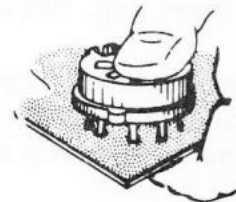


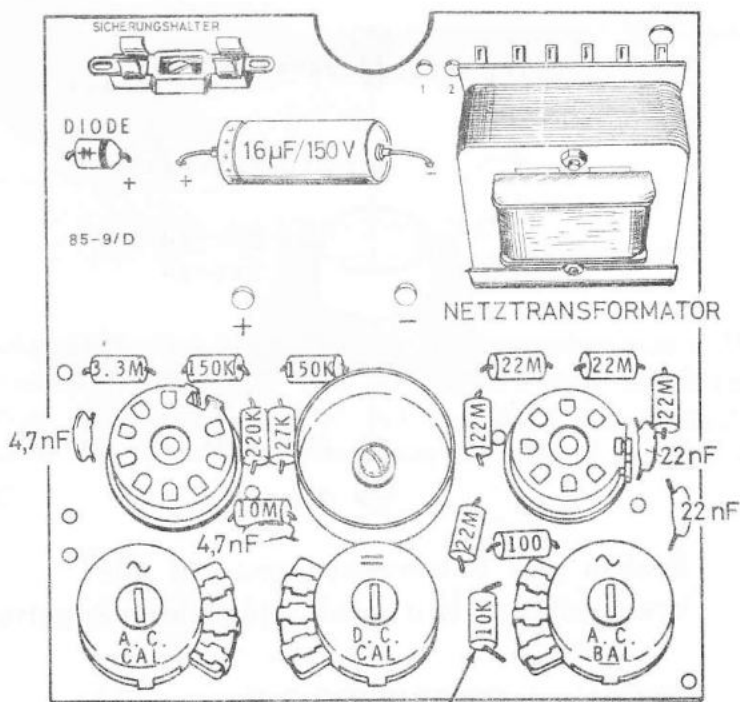
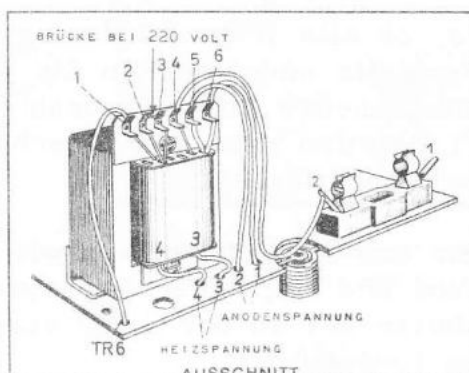
ABBILDUNG 3 A

- ( ) Bringen Sie die sieben-polige Röhrenfassung in die vorgeschriebene Lage. Bauen Sie die Fassung an der dafür vorgesehenen, aus Bild 3 ersichtlichen, Stelle von der beschrifteten Seite her in die Leiterplatte ein (Siehe Ab-bildung 3 A). Achten Sie darauf, dass alle Löt-fahnen dieser Röhrenfassung richtig in den dafür vorgesehenen Bohrungen sitzen, bevor Sie die Fassung endgültig in die Leiterplatte eindrücken.

- ( ) Drehen Sie die Leiterplatte um und verlöten Sie die Lötflächen der Röhrenfassung mit den Leiterbahnen.
- ( ) Bauen Sie nun in der gleichen Weise die neunpolige Röhrenfassung in die Leiterplatte ein. Bei dieser Röhrenfassung wird jedoch keine der Lötflächen abgeschnitten.

Die nachfolgenden Arbeitsgänge sind in Bild 3 dargestellt.

- ( ) R 24. Bauen Sie einen 3,3 M $\Omega$ -Widerstand (orange-orange-grün) an der dafür vorgesehenen Stelle von der beschrifteten Seite her in die Leiterplatte ein. Biegen Sie die Anschlussdrähte unmittelbar an den Stirnseiten des Widerstandes im rechten Winkel nach unten ab. Führen Sie die Anschlussdrähte durch die dafür vorgesehenen und bezeichneten Bohrungen. Biegen Sie die Anschlussdrähte dann, wie die Abbildung auf Seite 14 zeigt, etwas seitlich ab, um ein Herausfallen des Widerstandes zu verhindern, wenn die Leiterplatte zum Verlöten der Anschlussstelle umgewendet wird. Sämtliche der nachstehend aufgeführten Widerstände werden in der gleichen Weise in die Leiterplatte eingebaut bevor sie verlötet werden.



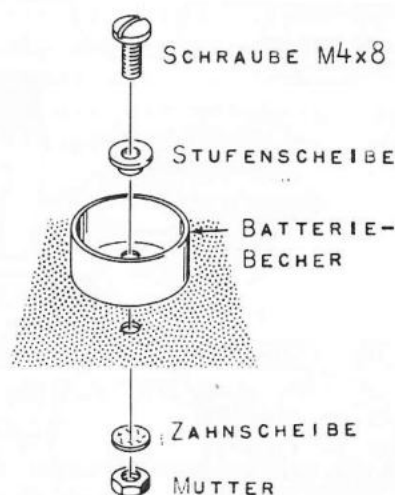
HINWEIS:  
Biegen Sie den 10 k $\Omega$ -Widerstand etwas nach links, damit die Potentiometer-Anschlüsse freibleiben

BILD 3

- ( ) R 34. Bauen Sie einen 220 k $\Omega$ -Widerstand (rot-rot-gelb) an der eingezeichneten Stelle in die Leiterplatte ein.
- ( ) R 33, R 35. Bauen Sie zwei 150 k $\Omega$ -Widerstände (braun-grün-gelb) ein.
- ( ) R 16. Bauen Sie einen 27 k $\Omega$ -Widerstand (rot-violett-orange) ein.
- ( ) R 32. Bauen Sie einen 10 M $\Omega$ -Widerstand (braun-schwarz-blau) ein.
- ( ) R 9, R 10, R 11, R 12, R 13. Bauen Sie fünf 22 M $\Omega$ -Widerstände (rot-rot-blau) an den eingezeichneten Stellen in die Leiterplatte ein.
- ( ) R 15. Bauen Sie einen 100  $\Omega$ -Widerstand (braun-schwarz-braun) ein.
- ( ) R 14. Bauen Sie einen 10 k $\Omega$ -Widerstand (braun-schwarz-orange) ein. Biegen Sie diesen Widerstand so ab, dass er zur Mitte der Leiterplatte weist, so dass die Lötflächen des Wechselspannungs-Abgleichreglers (AC BALANCE CONTROL) frei liegen. (Siehe Bild 3, Seite 27).

Kontrollieren Sie, ob alle Widerstände fest an der Leiterplatte anliegen. Wenden Sie nun die Leiterplatte um, verlöten Sie jede einzelne Anschlussstelle und schneiden Sie überstehende Anschlussdrähte unmittelbar über den Lötstellen ab. Prüfen Sie alle Lötstellen nach dem Abschneiden der Anschlussdrähte nochmals auf einwandfreie Beschaffenheit.

- ( ) Montieren Sie den Batteriebecher, wie in Abbildung 3 B gezeigt, mit Hilfe einer Schraube M 4 x 8, einer Pressspan-Stufenscheibe, einer Zahnscheibe und einer Mutter M 4 an der dafür vorgesehenen Stelle auf der beschrifteten Seite der Leiterplatte.



Einbau des Batteriebechers auf der beschrifteten Seite der gedruckten Schaltung

ABBILDUNG 3 B

( ) R3, R4, R5. Bauen Sie die drei 10 kOhm-Regler ( -CAL, = - CAL und - BAL) an den dafür vorgesehenen Stellen von der beschrifteten Seite her auf der Leiterplatte ein, wobei die Montagelaschen und Lötösen über die Leiterbahnen hinausragen müssen, wie aus Bild 3 und Abbildung 3 C ersichtlich. Drücken Sie die Regler fest gegen die Leiterplatte, und verlöten Sie die Montagelaschen und Lötflähen unmittelbar mit den Leiterbahnen. Beachten Sie, dass die Lötanschlüsse, die nicht mit den Leiterbahnen in Verbindung stehen, nicht verlötet werden (siehe Abbildung 3 C).

( ) Bauen Sie die Silizium-Diode (Teile-Nr. 57-27) in der linken oberen Ecke der Leiterplatte ein, wie Bild 3 zeigt. Achten Sie dabei auf die vorgeschriebene Lage der Kathodenseite (+) dieser Diode, die entweder durch eine farbige Stirnfläche, einen Farbpunkt, einen Farbring oder durch ein Schaltungssymbol gekennzeichnet ist (siehe Abbildung 3 D).

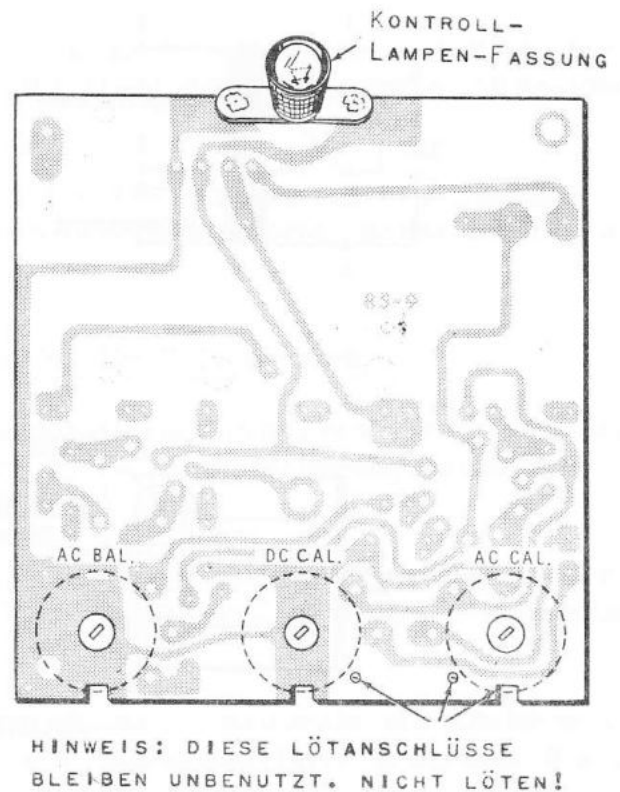


ABBILDUNG 3 C

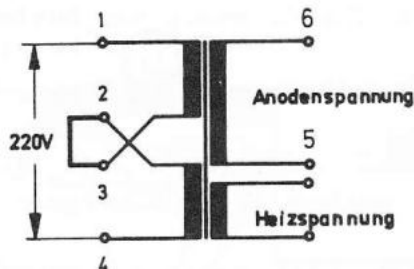


ABBILDUNG 3 D

HINWEIS: Dem Bausatz des HEATHKIT Röhrenvoltmeters IM-18 D liegt ein Universal-Netztransformator für den Anschluss des Gerätes an Wechselstromnetze von 220 Volt oder 110 Volt, 50/60 Hz bei. Die Schaltung der Primärseite und die Anschlüsse des Netztransformators werden in der Abbildung 3 E, Seite 30, gezeigt.

## Anschlüsse für Netztransformator 054-23

220V



110V

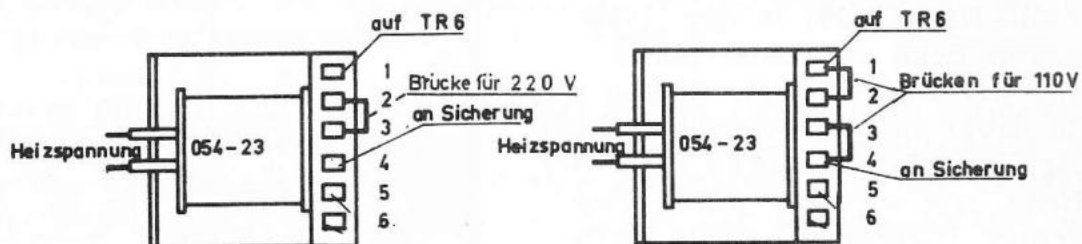
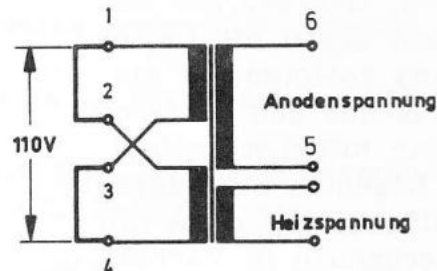


ABBILDUNG 3 E

- ( ) Montieren Sie den Netztransformator (Teile-Nr. 054-23) an der dafür vorgesehenen Stelle auf der Leiterplatte (siehe Bild 3, Seite 27). Verwenden Sie zur Montage zwei Schrauben M 3 x 6 und zwei Zahnscheiben. Drehen Sie die Schrauben mit den Zahnscheiben von der Folien-Seite der Leiterplatte aus in die mit Gewinde versehenen Bohrungen des Netztransformator-Fusswinkels.
- ( ) Verbinden Sie die beiden unteren Anschlussdrähte (Heizspannung) des Netztransformators mit Punkt 3 (L-1) und Punkt 4 (L-1) der Leiterplatte. Schneiden Sie die überstehenden Anschlussdrähte unmittelbar an der Leiterplatte ab.
- ( ) Montieren Sie den Sicherungshalter an der dafür vorgesehenen Stelle auf der beschrifteten Seite der Leiterplatte (siehe Bild 3). Verwenden Sie zur Montage eine Schraube M 3 x 8, eine Zahnscheibe und eine Mutter M 3.
- ( ) Verbinden Sie ein 8 cm langes Stück Schalt draht mit Löt fahne 6 (L-1) der Netztrafo-Anschlussleiste und Punkt 1 (L-1) der Leiterplatte. Schneiden Sie die überstehenden Drahtenden ab.
- ( ) Verbinden Sie ein 8,5 cm langes Stück Schalt draht mit Löt fahne 5 (L-1) der Netztrafo-Anschlussleiste und Punkt 2 (L-1) der Leiterplatte. Schneiden Sie die überstehenden Drahtenden ab.

### Verdrahtung der Netztrafo-Anschlussleiste für 220 Volt-Betrieb

- ( ) Verbinden Sie ein 10 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 4 (L-1) der Netztrafo-Anschlussleiste und Lötfläche 2 (L-1) des Sicherungshalters. Schneiden Sie die überstehenden Drahtenden ab.
- ( ) Verbinden Sie ein 8 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 1 (L-1) der Netztrafo-Anschlussleiste und Punkt TR 6 (L-1) der Leiterplatte. Schneiden Sie die überstehenden Drahtenden ab.
- ( ) Verbinden Sie ein 1,5 cm langes Stück blanken Schaltdraht mit Lötfläche 2 (L-1) und Lötfläche 3 (L-1) der Netztrafo-Anschlussleiste. Schneiden Sie die überstehenden Drahtenden ab.

### Verdrahtung der Netztrafo-Anschlussleiste für 110 Volt-Betrieb

- ( ) Verbinden Sie ein 10 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 4 (NL) der Netztrafo-Anschlussleiste und Lötfläche 2 (L-1) des Sicherungshalters. Schneiden Sie die überstehenden Drahtenden ab.
- ( ) Verbinden Sie ein 8 cm langes Stück Schaltdraht mit Lötfläche 1 (NL) der Netztrafo-Anschlussleiste und Punkt TR 6 (L-1) der Leiterplatte. Schneiden Sie die überstehenden Drahtenden ab.
- ( ) Verbinden Sie ein 1,5 cm langes Stück blanken Schaltdraht mit Lötfläche 1 (L-2) und Lötfläche 2 (L-1) der Netztrafo-Anschlussleiste. Schneiden Sie die überstehenden Drahtenden ab.
- ( ) Verbinden Sie ein 1,5 cm langes Stück blanken Schaltdraht mit Lötfläche 3 (L-1) und Lötfläche 4 (L-2) der Netztrafo-Anschlussleiste. Schneiden Sie die überstehenden Drahtenden ab.

Setzen Sie die Bestückung der Leiterplatte fort.

- ( ) C 5, C 6. Bauen Sie die beiden 4700 pF (4,7 nF) Scheiben-Kondensatoren, wie aus Bild 3, Seite 27, ersichtlich ist, an den dafür vorgesehenen Stellen auf der Leiterplatte ein. Verlöten Sie die Anschlussdrähte mit den Leiterbahnen.
- ( ) C 3, C 4. Bauen Sie die beiden 0,022  $\mu$ F (22 nF) Scheiben-Kondensatoren, wie aus Bild 3 ersichtlich ist, an den dafür vorgesehenen Stellen auf der Leiterplatte ein. Verlöten Sie die Anschlussdrähte mit den Leiterbahnen.
- ( ) C1. Bauen Sie den 16  $\mu$ F, 150 V Elektrolyt-Kondensator an der dafür vorgesehenen Stelle auf der Leiterplatte ein (siehe Bild 3). Achten Sie darauf, dass der positive (+) Anschlussdraht dieses Elkos direkt neben der Silizium-Diode liegen muss. Verlöten Sie dann die Anschlussdrähte dieses Elkos mit den Leiterbahnen.

- ( ) Bauen Sie die Fassung für die Kontroll-Lampe an der dafür vorgesehenen Stelle auf der Leiterplatte ein (siehe Abbildung 3 C, Seite 29). Das Schraubgewinde der Fassung muss über die Leiterbahnen der Leiterplatte hinausragen. Verlöten Sie die Anschlüsse der Kontroll-Lampenfassung direkt mit den Leiterbahnen.

### VERBINDUNGSKABEL

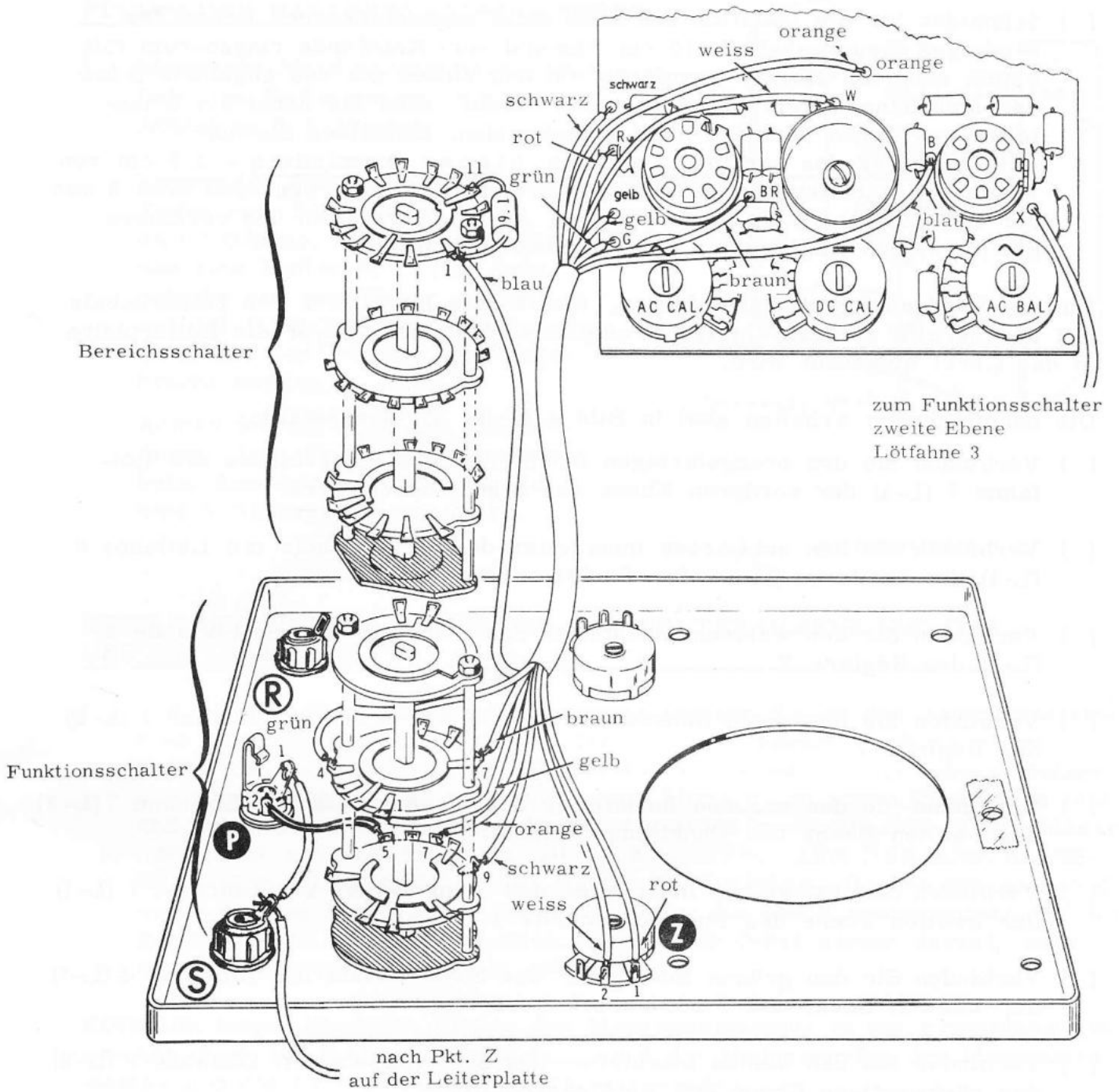
- ( ) Suchen Sie das 30 cm lange Steuerkabel mit den acht verschiedenfarbigen Adern heraus. Schneiden Sie die Isolation des Kabels in 12,5 cm Abstand von einem Kabelende ringsherum mit einem scharfen Messer sorgfältig ein, und ziehen Sie das abgetrennte Stück des Isolationsmantels vorsichtig ab. Achten Sie darauf, dass Sie dabei die Innenleiter oder deren Isolation auf keinen Fall einschneiden.

Kürzen Sie die Innenleiter des 8-adrigen Kabels - vom stehengebliebenen Ende der Isolation aus gemessen - auf die folgenden Längen:

	<u>Farbe des Innenleiters</u>	<u>Länge</u>
( )	grün	1,5 cm
( )	gelb	2 cm
( )	rot	3 cm
( )	schwarz	4,5 cm
( )	braun	5 cm
( )	weiss	7,5 cm
( )	blau	10 cm
( )	orange	11 cm

- ( ) Entfernen Sie vorsichtig etwa 5 mm der Isolation am Ende eines jeden der acht Innenleiter. Verdrillen Sie die feinen Kupferlitzen, verzinnen und führen Sie diese, wie aus Bild 4 ersichtlich, durch die entsprechenden Bohrungen auf der beschrifteten Seite der Leiterplatte. Die Farbkennzeichnungen für die einzelnen Adern des Kabels sind auf der Leiterplatte aufgedruckt. Verlöten Sie jede der Adern unmittelbar nach dem Einführen mit der betreffenden Leiterbahn der Leiterplatte. Schneiden Sie die überstehenden Enden der Innenleiter ab und achten Sie darauf, dass dicht nebeneinander liegende Leiterbahnen nicht durch verlaufendes Lötzinn überbrückt oder kurzgeschlossen werden. Führen Sie den blauen Innenleiter zwischen dem Batteriebecher und dem Regler "DC-BAL" hindurch.
- ( ) Verbinden Sie ein 10 cm langes Stück Schaltdraht mit Punkt X der Leiterplatte (siehe Bild 4). Das andere Ende dieses Drahtes wird erst später angeschlossen.

Die Leiterplatte ist jetzt vollständig beschaltet und fertig zum Einbau.



**BILD 4**

### ANSCHLUSS DER LEITERPLATTE AN DIE FRONTPLATTE

- ( ) Schneiden Sie die Isolation des noch nicht angeschlossenen Endes des 8-adrigen Steuerkabels in 10 cm Abstand vom Kabelende ringsherum mit einem scharfen Messer sorgfältig ein und ziehen Sie das abgelöste Stück des Isolationsmantels ab. Achten Sie darauf, dass Sie dabei die Innenleiter und deren Isolation nicht einschneiden. Schneiden Sie nun - mit Ausnahme des grünen und des blauen Innenleiters - 2,5 cm von jedem der verbliebenen sechs Innenleiter ab und entfernen dann etwa 5 mm der Isolation am Ende jeder der acht Adern. Verdrillen und verzinnen Sie die feinen Kupferlitzen der einzelnen Innenleiter.

Um die Verdrahtung zu vereinfachen, werden die Innenleiter des Steuerkabels mit der bereits vorverdrahteten Frontplatte verbunden, bevor die Leiterplatte in das Gerät eingebaut wird.

Die nachfolgenden Arbeiten sind in Bild 4 (Seite 33) dargestellt.

- ( ) Verbinden Sie den orangefarbenen Innenleiter des Steuerkabels mit Löt-fahne 7 (L-1) der vorderen Ebene des Funktionsschalters.
- ( ) Verbinden Sie den schwarzen Innenleiter des Steuerkabels mit Löt-fahne 9 (L-1) der vorderen Ebene des Funktionsschalters.
- ( ) Verbinden Sie den weissen Innenleiter des Steuerkabels mit Löt-fahne 2 (L-1) des Reglers Z.
- ( ) Verbinden Sie den roten Innenleiter des Steuerkabels mit Löt-fahne 1 (L-2) des Reglers Z.
- ( ) Verbinden Sie den braunen Innenleiter des Steuerkabels mit Löt-fahne 7 (L-2) der zweiten Ebene des Funktionsschalters.
- ( ) Verbinden Sie den gelben Innenleiter des Steuerkabels mit Löt-fahne 1 (L-1) der zweiten Ebene des Funktionsschalters.
- ( ) Verbinden Sie den grünen Innenleiter des Steuerkabels mit Löt-fahne 4 (L-1) der zweiten Ebene des Funktionsschalters.
- ( ) Verbinden Sie den blauen Innenleiter des Steuerkabels mit Löt-fahne 1 (L-2) der rückwärtigen Ebene des Bereichsschalters.

Damit ist der Anschluss der Leiterplatte an die Frontplatte abgeschlossen.

### EINBAU DER BÄTTERIE-ANDRUCKFEDER

- ( ) Montieren Sie die Batterie-Andruckfeder im Halterahmen, wie in Abbildung 5 A gezeigt.

Verwenden Sie zur Montage der Feder eine Schraube M 4 x 8, eine Lötfahe, eine Zahnscheibe und eine Mutter M 4. Die Zahnscheibe und die Mutter müssen auf der Innenseite des Halterahmens innerhalb der Andruckfeder angebracht werden.

Achten Sie auf die Lage der Lötfahe. Zum Festhalten der Mutter beim Anziehen der Schraube ist eine Spitzzange zu empfehlen.

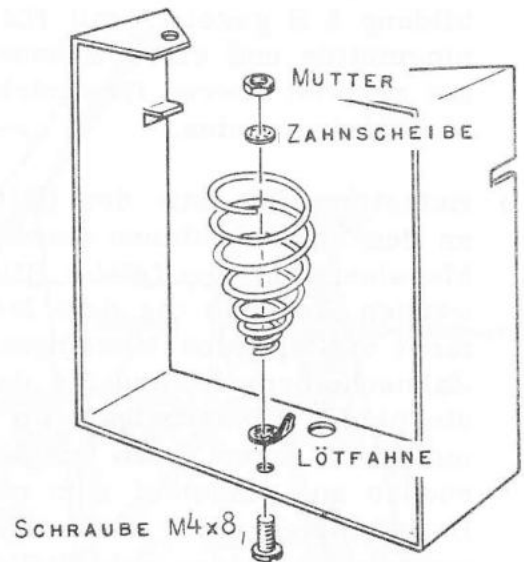


ABBILDUNG 5 A

### EINBAU DES MESSINSTRUMENTES, DES HALTERAHMENS UND DER LEITERPLATTE

- ( ) Vor dem Einbau des Messinstrumentes müssen die an den Anschlussklemmen angebrachten Lötfahe und der Kurzschlussbügel entfernt werden. Halten Sie zu diesem Zweck die untere der beiden auf den Gewindebolzen der Anschlussklemmen aufgeschraubten Muttern mit einer Flachzange fest und schrauben Sie die obere Mutter mit Hilfe eines 3/8 Zoll-Steckschlüssels oder einer zweiten Zange ab. DER GEWINDEBOLZEN DER ANSCHLUSSKLEMMEN DARF SICH DABEI NICHT MITDREHEN. Drehen Sie sodann die verbleibenden Muttern mit der Hand gegen die Schnellspannmutter auf der Rückseite des Messinstrumentes. Achten Sie dabei wieder darauf, dass sich die Gewindebolzen nicht mitdrehen.

**HINWEIS:** Legen Sie beim Einbau des Messinstrumentes in die Frontplatte ein weiches Tuch auf Ihren Arbeitsplatz, damit die Skalenscheibe des Messinstrumentes und die Frontplatte nicht zerkratzt werden.

- ( ) Führen Sie die vier Gewindebolzen des Messinstrumentes durch die dafür vorgesehenen Bohrungen in der Frontplatte. Befestigen Sie vorerst nur den - von der Rückseite der Frontplatte aus gesehen - links oben gelegenen Gewindebolzen des Messinstrumentes mit einer 6-32er Messingmutter und einer Zahnscheibe Nr. 6, die dem Messinstrument beiliegen, auf der Frontplatte.

( ) Befestigen Sie den Haltewinkel, wie in Abbildung 5 B gezeigt, mit Hilfe einer Messingmutter und einer Zahnscheibe Nr. 6 am rechten oberen Gewindebolzen des Messinstrumentes.

( ) Befestigen Sie jetzt den Halterahmen an den beiden unteren Gewindebolzen des Messinstrumentes (siehe Bild 5). Verwenden Sie dazu die dem Messinstrument beiliegenden Messingmuttern und Zahnscheiben. Achten Sie darauf, dass die beiden Einkerbungen im Halterahmen nach unten, also auf die Klinkenbuchse zu, gerichtet sein müssen. Beim Anziehen der Befestigungsmuttern werden die beiden Schenkel des Halterahmens leicht zusammengedrückt, damit zwischen diesen Schenkeln und dem Rand der Frontplatte genügend Abstand bleibt.

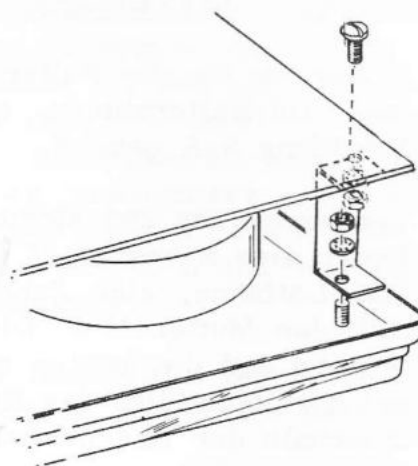


ABBILDUNG 5 B

**HINWEIS:** Alle Kabel müssen zwischen den beiden Schenkeln des Halterahmens durchgeführt werden.

- ( ) Schrauben Sie die Kontroll-Lampe in die Kontroll-Lampenfassung an der Oberseite der Leiterplatte ein. Schieben Sie dann das etwa 3 cm lange Stück Gewebeschauch über die Kontroll-Lampe und deren Fassung.
- ( ) Stecken Sie je eine Pressspan-Unterlegscheibe auf die Anschlussklemmen des Messinstrumentes. Schieben Sie die Leiterplatte zwischen den beiden Schenkeln des Halterahmens hindurch und führen Sie die Gewindebolzen der Anschlussklemmen des Messinstrumentes durch die dafür vorgesehenen Bohrungen der Leiterplatte (siehe Bild 5). Die Unterkante der Leiterplatte liegt nun auf den beiden kleinen Schränkchen neben den Einkerbungen im Halterahmen auf. Befestigen Sie jetzt wieder die beiden Lötflanschen und Muttern auf den Anschlussklemmen des Messinstrumentes. Bringen Sie die Lötflanschen in die aus Bild 5 ersichtliche Lage und ziehen Sie die Muttern der Anschlussklemmen leicht an. Biegen Sie die Lötflanschen der Anschlussklemmen etwas von der Leiterplatte ab, um den späteren Anschluss des Messinstrumentes zu erleichtern.
- ( ) Richten Sie die Leiterplatte so aus, dass deren Seitenkanten mit den Kanten der Frontplatte parallel liegen und auf beiden Seiten genügend Abstand bleibt. Richten Sie den Haltewinkel auf der Frontplatte so aus, dass dessen oberes Befestigungsloch mit dem in der Leiterplatte genau fluchtet. Befestigen Sie daraufhin den Haltewinkel mit einer Schraube M 4 x 8, einer Zahnscheibe und einer Mutter M 4 an der Leiterplatte.
- ( ) Ziehen Sie nun die Befestigungsmuttern der Anschlussklemmen am Messinstrument fest, aber nicht übermäßig stark an.

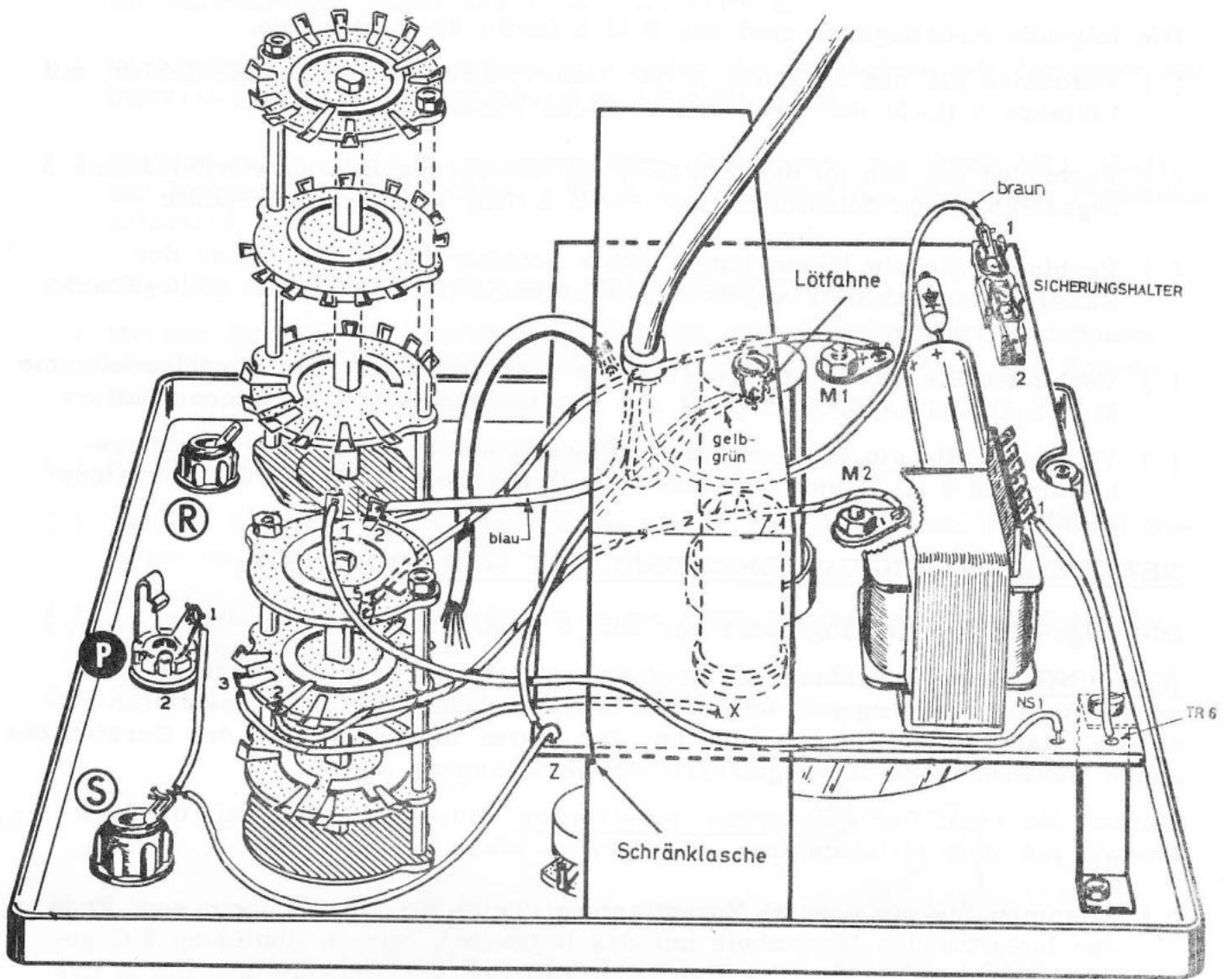


BILD 5

### ABSCHLIESSENDE VERDRAHTUNGSARBEITEN

Die folgende Arbeitsgänge sind aus Bild 5 (Seite 37) ersichtlich.

- ( ) Verbinden Sie den an Punkt X der Leiterplatte angelöteten Schaltdraht mit Lötflamme 3 (L-2) der zweiten Ebene des Funktionsschalters.
- ( ) Verbinden Sie den an der Lötflamme der schwarzen Bananensteckerbuchse S angeschlossenen Schaltdraht mit Punkt Z (NL) auf der Leiterplatte.
- ( ) Verbinden Sie ein 15 cm langes Stück Schaltdraht mit der unter der Batterie-Andruckfeder angebrachten Lötflamme (NL) und Punkt Z (L-2) auf der Leiterplatte.
- ( ) Verbinden Sie ein 16 cm langes Stück Schaltdraht mit der Anschlussklemme M 1 (L-1) und Lötflamme 5 (L-1) der zweiten Ebene des Funktionsschalters.
- ( ) Verbinden Sie ein 15,5 cm langes Stück Schaltdraht mit der Anschlussklemme M 2 (L-1) und Lötflamme 2 (L-1) der zweiten Ebene des Funktionsschalters.

### NETZKABEL-ANSCHLUSS, DREIADRIG, MIT SCHUKO-STECKER

Die folgenden Arbeitsgänge sind aus Bild 5 ersichtlich.

**ACHTUNG:** Beim Anschluss des dreiadrigen Netzkabels mit Schutzerdung ist sorgfältig auf die vorgeschriebene Farbkennzeichnung der drei Innenleiter zu achten. Bei Verwechslungen kann bei der ersten Inbetriebnahme des Gerätes das ganze Gehäuse unter lebensgefährlicher Netzspannung stehen.

Merken Sie sich: Der gelb-grüne Schutzleiter muss auf jeden Fall direkten Kontakt mit dem Metallgehäuse des Gerätes haben.

- ( ) Klemmen Sie die Spezial-Zugentlastung (Teile-Nr. 75-30) 1 cm vom Ende der Isolation des Netzkabels auf das Netzkabel, wie in Abbildung 5 C gezeigt. Führen Sie nun das Kabelende mit den drei Innenleitern durch das Loch im Halterahmen und drücken die Zugentlastung fest ein.

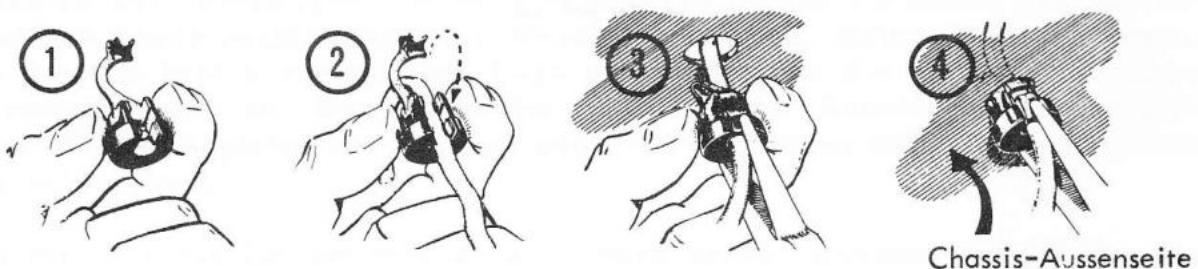


ABBILDUNG 5 C

- ( ) Verbinden Sie den braunen Innenleiter des Netzkabels mit Lötflamme 1 (L-1) des Sicherungshalters.

- ( ) Verbinden Sie den blauen Innenleiter des Netzkabels mit Lötfläche 2 (L-1) der rückwärtigen Ebene des Funktionsschalters.
- ( ) Verbinden Sie den gelb-grünen Innenleiter des Netzkabels mit der unter der Batterie-Andruckfeder angebrachten Lötfläche (L-2).
- ( ) Verbinden Sie ein 17,5 cm langes Stück Schalt draht mit Punkt NS1 (L-1) der Leiterplatte und Lötfläche 1 (L-1) der rückwärtigen Ebene des Funktionsschalters.

Die folgenden Arbeitsgänge sind aus Bild 6 ersichtlich.

- ( ) Stecken Sie nun die Röhren 6AL5 (EAA91) und 12AU7 (ECC82) in die entsprechenden Röhrenfassungen. Achten Sie darauf, dass dabei die Röhrenstifte nicht verbogen werden.
- ( ) Setzen Sie die 100 mA Feinsicherung in den Sicherungshalter.
- ( ) Bringen Sie den Handgriff mit Hilfe zweier Blechschrauben Nr. 10 am Gehäuse an.
- ( ) Setzen Sie die vier GummifüÙe in die dafür vorgesehenen Bohrungen im Boden des Gehäuses ein.

Die Batterie wird vorerst noch nicht eingesetzt.

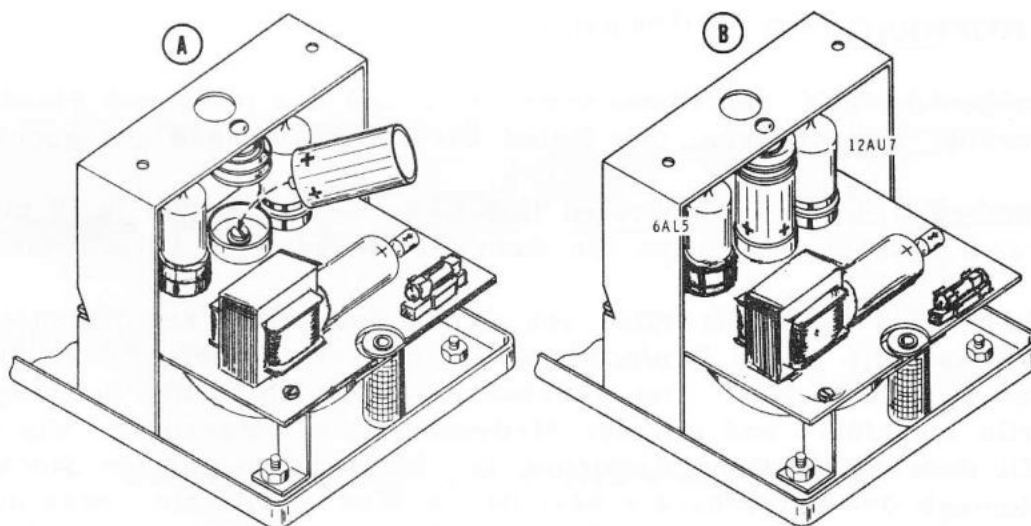


BILD 6

## VORPRÜFUNG

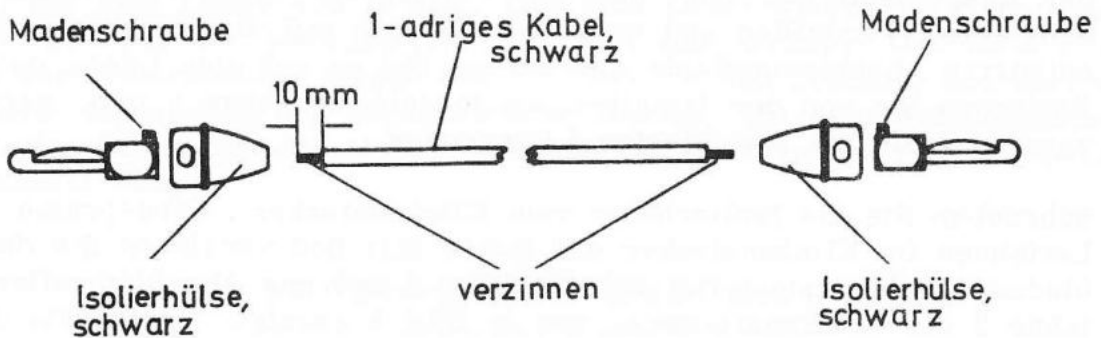
Kontrollieren Sie jetzt das gesamte Gerät und insbesondere die Verlegung der einzelnen Verbindungsleitungen und Kabel sehr sorgfältig. Vergewissern Sie sich, dass alle Kabel und Schaltelemente so verlegt bzw. eingebaut sind, dass keine Kurzschlüsse entstehen können. Prüfen Sie alle Lötstellen nochmals nach. Schütteln Sie das Gerät mehrere Male kräftig, damit Lötzinnreste, abgeschnittene Drahtenden und Isolationsreste, die während des Zusammenbaues in das Gerät geraten sind, herausfallen.

Führen Sie den Netzstecker des Röhrenvoltmeters je nach Schaltung des Netztransformators in eine Steckdose ein, die eine Wechselspannung von 110 Volt bzw. 220 Volt bei 50-60 Hz Netzfrequenz hat. Stellen Sie den Drehknopf des Funktionsschalters auf "DC+" oder "DC-" und den Bereichsschalter auf "1,5 V". Die Kontroll-Lampe muss aufleuchten und die Heizfäden der Röhren müssen nach einer Aufwärmzeit von 15 bis 20 Sekunden glühen. Durch Betätigen des Null-Abgleichreglers müsste sich jetzt der Zeiger des Messinstrumentes innerhalb eines begrenzten Skalenbereiches bewegen lassen. Achten Sie während der Aufwärmzeit im Zuge der Vorprüfung auf irgendwelche Anzeichen von Ueberhitzung des Gerätes. Wenn sich jedoch keine ungewöhnlichen Vorkommnisse bemerkbar machen, können Sie das Gerät unbesorgt eingeschaltet lassen, damit es sich bis zu den später durchzuführenden Abgleicharbeiten genügend aufwärmen kann.

In der Zwischenzeit werden die Prüfkabel zusammengebaut.

## ZUSAMMENBAU DER PRÜFKABEL

- ( ) Suchen Sie aus dem Bausatz das rote und das schwarze einadrige Kabel heraus. Das abgeschirmte Kabel wird anschliessend gebraucht.
- ( ) Entfernen Sie von den beiden Kabeln an beiden Enden je 10 mm der Isolation. Verdrillen und verzinnen Sie dann die freigelegten Litzenenden beider Kabel.
- ( ) Ziehen Sie die Isolierhülse von den beiden schwarzen Bananensteckern ab. Schieben Sie je ein Drahtende des schwarzen Kabels durch die Isolierhülse der Bananenstecker. Der verzinnte Draht wird in die Bohrung des Steckerteils eingeführt und mit der Madenschraube festgezogen, wie Bild 7 zeigt. Mit dem vorsichtigen Aufziehen der Isolierhülse auf den Steckerteil ist die Montage des Massekabels beendet. Achten Sie darauf, dass die seitliche Bohrung im Steckerteil mit der seitlichen Durchführung in der Isolierhülse übereinstimmt.
- ( ) Montieren Sie in der gleichen Art auf dem einen Ende des roten einadrigen Kabels den roten Bananenstecker.

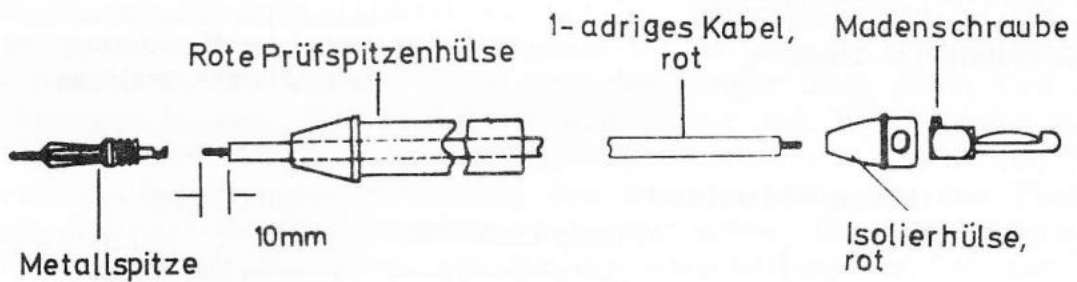


Massekabel

BILD 7

- ( ) Schrauben Sie die rote Prüfspitze auseinander. Stecken Sie das andere Ende des roten Kabels durch die rote Prüfspitzenhülse, wie Bild 8 zeigt. Der verzinnte Draht wird in die Bohrung der Metallspitze eingeführt und verlötet. Die Lötstelle muss gut erhitzt werden.

Mit dem Aufschrauben der Isolierhülse auf die Metallspitze ist die Montage des Wechselspannungs- und Widerstandsprüfkabels beendet.



Wechselspannungs- und Widerstandsprüfkabel

BILD 8

Die folgenden Schritte werden in Bild 9 erläutert.

- ( ) Entfernen Sie auf der einen Seite des abgeschirmten Kabels etwa 20 mm der Aussenisolation, ohne das darunterliegende Abschirmgeflecht zu beschädigen. Verdrillen und verzinnen Sie das mit einem spitzen Gegenstand entwirrtte Abschirmgeflecht und kürzen Sie es auf eine Länge von 10 mm. Entfernen Sie von der Isolation des Innenleiters etwa 5 mm, verdrillen und verzinnen Sie die freigelegten Litzenenden.
- ( ) Schrauben Sie die Isolierhülse vom Klinkenstecker. Ueberprüfen Sie die Lötflammen im Klinkenstecker auf festen Sitz und verzinnen Sie diese. Verbinden Sie den Innenleiter mit Lötflamme 1 und das Abschirmgeflecht mit Lötflamme 2 des Klinkenstreckers, wie in Bild 9 gezeigt. Biegen Sie die Zugentlastung vorsichtig auf die Aussenisolation des abgeschirmten Kabels. Schieben Sie jetzt die Prüfspitzenhülse über das abgeschirmte Kabel und verschrauben sie mit dem Klinkenstecker.

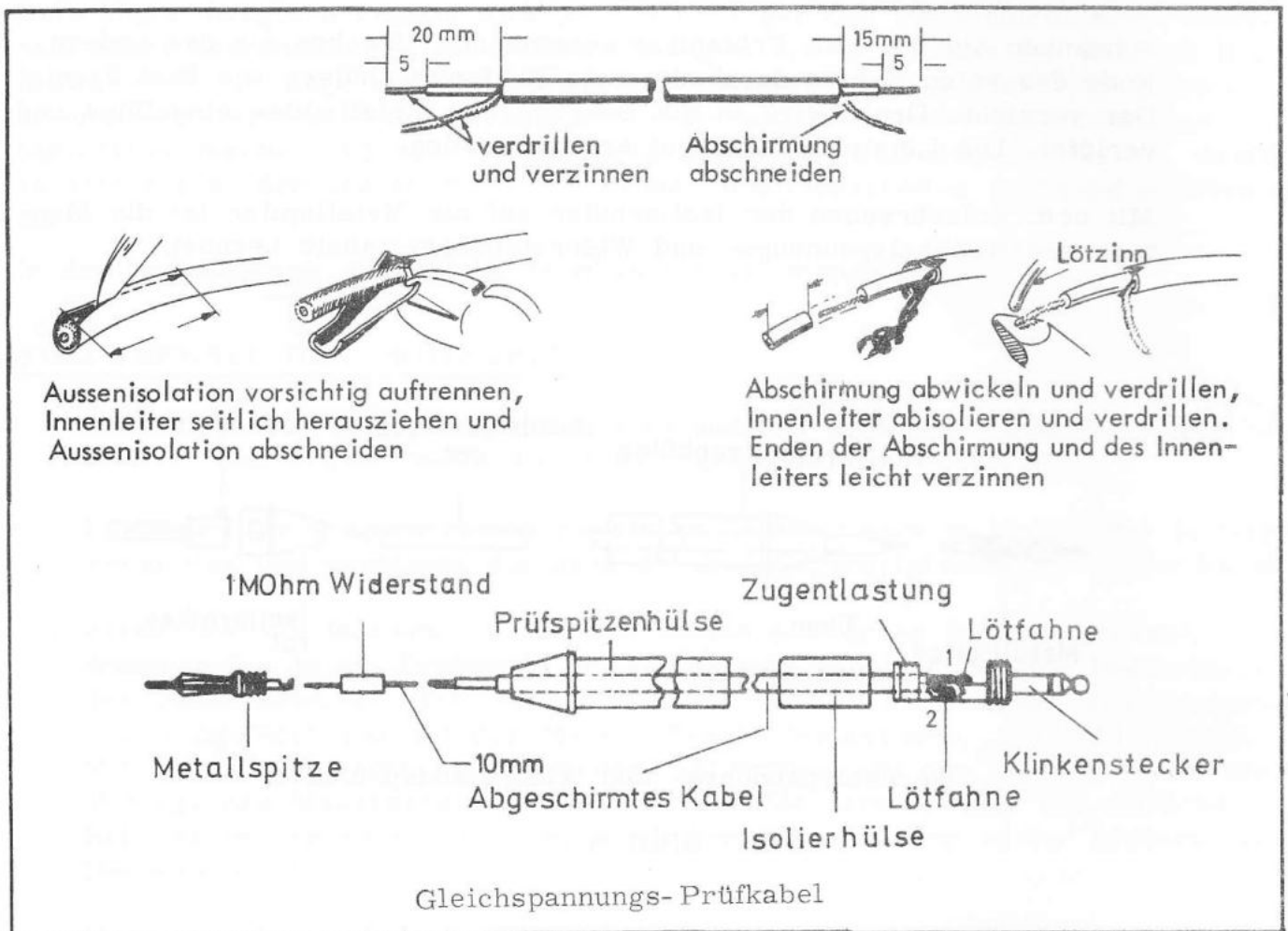


BILD 9

- ( ) Entfernen Sie von der anderen Seite des abgeschirmten Kabels etwa 15 mm von der Aussenisolation. Schneiden Sie das Abschirmgeflecht dicht an der Aussenisolation ab. Entfernen Sie von der Isolation des Innenleiters etwa 5 mm, verdrillen und verzinnen Sie die freigelegten Litzenenden.

- ( ) Schrauben Sie die schwarze Prüfspitze auseinander. Schieben Sie die schwarze Prüfspitzenhülse über das abgeschirmte Kabel. Kürzen Sie die Anschlussdrähte des noch verbliebenen  $1\text{ M}\Omega$ -Widerstandes (braun-schwarz-grün) auf eine Länge von 15 mm. Der eine Draht dieses Widerstandes wird in die Bohrung der Metallspitze eingeführt und verlötet. Das freie Drahtende des Widerstandes biegen Sie zu einer flachen Schlaufe und verlöten es mit dem Innenleiter des abgeschirmten Kabels. Mit dem Aufschrauben der Prüfspitzenhülse auf die Metallspitze ist die Montage des Gleichspannungsprüfkabels beendet.

### PRÜFUNG UND ABGLEICH

Während der Fertigstellung der Prüfkabel konnte sich das Röhrenvoltmeter genügend aufwärmen und kann jetzt abgeglichen werden.

Schalten Sie das Gerät ab, und vergewissern Sie sich, dass die mechanische Null-Einstellung des Messgeräte-Zeigers stimmt. Falls nicht, nehmen Sie die folgende Einstellung vor:

- ( ) Stellen Sie das Gerät in normaler Betriebslage auf. Verstellen Sie die kleine Kunststoff-Schraube auf der Skalenscheibe, während Sie mit dem Finger leicht gegen diese Scheibe klopfen, so weit, dass der Zeiger genau auf die Null-Markierung am linken Skalende weist. Schalten Sie dann das Gerät wieder ein.

### NULL-EINSTELLUNG

- ( ) Stellen Sie den Funktionsschalter auf positive Gleichspannung (+) ein, und überprüfen Sie die Funktion des Nullpunkt-Einstellreglers (Null-Abgleich). Durch Drehen dieses Reglers muss sich der Zeiger über einen Teil der Skala bewegen lassen. Stellen Sie nun den Zeiger mit Hilfe dieses Reglers genau auf die Null-Markierung am linken Skalende ein und achten Sie auf eine eventuelle Nullpunkt-Abweichung des Zeigers, wenn Sie den Funktionsschalter auf negative Gleichspannung (-) umschalten. Es muss möglich sein, eine Nulleinstellung zu finden, bei der die Umschaltung von "+" auf "-" die Zeiger-Nullstellung nicht verändert. Ergibt sich trotzdem eine Nullpunkt-Abweichung von mehr als zwei Skalenteilstrichen, so ist dies lediglich ein Zeichen dafür, dass die Doppeltriode 12AU7 (ECC82) noch nicht genügend gealtert ist. Die zusätzliche Alterung dieser Röhre erreicht man, indem man das Gerät 48 Stunden lang oder bei Bedarf noch länger fortlaufend eingeschaltet lässt und die Nullpunkt-Einstellung während dieser Alterungsperiode ständig korrigiert.

### ABGLEICH DER GLEICHSPANNUNGS-MESSBEREICHE

- ( ) Führen Sie den Klinkenstecker des Gleichspannungs-Prüfkabels in die Klinkenbuchse und das eine Ende des Massekabels in die rechte schwarze Bananensteckerbuchse (Masse) ein.

Stellen Sie den Funktionsschalter auf positive Gleichspannung (+) und den Bereichsschalter auf "1,5 V". Verbinden Sie die schwarze Prüfspitze mit dem Pluspol und das Massekabel mit dem Minuspol der 1,5 Volt Batterie. Achten Sie beim Anschluss der Prüfkabel auf richtige Polarität. Stellen Sie nun den Gleichspannungs-Eichregler (DC-CAL) mit Hilfe eines Schraubenziehers so ein, dass sich der Zeiger des Messinstrumentes oberhalb des kleinen roten Punktes auf der Skala befindet. Drehen Sie nun den Einstellregler weiter, bis der Zeiger langsam zum rechten Skalenende hin wandert und dabei zunächst die 1,4 V-Markierung, dann die 1,5 V-Markierung und schliesslich den roten Punkt erreicht. Drehen Sie jetzt den Einstellregler nicht mehr weiter. Achten Sie darauf, dass bei dieser Einstellung der Bereichsschalter auf "1,5 V" stehen muss.

**HINWEIS:** Der "Gleichspannungs-Eichregler" befindet sich auf der Leiterplatte. (siehe Bild 3, Seite 27).

#### UBERPRÜFUNG DES OHM-BEREICHES

( ) Schalten Sie das Röhrenvoltmeter ab. Setzen Sie die 1,5 Volt Babyzelle in die dafür vorgesehene Halterung ein, wie Bild 6, Seite 39, zeigt. Die Batterie wird mit nach unten gerichtetem Plus-Pol in den Batteriebecher auf der Leiterplatte eingeführt und die Batterie-Andruckfeder, die am Halterahmen befestigt ist, herausgezogen und über den Boden (Minus-Pol) der Batterie gestülpt. Schieben Sie nun die Batterie samt Andruckfeder wieder so in den Halterahmen, dass die Andruckfeder, die Batterie und der Batteriebecher eine gerade Linie bilden. Schalten Sie das Röhrenvoltmeter ein und bringen Sie den Funktionsschalter in Stellung "OHM". Stellen Sie jetzt den Zeiger des Messinstrumentes mit Hilfe des OHM-Reglers auf Vollausschlag ein. Dies ist die mit "INF" (Unendlich) bezeichnete Markierung am äussersten rechten Skalenende. Führen Sie das Wechselspannungs- und Widerstandsprüfkabel in die linke rote Bananensteckerbuchse (Wechselspannungs- und Widerstandsmessungen) ein. Berühren Sie den Bananenstecker des Massekabels mit der roten Prüfspitze. Dabei muss der Zeiger des Messinstrumentes bis zur Nullpunkt-Markierung am linken Skalenende ausschlagen (kein Widerstand).

VORSICHT. NETZSPANNUNGEN VON 110 VOLT BZW. 220 VOLT SIND GEFÄHRLICH, ARBEITEN SIE DESHALB MIT BESONDERER SORGFALT.

DURCH DIE VORSCHRIFTMÄSSIGE ERDUNG DES GEHÄUSES ÜBER DIE SCHUKO-NETZLEITUNG LIEGT DIE MASSEBUCHSE DES RÖHRENVOLTMETERS AUF ERDPOTENTIAL. VOR DER MESSUNG DER NETZ-WECHSELSPANNUNG MUSS DAHER MITTELS POLPRÜFER DIE LAGE VON PHASE UND NULLEITER FESTGESTELLT WERDEN, UM DIE MASSEBUCHSE STETS MIT DEM NULLEITER VERBINDEN ZU KÖNNEN. EINE VERWECHSLUNG DER ANSCHLÜSSE FÜHRT ZUM KURZSCHLUSS DER NETZSPANNUNG.

## ABGLEICH DES WECHSELSPANNUNGS-BEREICHES

HINWEIS: Die Wechselspannungs-Eichregler "AC-BAL" und "AC-CAL" befinden sich auf der Leiterplatte, siehe Bild 3, Seite 27.

- ( ) Ziehen Sie das Wechselspannungs- und Widerstandsprüfkabel einstweilen wieder aus der Anschlussbuchse. Stellen Sie den Bereichsschalter auf "1,5 V" und den Funktionsschalter auf "Wechselspannung" ( $\sim$ ) ein. Stellen Sie den Wechselspannungs-Balance-Regler (AC-BAL) so ein, dass beim Umschalten von "Wechselspannung" auf Gleichspannung "+" und "-" kein Ausschlag des Messinstrumentenzeigers wahrnehmbar ist. Stellen Sie jetzt den Bereichsschalter bei 110 Volt auf 150 Volt, bei 220 Volt auf 500 Volt und den Funktionsschalter auf "Wechselspannung".
- ( ) Verbinden Sie den Bananenstecker des Massekabels des Röhrenvoltmeters mit dem Nulleiter einer Netzsteckdose (220 Volt). Führen Sie das Wechselspannungs- und Widerstandsprüfkabel wieder in die Anschlussbuchse des Röhrenvoltmeters ein. Jetzt wird mit der roten Prüfspitze die Verbindung zur Phase der Netzsteckdose hergestellt. Nun wird der Zeiger des Messinstrumentes durch Drehen des Wechselspannungs-Eichreglers (AC-CAL) genau auf den 220 Volt-Teilstrich der 500 Volt-Skala eingestellt. Ziehen Sie die Prüfkabel wieder aus der Netzsteckdose.

## ALTERUNG DER RÖHREN UND SCHLUSSABGLEICH

- ( ) Es ist ratsam, die Röhren vor dem Schlussabgleich noch altern zu lassen. Dies geschieht, indem man das Gerät mindestens 48 Stunden lang ununterbrochen eingeschaltet lässt. Der Schlussabgleich erfolgt in der gleichen Weise wie die bereits vorgenommenen Abgleicharbeiten. Je sorgfältiger der Abgleich durchgeführt wird, desto genauer ist die Anzeige des Gerätes. Wenn Sie ein geeignetes Wechselspannungs-Voltmeter zur Hand haben, können Sie dieses als Vergleichsinstrument verwenden, um die Anzeigegenauigkeit des Röhrenvoltmeters zu kontrollieren. Arbeiten Sie dabei mit einer Spannung, die möglichst am Ende des Skalenbereiches liegt, z. B. 140 V beim 150 V-Bereich oder 40 V beim 50 V-Bereich. Die Gleichspannungsmessbereiche lassen sich in gleicher Weise mit Hilfe eines geeichten Gleichspannungs-Voltmeters als Bezugsinstrument abgleichen.

Einer der Hauptvorteile des Zusammenbauens von Bausätzen ist der, dass Sie im Verlauf der Arbeiten schon mit dem Abgleichverfahren vertraut werden. Dies ermöglicht Ihnen, Ihr Gerät in regelmässigen Abständen selbst neu abzugleichen, ohne sich darauf verlassen zu müssen, dass die sonst werkseitig vorgenommenen Abgleichungen von Messinstrumenten noch stimmen.

Bauen Sie nach dem Schlussabgleich das Gerät mit Hilfe von zwei Blechschrauben Nr. 6 in das Gehäuse ein. Das Gerät ist nun gebrauchsfertig. Der Stromverbrauch des Röhrenvoltmeters ist ausserordentlich gering. Sie können es daher unbesorgt während der gesamten täglichen Arbeitszeit eingeschaltet lassen, statt es nach jeder Messung wieder abzuschalten.

Bleibt das Gerät jeden Tag mehrere Stunden lang eingeschaltet, so besteht keine Gefahr, dass sich Feuchtigkeit im Innern niederschlägt.

## ANWENDUNG DES RÖHRENVOLTMETERS

### SICHERHEITSVORKEHRUNGEN

**ACHTUNG.** Es ist unbedingt ratsam beim Messen von Spannungen, besonders von hohen Spannungen, gewisse Grundregeln zu beachten. Fassen Sie die Prüfspitzen grundsätzlich nur an den isolierten Handgriffen an und achten Sie darauf, dass Sie nie die freiliegende Metallspitze berühren.

Das Metallgehäuse des Röhrenvoltmeters ist mit der Masse des Chassis verbunden. Um ein einwandfreies Arbeiten zu gewährleisten, muss die Masse des Gerätes stets mit der Masse des zu untersuchenden Gerätes verbunden sein. Arbeiten an elektrischen Geräten sind stets mit Gefahr verbunden. Man sollte sich daher mit den Eigenschaften des zu untersuchenden Gerätes vertraut machen, bevor man mit der Arbeit beginnt und immer damit rechnen, dass in einem schadhafte n Gerät an unvermuteten Stellen mitunter gefährlich hohe Spannungen auftreten können.

Werden Messungen an Schaltkreisen durchgeführt, die hohe Spannungen führen, empfiehlt es sich, das betreffende Gerät vor Beginn dieser Messungen abzuschalten oder vom Netz zu trennen. Ist dies nicht möglich, so sorgen Sie dafür, dass ein versehentliches Berühren spannungsführender Bauteile unter allen Umständen vermieden wird. Beim Arbeiten mit hohen Spannungen ist stets grösste Vorsicht geboten. Stecken Sie eine Hand in die Tasche, während Sie mit der anderen die Tastspitze führen und die einzelnen Messpunkte abtasten. Sie verringern so die Gefahr eines unter Umständen tödlichen elektrischen Schlags. Achten Sie ferner darauf, dass Sie beim Messen hoher Spannungen stets auf einer gut isolierenden Unterlage (z. B. Gummimatte) stehen oder sitzen.

### PRÜFKABEL

Das schwarze Prüfkabel mit den Bananensteckern ist das sogenannte Massekabel oder negative Kabel. Bei Gleichspannungsmessungen wird es gewöhnlich mit dem Chassis des zu prüfenden Gerätes bzw. mit demjenigen Punkt der Schaltung verbunden, der das niedrigere Spannungspotential (auch kaltes Ende genannt) aufweist. Beim Messen von Wechselspannungen kann das Massekabel sowohl am "heissen" wie auch am "kalten" Ende der Schaltung angeschlossen werden, desgleichen auch beim Messen von Widerständen, da hier die Polung (mit gewissen Ausnahmen) keine Rolle spielt.

Das abgeschirmte Prüfkabel mit der schwarzen Prüfspitze wird zusammen mit dem Massekabel nur für Gleichspannungsmessungen benutzt. Die schwarze Prüfspitze wird dabei mit demjenigen Messpunkt der Schaltung verbunden, der ein positives (+) bzw. das höhere Spannungspotential aufweist.

Das rote Prüfkabel mit der roten Prüfspitze wird zusammen mit dem Massekabel für Wechselspannungs- und Widerstandsmessungen verwendet. Zum Messen von Wechselspannungen wird das Massekabel mit dem einen, die rote Prüfspitze mit dem anderen Punkt verbunden, zwischen denen die zu messende Spannung anliegt. Bei Widerstandsmessungen wird das Massekabel mit dem ersten, das rote Prüfkabel mit dem zweiten von zwei Punkten verbunden, zwischen denen sich der zu messende Widerstand befindet, z. B. die beiden Anschlussdrähte eines Kohleschichtwiderstandes, die beiden Enden einer Spule usw.

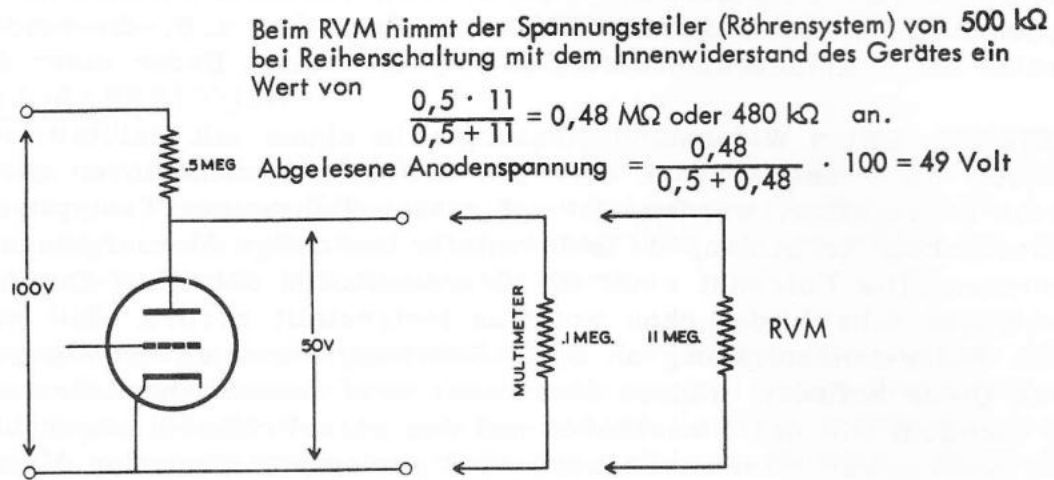
HINWEIS: Sollen Widerstandsmessungen in einem mit Halbleitern - wie z. B. Dioden und Transistoren - oder mit Elektrolytkondensatoren bestückten Schaltkreis durchgeführt werden, ist auf genaue Polung der Tastspitzen bzw. des Massekabels zu achten, da anderenfalls unrichtige Messergebnisse zustande kommen. Die Polarität einer zu untersuchenden Schaltung kann anhand des zugehörigen Schaltbildes ohne weiteres festgestellt werden. Soll beispielsweise eine Widerstandsmessung an einer Schaltung durchgeführt werden, in der sich eine Diode befindet, können sich dabei zwei verschiedene Messwerte ergeben, je nachdem wie das Massekabel und das rote Prüfkabel angeschlossen wurden. Ein niedrigerer Widerstandswert wird gemessen, wenn das Massekabel an der Kathodenseite der Diode angeschlossen wurde, weil hierbei der Widerstand der Diode in Durchlassrichtung im Messwert eingeschlossen ist, der immer geringer ist als der Widerstand in Sperrichtung. Der letztgenannte höhere Widerstandswert wird dann angezeigt, wenn das Massekabel mit der Anodenseite der Diode verbunden ist.

#### GLEICHSPANNUNGS-MESSUNGEN

Das Röhrenvoltmeter bietet gegenüber nicht-elektronischen Messgeräten (z. B. Vielfach-Instrumenten) viele Vorteile. Der Hauptvorteil ist der des hohen Innen-Widerstandes. Dadurch sind wesentlich genauere Messungen an hochohmigen Schaltkreisen wie z. B. an widerstandsgekoppelten Verstärkern, Gitterkreisen von Oszillatoren und Regelspannungskreisen möglich, als dies mit einem Vielfach-Instrument der Fall ist.

Um uns diese Eigenschaft anschaulich zu machen, stellen wir uns einen widerstandsgekoppelten NF-Verstärker vor, dessen Anodenkreis über einen  $500\text{ k}\Omega$ -Arbeits-Widerstand - wie in Skizze 1, Seite 48, gezeigt - an einer Anodenspannung von  $100\text{ V}$  liegt. Nehmen wir an, die Anodenspannung beträgt  $50\text{ V}$ , so wirkt die Röhre wie ein  $500\text{ k}\Omega$ -Widerstand. Messen wir jetzt die Anodenspannung im  $100\text{ V}$ -Messbereich eines niederohmigen Vielfach-Instrumentes mit  $1000\ \Omega/\text{Volt}$  Innen-Widerstand, so müssen wir uns das Instrument als einen parallel zur Röhre geschalteten  $100\text{ k}\Omega$ -Widerstand vorstellen. Nach dem Spannungsteiler- oder Kirchhoff'schen Gesetz würde die Anodenspannung jetzt  $14\text{ Volt}$  betragen. Genau dieser Wert würde dann auch von dem Vielfach-Instrument angezeigt. Diese Fehlanzeige beruht auf dem Nebenschluss-Widerstand des niederohmigen Instrumentes. Beim Röhrenvoltmeter liegt jedoch bei jeder beliebigen Bereicheinstellung der gesamte Innenwiderstand von  $11\text{ M}\Omega$  parallel zur Röhre. Die Anodenspannung beträgt dann  $49\text{ Volt}$ , ist also nur  $2\%$  geringer als die normale Betriebsspannung.

Derartig genaue Messungen sind nur mit dem hochohmigen Röhrenvoltmeter möglich.



Beim Vielfach-Instrument (Multimeter) nimmt der Spannungsteiler von 500 k $\Omega$  bei Reihenschaltung mit dem Innenwiderstand des Instrumentes einen Wert an von

$$\frac{0,5 \cdot 0,1}{0,5 + 0,1} = 0,083 \text{ M}\Omega \text{ oder } 83 \text{ k}\Omega$$

$$\text{Abgelesene Anodenspannung} = \frac{0,083}{0,5 + 0,083} \cdot 100 = 14 \text{ Volt}$$

SKIZZE 1

Wenn Sie Gleichspannungsmessungen mit dem Röhrenvoltmeter vornehmen wollen, so verbinden Sie das Massekabel mit der Masse oder "kalten Seite" der zu prüfenden Schaltung. Bei den meisten röhrenbestückten Geräten, wie z. B. Rundfunkempfänger, Verstärker usw. ist das Chassis an Masse gelegt. Bringen Sie den Funktionsschalter je nach Bedarf auf positive (+) oder negative (-) Gleichspannung. Ist die zu messende Spannung in etwa bekannt, stellen Sie den Bereichsschalter auf den nächst höheren Messbereich ein: bei einer angenommenen Spannung von 140 Volt z. B. auf den "500 V"-Bereich. Ist die zu messende Spannung jedoch unbekannt, wird in jedem Fall zunächst der "1500 V"-Bereich eingeschaltet. Nun führt man die schwarze Prüfspitze des Gleichspannungsprüfkabels an den betreffenden Messpunkt.

Schlägt der Zeiger des Messinstrumentes nicht über das erste Drittel der Skala aus, stellen Sie den Bereichsschalter auf den nächst niedrigeren Messbereich ein. Die exakte Ablesung ist dann möglich, wenn auf den betreffenden Messbereich geschaltet wird, bei dem der Zeiger am weitestens ausschlägt.

Die Spannungsbereiche des Röhrenvoltmeters reichen für die meisten Messungen an Rundfunk- und Fernsehgeräten völlig aus. So dient der 1,5 Volt-Bereich hauptsächlich zum Messen von Gittervorspannungen, Heizspannungen gleichstromgeheizter Röhren in Vorstufen empfindlicher Verstärker usw.

Die 5- und 15-Volt-Bereiche eignen sich ebenfalls zum Messen von Gittervorspannungen wie auch für Messungen an Transistorgeräten. Die 50 Volt- und 150 Volt-Messbereiche finden weiteste Anwendung bei Messungen an transformatorlosen Allstrom-Empfängern, Autosupern und Batteriegeräten. Der universelle 500 Volt-Bereich ermöglicht nahezu alle Messungen an Anodenkreisen und Netzteilen von Wechselstrom-Rundfunkgeräten, Verstärkern, Fernsehgeräten usw., wobei das Röhrenvoltmeter beim Messen von Anoden- und Schirmgitterspannungen nicht auf einen anderen Messbereich umgeschaltet werden muss. Die oberen Messbereiche haben sich für die meisten Spannungsmessungen in Rundfunk- und Fernsehwerkstätten als universell verwendbar erwiesen.

Die hohen Bildröhren- und Zeilenrücklauf-Spannungen von Fernsehgeräten lassen sich gefahrlos mit Hilfe des HEATHKIT-Hochspannungs-Tastkopfes 336 in Verbindung mit dem Röhrenvoltmeter messen. Ein in einem Sicherheits-Kunststoffgehäuse untergebrachter und mit engtolerierten Messwiderständen bestückter Vervielfacher erweitert die Gleichspannungs-Messbereiche des Röhrenvoltmeters um das Hundertfache. Eine Spitzenspannung von 30 kV wird bei derartigen Messungen als obere, noch gefahrlose Grenze angesehen.

#### NULLPUNKT IN SKALENMITTE

Ein weiterer Vorzug des Röhrenvoltmeters ist die Nullpunkt-Einstellung auf der Mitte der Skala. Wenn Sie den Funktionsschalter auf positive (+) oder negative (-) Gleichspannung eingeschaltet haben, können Sie mit Hilfe des Nullpunkt-Einstellreglers den Zeiger des Messinstrumentes auf die Null-Marke in Skalenmitte einstellen. Es kann jedoch auch der Fall sein, dass sich der Zeiger in der einen oder anderen Richtung nicht völlig genau auf diese Null-Marke einstellen lässt, was jedoch ohne grössere Bedeutung ist.

Die Null-Einstellung in Skalenmitte erweist sich beim Abgleich von Diskriminator-Schaltungen und beim Messen von Gittervorspannungen, wobei sowohl positive als auch negative Spannungen auftreten können, als sehr nützlich, da jegliche Umschaltung bei Aenderung der Polarität entfällt.

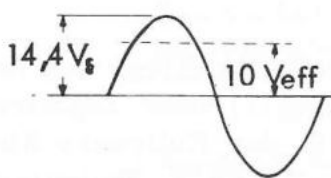
#### WECHSELSPANNUNGS-MESSUNGEN

Wollen Sie mit Ihrem Röhrenvoltmeter Wechselspannungsmessungen vornehmen, so verbinden Sie das Massekabel mit der Masse bzw. der "kalten" Seite der zu prüfenden Schaltung. Stellen Sie den Funktionsschalter auf "Wechselspannung" und den Bereichsschalter - wenn die zu messende Spannung in etwa bekannt ist - auf den nächst höheren Messbereich ein. Ist die zu messende Spannung unbekannt, wird zunächst auf den "1500 V"-Bereich geschaltet. Führen Sie die rote Prüfspitze des Wechselspannungs- und Widerstandsprüfkabels an die betreffende Messtelle. Beträgt der Zeigerausschlag des Messinstrumentes dabei nicht mehr als ein Drittel des Skalen-Vollausschlages, so schalten Sie auf den nächst niedrigeren Messbereich um. Die höchste Wechselspannung, die noch gefahrlos gemessen werden kann, beträgt 1500 V und sollte auf keinen Fall überschritten werden. Die Skala ist sowohl in Effektiv-Werten ( $V_{eff}$ ) als auch in Scheitel-Werten ( $V_{SS}$ ) geeicht. Die entsprechende Beschriftung der Skala ist RMS (root mean square) für Effektivspannungen und P to P (peak-to-peak) für Scheitelspannungen.

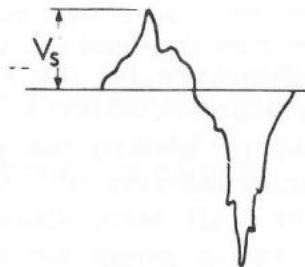
Werden sinusförmige Spannungen gemessen und als Effektivspannungen (RMS) abgelesen, so beträgt die tatsächliche Scheitelspannung (PP) das 2,83-fache der Effektivspannung. Wird der Bereichschalter auf den 15 Volt-Bereich eingestellt und eine Sinus-Spannung von 10 Volt an das Röhrenvoltmeter gelegt, so zeigt das Gerät 10  $V_{\text{eff}}$  (RMS) und 28,3  $V_{\text{SS}}$  (PP) an. Die gleichzeitige und direkte Ablesung von Effektiv- und Scheitel-Spannungen macht das sonst übliche Umrechnen von Skalenwerten überflüssig.

Beim Messen komplexer Wellenformen, wie z. B. Rechteck- und sägezahnförmiger Wechselspannungen, Impulse usw., treffen diese Verhältnisse nicht zu. Die in Skizze 2 dargestellte komplexe Wellenform zeigt beispielsweise Spannungsspitzen (sogenannte Nadelspitzen), deren Wert um ein Vielfaches höher liegt als der des Mittelwertes ( $V_{\text{eff}}$ ).

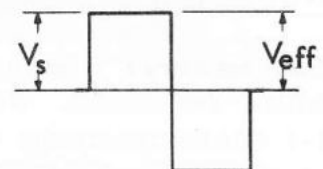
SKIZZE 2



SINUSWELLE



KOMPLEXE WELLENFORM



RECHTECKWELLE

Da diese Nadelimpulse jedoch nur von kurzer Dauer sind, haben sie keinen wesentlichen Einfluss auf den Mittelwert der Gesamt-Wellenform. Während bei der rein sinusförmigen Wechselspannung der Scheitelwert ( $V_{\text{SS}}$ ) das 2,83-fache des Effektivwertes ( $V_{\text{eff}}$ ) ausmacht, ist bei einer reinen Rechteckwelle der Effektivwert gleich dem Spitzenwert, wie Skizze 2 deutlich zeigt. Das Röhrenvoltmeter IM-18 D spricht jedoch nur auf die positiven Spannungsspitzen einer Wechselspannung an. Daher können beim Messen unsymmetrischer Wellenformen durch Vertauschen der roten Tastspitze und des Massekabels unterschiedliche Messergebnisse zustandekommen.

Wird das IM-18 D an eine zu messende Schaltung angeschlossen, so liegen Eingangswiderstand und Eingangskapazität des Messgerätes praktisch parallel zur Spannungsquelle. Dadurch kann die zu messende Spannung unter Umständen durch Belastung verändert und das Messergebnis verfälscht werden. Bei Messung niederfrequenter Wechselspannungen mit 50 oder 60 Hz ist die Belastung des Messkreises durch den kapazitiven Widerstand der Eingangsschaltung des IM-18 D vernachlässigbar klein. Sie entspricht etwa einem parallel zum Messkreis geschalteten 1 M $\Omega$ -Widerstand. Bei höheren Frequenzen nimmt der kapazitive Widerstand ab.

Die Belastung durch Eingangswiderstand und Eingangskapazität des IM-18 D hängt im wesentlichen von der Impedanz der zu messenden Schaltung ab. In niederohmigen Kreisen mit einer Impedanz von 50 bis 600  $\Omega$  ist keine Verfälschung des Messergebnisses wahrnehmbar. In diesen Fällen ist der Anwendungsbereich des IM-18 D lediglich durch dessen Frequenz (25 Hz ... 1 MHz), nicht aber durch die Belastung des zu messenden Kreises durch das Gerät begrenzt. Bei hochohmigen Kreisen macht sich jedoch die Belastung durch Eingangswiderstand und -kapazität des IM-18 D vor allem in den oberen Frequenzen recht stark bemerkbar.

Sie sollten sich daher immer an folgende Faustregel halten: Frequenzgang und Belastung können die Genauigkeit von Wechselspannungsmessungen beeinträchtigen. Ohne Rücksicht auf die Frequenz der zu messenden Spannung liegt immer eine ohmische Belastung von 1 M $\Omega$  parallel zur zu messenden Schaltung. Die Grösse des zusätzlichen kapazitiven Widerstandes hängt von der Frequenz der zu messenden Spannung ab. Die Eigenkapazität des IM-18 D und die der Prüfkabel kann demnach auch die Abstimmung von Schwingkreisen mit kleinem Parallel-C beeinträchtigen.

Sofern Sie die technischen Daten der zu untersuchenden Schaltung und den Eingangswiderstand bzw. die Eingangskapazität des IM-18 D genau kennen, sind Sie auch in der Lage, unter Ausnutzung des grossen Frequenzbereiches dieses Instrumentes Wechselspannungsmessungen an Schaltungen mit unterschiedlichen Impedanzen mit maximaler Genauigkeit durchzuführen.

Bei diesem HEATHKIT Röhrenvoltmeter handelt es sich um ein ausserordentlich empfindliches Wechselspannungs-Voltmeter, das sogar induktive Einstreuungen wechselfspannungsführender Leitungen in den menschlichen Körper wahrnimmt und anzeigt. Berühren Sie deshalb nie die Metallspitze der roten Prüfspitze des Wechselspannungs- und Widerstandsprüfkabels, wenn das Gerät auf die unteren Wechselspannungs-Messbereiche eingestellt ist. Nehmen Sie nur dann einen Nullabgleich vor, wenn Sie die rote Prüfspitze mit dem Bananenstecker des Massekabels verbunden und somit kurzgeschlossen haben. Durch die extreme Empfindlichkeit des Gerätes in den unteren Messbereichen können die Mess-Ungenauigkeiten beim 1,5 Volt-Bereich unter Umständen bis zu 15 % ausmachen. Diesem Umstand sollte bei allen Niederspannungsmessungen Rechnung getragen werden. In allen anderen Messbereichen beläuft sich die Mess-Ungenauigkeit auf höchstens 5 %.

### WIDERSTANDS-MESSUNGEN

Wollen Sie mit Ihrem Röhrenvoltmeter Widerstands-Messungen vornehmen, so verbinden Sie das Massekabel mit einer Seite des zu messenden Widerstandes oder der zu prüfenden Schaltung. Stellen Sie den Funktionsschalter auf "OHM" und den Bereichsschalter so ein, dass die Ablesung etwa in Skalenmitte erfolgt. Bringen Sie jetzt den Zeiger des Messinstrumentes durch Verstellen des "OHM-Reglers" auf die "INF"-Marke, die einem Vollausschlag entspricht. Führen Sie die rote Prüfspitze des Wechselspannungs- und Widerstandsprüfkabels an das andere Ende des zu messenden Widerstandes oder der zu prüfenden Schaltung, und lesen Sie den gemessenen Widerstandswert auf der Skala ab.

Dieser Wert ist mit dem am Bereichsschalter eingestellten Faktor (z. B. x10, x 100, x 1k usw.) zu multiplizieren.

**HINWEIS:** Die eingebaute Batterie liefert lediglich die zu Widerstands-Messungen erforderliche Mess-Spannung, während die eigentliche Messung über die Schaltung des Röhrenvoltmeters erfolgt. Da es sich bei diesem Gerät um ein elektronisches Röhrenvoltmeter handelt, muss es folglich auch bei Widerstands-Messungen eingeschaltet sein. Machen Sie es sich deshalb zur Regel, das Gerät - sei es ein- oder ausgeschaltet - unmittelbar nach einer oder einer Reihe erfolgter Widerstands-Messungen wieder durch entsprechende Einstellung des Funktionsschalters auf positive (+) oder negative (-) Gleichspannung, oder "Wechselspannung" umzuschalten, da sich sonst die eingebaute Batterie unnötig entlädt. Vermeiden Sie auch, dass sich die Metallspitze der roten Prüfspitze und der Bananenstecker des Massekabels zwischen den einzelnen Widerstandsmessungen berühren. Lassen Sie das schwarze Massekabel über die eine und das rote Prüfkabel über die andere Tischkante hängen. Versäumen Sie nicht, das Gerät vor jeder Widerstands-Messung durch Einstellen des "OHM-Reglers" wieder neu abzugleichen.

#### DIE DEZIBEL (dB) - SKALA

Da das menschliche Ohr nicht in der Lage ist, auf Lautstärke-Schwankungen im Verhältnis zur Stärke des angelegten Tonfrequenz-Signales anzusprechen, wurde die Masseinheit "BEL" geschaffen, die dem menschlichen Hörempfinden weitgehendst entspricht. Es handelt sich hier um eine logarithmische Masseinheit für das Verhältnis zweier Leistungen, die gewöhnlich in 1/10 Bel oder Dezibel (dB) angegeben wird. In den letzten Jahren sind verschiedene Signalpegel als Einheitswert für Null Dezibel von einzelnen Herstellern festgelegt worden. Man hat sich dabei auf eine Leistung von 1 Milliwatt an 600  $\Omega$  als Bezugspunkt für 0 dB geeinigt, was einer Spannung von 0,774 V im 1,5 V-Wechselspannungs-Messbereich des Röhrenvoltmeters entspricht. Auf Grund dieses Bezugswertes lassen sich nach folgender Tabelle die einzelnen Wechselspannungs-Messbereiche des Gerätes ohne grosse Schwierigkeiten in hinreichend genaue dB-Werte umrechnen.

<u>Eingestellter Wechselspannungs-Messbereich</u>	<u>Ablesung der dB-Skala</u>
0 - 1,5 V	dB-Wert direkt ablesen
0 - 5 V	10 dB zum abgelesenen Wert zuzählen
0 - 15 V	20 dB zum abgelesenen Wert zuzählen
0 - 50 V	30 dB zum abgelesenen Wert zuzählen
0 - 150 V	40 dB zum abgelesenen Wert zuzählen
0 - 500 V	50 dB zum abgelesenen Wert zuzählen
0 - 1500 V	60 dB zum abgelesenen Wert zuzählen

Da das Dezibel entweder ein Spannungs- oder ein Leistungs-Verhältnis angibt, kann es als solches ohne Erwähnung eines Bezugspegels als Masseinheit bei entsprechenden Messungen eingesetzt werden.

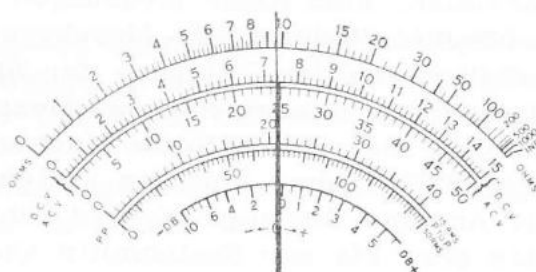
Wollen wir z. B. die Kennlinie für die Wiedergabegüte eines Verstärkers aufzeichnen, so legen wir ein veränderliches Signal oder eine veränderliche Frequenz, die jedoch eine konstante Amplitude haben müssen, an den Verstärker-Eingang. Bei einer Bezugfrequenz von, sagen wir 400 Hz regeln wir die Eingangsspannung so ein, dass das an den Verstärker-Ausgang gelegte Röhrenvoltmeter eine brauchbare Anzeige liefert (z. B. 0 dB). Verändern wir jetzt die Eingangsfrequenz, so können wir die daraus resultierende Abweichung der Ausgangsleistung vom vorher festgelegten Bezugspegel - in diesem Fall also 0 dB - nach oben oder nach unten direkt in dB ablesen.

**HINWEIS:** Bei Messungen sinusförmiger Wechselspannungen, wie z. B. Rausch- und Brumm-Spannungen, pulsierender Spannungen oder Spannungen mit sägezahnförmiger oder rechteckiger Wellenform, entsprechen die angezeigten Effektiv-Spannungen etwa 35 % der tatsächlichen Scheitelspannung.

### ABLESUNG DES RÖHRENVOLTMETERS

Sämtliche Spannungsmarkierungen des Bereichumschalters beziehen sich auf Skalen-Vollausschlag. Für Spannungsmessungen sind die beiden mit 0 - 15 und 0 - 50 markierten Skalen vorgesehen. Im 1,5 Volt - Bereich gemessene Spannungen werden auf der 0 - 15-Skala abgelesen und der Dezimalpunkt um eine Stelle nach links eingertückt. Die Ablesung "8" würde zum Beispiel einer gemessenen Spannung von 0,8 Volt entsprechen. Im 5 Volt-Bereich gemessene Spannungen werden auf der 0 - 50-Skala abgelesen. Auch hier wird der Dezimalpunkt um eine Stelle nach links versetzt, d. h. die zweite Dezimalstelle des gemessenen Wertes gibt Bruchteile der Mess-Spannung in 100 mV an. Eine Ablesung von "47" entspräche z. B. einer gemessenen Spannung von 4,7 Volt. Bei einer Ablesung von z. B. "40" streichen wir die zweite Stelle - hier eine Null - und erhalten so als Ergebnis 4 Volt. Die 0 - 15-Skala wird bei Spannungsmessungen im 15 Volt-Bereich direkt abgelesen. Eine Anzeige von 4 entspricht also tatsächlich einer gemessenen Spannung von 4 Volt. Das gleiche gilt auch für die 0 - 50-Skala bei Messungen im 50 Volt-Bereich.

Im 150 Volt-Bereich gemessene Spannungen werden auf der 0 - 15-Skala abgelesen und eine Null als Dezimalstelle angehängt. **BEISPIEL:** Eine Ablesung von "12" entspricht einer gemessenen Spannung von 120 Volt. Im 500 Volt-Bereich werden die gemessenen Spannungen auf der 0 - 50-Skala abgelesen und ebenfalls eine Null als Dezimalstelle angehängt. **BEISPIEL:** Eine Ablesung von "40" entspricht einer gemessenen Spannung von 400 Volt. Schliesslich werden die im 1500 Volt-Bereich gemessenen Spannungen wieder auf der 0 - 15-Skala abgelesen und zwei Nullen als Dezimalstellen angehängt. **BEISPIEL:** Eine Ablesung von "8" entspricht einer gemessenen Spannung von 800 Volt.



HINWEIS: Die Markierung DC des oberen Teiles der für Spannungsmessungen vorgesehenen Skala bedeutet nicht, dass auf dieser Skala nur Gleichspannungen und die Markierung AC des unteren Teiles dieser Skala bedeutet sinngemäss auch nicht, dass auf dieser Skala nur Wechselspannungen abgelesen werden können. Je nach Stellung des Bereichsschalters lassen sich sowohl auf dem oberen als auch auf dem unteren Skalenteil Wechselspannungen und auch Gleichspannungen ablesen.

Die Widerstands- oder OHMS-Skala bezieht sich auf den niedrigsten, am Bereichsschalter einstellbaren, Widerstandsmessbereich, nämlich  $R \times 1$ , d. h. dass die gemessenen Ohm-Werte unmittelbar abgelesen werden. Bei den nächst höheren Werten ist jeweils die entsprechende Zahl von Dezimalstellen (Nullen) zum abgelesenen Widerstandswert hinzuzuzählen. Bei  $R \times 100$  sind z. B. zwei Nullen hinzuzufügen, bei  $R \times 10 \text{ k}$  vier Nullen und bei  $R \times 1 \text{ MEG}$  sechs Nullen. Bei Einstellung des  $R \times 1 \text{ MEG}$  können die gemessenen Widerstandswerte ebenfalls direkt - und zwar in  $M\Omega$  - auf der OHMS-Skala abgelesen werden.

### GENAUIGKEIT

Die Genauigkeit des Instrumentes beträgt bei allen Messbereichen 2 %, bezogen auf den Skalen-Vollausschlag. Das bedeutet, dass die vom Drehspulmesswerk angezeigte Spannung im 1500 Volt-Bereich auf  $\pm 30$  Volt genau ist. Bei Gleichspannungsmessungen muss noch die Toleranz der Spannungsteiler-Widerstände von 1 % hinzugezählt werden, so dass die Anzeigegenauigkeit des Röhrenvoltmeters in diesem Fall bei 3 % (auf den Skalen-Vollausschlag bezogen) liegt.

Bei Wechselspannungsmessungen steigt der Anzeigefehler infolge der Gleichrichterschaltung des Gerätes auf 5 % des Skalen-Vollausschlages an. Beachten Sie ferner, dass sich Anzeigefehler bei Wechselspannungsmessungen im 1,5 Volt-Bereich infolge von Störeinstreuungen induktiver Art auf 15% des Skalen-Vollausschlages erhöhen können, was mit der extrem hohen Empfindlichkeit des Messwerkes in diesem Messbereich zusammenhängt.

Die Genauigkeit der Messungen in den Widerstandsmessbereichen hängt sowohl von der Genauigkeit des Messwerkes als auch der Genauigkeit der Spannungsteiler- bzw. Spannungsvervielfacher-Widerstände (einschliesslich des Innenwiderstandes der Batterie) und schliesslich auch von der Stabilität der von der eingebauten Batterie gelieferten Mess-Spannung ab. Dies tritt besonders bei Widerstandsmessungen im  $R \times 1$ -Messbereich in Erscheinung, da hierbei der Innenwiderstand der Batterie wie auch die Batteriespannung durch den Strom, der durch den zu messenden Widerstand fliesst, erhebliche Schwankungen unterworfen sein können. Um ein möglichst genaues Ergebnis beim Messen niedriger Widerstandswerte zu erzielen, sind diese Messungen so schnell wie möglich durchzuführen. In den höheren Widerstands-Messbereichen hängt die Genauigkeit der Messungen lediglich von der Toleranz der Spannungsteiler-Widerstände (1 %) und der durchschnittlichen Genauigkeit des Messwerkes (2 %) ab. Infolge der nicht-linearen Einteilung der OHMS-Skala lässt sich die Anzeige-Genauigkeit nicht ohne weiteres in Prozenten (auf den Skalen-Vollausschlag bezogen) angeben. Die maximale Anzeige-Genauigkeit wird dann erreicht, wenn der Zeiger des Instrumentes etwa bis zur Skalenmitte ausschlägt.

Durch die Vielzahl der einstellbaren Widerstands-Messbereiche ist dies in den meisten Fällen ohne Schwierigkeiten möglich.

HINWEIS: Bei Vergleichs-Messungen zwischen diesem Röhrenvoltmeter und einem anderen Röhrenvoltmeter ist zu beachten, dass sich dabei unter Umständen die Mess-Ungenauigkeiten beider Instrumente addieren. Bei einem angenommenen Anzeigefehler von  $\pm 5\%$  des Vergleichsinstrumentes und einem Anzeigefehler von  $\pm 5\%$  des HEATHKIT-Röhrenvoltmeters erhöht sich somit die gesamte Mess-Ungenauigkeit beider Instrumente mitunter auf  $\pm 10\%$ . Genaue Vergleichsmessungen lassen sich daher nur mit Hilfe eines absolut zuverlässigen und hochwertigen Labor-Messgerätes durchführen.

### HINWEISE ZUR FEHLERSUCHE

1. Ueberprüfen Sie die Verdrahtung. Kennzeichnen Sie jede Leitung mit Farbstift auf der Zeichnung, deren Vorhandensein Sie festgestellt haben. Oft ist es besser, wenn ein Freund Ihr Gerät überprüft. Jemand, der mit dem Gerät nicht vertraut ist, kann leichter etwas finden, was Sie selbst vielleicht dauernd übersehen haben.
2. Es ist interessant, dass 90 % der zur Reparatur eingesandten Geräte nur wegen schlechter Verbindungen und Lötstellen nicht arbeiten. Deshalb können manche Fehler durch Nachlöten aller Verbindungen behoben werden, bis die Lötstellen so aussehen, wie es die Abbildungen im Kapitel "Richtiges Löten" zeigen.
3. Ueberzeugen Sie sich, dass die Heizfäden aller Röhren glühen.
4. Prüfen Sie die Röhren mit einem Prüfgerät oder durch Einsetzen von Röhren des gleichen Typs, deren einwandfreie Beschaffenheit bekannt ist.
5. Prüfen Sie die Werte aller Bauteile nach. Stellen Sie fest, ob die richtigen Teile in die Schaltung eingesetzt wurden, wie in den entsprechenden Zeichnungen und Anweisungen angegeben.
6. Suchen Sie nach Lötzinnresten, Drahtenden oder anderen Fremdkörpern, die in der Verdrahtung unter dem Chassis liegen können.
7. Wenn nach sorgfältiger Prüfung der Fehler noch nicht lokalisiert wurde und ein Voltmeter zur Verfügung steht, messen Sie die im Schaltbild angegebenen Spannungswerte nach.

HINWEIS: Die angegebenen Spannungswerte wurden mit einem Röhrenvoltmeter mit  $11\text{ M}\Omega$  Eingangsleistung gemessen. Schwankungen von  $\pm 10\%$  können durch die Netzspannung oder durch die Toleranz der Teile verursacht werden.

8. Ein nochmaliges Studium der Schaltungsbeschreibung kann bei der Feststellung helfen, wo der Fehler zu suchen ist.

## FEHLERSUCH - TABELLE

### GERÄT ARBEITET ÜBERHAUPT NICHT

1. Prüfen Sie, ob das Gerät Netzspannung bekommt. Nehmen Sie eine entsprechende Messung auf der Primärseite des Netztransformators vor.
2. Falls die Kontroll-Lampe nicht aufleuchtet oder die Heizfäden der Röhren nicht glühen, prüfen Sie das Vorhandensein der Heizspannung (5 - 6 Volt Wechselspannung) an den beiden Anschlussdrähten des Netztransformators.
3. Prüfen Sie die Spannungen zwischen den beiden Polen von Elektrolyt-Kondensator und Masse. Die vorgeschriebenen Spannungswerte sind im Schaltbild angegeben.
4. Prüfen Sie die Röhre 12AU7 (ECC82).

### NULL-ABGLEICH IM GLEICHSPANNUNGS-MESSBEREICH NICHT MÖGLICH

1. Prüfen Sie die Symmetrie beider Triodensysteme der Röhre 12AU7 (ECC82) (notfalls Röhrenwechsel).
2. Prüfen Sie den 10 M $\Omega$ -Widerstand, R 32 (braun-schwarz-blau).
3. Prüfen Sie die beiden 4,7 nF Kondensatoren C 5 und C 6 im Gitterkreis der Röhre 12AU7 (ECC82) (Röhrenstifte 2 und 7).
4. Prüfen Sie die Schaltelemente der Kathodenkreise der Röhre 12AU7 (ECC82) (Röhrenstift 3 und 8). Zu diesen Kreisen gehören der Nullpunkt-Einstellregler sowie die Widerstände R1, R 33, R 34 und R 35.
5. Ueberprüfen Sie sorgfältig und genau die Verdrahtung des Bereichsschalters.

### WECHSELSPANNUNGS-MESSBEREICH ARBEITET NICHT

1. Prüfen Sie die Röhre 6AL5 (EAA91).
2. Prüfen Sie den 0,047  $\mu$ F (47 nF), 1250 V-Kondensator C 2 und die beiden 0,022  $\mu$ F (22 nF) Kondensatoren C 3 und C 4.
3. Ueberprüfen Sie sorgfältig und genau die Verdrahtung des Funktionsschalters.

### NULL-ABGLEICH IM WECHSELSPANNUNGS-MESSBEREICH NICHT MÖGLICH

1. Entfernen Sie vor dem Null-Abgleich des Wechselspannungs-Messbereiches - wie in der Bau- und Bedienungsanleitung bereits an anderer Stelle erwähnt - die beiden Prüfkabel.

2. Es ist unbedingt erforderlich, zunächst den Null-Abgleich des Gleichspannungs-Messbereiches vorzunehmen, ehe der Wechselspannungs-Messbereich abgeglichen wird.

#### UNGENAUE ANZEIGE BEI WECHSELSPANNUNGS-MESSUNGEN

(Einstellung lässt sich nicht durchführen)

1. Prüfen Sie die Kondensatoren C 2, C 3 und C 4.
2. Prüfen Sie die Röhre 6AL5 (EAA91).
3. Prüfen Sie den Wechselspannungs-Eichregler (AC-CAL) R3.  
HINWEIS: Wenn das rote Wechselspannungs-Prüfkabel in die Anschlussbuchse des Gerätes eingeführt ist, kann der Zeiger des überaus empfindlichen Messgerätes eventuell infolge der Einstreuung von Wechselspannungsfeldern in das Prüfkabel bereits etwas ausschlagen. In den beiden unteren Wechselspannungs-Messbereichen dürfte die Anzeige des Instrumentes jedoch nur sehr niedrig sein.

#### UNGENAUE ANZEIGE IM GLEICHSPANNUNGS-MESSBEREICH

1. Prüfen Sie den Gleichspannungs-Eichregler (DC-CAL) R 4.
2. Prüfen Sie den in der schwarzen Prüfspitze des Gleichspannungs-Prüfkabels eingebauten Widerstand und kontrollieren Sie, ob er eventuell Masseschluss hat.

#### WIDERSTANDS-MESSBEREICH ARBEITET NICHT

1. Prüfen Sie den OHM-Regler auf richtigen Wert.
2. Ueberprüfen Sie genau den Zusammenbau des Bereichsschalters.

#### UNGENAUE ANZEIGE IM WIDERSTANDS-MESSBEREICH

1. Prüfen Sie die eingebaute Batterie (gegebenenfalls Austausch).
2. Prüfen Sie alle am Bereichsschalter angeschlossenen Widerstände, deren Werte mit einer 9 beginnen, insbesondere jedoch den  $9,1\ \Omega$ -Widerstand R 31.  
HINWEIS: Der Widerstands-Messbereich des Röhrenvoltmeters ist nicht als Widerstandsnormaal geeignet. Absolut genaue Messungen lassen sich nur mit Hilfe einer Messbrücke durchführen.

## WARTUNG

### MESSINSTRUMENT

Versuchen Sie nicht, das überaus empfindliche Drehspulmesswerk des Anzeigeeinstrumentes selbst instanzzusetzen. Durch solche Versuche entfallen sofort sämtliche Garantieleistungen für das Instrument.

### SKALENSCHEIBE

Falls die glasklare Polystyren-Skalenscheibe des Messinstrumentes versehentlich beschädigt werden sollte, kann eine entsprechende Ersatzscheibe nur durch die Firma HEATHKIT Geräte GmbH beschafft werden. Die Skalenscheibe lässt sich leicht vom Gerät abnehmen, ohne dass dazu das gesamte Messinstrument ausgebaut werden muss. Mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers oder einer Messerschneide, die zwischen der Oberkante der Skalenscheibe und der Gehäuse-Frontplatte unmittelbar neben den beiden oberen Ecken eingeführt werden, lässt sich die Skalenscheibe aus ihrer Klemmbefestigung lösen und nach vorne herausdrücken. Beim Einbau der neuen Skalenscheibe ist besonders auf das richtige Einpassen der Verstellerschraube für die mechanische Nullpunkt-Einstellung zu achten. Zum Schutz gegen eindringenden Staub und Feuchtigkeit ist das Röhrenvoltmeter bei abgenommener Skalenscheibe möglichst in einem fest verschlossenen Behälter oder in einer Schublade aufzubewahren. Achten Sie jedoch darauf, dass Sie dabei das freiliegende Messwerk auf keinen Fall beschädigen und den Zeiger nicht verbiegen oder abknicken.

### ELEKTROSTATISCHE AUFLADUNG

Die Polystyren-Skalenscheibe des Messinstrumentes wurde chemisch vorbehandelt, um elektrostatische Aufladungen zu vermeiden. Kommt jedoch infolge wiederholter Reinigung und durch Polieren der glasklaren Skalenscheibe dennoch eine elektrostatische Aufladung zustande, so führt diese zu wilden Ausschlägen des Zeigers, wobei es keine Rolle spielt, ob das Gerät eingeschaltet ist oder nicht. Man kann dem leicht abhelfen, indem man ein weiches Tuch oder einen Wattebausch mit einem handelsüblichen flüssigen Geschirrspülmittel anfeuchtet und damit über die Skalenscheibe wischt. Die elektrostatische Aufladung verschwindet dabei sofort. Sie brauchen die Skalenscheibe dazu nicht einmal abzunehmen.

### PRÜFUNG DES DREHSPULINSTRUMENTES AUF DURCHGANG

Falls ein Ausfall des Drehspulinstrumentes vermutet wird, lässt sich unter Beachtung der folgenden Vorsichtsmassregeln eine Durchgangsprüfung vornehmen. Prüfen Sie die Drehspule jedoch NIEMALS mit einem Widerstandsmessgerät. Der dabei durch die Drehspule fließende Strom führt zu einer Ueberlastung des Gerätes und kann zum Durchbrennen der Drehspulwicklung führen. Schalten Sie deshalb unbedingt einen geeigneten Vor-Widerstand mit den Prüfschnüren des verwendeten Messgerätes in Reihe.

Der Wert dieses Vor-Widerstandes richtet sich nach der von der Batterie des verwendeten Messgerätes gelieferten Mess-Spannung und der Bereichseinstellung des Widerstands-Messgerätes. Bei allen Durchgangsprüfungen der Drehspule des Röhrenvoltmeters ist ein Vor-Widerstand von mindestens 10 k $\Omega$  mit den Prüfschnüren des Widerstands-Messgerätes in Reihe zu legen.

### PRÜFKABEL

Infolge der dauernden Biegung, der die Prüfkabel des Röhrenvoltmeters bei längerem Gebrauch unterworfen sind, besteht die Möglichkeit, dass diese Prüfkabel im Laufe der Zeit schadhaft werden. Wildes Ausschlagen des Zeigers und ungenaue Gleichspannungs-Messungen können ein Anzeichen dafür sein, dass das abgeschirmte Prüfkabel oder eine der Lötstellen des in der schwarzen Prüfspitze eingebauten 1 M $\Omega$ -Trenn-Widerstandes schadhaft sind.

## ZUSÄTZLICHE TASTKÖPFE

### HOCHSPANNUNGS-TASTKOPF

Als Sonderzubehör liefert die HEATHKIT Geräte GmbH einen Hochspannungstastkopf, der Gleichspannungs-Messungen bis 30 kV - wie z. B. von Bildröhren- und Zeilenrücklaufspannungen in Fernsehgeräten - erlaubt. Dieser Tastkopf besteht aus einem Presstoff-Gehäuse mit Griffstück aus gleichem Material. Der eingebaute 1090 M $\Omega$ -Messwiderstand von 2 % Toleranz erweitert den Gleichspannungs-Messbereich des Röhrenvoltmeters bei einem Eingangswiderstand von 11 M $\Omega$  um das Hundertfache.

### HOCHFREQUENZ-TASTKOPF

HEATHKIT Geräte GmbH liefert ebenfalls als Sonderzubehör einen Hochfrequenz-Tastkopf. Dieser Tastkopf erlaubt Messungen hochfrequenter Spannungen bis zu 30 V, wobei der Frequenzgang zwischen 1 kHz und 100 MHz vollkommen linear ist. Ein eingebauter Trenn-Kondensator dient zum Entkoppeln von Gleichspannungen bis zu 500 V. Der Tastkopf ist in gedruckter Schaltung ausgeführt und in einem hochglanzpolierten Aluminium-Gehäuse mit Kunststoff-Isolation untergebracht.

## KUNDENDIENST - INFORMATIONEN

### KUNDENDIENST

Wenn Sie nach Befolgung der Hinweise in dieser Beschreibung und Ihren besten Bemühungen doch nicht in der Lage sind, die richtige Arbeitsweise Ihres Gerätes zu erreichen, dann empfehlen wir, die technischen Vorteile zu nutzen, die wir unseren Kunden bieten.

Eine technische Beratungsstelle wird zu Ihrem Vorteil unterhalten. Dieser Beratungsdienst steht Ihnen kostenlos bei allen HEATHKIT-Niederlassungen und -Vertretungen in der ganzen Welt zur Verfügung. Der Hauptzweck ist die Unterstützung aller Kunden, die Schwierigkeiten beim Zusammenbau, beim Betrieb und bei der Wartung von HEATHKIT-Geräten haben. Die Beratungsstelle ist weder geplant noch ausgerüstet, um als Hauptquelle für technische Informationen, einschliesslich der Abänderung von Bausätzen, zu dienen. Sie befasst sich lediglich mit der normalen und vorschriftsmässigen Betriebsweise der HEATHKIT-Geräte.

Sollten Sie Unterstützung benötigen, wenden Sie sich bitte an die HEATHKIT-Vertretung Ihres Landes oder schreiben Sie an:

HEATHKIT Geräte GmbH  
6079 S p r e n d l i n g e n  
Postfach 220

Wenn auch die technischen Berater mit allen Einzelheiten dieses Bausatzes vertraut sind, so hängt die Wirksamkeit ihrer Hilfe doch weitgehend vom Wert und der Genauigkeit der von Ihnen gelieferten Information ab. Sie müssen eine gute Fehlerbeschreibung liefern, damit die Berater Ihnen helfen können.

Befolgen Sie bitte diese Hinweise:

1. Bevor Sie uns schreiben, befolgen Sie alle Kniffe und Ratschläge, die in dieser Beschreibung unter "Hinweise zur Fehlersuche" enthalten sind. Vielleicht erübrigt sich dann schon ein Schriftwechsel.

2. Gegebenenfalls schildern Sie genau die Art des Fehlers. Erwähnen Sie alle angeschlossenen Geräte. Berichten Sie besonders genau die Betriebsvorgänge, Schalterstellungen, Verbindungen zu anderen Geräten und alle sonstigen Tatsachen, die helfen könnten, die Fehlerursache einzukreisen.
3. Berichten Sie vollständig über die Ergebnisse der Vorprüfung und der Erfolge bei der Durchführung der "Hinweise zur Fehlersuche". Falls Messgeräte verwendet wurden, geben Sie auch die Spannungswerte an, die Sie ermittelt haben.
4. Geben Sie die Modell-Nummer des Bausatzes an und - wenn möglich - das Verkaufsdatum.
5. Schreiben Sie Ihren Namen und Ihre Anschrift (Postleitzahl bitte nicht vergessen) bitte in BLOCKSCHRIFT oder mit Schreibmaschine an zwei Stellen des Briefes auf.

Mit der vorstehend umrissenen Information weiss der Berater genau, welchen Bausatz Sie haben, was er für Sie tun soll und welcher Fehler behoben werden muss. Das Verkaufsdatum sagt ihm, ob seit dem Verkauf an Sie irgendwelche technische Änderungen vorgenommen wurden. Er weiss auch, was Sie zur Einkreisung des Fehlers bereits getan haben und kann so auf Wiederholung verzichten.

Kurz, der Berater kann seine ganze Zeit dem vorliegenden Problem widmen und ist - durch seine Vertrautheit mit dem Bausatz und Ihren genauen Bericht - in der Lage, Ihnen eine vollständige und hilfreiche Antwort zu geben. Falls Ersatzteile notwendig sind, werden Ihnen diese unter Berücksichtigung der Garantie-Bestimmungen zugesandt.

Die Werk-Kundendienststelle in Deutschland steht zu Ihrer Verfügung, wenn Sie mit der Elektronik nicht ausreichend vertraut sind, um unseren Beratern ausreichende Information zu liefern, aus der sich eine Diagnose Ihrer Schwierigkeiten ermitteln lässt oder wenn Sie es vorziehen, den Fehler durch die Kundendienststelle beseitigen zu lassen.

### ERSATZTEIL-LIEFERUNG

Das in den HEATHKIT-Produkten gelieferte Material wurde sorgfältig ausgewählt, um die Forderungen der Konstruktion erfüllen zu können und wird diese Funktion normalerweise auch ohne Schwierigkeiten erfüllen.

Wenn gelegentlich ein Gerät nicht richtig arbeitet, kann die Ursache ein defektes Einzelteil sein. Sollte die Ueberprüfung die Notwendigkeit eines Ersatzes ergeben, dann schreiben Sie an die Kundendienststelle unter Beifügung folgender Angaben:

- A) Beschreiben Sie das fragliche Teil genau durch Angabe der Teilenummer und Bezeichnung aus der Stückliste der Baumappte.
- B) Geben Sie Typ und Modell-Nummer des Bausatzes an, zu dem das defekte Teil gehört.
- C) Nennen Sie Rechnungs-Nummer und Verkaufsdatum.
- D) Beschreiben Sie die Art des Fehlers oder den Grund, weshalb Sie Ersatz benötigen.

Die Kundendienststelle wird so schnell wie möglich Ersatz liefern.

**BITTE SENDEN SIE BEANSTANDETE BAUTEILE UMGEHEND ZURÜCK.**

Nehmen Sie keine Teile auseinander. Dadurch erlischt die Garantie. Diese Ersatzteil-Lieferungsbestimmungen beziehen sich nicht auf den freien Ersatz von Teilen, die durch Unvorsichtigkeit des Bausatz-Erbauers zerbrochen oder anderweitig beschädigt wurden.

## VERSAND-HINWEISE

Falls Ihr Gerät zum Service zurückgesandt werden muss, beachten Sie bitte die folgenden Hinweise sorgfältig:

Befestigen Sie einen Anhänger am Gerät, auf dem Ihr Name, Ihre Anschrift mit Postleitzahl, das Verkaufsdatum und eine kurze Fehlerbeschreibung angegeben sind.

Wickeln Sie das Gerät in starkes Papier, das Beschädigungen verhindert.

Verpacken Sie das eingewickelte Gerät in einem festen Karton, in dem das Gerät von allen Seiten mit einer 7 bis 8 cm starken Schicht aus zerknülltem Papier, Holzwolle oder einem anderen federnden Material umgeben wird.

Verschliessen Sie den Karton mit Klebeband oder einer kräftigen Schnur.

Schreiben Sie die Anschrift der HEATHKIT-Vertretung deutlich lesbar auf den Karton.

Vergessen Sie nicht, Ihren Namen und die Rücksende-Anschrift auch auf der Aussenseite des Kartons anzugeben.

Kleben Sie Schilder mit der Aufschrift "ZERBRECHLICH" oder "VORSICHT GLAS" auf den Karton oder schreiben Sie diese Worte mit Buntstift von leuchtender Farbe auf.

Versenden Sie das Paket durch Bahnexpress, freigemacht.

Beachten Sie, dass ein Transport-Unternehmen nicht für Transportschäden haftbar gemacht werden kann, wenn die Verpackung seiner Ansicht nach unzureichend ist.

## G A R A N T I E

Auf betriebsfertige Geräte, einschliesslich Röhren, wird eine Garantie von sechs Monaten gewährt. Die Garantie erstreckt sich auf Fabrikationsfehler. Ausgeschlossen sind mechanische Beschädigungen und sonstige Mängel, die auf unsachgemässe Behandlung oder Verwendung zurückzuführen sind.

Auf Bausätze wird nur eine Uebernahmegarantie geleistet, die sich auf Vollzähligkeit des gesamten Materials - wie in der Stückliste aufgeführt - sowie auf die einwandfreie Beschaffenheit und die Funktion der Einzelteile erstreckt.

Ansprüche auf Ersatz und sonstige Ansprüche, gleich welcher Art, stehen dem Besteller nicht zu, wenn durch unsachgemässe Behandlung das Material beschädigt worden ist.

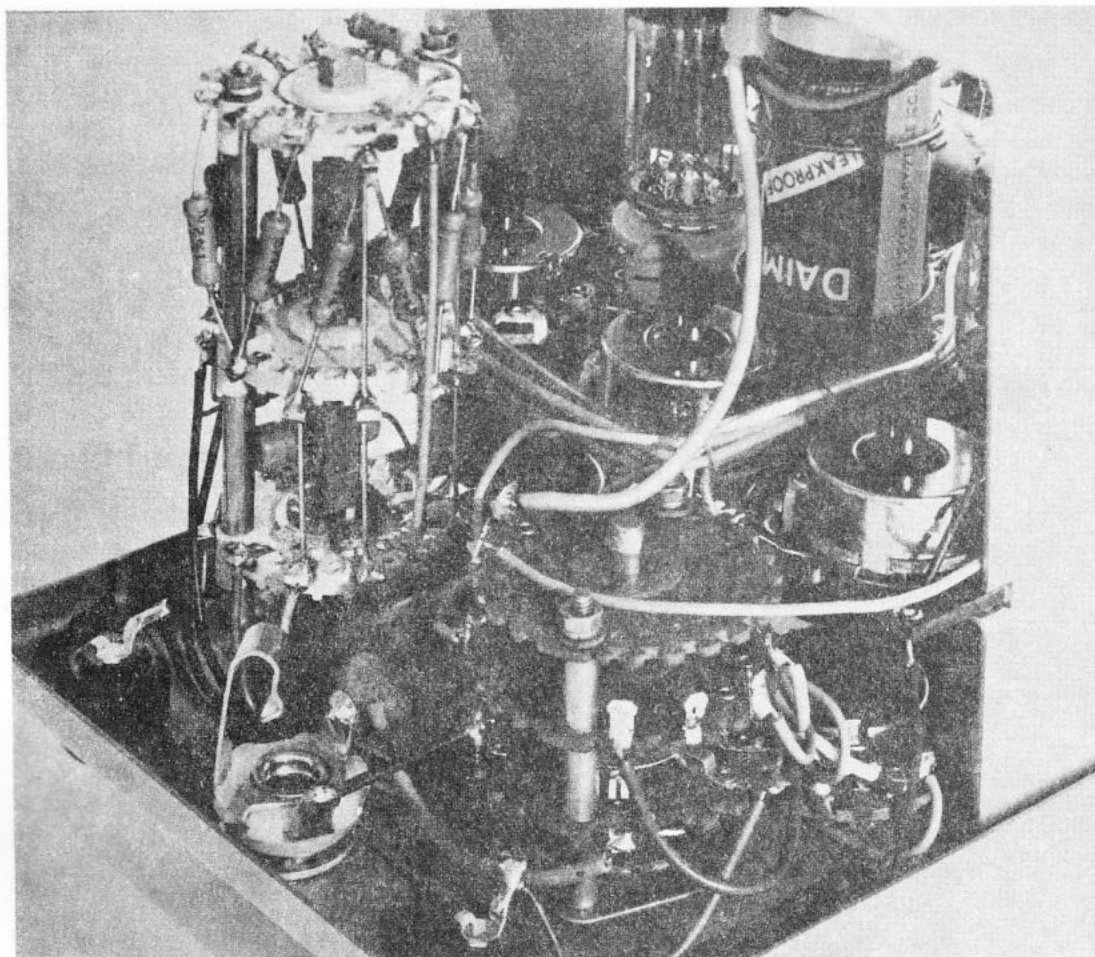
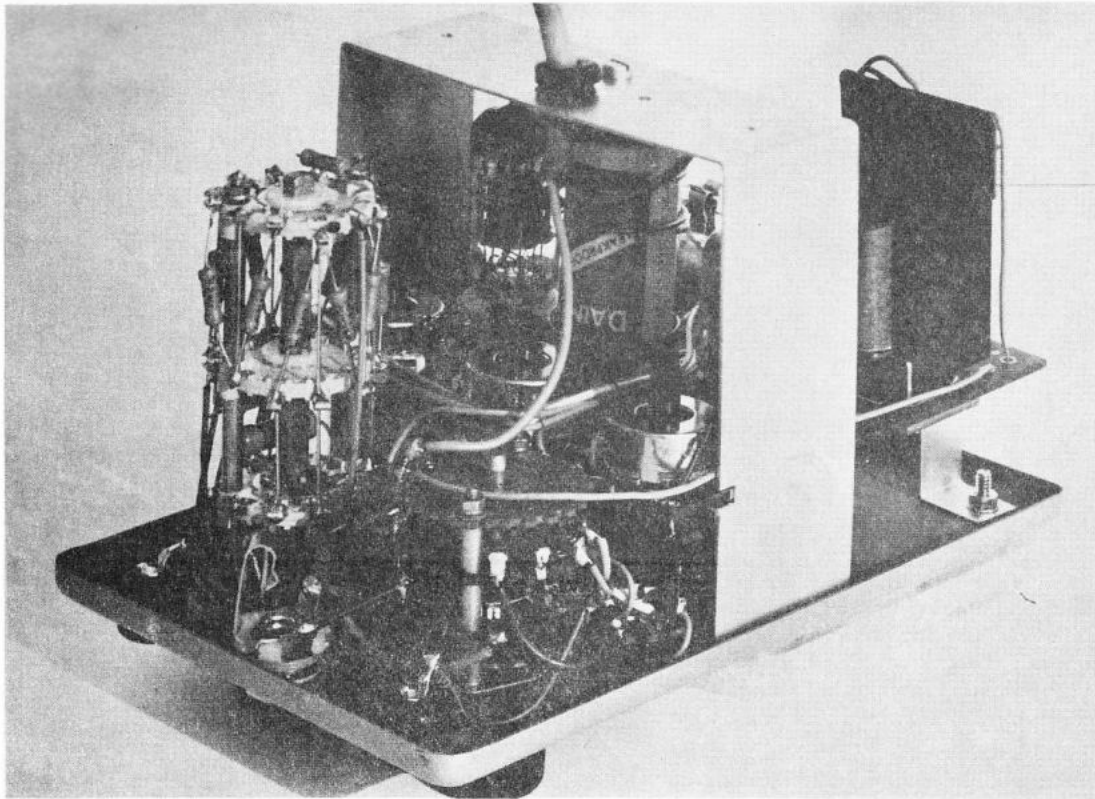
Mängelrügen sind sofort unter Beifügung des defekten Teiles und des entsprechenden Kontrollzettels bei der Lieferfirma anzuzeigen.

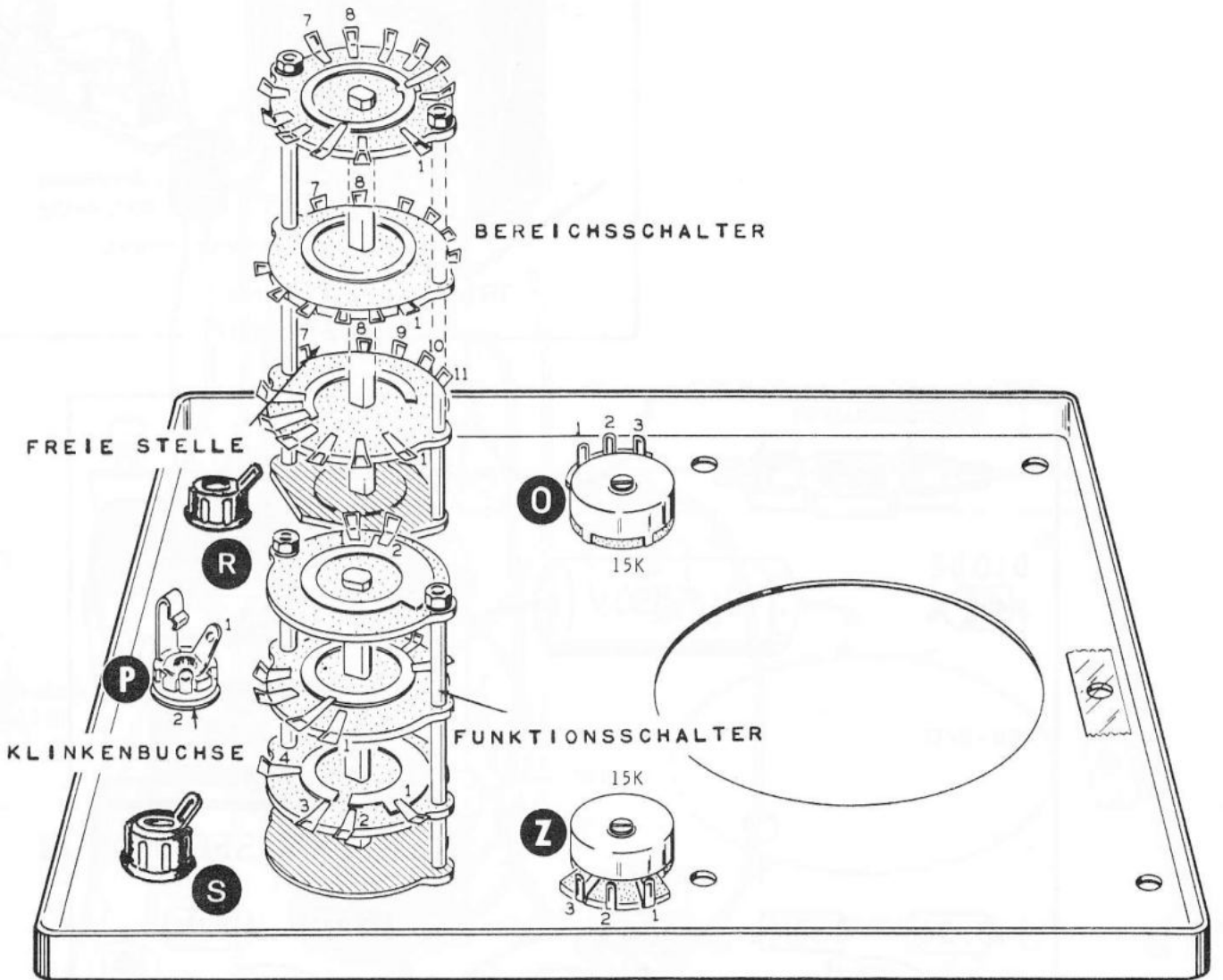
### ANMERKUNG:

Die obengenannten Garantie-Bestimmungen verlieren ihre Gültigkeit, und wir werden keine Teile ersetzen, Geräte oder Teile reparieren, wenn für den Zusammenbau säurehaltige Löt- oder Flussmittel verwendet worden sind.

Wenn zusätzliches Lötzinn benötigt wird, kaufen Sie nur Radio-Lötzinn mit Kolophonium-Füllung und einem Zinn : Blei-Verhältnis von 60 : 40 oder 50 : 50.

INNENANSICHT DES RÖHRENVOLTMETERS





**BILD 1**

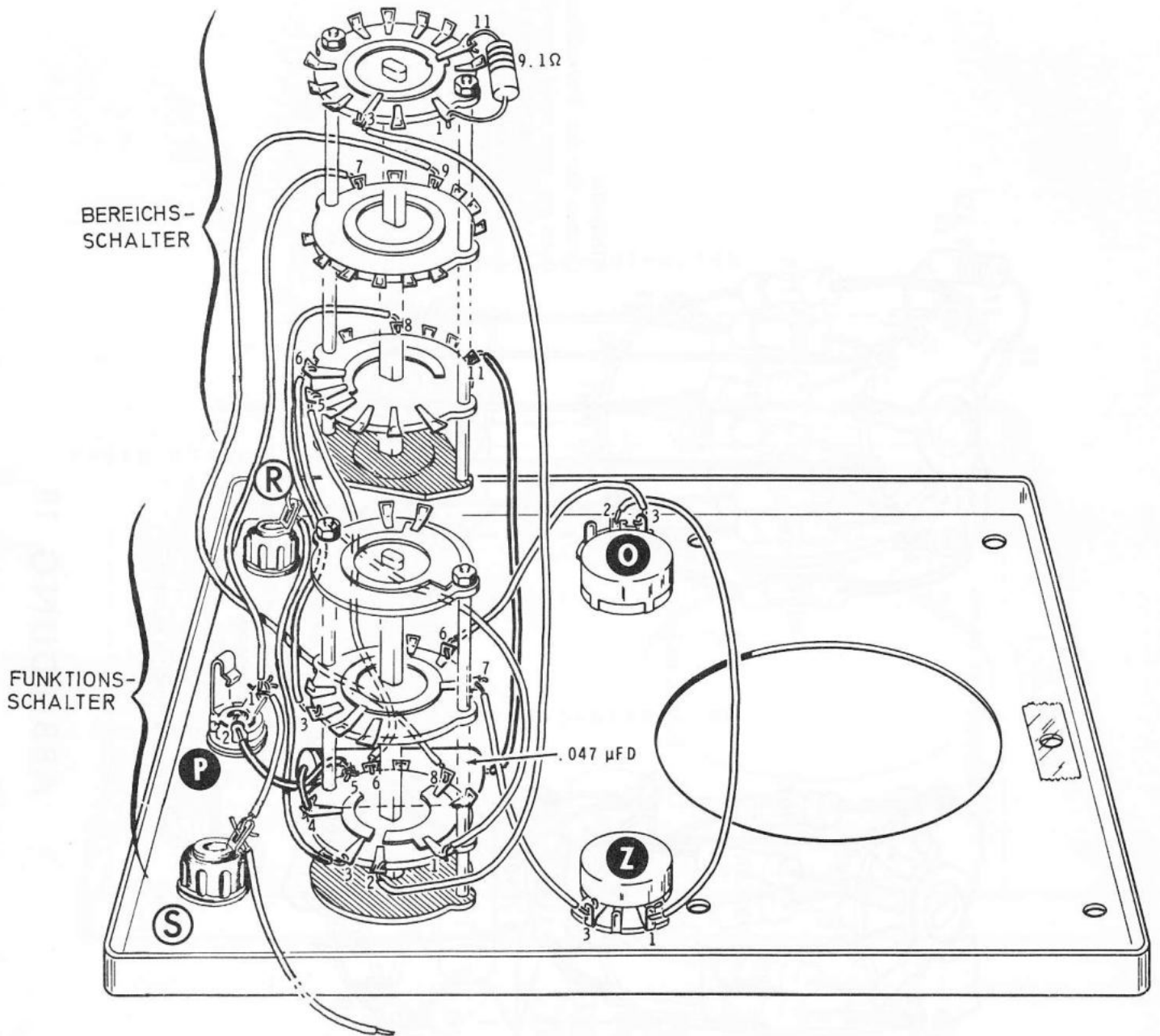
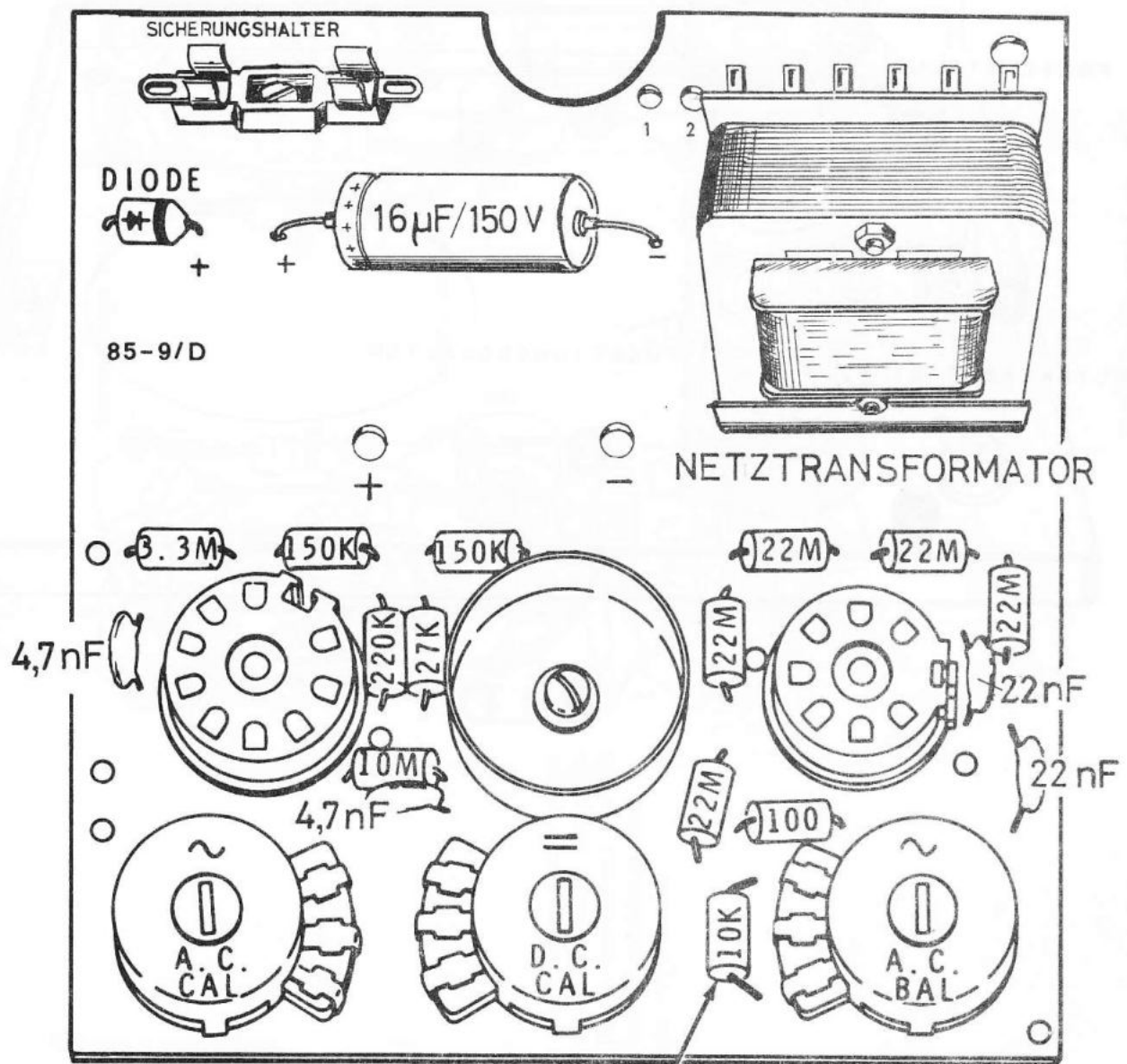
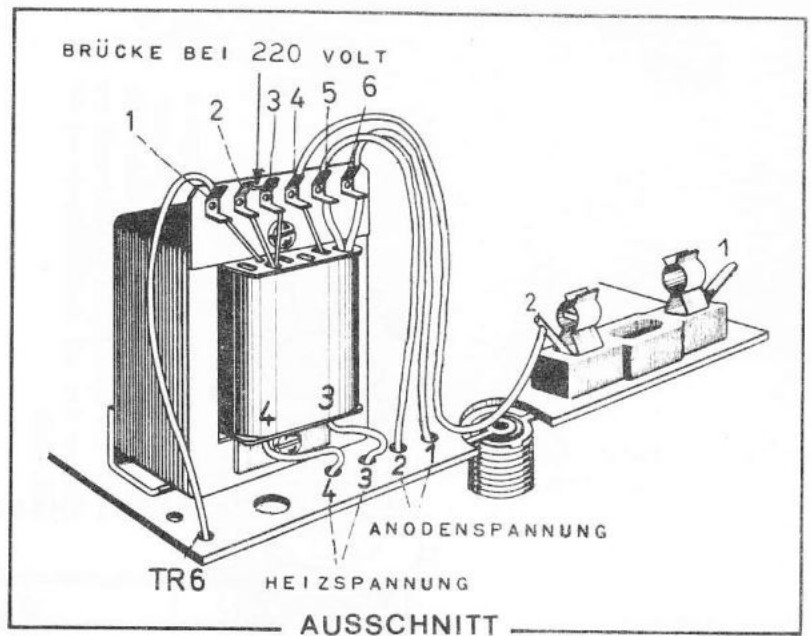
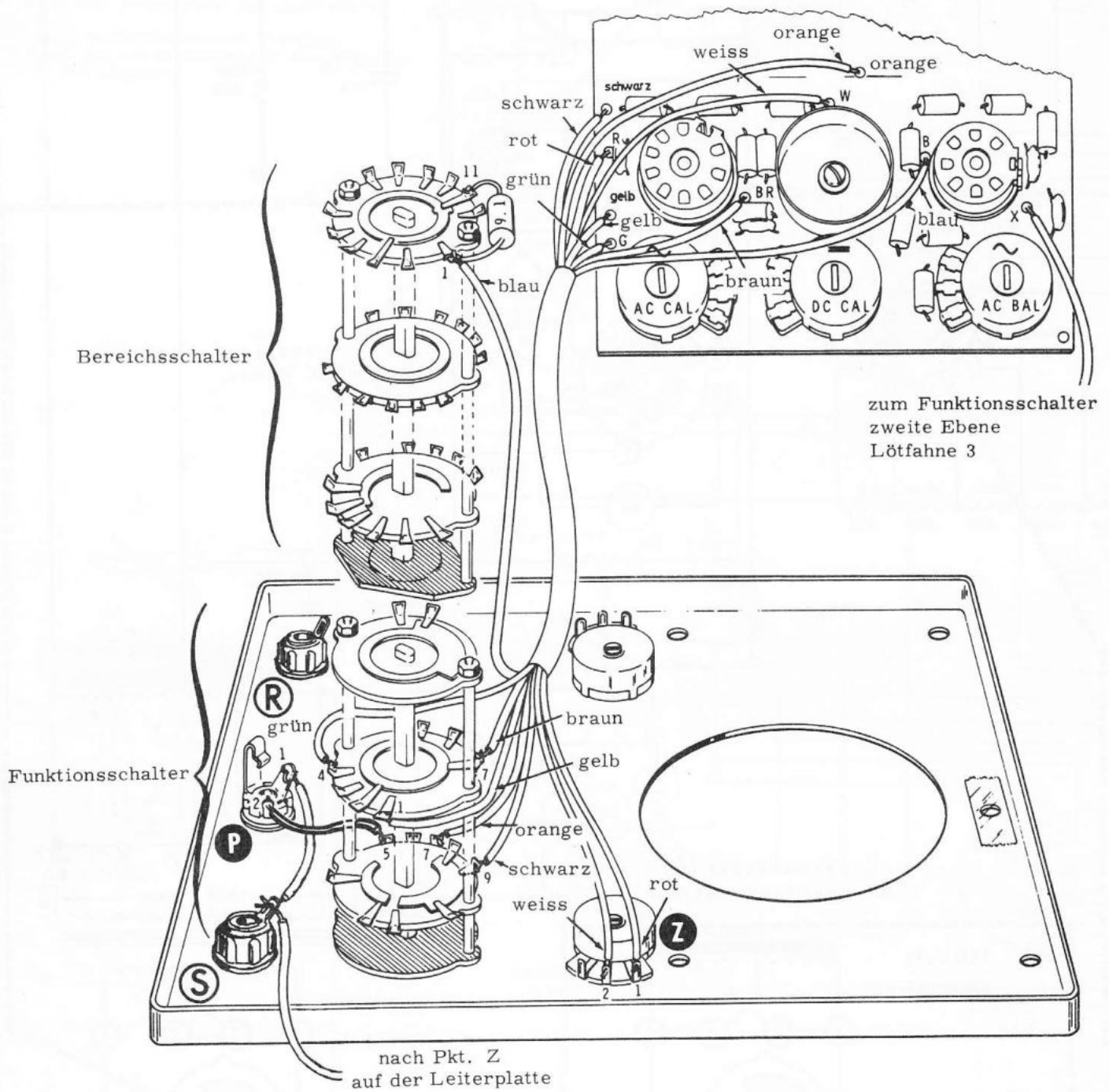


BILD 2

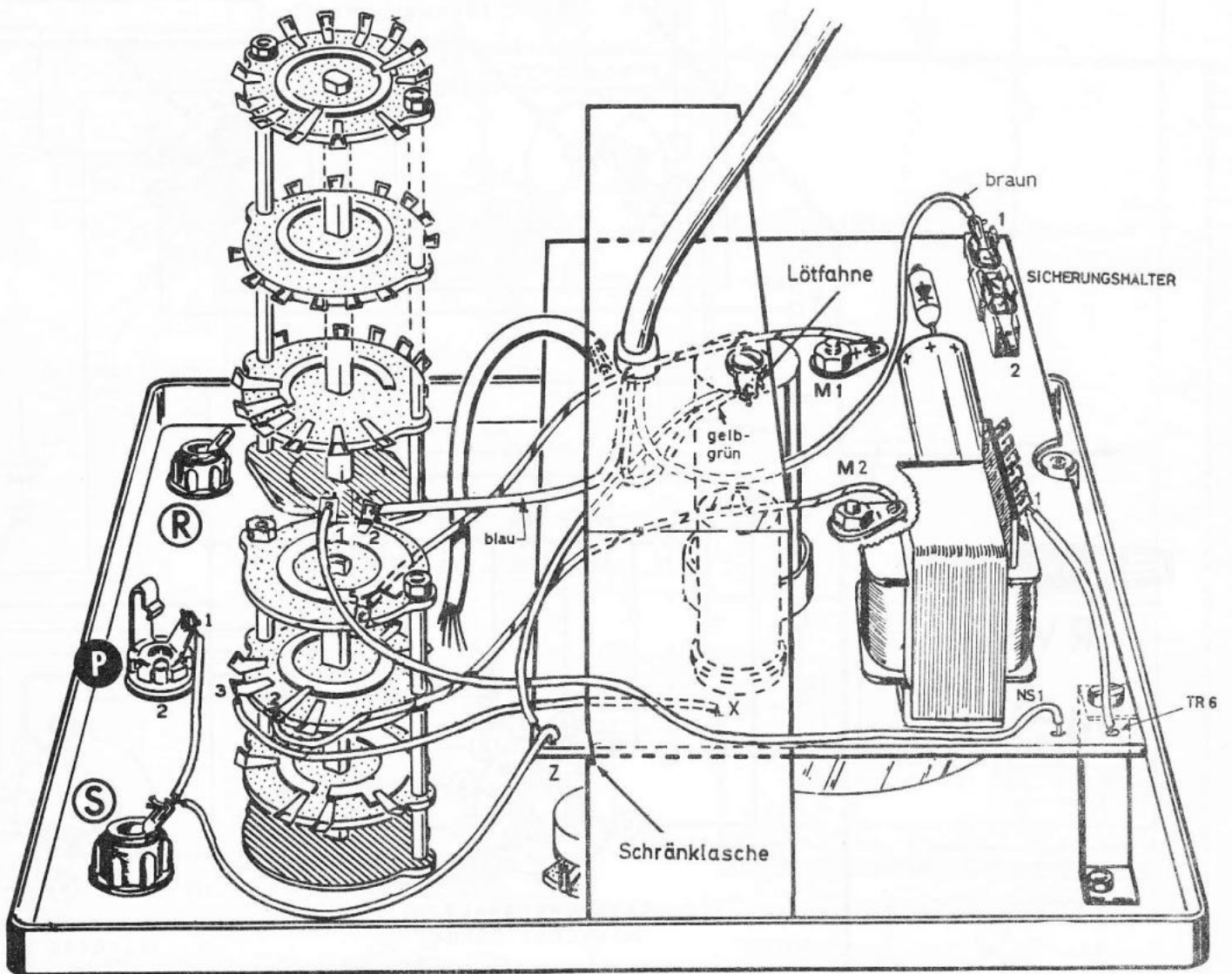


HINWEIS:  
Biegen Sie den 10 k $\Omega$ -Widerstand etwas nach links, damit die Potentiometer-Anschlüsse freibleiben

BILD 3



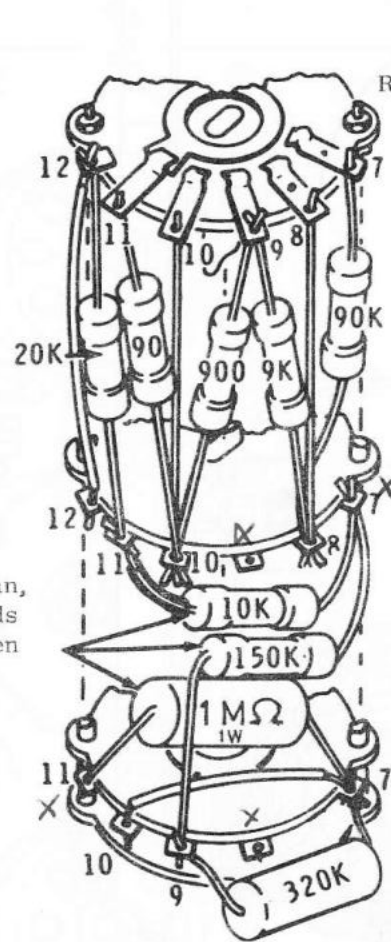
**BILD 4**



**BILD 5**

**ACHTUNG**

Ordnen Sie diese Widerstände so an, dass sie die Schalterachse nirgends berühren. Durch Berührung werden die Widerstände beschädigt und Kurzschlüsse verursacht.

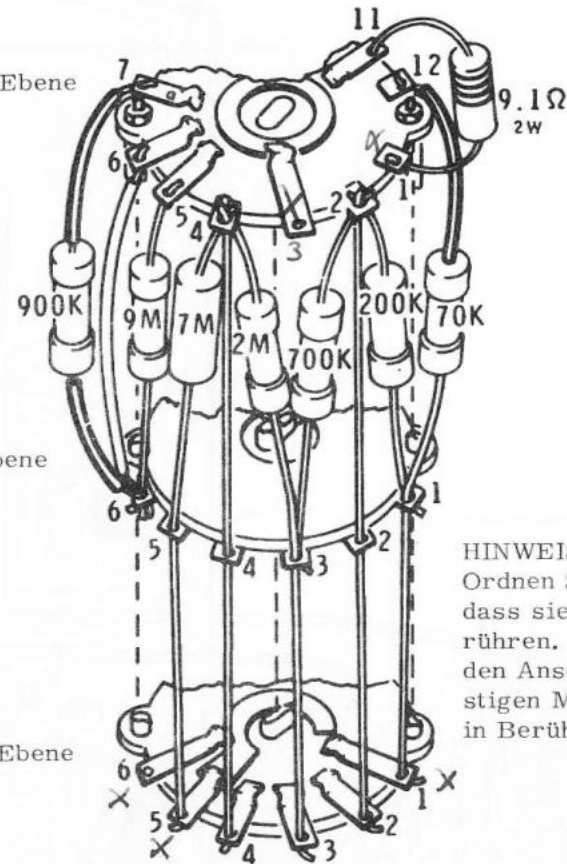


Rückwärtige Ebene

Zweite Ebene

Vordere Ebene

Die Numerierung der Lötflächen beginnt an der freien Stelle zwischen Lötflächen 7 und 8 der vorderen Schalterebene.



**HINWEIS**

Ordnen Sie die Widerstände so an, dass sie sich nicht gegenseitig berühren. Sie dürfen auch nicht mit den Anschlussklemmen oder sonstigen Metallteilen des Schalters in Berührung kommen.

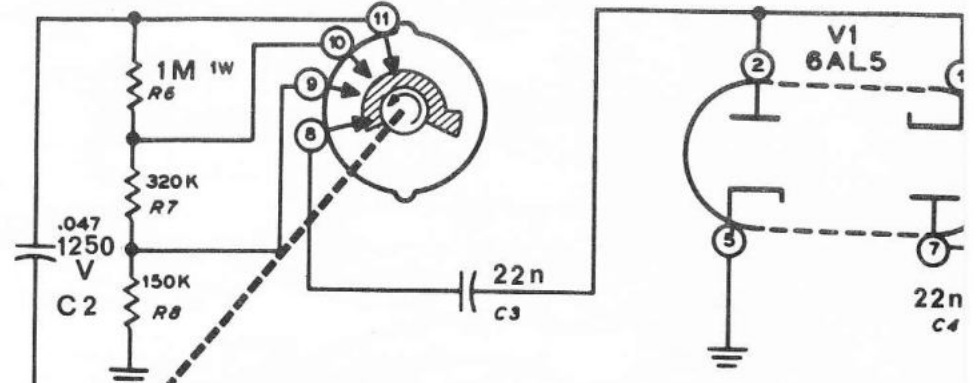
BEREICHSSCHALTER

**ABBILDUNG 1B**

BEREICHSSCHALTER  
VORDERE EBENE  
VORDERE HÄLFTE

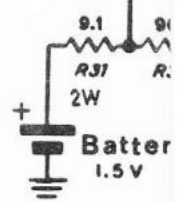
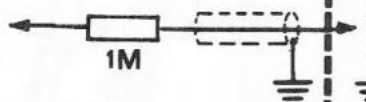
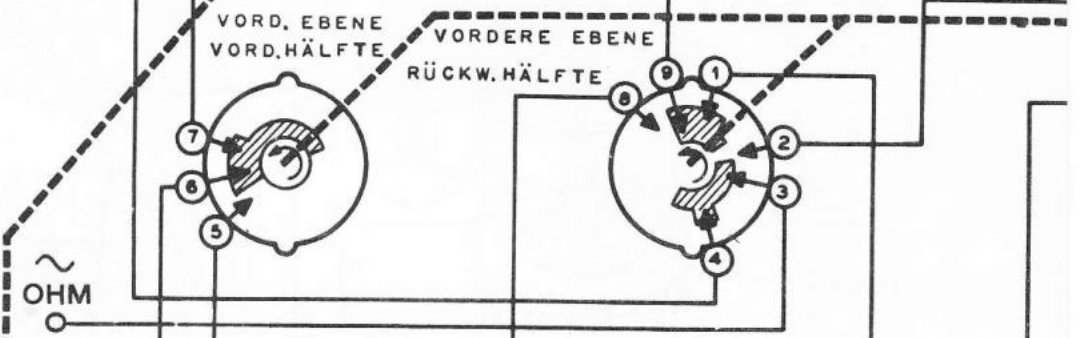
ANMERKUNG:

1. Alle Schalter sind von hinten gesehen.
2. Bereichsschalter ist in Stellung "1,5 V" dargestellt.
3. Funktionsschalter ist in Stellung  $\sim$  dargestellt.
4. Alle Widerstandswerte sind in Ohm angegeben.  
(K = 1000, M = 1.000.000)
5. Alle Widerstände, falls nicht anders angegeben,  
mit 0,5 W belastbar.
6. Die Werte aller Kondensatoren sind in  $\mu F$  oder nF  
angegeben.
7.  $\odot$  - Regler mit Schraubenzieher-Einstellung.
8. Alle Spannungen mit Röhrevoltmeter oder Multimeter  
( $R_i = 20\text{ k}\Omega$ ) gemessen.



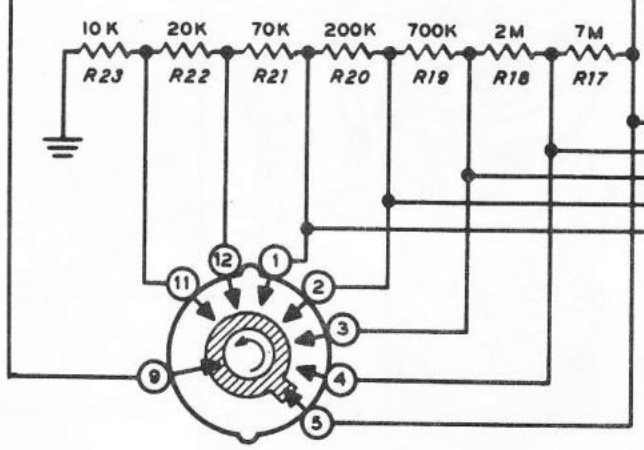
FUNKTIONSSCHALTER

VORD. EBENE VORDERE EBENE  
VORD. HÄLFTE RÜCKW. HÄLFTE



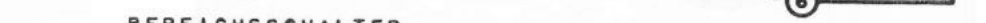
RVM

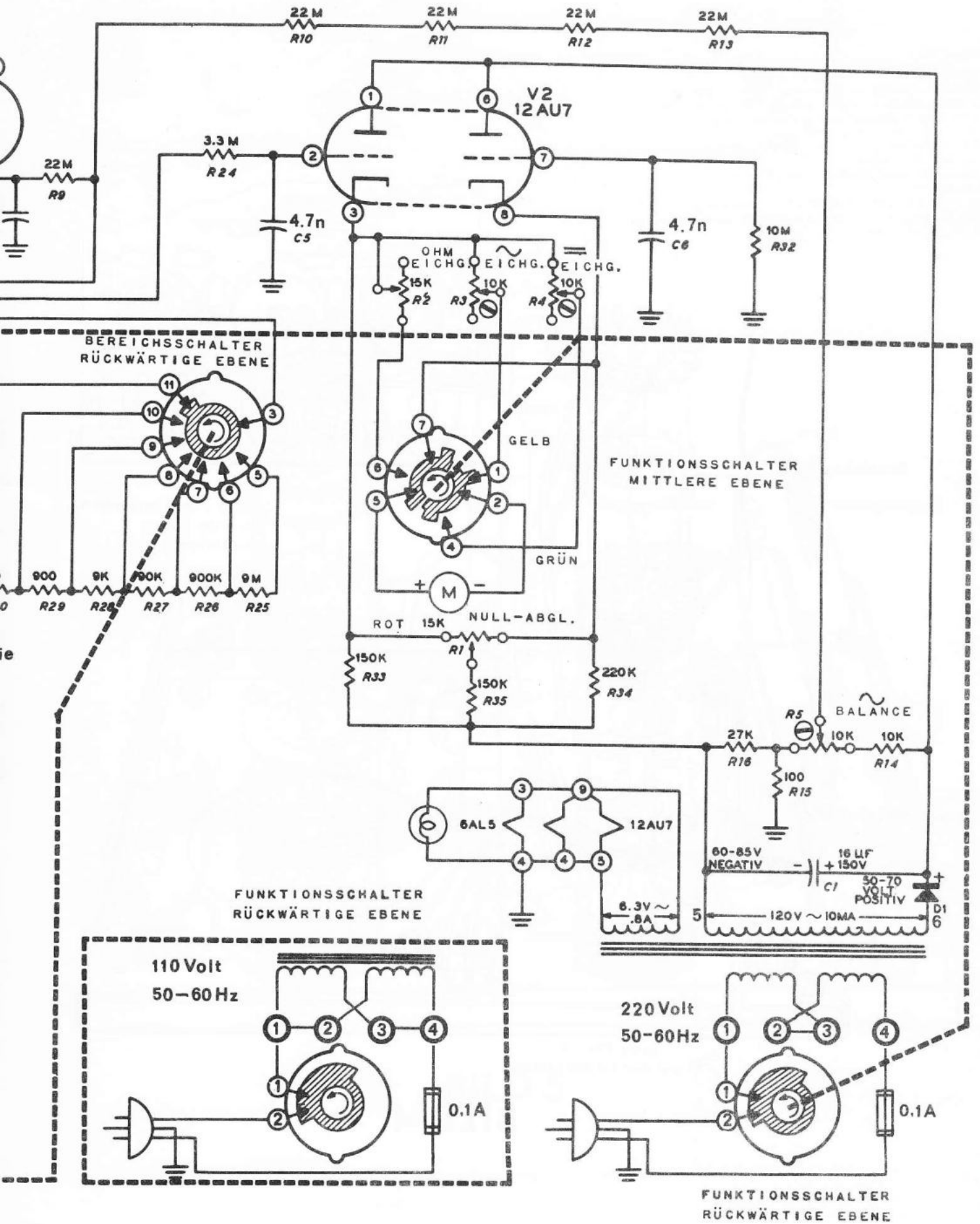
IM-18D



BEREICHSSCHALTER  
MITTLERE EBENE

BEREICHSSCHALTER  
VORDERE EBENE  
RÜCKW. HÄLFTE







DAS GÜTEZEICHEN FÜR ELEKTRONISCHE BAUSATZE VON WELTRUF

**HEATHKIT**

Geräte GmbH

6079 Sprendlingen (bei Frankfurt)  
Robert-Bosch-Straße 32-38  
Telefon (06103) 1077