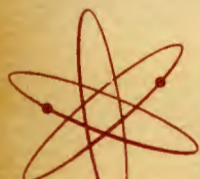




HEATHKIT®

Bau- und Bedienungsanleitung

 **HEATHKIT**
am Dayton



Universal-Röhrenvoltmete

WICHTIGE HINWEISE FÜR DEN ZUSAMMENBAU

Heathkit-Bausätze erfreuen sich internationaler Beliebtheit, weil ihr Aufbau spielend und ohne Vorkenntnisse durchzuführen ist. Die Heathkit-Baumappen werden stets besonders ausführlich gehalten, um allen Interessenten den Nachbau so leicht und erfolgssicher als möglich zu machen. Damit die gebotenen Vorteile auch wirksam werden, ist ein gründliches Studium dieser Baumappe vor Beginn des praktischen Aufbaus nötig, um mit dem Arbeitsgang vertraut zu werden.

Das eingehende Durcharbeiten der Baubeschreibung ist besonders für die jungen Bastler mit geringer Erfahrung empfehlenswert, da die Schritt-für-Schritt-Methode für sie eine unersetzliche Hilfe darstellt. Aber auch der fortgeschrittene Amateur wird gut daran tun, sich an die vorgeschriebene Reihenfolge zu halten, die sich beim Aufbau vieler Mustergeräte als besonders günstig herausgestellt hat. Wer die Hinweise der Baumappe mißachtet, braucht sich nicht zu wundern, wenn er das angestrebte Ziel nicht erreicht.

Empfehlenswertes Werkzeug

Durch die montagefertige Lieferung aller Teile der Heathkit-Bausätze reichen zum Zusammenbau wenige Werkzeuge aus. Neben einem guten elektrischen Lötkolben mit schmaler Spitze genügt eine Flachzange, ein Seitenschneider und einige Schraubenzieher verschiedener Größe zum Aufbau. Die Säge- und Bohrarbeiten überflüssig sind, gibt es keine Bearbeitungsstände. Der Aufbau von Heathkit-Bausätzen ist folglich überall möglich, selbst wenn kein besonderer Arbeitsplatz zum Basteln zur Verfügung steht.

Zusammenbau

Bei der Montage der Einzelteile auf Chassis- und Frontplatte muß die Anweisung in der Baumappe genau befolgt werden. Die Lage der Röhrenfassungen, die durch Bezifferung der Kontakte festgelegt ist, soll exakt eingehalten werden, um Schaltfehler zu vermeiden. Bei Transformatoranordnungen ist nur bei richtiger Montage, die Anschlußdrähte an der richtigen Stelle liegen zu haben.

Unter allen größeren Muttern sollen Zahnscheiben verwendet werden, die das Lockerverhalten der Mutter verhindern. Liegt unter einer Mutter gleichzeitig eine Lötöse, dann entfällt die Zahnscheibe, da die Lötösen selbst mit Innenzahnung versehen sind. Bei Schaltern und Beglern verhindert eine große Zahnscheibe hinter der Frontplatte das Verdrehen aus der Normallage. Ein Verkratzen der (beschrifteten) Frontplatte kann durch Beilage einer vernickelten Beilagscheibe unter der Haltemutter vermieden werden.

Anschlußklemmen, die isoliert durch die Frontplatte führen, müssen durch Isolierscheiben gegen Berührung mit der Frontplatte geschützt werden. Vor dem Anziehen der Haltemutter ist der zentrische Sitz in der Bohrung genau zu prüfen, damit jede Möglichkeit eines Kurzschlusses ausgeschlossen ist.

Verdrahtung

Beim Verlegen der Drahtverbindungen sollen alle Leitungen so kurz und direkt als möglich sein. Bei Heizleitungen, die oft aus zwei verdrehten Drähten bestehen, ist die Länge so zu wählen, daß die Leitung ganz dicht am Chassisblech entlang liegt, in einiger Entfernung von anderen Teilen und Leitungen. Damit soll die Gefahr magnetischer Brummeinstreuungen verringert werden.

Das Ende der isolierten Schaltdrähte ist nur bei besonderer Anweisung mehr als 8 mm abzuisolieren. Durch längere blanke Drahtenden können Verbindungen zu benachbarten Leitungen oder Anschlußpunkten entstehen. Die Anschlußdrähte von Transformatoren bestehen häufig aus lackiertem Kupferdraht. Nach der Kürzung auf die erforderliche Länge muß deshalb stets erst die Lackschicht abgeschabt werden, ehe der Draht angeklemt oder angelötet wird.

Kleinteile mit Anschlußdrähten (Widerstände, Kondensatoren) sollen stets die kürzeste Verbindung der Schaltungspunkte darstellen, überflüssige Drahtenden müssen abgeschnitten werden. Falls erforderlich, hilft das Überziehen mit Isolierschlauch, Schlüsse zu benachbarten Teilen zu verhindern.

Die günstigste Lage der Leitungen und Kleinteile ist in der Baumappe unmißverständlich dargestellt, ihre Festlegung erfolgte erst nach dem Bau einer Reihe von Mustergeräten.

Löten

Die meisten Eigenschaften eines Selbstbaugerätes, besonders seine Genauigkeit und Zuverlässigkeit, hängen von den Lötstellen ab. Eine gute Lötverbindung herzustellen ist bestimmt nicht schwierig und die dazu nötige Übung ist bald erworben, wenn die auf dem beigelegten Merkblatt „Richtig Löten“ angeführten Grundregeln beachtet werden.

Es ist besonders wichtig, daß jede Verbindung vor dem Löten sauber und mechanisch widerstandsfähig ist. Der Zusammenhalt zwischen den zu verlötenden Teilen darf nicht nur durch das Lötzinn hergestellt werden. Die Lötkeibenspitze soll blank, sauber und frei von überschüssigem Lötzinn sein. Nur bei ausreichender Lötöhite fließt das Zinn leicht in die Lötverbindung. Viel Lötzinn macht noch keine gute Lötstelle, vielmehr kann es unerwünschte Schlüsse zu benachbarten Schalter- und Fassungskontakten herstellen. Bei komplizierten Geräten entstehen dadurch schwer auffindbare Fehler.

Beim Löten an isolierten Kontakten (Buchsen, Schalterkontakten) und an Dioden und Transistoren, darf der Lötkeiblen nur solange als wirklich notwendig an der Lötstelle belassen werden, da übermäßige Hitze sowohl das Isoliermaterial beschädigt, als Halbleiterelemente und Präzisionswiderstände unbrauchbar machen kann. Zur Wärmeableitung empfiehlt sich das Festhalten der Leitung zwischen Diode/Transistor und Lötstelle.

Als Lötzinn ist grundsätzlich nur Lötzinn mit Kolophoniumfüllung, wie er in der Radiotechnik üblich ist, zu verwenden.

Antenne		Widerstand		Einschalter einpolig		
Erde		Widerstand stetig veränderlich z.B. Potentiometer		Einschalter zweipolig		
Masse z.B.: Metall. Gehäuse Chassis		Widerstand einstellbar z.B.: Entbrummer		Umschalter einpolig		
Transformator mit Eisenkern		Widerstand einstellbar z.B.: Mit Abgreifschleife		Mehrstellen-Umschalter		
Drossel mit Eisenkern		Kreuzung mit Verbindung		Druckknopf-Taste		
Spule für Hochfrequenz		Kreuzung ohne Verbindung		Signallampe		
Spule für Hochfrequenz mit Eisenkern		Feste Verbindung		Batterie		
Kondensator		Lösbare Verbindung		Batterie mehrzellig		
Kondensator stetig veränderlich z.B. Drehkondensator		Stecker mit Buchse		Gleichrichter Stromfluss in Pfeilrichtung		
Kondensator einstellbar z.B.: Trimmer		Koaxiale Verbindung		Messinstrument		
Kondensator gepolt z.B.: Elektrol. Kond.		Buchse mit Schalter		Stromsicherung		

Bau- und
Bedienungsanleitung

UNIVERSAL-
RÖHRENVOLTMETER

MODELL IM-11/D



DAYSTROM
GmbH
6079 Sprendlingen bei Frankfurt

Inhaltsverzeichnis

Technische Daten	2
Einleitung	3
Schaltungsbeschreibung	5
Einleitende Anmerkungen und Hinweise	5
Richtiges Löten	6
Montagevorbereitungen	6
Schritt-für-Schritt-Methode	7
Zusammenbau des Bereichsschalters	7
Montage der Frontplatte	10
Verdrahtung der Frontplatte	12
Bestückung und Verdrahtung der gedruckten Schaltplatte	12
Einbau der Widerstände in die Schaltplatte	15
Einbau der restlichen Teile in die Schaltplatte	15
Verbindungskabel	16
Verbindungen zwischen Schaltplatte und Frontplatte	16
Der Blechbügel	17
Das Meßinstrument	17
Schlußverdrahtung	19
Vorprüfung	20
Anfertigung der Prüfkabel	20
Prüfung und Abgleich	22
Hinweise zur Fehlerbeseitigung	23
Ersatzteillieferung	24
Kundendienstleistungen	24
Versandhinweise	25
Bedienungsanleitung	25
Die Anwendung des Röhrenvoltmeters	25
Gleichspannungsmessungen	26
Wechselspannungsmessungen	26
Hochfrequenzmessungen	27
Widerstandsmessungen	27
Die dB-Skala des Röhrenvoltmeters	28
Die Skalenableserung	28
Die Meßgenauigkeit	29
Wartung	29
Stückliste	31

Herausgeber: DAYSTROM GMBH, 6079 Sprendlingen bei
Frankfurt, Robert-Bosch-Straße Nr. 32-38

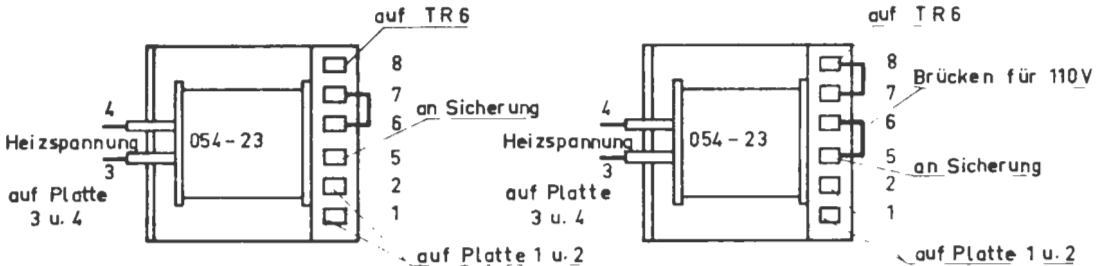
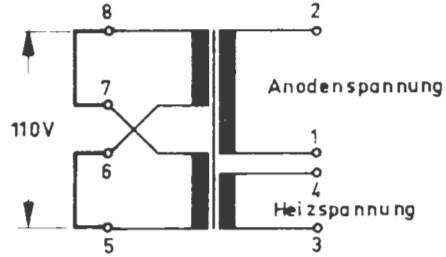
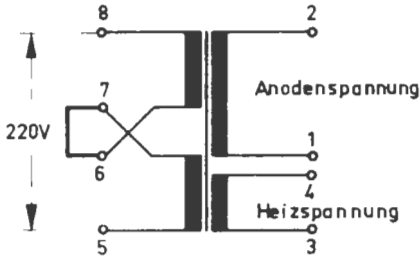
Technische Daten:

7 Gleichspannungsmeßbereiche	: 0 ... 1.5, 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V
Eingangswiderstand	: 11 M Ω (1 M Ω in der Tastspitze)
Empfindlichkeit	: 7 333 333 Ω /V im 1,5-V-Bereich
Schaltung	: Symmetrische Gegentakt-Brückenschaltung mit Doppeltriode
Meßgenauigkeit	: $\pm 3\%$ vom Skalenendwert
7 Wechselspannungsmeßbereiche (Veff)	: 0 ... 1.5, 5, 15, 50, 150, 500, 1500 V
7 Meßbereiche (Vss)	: 0 ... 4, 14, 40, 140, 400, 1400, 4000 Vss.
Frequenzgang (5 V-Bereich)	: ± 1 dB 42 Hz ... 7,2 MHz (an 600 Ω)
Meßgenauigkeit	: $\pm 5\%$ vom Skalenendwert
7 Widerstandsmeßbereiche	: R \times 1, \times 10, \times 100, \times 1000, \times 10 k Ω , \times 100 k Ω , \times 1 M Ω . Messungen von 0,1 Ω ... 1000 M Ω mit der eingebauten Batterie.
Meßinstrument	: 200 μ A, Polystyrolgehäuse
Meßwiderstände	: Präzisionsausführung 1 %
Verdrahtung	: Gedruckte Schaltung auf Super-Pertinax
Röhrenbestückung	: Doppeltriode 12 AU 7-Meßbrücke (ECC — 82) Doppeltriode 6 AL 5-Gleichrichter (EAA — 91)
Batterie	: 1.5-V-Monozelle (Leak proof)
Netzanschluß	: Wechselspannung 220 V/50 Hz/10 W
Gehäusemaße	: 187 \times 118 \times 115 mm
Gewicht	: 2 kg

Anschlüsse für Netztransformator 054-23

220V

110V

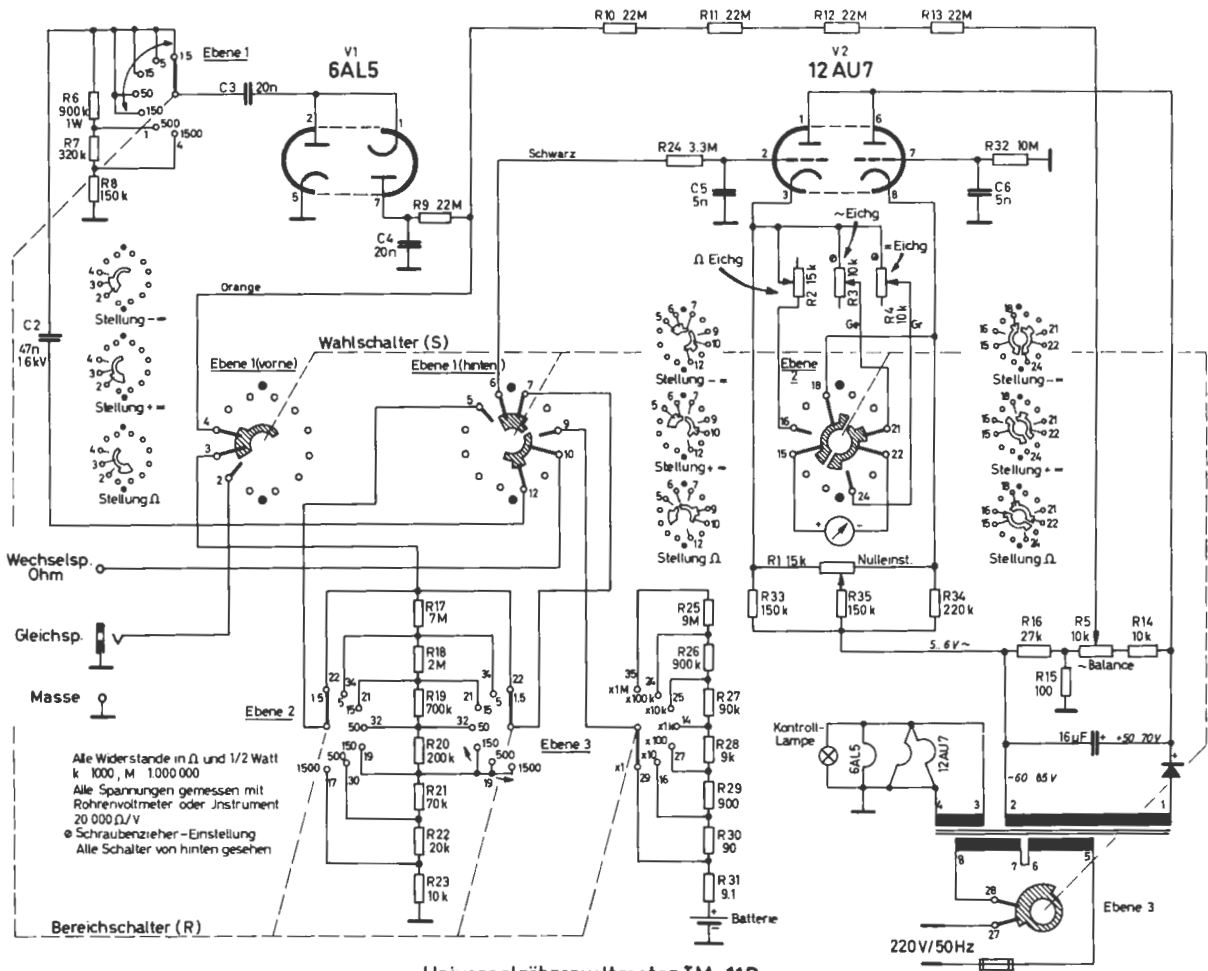


Einleitung

Das Heathkit-Universal-Röhrenvoltmeter Modell IM-11/D ist heute für alle Messungen von positiven und negativen Gleichspannungen, Wechselspannungen, Spitzenspannungen, Spannungsverhältnissen und Widerständen in der industriellen Elektronik, im Service und Labor zu einem unentbehrlichen „Werkzeug“ geworden.

Es bietet alle genannten Meßmöglichkeiten bei guter Empfindlichkeit und Stabilität. Gleichzeitig

ist dieses Gerät das erste Röhrenvoltmeter in Bau-satzform, bei dem ein wesentlicher Teil der Verdrahtung als industriemäßig gefertigte, „gedruckte Schaltung“ geliefert wird. Inzwischen ist die Verwendung von gedruckten Schaltungen eine Selbstverständlichkeit, die nicht nur erhebliche Arbeitszeiteinsparungen mit sich bringt, sondern auch falsche Leitungsverlegung und Schaltfehler weitgehend ausschließt.



Universalröhrenvoltmeter IM-11D



Schaltungsbeschreibung

Das empfindliche 200 μ A-Meßinstrument liegt im Katodenkreis einer Doppeltriode 12 AU 7. Der Regler für die Nullpunkt-Einstellung bewirkt einen Ausgleich zwischen beiden Hälften der Doppeltriode, so daß ohne Eingangsspannung am Steuergitter der linken Triode der Spannungsabfall an den beiden Katoden gleich ist und kein Strom über das Meßinstrument fließt.

Wird an das Steuergitter der linken Triode eine Gleichspannung angelegt, dann verändert sich der Katodenstrom dieses Röhrensystems und bringt die Brückenschaltung aus dem Gleichgewicht. Über das Meßinstrument fließt jetzt ein Ausgleichsstrom, der einen entsprechenden Zeigerausschlag einstellt. Die Beziehung zwischen der an dem Steuergitter angelegten Spannung und dem Anzeigestrom durch das Meßinstrument ist linear, wodurch eine lineare Skalenteilung erreicht wird. Der Vorteil einer Röhrevoltmeterschaltung dieser Art ist die Tatsache, daß die zu messende Spannung nicht direkt am niederohmigen Meßinstrument, sondern an einer vorgeschalteten Röhre mit hochohmigem Eingang liegt. Da die Katode der Röhre nur einen begrenzten Strom liefern kann, ist das Meßinstrument elektronisch gegen Überbelastung geschützt. Die maximale Meßspannung, die am Steuergitter der 12 AU 7 erscheint, beträgt 1,5 V. Höhere Spannungen werden durch einen genauen Spannungsteiler auf diesen Wert reduziert, der einen Gesamt-widerstand von 10 M Ω hat. Ein weiterer Widerstand

von 1 M Ω befindet sich in der Gleichspannungs-Prüfspitze, so daß die getasteten Meßpunkte kapazitiv kaum beeinflußt werden.

Bei Wechselspannungsmessungen wird die Doppeltriode 6 AL 5 als Gleichrichter benutzt, um aus der angelegten Wechselspannung eine der zu messenden Spannung proportionale Gleichspannung zu gewinnen. Diese Gleichspannung liegt über dem oben erwähnten Spannungsteiler am Gitter der 12 AU 7 und wird in der bereits beschriebenen Weise angezeigt. Ebenfalls sind Effektivwerte und Spitzenspannungswerte direkt ablesbar. In den Stellungen 1,5, 5, 15, 50 und 150 V des Bereichsschalters liegt die volle Meßwechselspannung am Eingang des Gleichrichterteiles mit der 6 AL 5. In den Stellungen 500 V und 1500 V setzt ein Teiler die anliegende Spannung herab, um die Eingangsspannung für die 6 AL 5 entsprechend zu begrenzen. Der Anlaufstrom der Meßdiode (1/2 6 AL 5) ist durch das zweite System (1/2 6 AL 5) kompensiert. Separate Eichregler ermöglichen bei jeder Betriebsart eine individuelle Eichung.

Für Widerstandsmessungen ist eine 1,5-V-Batterie über eine Reihe von Serienwiderständen mit dem zu messenden Widerstand verbunden. Diese Widerstände bilden mit dem unbekanntem Widerstand einen Spannungsteiler, der vom Batteriestrom durchflossen wird. Hierbei wird der Spannungsabfall am unbekanntem Widerstand gemessen.

Einleitende Anmerkungen und Hinweise

Diese Baubeschreibung wurde so ausführlich wie möglich gehalten, die Anordnung der Teile und die zweckmäßigste Aufbaureihenfolge durch viele Versuche und Musteraufbauten erprobt, damit der Selbstbau des Gerätes ohne Schwierigkeiten bei sorgfältiger Beachtung der Anweisungen unserer „Schritt-für-Schritt-Methode“ zum gewünschten Erfolg führt. Es ist ratsam, zunächst die Baubeschreibung aufmerksam durchzulesen, damit Sie erkennen, in welcher Reihenfolge der Zusammenbau vor sich gehen sollte und welche Punkte dabei besonders zu beachten sind.

Nach Erhalt der Sendung packen Sie den Bausatz vorsichtig aus und prüfen Sie alle Einzelteile an Hand der Stückliste!

So werden Sie mit den Teilen schnell vertraut. Benutzen Sie im Zweifelsfalle die Abbildungen in dieser Beschreibung, um die Teile zu identifizieren. Sollte einmal etwas fehlen oder durch den Trans-

port beschädigt sein, verständigen Sie uns bitte. Vergessen Sie aber nicht, die Teilnummer aus der Stückliste sowie die Rechnungsnummer anzugeben und den Kontrollzettel der Reklamation beizufügen. Die elektrischen Werte der Widerstände und Kondensatoren sind teilweise durch farbige Ringe oder Punkte angegeben. Den Schlüssel für diese Bezeichnungen finden Sie auf der 3. Umschlagseite.

Um eine rechtzeitige Belieferung sicherzustellen, sind wir manchmal gezwungen, Einzelteile zu verwenden, die nicht hundertprozentig den abgebildeten entsprechen. So kann es zum Beispiel vorkommen, daß anstelle eines 50-K Ω -Widerstandes ein 47-K Ω -Widerstand oder anstelle einer 10-Prozent-Ausführung ein Teil mit 5% Toleranz beiliegt. Solche Änderungen sind aber vorher sorgfältig geprüft und haben keinen Einfluß auf die einwandfreie Arbeitsweise des Gerätes.

Widerstände haben Toleranzen von $\pm 20\%$, falls sie nicht anders gekennzeichnet sind. Der Widerstand eines 100-k Ω -Widerstandes kann also zwischen 80 k Ω und 120 k Ω liegen. Bei Kondensatoren sind die Toleranzen allgemein noch größer, wobei Elektrolytkondensatoren mit $-50 \dots +100\%$ die Spitze halten. Bei diesem Bausatz ist das Material so ausgesucht, daß solche Abweichungen ohne Einfluß auf die Funktion des Gerätes bleiben.

Lesen Sie bitte die Baubeschreibung gründlich durch, **bevor** Sie nun mit dem Zusammenbau beginnen. Dabei lernen Sie die wichtigsten Vorgänge und die Aufbaureihenfolge kennen. Die reichlich eingestreuten Abbildungen und Skizzen sind eine gute Ergänzung zum Text. Das strenge Befolgen dieser

Baubeschreibung ist die beste Garantie für Ihren Selbstbau-Erfolg.

Um die Anordnung der Einzelteile übersichtlicher beschreiben zu können, sind in den Abbildungen zusätzlich Bezeichnungen eingeführt, die aber auf den Teilen **nicht** erscheinen. Wenn also die Anweisung besagt: „Leitung nach G 3“, dann suchen Sie diesen Punkt in der entsprechenden Abbildung und löten die Leitung an Kontakt 3 der Fassung G.

Es könnte — besonders für den noch Ungeübten — zweckmäßig sein, diese Bezeichnungen neben dem Einzelteil mit Hilfe eines selbstklebenden Schildchens zu notieren, um Verwechslungen und Verdrahtungsfehler auszuschalten.

Richtiges Löten

Nur ein kleiner Prozentsatz der Selbstbau-Geräte wird an unsere Kundendienststelle zurückgesandt, weil das Gerät nicht einwandfrei arbeitet. Das kann in den meisten Fällen auf schlechte Lötstellen zurückgeführt werden. Richtige Löttechnik und gute Lötstellen sind eine unabdingbare Voraussetzung für den erfolgreichen Zusammenbau.

Sollten Sie noch keine oder nur geringe Löterfahrung haben, dann ist eine Übung mit Drahtresten und einer alten Röhrenfassung oder ähnlichem sehr zu empfehlen.

Für die Lötstellen dieses Bausatzes ist ein elektrischer LötKolben mit einer Heizleistung zwischen 25 und 50 Watt mit schmaler Spitze geeignet. Die sogenannten „Lötpistolen“ sollten wegen der Überhitzungsgefahr nur von Könnern mit Erfahrung benutzt werden.

Als Lötzinn darf nur sogenanntes „Radio-Lötzinn“

benutzt werden, das aus einem Zinnröhrchen mit Kolophoniumfüllung besteht. Ein ausreichendes Stück dieses „Lötdrahtes“ ist im Bausatz enthalten, so daß keine Notwendigkeit besteht, unter Umständen ungeeignetes Lötzinn zu verwenden.

Die Verwendung von Lötfett oder Lötwasser jeder Art beim Zusammenbau von HEATHKIT-Bausätzen ist nicht gestattet. Geräte, in denen säurehaltige Flußmittel benutzt worden sind, können weder repariert noch abgeglichen werden. Außerdem entfällt hierdurch jeder Garantie-Anspruch!

Wir warnen daher eindringlich davor, andere Flußmittel als Kolophonium zu benutzen, auch wenn sie ausdrücklich als säurefrei bezeichnet sind. Diese Flußmittel bilden beim Lötvorgang Rückstände in der Umgebung der Lötstelle, deren Oberfläche nicht erhärtet und daher den Staub festhält. Nach einiger Zeit bilden sich daraus unerwünschte Strombrücken, die Instabilität und unerwünschte Effekte hervorrufen.

Montagevorbereitungen

Um den Aufbau des Bausatzes zügig und zeitsparend durchführen zu können, empfehlen wir:

1. Machen Sie sich bereits vor Beginn der Tätigkeit durch ein gründliches Studium der Bau-Mappe mit der Reihenfolge des Aufbaues vertraut.
2. Ordnen Sie die Bausatz-Einzelteile in kleine

Schachteln oder ähnliches ein, damit diese ohne langes Suchen sofort greifbar sind.

Es hat sich als sehr praktisch erwiesen, die Einzelteile vor dem Baubeginn zu sortieren. Leere kleine Schachteln oder ein Preßstoff-Eierkarton sind dafür besonders geeignet. Widerstände und Kondensatoren können auch mit ihren Anschlußdrähten in die Stirnseiten eines Wellpappkartons gesteckt wer-

den. Die elektrischen Werte lassen sich mit Bleistift an der Einstichstelle auf den Karton schreiben, so daß während des Aufbaues weder die Farbwert-Tabelle benutzt werden muß noch sonstige zeitraubende Such- oder Sortierarbeit anfällt. Die nebenstehende Skizze zeigt eine der zahlreichen Möglichkeiten.

Die Anschlußdrähte der Widerstände, Kondensatoren und Transformatoren sind im Lieferzustand meistens länger als notwendig. Nach dem Einbau der Einzelteile an der vorgesehenen 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 eines Gerätes gewährleistet, die sonst durch zu große Leitungslängen in Frage gestellt werden könnte.

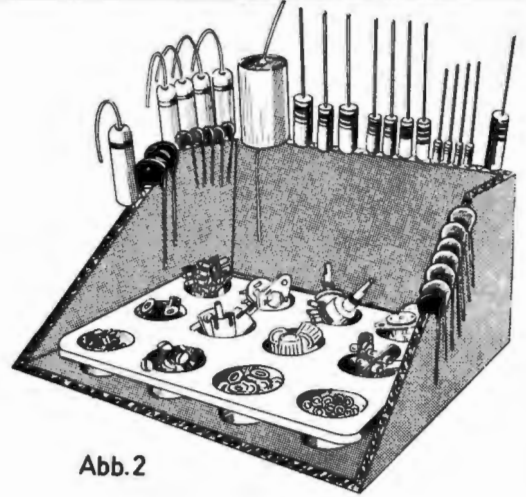


Abb. 2

Schritt-für-Schritt-Methode

Der Zusammenbau unserer Geräte erfolgt nach einer „Schritt-für-Schritt-Methode“, die keine besonderen Vorkenntnisse voraussetzt und Irrtümer weitgehend ausschließt.

Vor jedem „Arbeitsgang“ ist ein eingeklammerter Raum für die Kontrolle freigelassen. Nach der Durchführung eines jeden Schrittes sollte hier dessen Erledigung durch ein Häkchen (✓) angezeigt werden. Dieses Verfahren verhindert das Überspringen einer Anweisung und ist besonders wichtig, wenn der Aufbau in zeitlich getrennten Abschnitten durchgeführt wird.

Am Ende mancher Einzelanweisungen steht die Abkürzung „NL“ oder „L“. „NL“ bedeutet, daß diese Verbindung noch **nicht** verlötet werden darf, da später noch andere Leitungen zu diesem Punkt verlegt werden. Erst wenn alle Drähte zu einem Anschlußpunkt verlegt sind, erfolgt mit „L“ die Lötanweisung. Beachten Sie, daß oft zusammen mit der Lötanweisung „L“ eine Zahl genannt ist.

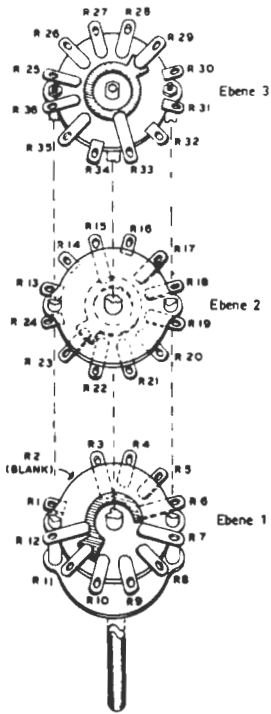
Damit wird ausgesagt, wie viele Leitungen zu dem jeweiligen Anschluß führen müssen, ehe er verlötet werden darf. Wenn es zum Beispiel heißt: „Verbinden Sie einen Anschluß eines 47-k Ω -Widerstandes mit Lötöse 1 (L 2)“, dann muß bereits vorher zu dieser Lötöse eine Leitung verlegt worden sein, so daß nunmehr 2 Drähte in der Lötöse stecken und verlötet werden müssen. Diese zusätzliche, laufende Prüfung während der Verdrahtung stellt eine sehr 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, benutzt. In besonderen Fällen ist die Verwendung von Isolierschlauch vorgeschrieben. Beim Abisolieren isolierter Schalt-drähte ist äußerste Vorsicht geboten, damit der Draht nicht angeschnitten wird und später dadurch abbricht!

Zusammenbau des Bereichsschalters

Der Bereichsschalter ist das „Herz“ des Röhrenvoltmeters und sollte mit besonderer Sorgfalt zusammengesetzt werden. Lassen Sie sich bei der Montage Zeit und befolgen Sie alle Anweisungen

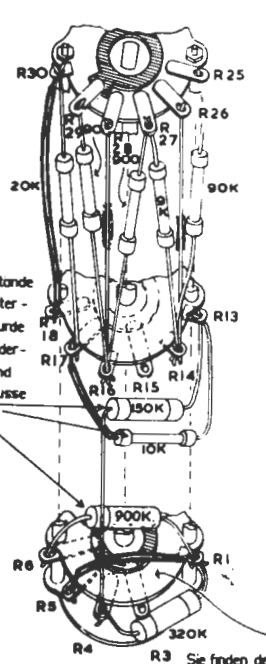
genau. Bedenken Sie, daß gewissenhaftes Löten und exakte Arbeitsweise für die fehlerfreie Funktion des Gerätes von entscheidender Bedeutung sind.



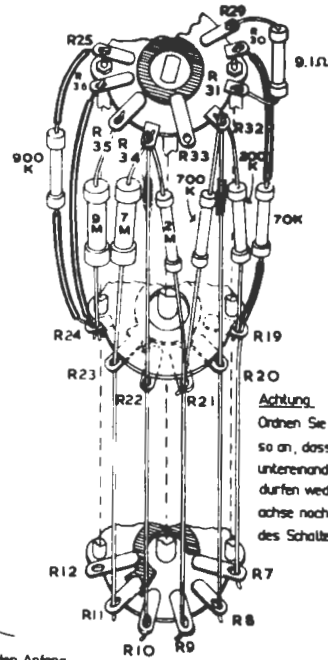
Bereichschalter

Achtung.

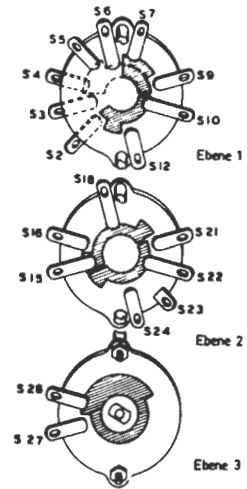
Ordnen Sie diese Widerstände so an, dass sie die Schalter nicht berühren. Reibung würde eine Beschädigung der Widerstände zur Folge haben und möglicherweise Kurzschlüsse verursachen.



Sie finden den Anfang des Nummerierungssystems der Kontakte durch Aufsuchen des fehlenden Kontakts 2 auf der 1. Schalterebene.

**Achtung.**

Ordnen Sie die Widerstände so an, dass diese sich nicht untereinander berühren. Sie dürfen weder die Schalterachse noch andere Metallteile des Schaltergestells berühren.



Wahlschalter

Der Bereichsschalter ist der lange Drehschalter mit 3 Schaltebenen, den die linke Skizze der Abb. 3 zeigt. Vom Rastwerk des Schalters aus gesehen, werden die Ebenen gezählt, während die Kontakte jeder Ebene im Uhrzeigersinne numeriert sind. Auf Ebene 1 liegen folglich die Kontakte 1—12, auf Ebene 2 die Kontakte 13—24 und auf Ebene 3 die Kontakte 25—36. Kontakt 1 kann bei dieser Zählweise nur auf der 1. Ebene liegen. Die nächste Stellung, Kontakt 2, fehlt, dann folgen fortlaufend Kontakt 3, 4 usw. Beachten Sie bitte, daß bei der Ebene 1 die Schaltkontakte auf beiden Seiten der Ebene angebracht sind, während sie bei den Ebenen 2 und 3 nur auf einer Seite liegen.

Wichtig! Ehe Sie mit dem Verdrahten beginnen, müssen Sie sicher sein, daß die Anordnung der Kontakte Ihres Schalters mit Abb. 3 übereinstimmt.

Löten Sie die Präzisionswiderstände so ein, daß die aufgedruckten Wertangaben von außen gut lesbar sind. Sie erleichtern sich dadurch eine spätere Nachprüfung. Nach dem Einstecken der Anschlußdrähte in die Lötösen biegen Sie die Drahtenden leicht um, damit die Lötstellen eine zusätzliche mechanische Festigkeit bekommen. Allerdings ist ein übermäßiges Verspannen der Schalterebenen durch diese Maßnahme zu vermeiden. Nach der Lötung wird das überstehende Ende des Anschlußdrahtes abgeschnitten. Um Kurzschlüsse zwischen blankem Draht und Schaltergestell zu vermeiden, empfiehlt es sich, Metallteilen benachbarte blanke Drähte mit Isolierschlauch zu überziehen.

Nicht vergessen! (NL) heißt „Nicht Löten“, (L) heißt „Löten“! Überzeugen Sie sich aber vor dem Löten genau, daß alle Anweisungen richtig befolgt sind, denn nachträgliche Änderungen lassen sich nicht immer ohne Schwierigkeiten durchführen!

Verbinden Sie mit einem blanken Draht:

- () R 1 (NL) und R 5 (L)
- () R 7 (L) und R 19 (NL)
- () R 8 (L) durch R 20 (L) mit R 32 (NL)
- () R 9 (L) und R 21 (NL)
- () R 10 (L) durch R 22 (L) mit R 34 (NL)
- () R 11 (L) und R 23 (NL)
- () R 14 (NL) und R 26 (L)
- () R 16 (NL) und R 28 (L)
- () R 18 (L) und R 30 (NL)
- () R 24 (NL) und R 36 (L)

Einbau von Widerständen:

- () 20 k Ω von R 30 (L) nach R 17 (NL)
- () 90 Ω von R 29 (L) nach R 16 (NL)
- () 900 Ω von R 16 (L) nach R 27 (NL)
- () 9 k Ω von R 27 (L) nach R 14 (NL)
- () 90 k Ω von R 14 (L) nach R 25 (NL)
- () 900 k Ω von R 25 (L) nach R 24 (NL)
- () 9 M Ω von R 24 (L) nach R 35 (L)
- () 7 M Ω von R 23 (L) nach R 34 (NL)
- () 2 M Ω von R 34 (L) nach R 21 (NL)
- () 700 k Ω von R 21 (L) nach R 32 (NL)
- () 200 k Ω von R 32 (L) nach R 19 (NL)
- () 70 k Ω von R 19 (L) nach R 30 (L)
- () 9,1 Ω von R 29 (L) nach R 31 (NL)
- () 10 k Ω von R 17 (L) nach R 13 (NL)
- () 150 k Ω von R 13 (L) nach R 4 (NL)
- () 320 k Ω von R 4 (L) nach R 1 (NL)
- () 900 k Ω von R 1 (L) nach R 6 (NL)

Mit dem Einbau der Präzisionswiderstände ist die Verdrahtung des Bereichsschalters zunächst beendet. Bevor Sie ihn für einige Zeit beiseite legen, überprüfen Sie nochmals alle Schritte.

Kontrollieren Sie die Anschlußdrähte und Verbindungsleitungen auf eventuelle Kurzschlüsse mit den Widerständen bzw. dem Schaltergestell, um die Gewißheit zu haben, daß keine kalten oder schlechten Lötstellen vorhanden sind; betrachten Sie die Lötstellen von allen Seiten.

Besonders bei der Verbindung mehrerer Leitungen müssen wirklich alle Leitungen mit der Lötöse verlötet sein. Prüfen Sie, ob vielleicht überschüssiges Lötzinn benachbarte Verbindungen kurzschließt. Schütteln Sie alle Draht- und Lötzinnreste aus dem Schalter heraus.

Wichtig! Alle blanken Drähte, bei denen Berühungsgefahr mit Metallteilen besteht, sind laut Abbildung 3 mit Isolierschlauch zu überziehen.

Montage der Frontplatte

Bei allen Arbeiten an der Frontplatte sollte ein weiches Tuch oder Kissen als Unterlage dienen, damit sie nicht verkratzt wird. Abb. 5 zeigt die Anordnung der Einzelteile auf der Frontplatte und die richtige Stellung der Regler und Schalteranschlüsse. Bei der Montage aller Regler und Schalter muß zwischen diesen und der Frontplatte eine Zahnscheibe liegen, wie die nebenstehende Abb. 4 zeigt. Auf der beschrifteten Seite der Frontplatte sind unter den Haltemuttern vernickelte Beilagscheiben einzusetzen, damit die Frontplatte beim (vorsichtigen) Anziehen der Haltemutter nicht zerkratzt wird.

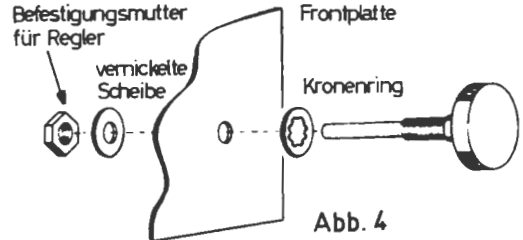


Abb. 4

- () **Montieren Sie:** die beiden 15-k Ω -Potentiometer für die Nullpunkteinstellung nach Abb. 4 (Plazierung s. Abb. 5)
- () Montieren Sie die rote und schwarze Steckerbuchse nach Abb. 6 (Plazierung s. Abb. 5)
- () Montieren Sie die Klinkenbuchse für den Anschluß des Gleichspannungs - Prüfkabels (DC-Buchse) nach Abb. 6.
- () Montieren Sie den Betriebsartenschalter nach Abb. 5.
- () Montieren Sie den bereits teilweise verdrahteten Bereichschalter nach Abb. 5. Bei der Montage der beiden Drehschalter darf keinesfalls der Kronenring (Abb. 4) fehlen.

In Abb. 5 finden Sie Buchstaben-Bezeichnungen für Regler, Schalter und Gleichspannungs-Meßbuchse, die in den nachfolgenden Anweisungen immer wieder verwendet werden. Der Regler für den Ohm-Nullpunkt ist mit „O“, seine Anschlüsse entsprechend mit O 1, O 2 und O 3, der Regler für die Nullpunkt-Einstellung mit „Z“, die Anschlüsse mit Z 1, Z 2 und Z 3, die Gleichspannungs-Meßbuchse mit „P“ (Anschlüsse P 1, P 1 a und P 2) bezeichnet, der Wahlschalter mit S und der Bereichschalter mit R. Sollte bei der Deutung der folgenden Einzelanweisungen ein Zweifel entstehen, versuchen Sie diesen anhand der Abb. 5 zu klären.

Richten Sie die beiden Schalter vor dem Verdrahten so aus, wie es die Abbildung zeigt.

Dann befestigen Sie die Schalterknöpfe so, daß die Markierungen auf den Knöpfen den entsprechenden Markierungen auf der Frontplatte gegenüberstehen. Die Madenschrauben der Knöpfe sollen auf dem abgeflachten Teil der Achsen angreifen.

Nach einer endgültigen Justierung kann die Schaltermutter fest angezogen werden.

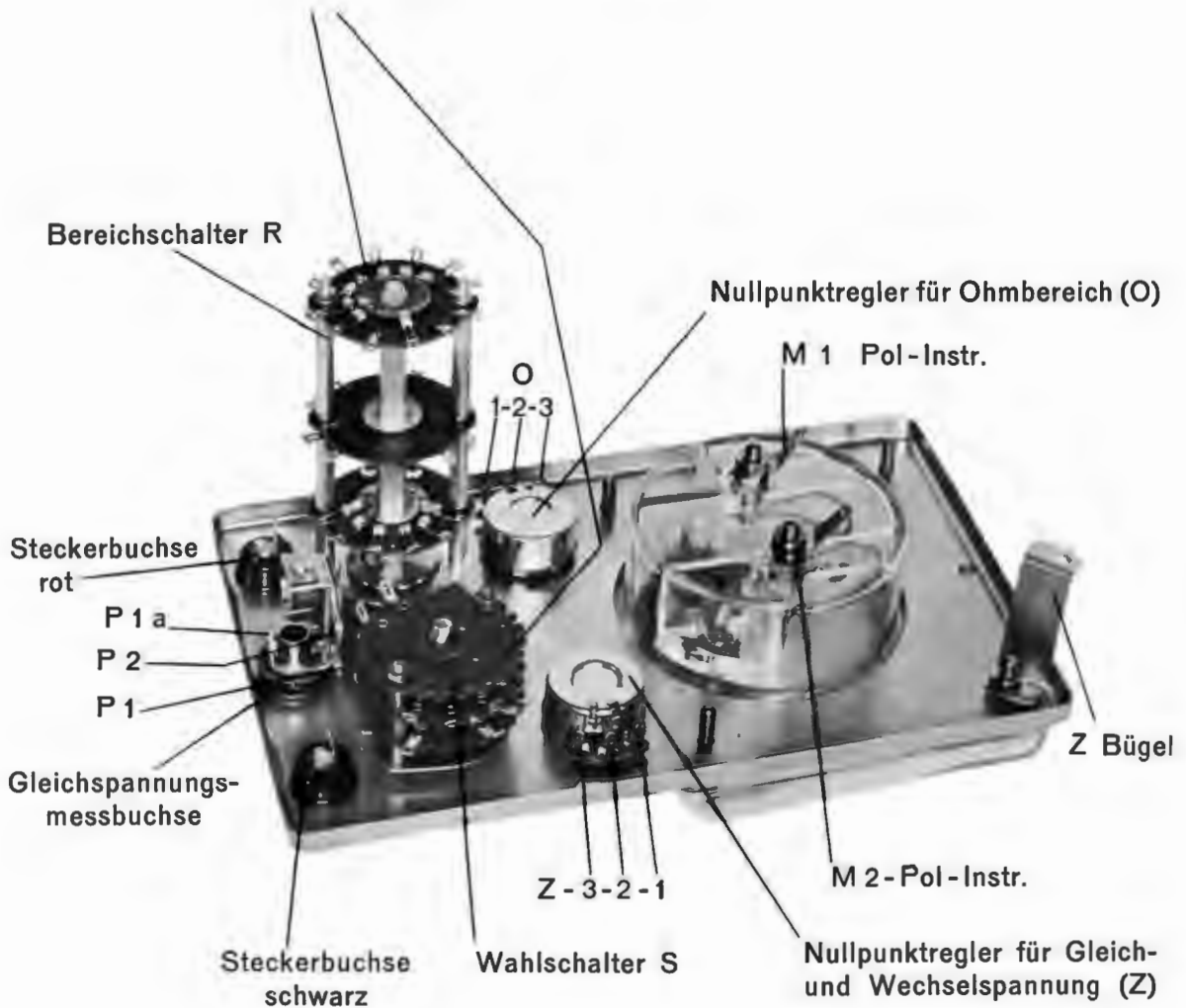
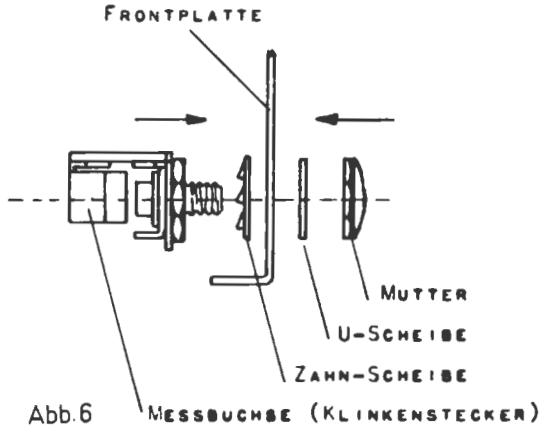
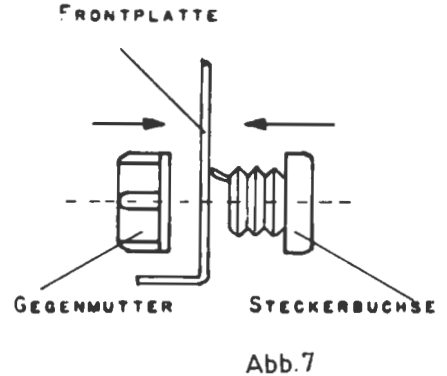


Abb. 5

EINBAU DER KLINKESTECKER- MESSBUCHSE



EINBAU DER ROTEN UND SCHWARZEN BUCHSE



Verdrahtung der Frontplatte

Für die Verdrahtung der Frontplatte sind die festen Drähte zu verwenden.

Wenn in den folgenden Einzelanweisungen Isolierschlauch vorgeschrieben ist, dann muß die gesamte Länge des Drahtes mit Schlauch überzogen werden. Der Zweck dieser zusätzlichen Isolation ist es, Überschlüsse hoher Spannungen zu benachbarten Teilen oder Leitungen zu verhindern. Einzelheiten der folgenden Verdrahtung zeigt Abb. 8.

- () Den 0,047/1200 V-Kondensator löten Sie zwischen R 6 (L 2) und S 12 (L) ein. Beide Anschlußdrähte werden mit Isolierschlauch überzogen.

Farbe	Länge in cm	von	auf
grau	15	O 3 (L)	S 16 (L)
rot	12	O 2 (NL)	Z 1 (L)
blau	4	Z 3 (NL)	S 18 (L)
blank	2	S 2 (L)	P 2 (L)
blau	4,5	S 3 (L)	R 11 (L)
grün	11	S 5 (L)	R 15 (L)
rot	8,5	S 7 (L)	R 12 (L)
grün	13,5	S 10 (L)	Buchse rot (L)
schwarz	8	R 13 (L 3)	P 1 a (L)
schwarz	10,5	P 1 (L)	* Buchse schwarz (L)
blau	13	S 9 (L)	R 33 (L)

* Das Ende des Drahtes bleibt zunächst frei. Es wird später an Punkt Z der Schaltplatte eingelötet.

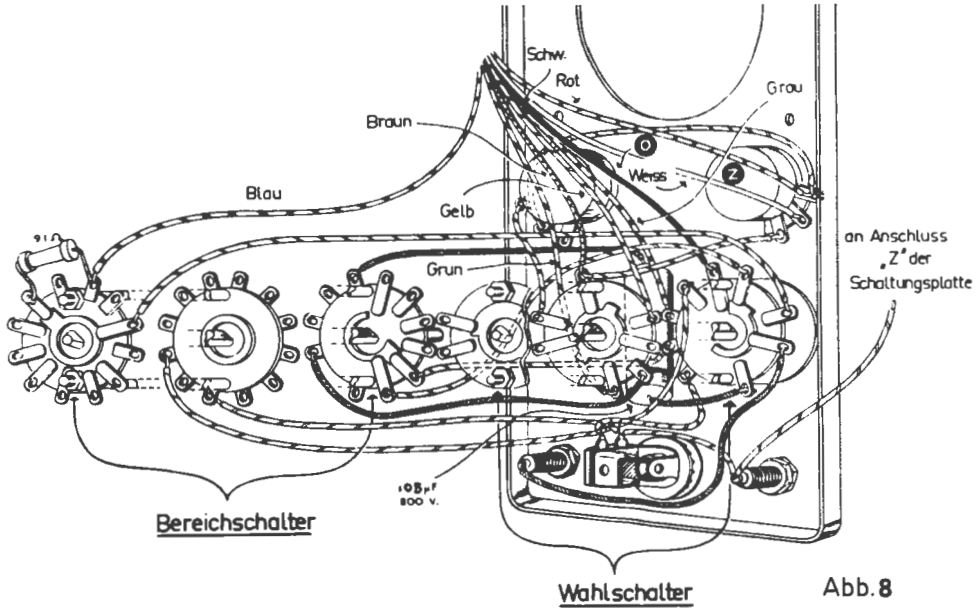
Bestückung und Verdrahtung der gedruckten Schaltplatte

Die Schaltplatte besteht aus einer Grundplatte aus besonders hochwertigem Isoliermaterial, die einseitig mit einem Leitungsnetz aus Kupferfolie belegt ist. Die Bezeichnung „gedruckte Schaltung“ deutet an, daß die Leitungsführung durch einen Druckvorgang entstanden ist. Die nicht benötigten Flächen wurden nach dem Druck durch ein spezielles Ätzverfahren entfernt.

Die zur Schaltung gehörenden Einzelteile liegen auf der freien Seite der Isolierplatte. Die Lage der Teile ist durch aufgedruckte Wertbezeichnungen fest-

gelegt. Die Anschlußdrähte der Einzelteile führen durch entsprechende Bohrungen der Schaltplatte zum Leitungsnetz, ihre Verbindung wird durch Lötstellen hergestellt.

Beim Verlöten der Anschlußdrähte ist die übliche Löttechnik anzuwenden, ohne die Lötstellen zu überhitzen. Lötkolben mit einem Stromverbrauch zwischen 25 und 50 W und einer etwa 6 bis 7 mm starken LötKolbenspitze sind für diese Arbeit besonders geeignet, da der Lötvorgang nur auf die gewünschte Lötverbindung beschränkt werden muß.



Zu große LötKolben erhitzen die Lötstelle zu stark und können sowohl die Grundplatte als auch das Leitungsnetz beschädigen. Ein Knacken oder Knistern während des Lötvorganges ist ein deutliches Warnzeichen für Überhitzung.

Zum Einbau eines Kondensators oder Widerstandes sind zunächst die Anschlußdrähte rechtwinklig abzubiegen, wobei sich die Biegestellen nach der Entfernung der zugehörigen Öffnungen in der Platte richten. Dann führen Sie beide Drähte durch die entsprechenden Bohrungen hindurch, bis der Körper des Einzelteiles auf der Isolierplatte aufliegt und die kürzeste Verbindung zwischen den Durchführungsöffnungen herstellt. Die auf der Seite des Leitungsnetzes herausragenden Drähte werden etwas umgebogen, um das Teil zunächst in dieser Lage festzuhalten. Zweckmäßigerweise werden sogleich mehrere Teile auf der Schaltplatte befestigt und an-



Abb. 9

schließend in einem Arbeitsgang verlötet. Überstehende Drahtenden werden dicht hinter der Lötstelle abgeschnitten.

Die Röhrenfassungen werden in gleicher Weise mit dem Leitungsnetz verbunden. Nach dem Einsetzen der Fassung in die passende Ausstanzung (Abb.10) der Schaltplatte werden die Anschlußbahnen umgebogen und mit dem Leitungsnetz verlötet.

Anmerkung: Vor dem Einbau der Einzelteile in die Schaltplatte prüfen Sie die Platte sorgfältig auf klar erkennbare Fehler (gerissene Folie, Folie in den Stanzöffnungen usw.).

Obwohl die Verdrahtung der Schaltplatte durch die aufgedruckten Bezeichnungen erläutert wird, wurde auch hierfür die Schritt-für-Schritt-Methode beibehalten, um mit größter Sicherheit Fehlerquellen auszuschalten.

- () Setzen Sie die 7polige Miniaturfassung von der Isolierseite aus in die passenden Ausstanzungen ein.
- () Die Fassung ist so zu drehen, daß die Stifte genau in die Bohrungen passen. (Die Abb. 10 zeigt die Einzelheiten!) Beachten Sie beim Verlöten der Anschlußstifte die Löt-hinweise in der Einleitung dieses Abschnitts und verwenden Sie nur das mitgelieferte Löt-zinn. Anschluß 6 dieser Fassung hat keine Verbindung zum Leitungsnetz und wird abgeschnitten, weil diese Löt-fahne nicht eingelötet wird.
- () Bauen Sie die 9polige Novalfassung von der Isolierseite aus ebenso in die Schaltplatte ein.

Achten Sie besonders darauf, nur die unbedingt notwendige Menge von Löt-zinn auf die Lötstelle zu bringen.

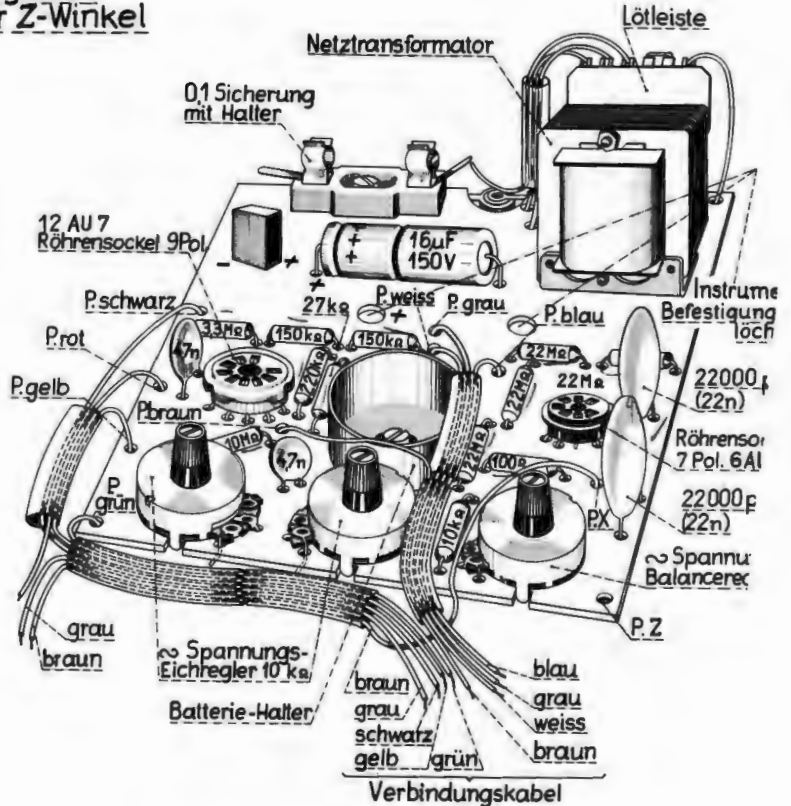
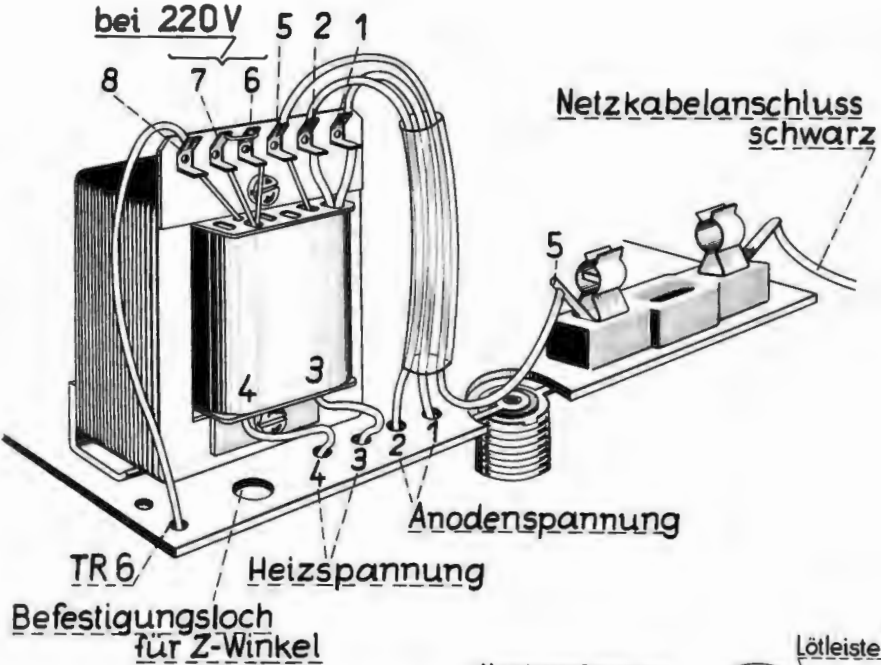


Abb. 10

Einbau der Widerstände in die Schaltplatte

- () Nach Abbiegen der Anschlußdrähte stecken Sie den 3,3-M Ω -Widerstand (orange-orange-grün) an der durch Aufdruck (Abb. 9) gekennzeichneten Stelle der Isolierseite durch die Schaltplatte. Spreizen Sie nach dem Durchstecken die Drahtenden auseinander. Löten Sie die Drähte noch nicht fest.
- () 100- Ω -Widerstand (braun-schwarz-braun)
- () 10-k Ω -Widerstand (braun, schwarz, orange) nach Abb. 10. Er ist im Gegensatz zu den anderen Widerständen mit etwas längeren Anschlußdrähten so zu legen, daß er die Potentiometeranschlüsse nicht berührt.

Alle folgenden Widerstände sind in gleicher Weise zu montieren. Bei den beiden Widerständen (27 k Ω und 22 M Ω) müssen vor dem Einstecken beide Anschlußdrähte mit 5 mm langem Isolierschlauch überzogen werden, um dadurch eine Berührung mit der Alukappe zu vermeiden.

- () 220-k Ω -Widerstand (rot-rot-gelb)
- () 150-k Ω -Widerstand (braun-grün-gelb)
- () 27-k Ω -Widerstand (rot-violett-orange)
- () 10-M Ω -Widerstand (braun-schwarz-blau)
- () 150-k Ω -Widerstand (braun-grün-gelb)
- () Fünf 22-M Ω -Widerstände (rot-rot-blau) nach Abb. 10.

Nachdem alle Widerstände eingesetzt und durch Verbiegen der herausragenden Anschlußdrähte festgelegt sind, überzeugen Sie sich nochmals, daß alle ganz dicht an der Isolierseite anliegen und ihre Anordnung genau mit Abb. 10 übereinstimmt. Dann verlöten Sie jeden Draht mit der zugehörigen Stelle des Leitungsnetzes und schneiden das überstehende Drahtende dicht an der Lötstelle ab. Prüfen Sie anschließend alle Lötstellen, um gegebenenfalls kalte Lötstellen sofort nachlöten zu können.

- () Setzen Sie die drei 10 k Ω Spezialpotentiometer von der Isolierseite aus auf die Schaltplatte, wie es Abb. 10 zeigt, wobei ihre Anschlußfahnen und Halteösen auf der Folien-seite herausragen. Drücken Sie die Regler fest gegen die Schaltplatte und verlöten Sie alle Anschlüsse mit der Folie. Zwei Anschluß-fahnen am Wechselspannungs - Eichregler und eine am Gleichspannungs-Gleichregler können nicht verlötet werden, sie werden nur umgebogen, um den Halt der Regler zu verbessern.

Einbau der restlichen Teile in die Schaltplatte

- () Der Selengleichrichter in Kleinausführung hat zwei Anschlußdrähte und kann in gewohnter Weise nach Durchstecken der Drähte durch die Schaltplatte angelötet werden. Beachten Sie besonders die richtige Lage des Pluspols.
- () Befestigen Sie den Netztransformator auf der Isolierseite der Schaltplatte mit 2 kurzen M-3-Schrauben und den dazugehörigen Zahnscheiben so, daß die Lötleiste nach dem oberen Rand der Schaltplatte zeigt. Abb. 10. Der Sicherungsschalter sitzt nach Abb. 10 in der Nähe des Selengleichrichters. Dieser wird mit einer 8 mm langen M-3-Schraube, der Zahnscheibe und der Gegenmutter auf der Schaltplatte befestigt.

Beim Verdrähten des Netztransformators werden Anschlüsse des Trafos von der am Trafo angebrachten Lötleiste weggeführt. Beachten Sie bitte das Anschlußschema auf Seite 3.

Farbe	Länge in cm	von	auf
rot	8 (Litze)	1 (L)	1 (L) Anodensp.
rot	8 "	2 (L)	2 (L) "
gelb	3 "		3 Heizspannung
gelb	3 "		4 "
blau	11 "	5 (L)	Löt-fahne Sich. (L)
blau	6 "	6 (L)	TR 6 (L)

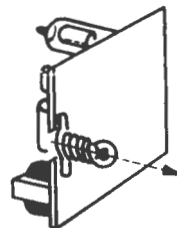


Abb. 11

() Die Fassung für die Kontrolllampe wird, im Gegensatz zu allen anderen bisher montierten Kleinteilen, auf der Folienseite der Schaltplatte angelötet, wie es Abb. 11 zeigt. Die Anschlußfahnen sind vor dem Anlöten entsprechend zu biegen, damit die Fassung senkrecht von der Schaltplatte wegzeigt und die Anschlußfahnen möglichst großflächig auf der Anschlußfolie aufliegen.

() Der 16- μ F-Kondensator wird nach Abb. 10 in den freigelassenen Raum eingesetzt. Sein Pluspol muß zum Selengleichrichter hin liegen. Drücken Sie den Kondensator fest auf die Schaltplatte, verlöten Sie seine Anschlüsse mit dem Leitungsnetz und schneiden Sie überflüssige Drahtenden ab.

() In den freien Raum zwischen den Widerständen montieren Sie die topfförmige Batteriehalterung nach Abb. 12. Als Halteschraube ist eine Ausführung zu wählen, die nur wenig über die Haltemutter hinausragt. Die Halteschraube mit dem Isolierring ist sorgfältig in der Öffnung des Topfes zu zentrieren, damit keine Verbindung zwischen Schraube und Topf entsteht. Unter die

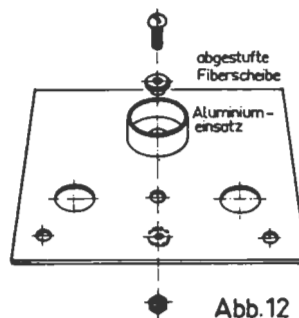


Abb.12

Haltemutter gehört nach Abb. 12 eine Zahnscheibe.

() Nach Abb. 10 setzen Sie die beiden scheibenförmigen 4700-pF-Kondensatoren auf der Isolierseite ein. Achten Sie auf kürzeste Anschlußleitungen, bevor Sie die Anschlüsse mit der Folie verlöten und überschüssige Drahtenden abschneiden.

() In gleicher Weise werden die 22 000-pF-Scheibenkondensatoren eingebaut und angelötet.

Verbindungskabel

Die elektrische Verbindung zwischen der Schaltplatte und den anderen Teilen der Schaltung wird mit zum Teil verschiedenfarbigen und auf die entsprechende Länge abgeschnittenen flexiblen Dräh-

ten hergestellt. Die Drähte werden auf beiden Seiten vorsichtig abisoliert (ca. 4 mm), verdreht, verzinkt und nach Abb. 10 in die bezeichneten Bohrungen der Schaltplatte eingeführt und verlötet.

Verbindungen zwischen Schaltplatte und Frontplatte

Vor dem Einbau der Schaltplatte stellen Sie folgende Drahtverbindungen nach Abb. 10 her:

Farbe	Länge in cm	von	auf
schwarz	17	Punkt schwarz	Schaltpl. (L) S 6 (L)
rot	10	rot	O 2 (L 2)
gelb	16	gelb	S 21 (L)
grün	17,5	grün	S 24 (L)
grau	14	grau	S 4 (L)
braun	12,5	braun	Z 3 (L 2)
blau	15	blau	R 31 (L 2)
weiß	14	weiß	Z 2 (L)
braun	18	x	Ende bleibt noch frei
grau	15	S 15 (L)	- Pol Instr. M 1 (NL)
hellblau	14,5	S 22 (L)	- Pol. Instr. M 2 (NL)

Der Blechbügel

- () Drücken Sie die Gummidurchführung in die entsprechende Bohrung des Blechbügels, eventuell mit Hilfe eines Schraubenziehers.
- () Befestigen Sie die Batterie-Andruckfeder mit einer kurzen 3,5-mm-Schraube nach

Abb. 14. Auf die durchgesteckte Schraube gehört zuerst die Feder, die Zahnscheibe und die Haltemutter. Zum Festziehen der Mutter ist eine Flachzange mit langen Backen nötig, um durch kräftiges Anziehen guten Kontakt herzustellen.

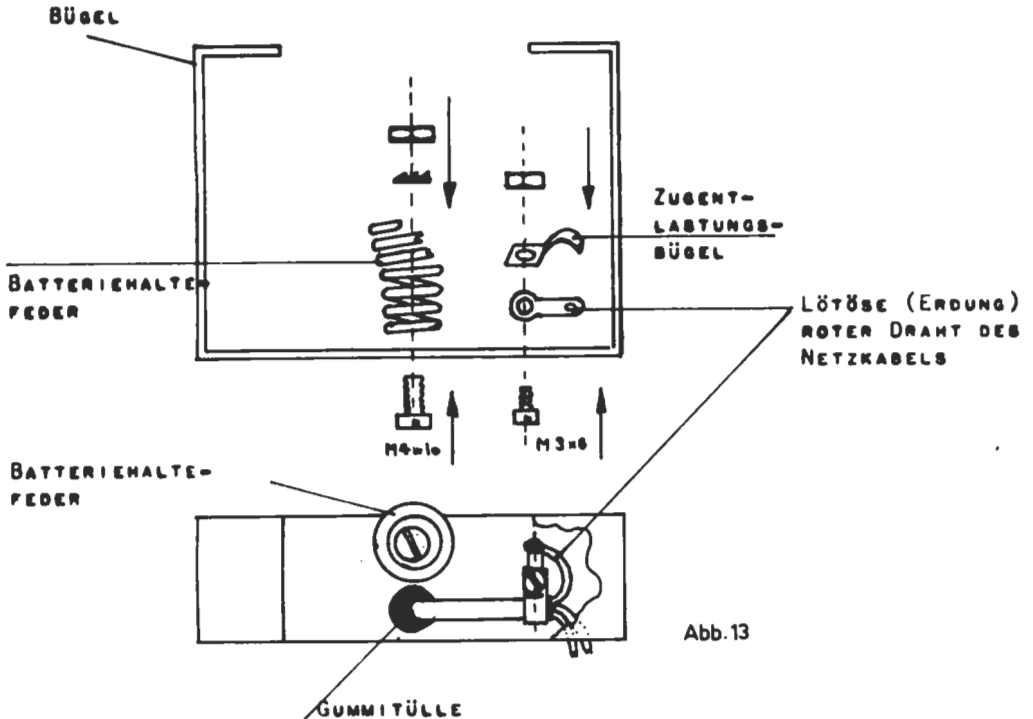


Abb. 13

Das Meßinstrument

Bevor Sie das Meßinstrument einbauen, müssen Sie die Lötflächen von den Anschlußschrauben des Instruments abnehmen. Beim Lösen der oberen Mutter halten Sie bitte jeweils die untere Mutter mit einem Schraubenschlüssel fest, während Sie die obere Mutter lockern. **Achten Sie besonders darauf, daß sich dabei die Gewindestutzen des Meßinstruments nicht verdrehen!**

Anschließend drehen Sie die unteren Muttern, die sich noch auf den Gewindestutzen befinden, bis zum Anschlag an das Instrumentengehäuse heran. **Wiederum müssen Sie vermeiden, daß sich die Anschlußschrauben mittedrehen. Dann legen Sie noch je eine der beiden Fiberisolierscheiben auf die Gewindestätze.**

- () Nach Abschrauben der 4 Haltemuttern von den Gewindestutzen in den Ecken des Meßinstruments setzen Sie das Instrument von der Vorderseite her in die Frontplatte ein und sichern es zunächst nur durch Aufschrauben der Muttern auf die beiden oberen Halteschrauben.

Auf die rechte obere Halteschraube (von hinten gesehen) wird vor dem Aufsetzen der Mutter noch der kleine Blechwinkel aufgeschoben und durch Zahnscheibe und Mutter gehalten. (Siehe Abb. 15.)

- () Den großen Blechbügel (mit der angeschraubten Batteriefeder) befestigen Sie

an den beiden unteren Halteschrauben des Meßinstrumentes. Während Sie die Muttern auf den Gewindestutzen des Instruments festziehen, richten Sie den Bügel aus und drücken dabei seine Schenkel zusammen, damit ein Abstand von etwa 3 bis 4 mm zwischen Außenseite des Blechbügels und Innenkante des hochgebogenen Frontplatten-teils entsteht. Kontrollieren Sie den Abstand zwischen den Anschlüssen der in der Frontplatte sitzenden Regler und dem Blechbügel und biegen Sie eventuell die Löt-fähnen in eine günstigere Lage. Die Einkerbungen des Bügels müssen zu den Schaltern hin liegen.

Legen Sie stets ein weiches Tuch unter, wenn Sie das Meßinstrument auf den Arbeitstisch legen!

() Schrauben Sie die Kontrolllampe (6,3 V/0,

1 A) in die Fassung und schieben Sie das 9,5-mm-Isolierschlauchstück über Lampe und Fassung.

() Legen Sie die passenden Isolierscheiben auf die Anschlußschrauben des Meßinstrumentes und schieben Sie darauf die entsprechenden Öffnungen der Schaltplatte. Auf die aus der Isolierseite der Schaltplatte herausragenden Anschlußschrauben des Meßinstrumentes wird je eine große Lötöse aufgesetzt und mit den passenden Muttern, zusammen mit der Schaltplatte, am Meßinstrument angeschraubt. Ein übermäßiges Anziehen der Muttern ist nicht notwendig.

() Richten Sie die Kontrolllampe auf die Ausparung in der Frontplatte aus und verbinden Sie Schaltplatte und Frontplatte mit dem kleinen Blechwinkel.

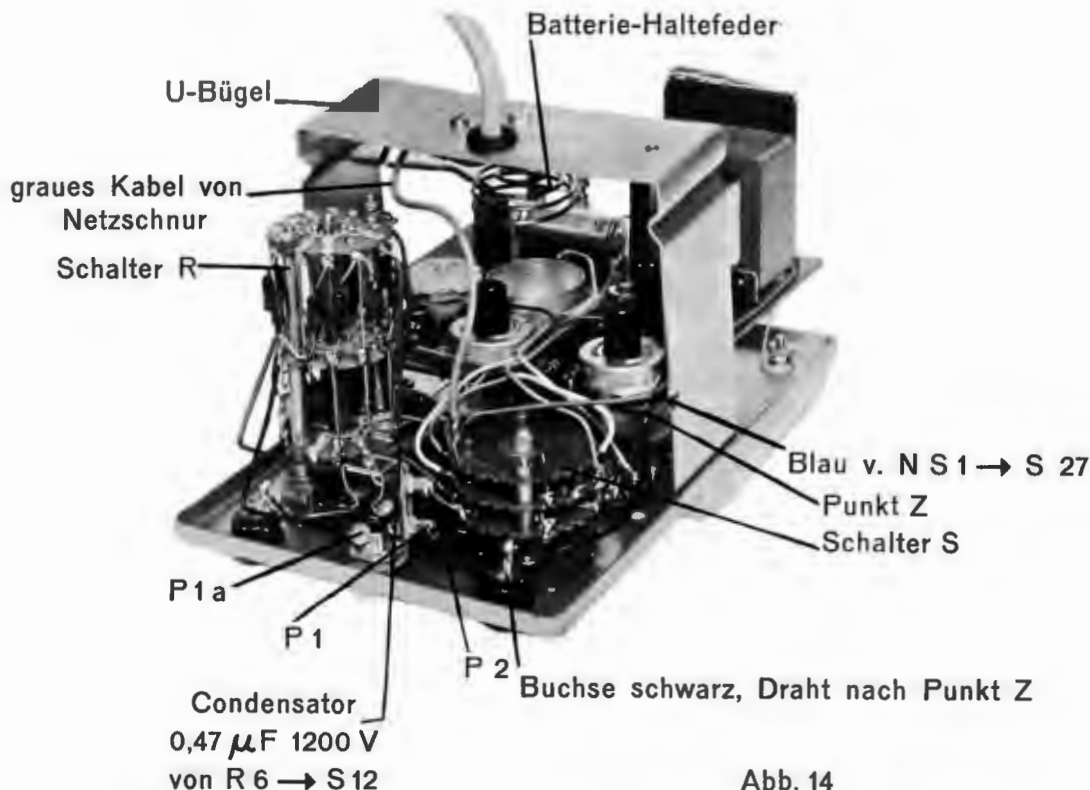


Abb. 14

Schlußverdrahtung

- () Verbinden Sie das freie Ende des 18 cm langen braunen Drahtes vom Punkt X der Schaltplatte mit R 3 (L).
- () Verbinden Sie den freien Draht von der schwarzen Steckbuchse mit Punkt Z der Schaltplatte (L).
- () Verbinden Sie das freie Ende des hellblauen Drahtes von S 22 mit M 2 (L) — Pol. Instr.
- () Verbinden Sie das freie Ende des grauen Drahtes von S 15 mit M 1 (L) + Pol. Instr. Führen Sie die Netzschnur von hinten durch die Gummidurchführung in großen Blechbügel und entfernen Sie die Gummiisolation der Außenhülle auf eine Länge von etwa 15 cm.
- () Legen Sie die Netzschnur durch eine Halteschelle dicht neben der Gummitülle fest, zu deren Befestigung ein 3,2-mm-Loch in den Blechbügel gebohrt ist.
- () Führen Sie die rote Ader der Netzschnur nach entsprechender Kürzung zur Erdlötöse an der Halteschelle (Abb. 15) und verlöten Sie sie damit. Vorsicht, Farbe beachten! Es darf nur das rote Kabel an die Masse gelegt werden (Erdung).
- () Eine der verbleibenden Adern der Netzschnur führt zur freien Lötöse des Sicherungshalters (L).
- () Die andere Ader der Netzschnur wird gekürzt und an S 28 (L) geführt.
- () Verbinden Sie einen blauen Draht 17 cm lang von NS 1 mit S 27 (L).

Wichtige Anmerkung: Bevor Sie die Röhren in die Fassungen hineindrücken, achten Sie darauf, daß sich die entsprechenden Kontakte gegenüberstehen. Beim anschließenden Einsetzen der Röhren ist größte Sorgfalt nötig, damit ein Verbiegen der Sockelstifte von vornherein ausgeschlossen wird.

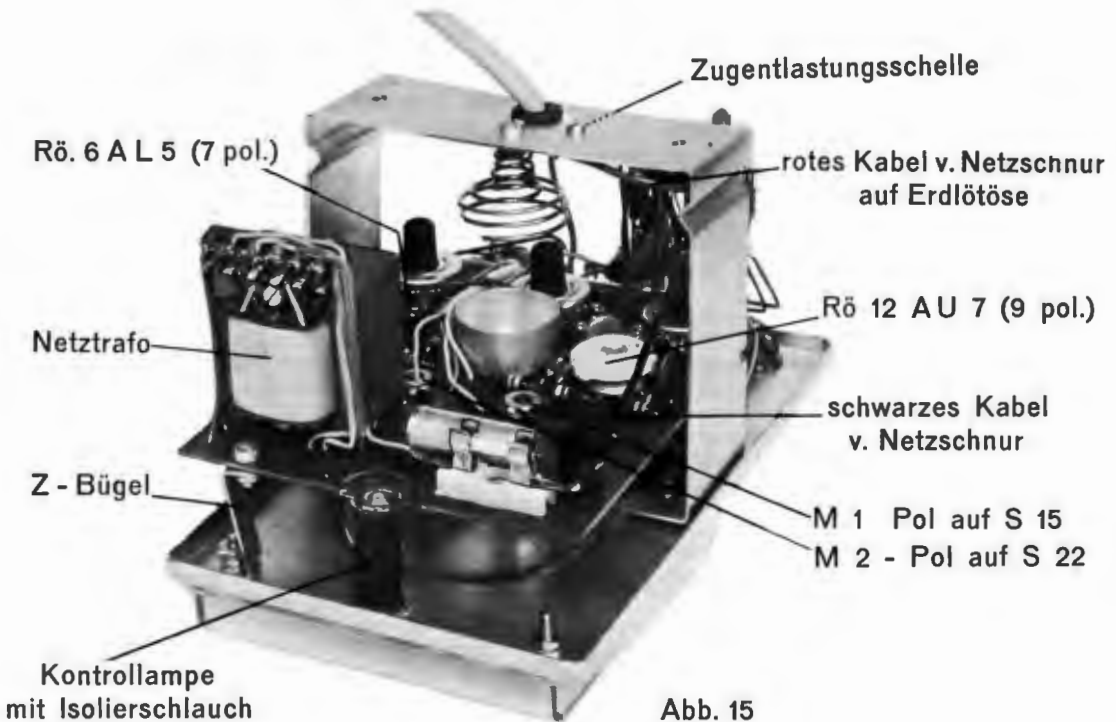


Abb. 15

- () Setzen Sie die beiden Röhren (12 AU 7 und 6 AL 5) unter Beachtung des vorhergehenden Hinweises in die vorgesehenen Fassungen ein
- () Dann setzen Sie die Zeigerknöpfe auf die Achsen der Schalter, ziehen zunächst die Madenschrauben fest an und drehen die Schalter zum linken Anschlag. Nach Lösen der Madenschrauben bringen Sie die Zeiger Ihrer Knöpfe mit den ersten Schalterstellungen (linker Anschlag) zur Deckung

und befestigen dann die Knöpfe endgültig.

- () Überprüfen Sie nun nochmals den gesamten Aufbau des Röhrenvoltmeters, die Verlegung und Anordnung aller Leitungen auf eventuelle Kurzschlüsse. Überzeugen Sie sich davon, daß alle Verbindungen verlötet sind und löten Sie die verdächtigen Lötstellen sicherheitshalber noch einmal nach. Vergessen Sie auch nicht, alle Draht- bzw. Lötzinnreste aus dem Gerät herauszuschütteln.

Vorprüfung

Nachdem die 0,1-A-Sicherung in den Sicherungsschalter eingesetzt ist, schließen Sie das Röhrenvoltmeter an einer Schuko-Steckdose mit 220 V 50 Hz an. Der Anschluß an Gleichspannung oder eine 25-Hz-Quelle würde zu ernsthaften Schäden führen. Schalten Sie den Zeigerknopf des Wahlschalters auf negative (-) oder positive Gleichspannung (+) und den Bereichsschalter auf 1,5 V. Jetzt ist das Gerät eingeschaltet, die Kontrollampe muß aufleuchten und das Glühen der Heizfäden erkennbar sein.

sollte beim Drehen am Nullpunktregler der Zeiger des Meßinstrumentes über einen kleinen Bereich der Skala verstellbar sein.

Nach einer Warmlaufzeit von 15 bis 20 Sekunden

- () Während das Gerät warmläuft, untersuchen Sie die Einzelteile auf Anzeichen von Überhitzung, die ein sicheres Zeichen für Schaltfehler sind. Wie sich Schaltfehler äußern, ist in einem späteren Kapitel „Hinweis zur Fehlerbeseitigung“ beschrieben. Falls aber alles in Ordnung ist, lassen Sie das Gerät eingeschaltet, damit es gründlich warmlaufen kann.

Anfertigung der Prüfkabel

- () Das allgemeine Prüfkabel besteht aus einer schwarzen Litze, an deren beiden Enden ein Bananenstecker montiert ist. Entfernen Sie etwa 10 mm der Isolation an beiden Enden, verdrehen und verzinnen Sie die freigelegten

Drähte sorgfältig und schieben Sie je ein Drahtende durch die Isolierhülle der Bananenstecker. Der verzinnte Draht wird in die Bohrung des Steckerteils eingeführt und mit der Madenschraube festgezogen.

ALLGEMEINES PRÜFKABEL

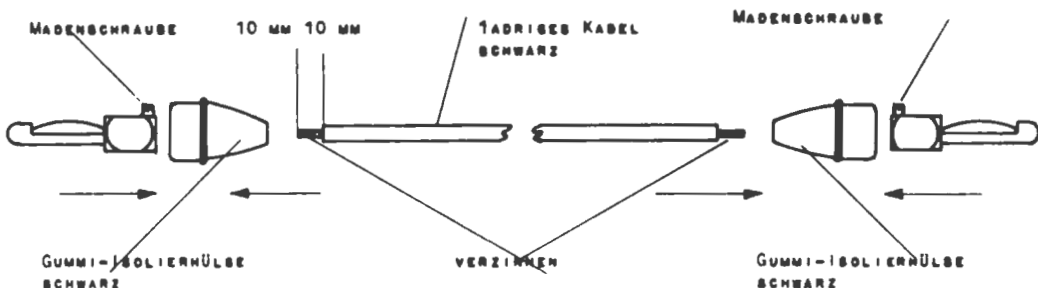


Abb. 16

Mit dem vorsichtigen Aufziehen der Gummiisolerierhülle auf den Steckerteil ist die Montage beendet. (Abb. 16)

- () Das Gleichspannungs-Prüfkabel benutzt eine abgeschirmte schwarze Leitung als Verbindungskabel. Entfernen Sie auf einer Seite des Kabels etwa 20 mm der Außenisolation, ohne das Abschirmgeflecht zu beschädigen. Mit einem spitzen Gegenstand entwirren Sie vorsichtig die Verflechtung, bis die Einzeldrähte sich zu einem Drahtbündel verdrehen lassen. Dann verkürzen Sie die so angefer-

tigte Abschirmung auf 10 mm. Von der Isolation des Innenleiters entfernen Sie etwa 5 mm der Isolation und verdrehen die Drähte des Innenleiters miteinander. Schrauben Sie das Gehäuse des Klinkensteckers auseinander und verbinden Sie den Innenleiter mit dem Anschluß T, die Abschirmung mit Kontakt E des Klinkensteckers wie in Abb. 17. Dann drücken Sie die beiden Bügel B, sie dienen als Zugentlastung des Kabels, vorsichtig nach innen auf das Prüfkabel, wie in Abb. 17. Anschließend wird das Gehäuse des Klinkensteckers montiert.

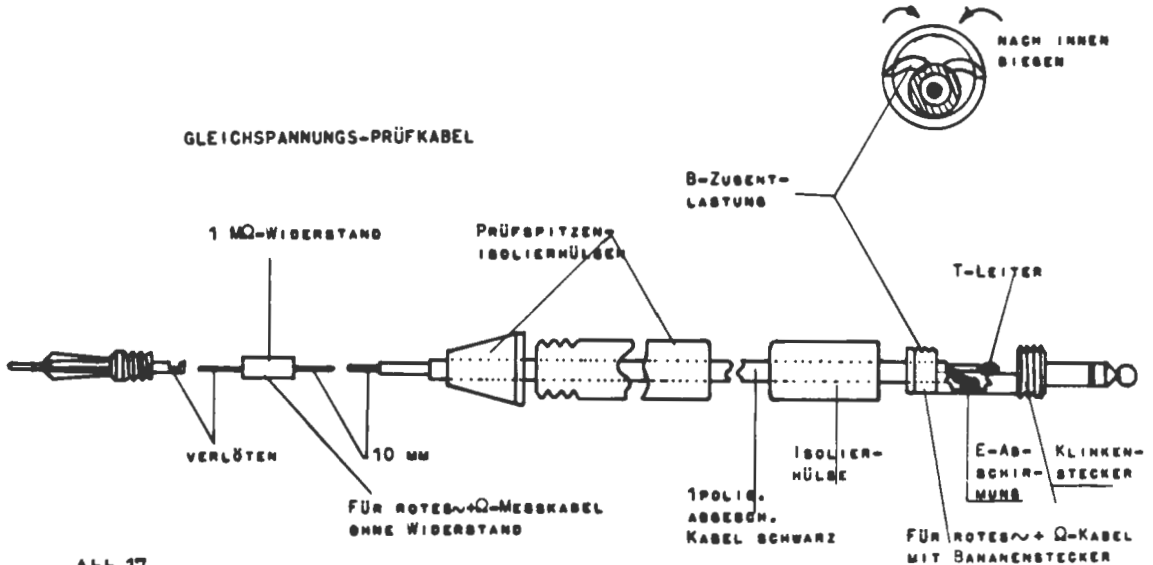


Abb.17

- () Von der anderen Seite des Abschirmkabels entfernen Sie auf etwa 12 mm Länge die Außenisolation **und** das Abschirmgeflecht. Vom freiliegenden Innenleiter entfernen Sie gleichfalls etwa 5 mm der Isolation. Dann schrauben Sie die lange schwarze Prüfspitze auseinander und schieben die beiden Isolierhüllen über das Kabel (Abb. 17).
- () Kürzen Sie beide Enden des 1-M Ω -Widerstandes (braun-schwarz-grün) auf etwa 15 mm Länge. Dann verlöten Sie ein Ende des Widerstandes mit der Spitze der Prüfspitze. Das freie Drahtende des Widerstandes biegen Sie zu einer flachen Schlaufe und verlöten dann den Innenleiter des Kabels. Vorsicht! Achten Sie **vor** dem Verlöten darauf, daß Sie die beiden Isolierteile der Prüfspitze über das Kabel gezogen haben (Abb. 17). Nun halten Sie die Prüfspitze mit dem eingelöteten 1-M Ω -Widerstand fest und ziehen die beiden Isolier-

hüllen soweit an die Spitze heran, bis sie sich miteinander verschrauben lassen. Nach dem Anziehen der Isolierhüllen ist die Montage beendet.

Lassen Sie die Lötstelle zwischen Kabel-Innenleiter und 1-M Ω -Widerstand so wie beschrieben, d h. ohne Anschluß der Kabelabschirmung. Das Umwickeln mit Klebeband könnte hier einen hochohmigen Nebenschluß bilden, der falsche Meßergebnisse bringt.

- () Das Wechsellspannungs- und Widerstands-Prüfkabel besteht aus der roten Gummilitze mit dem roten Bananenstecker an der einen und der roten Prüfspitze an der anderen Seite. Die Anfertigung der Anschlüsse ist bereits beim allgemeinen Prüfkabel erklärt und in Abb. 16 und 17 nochmals gezeigt.
- () Schrauben Sie den Handgriff auf die Oberseite des Gehäuses, der von der Innenseite

her mit M 3,5 × 5-mm-Schrauben festgehalten wird.

- () Drücken Sie die GummifüÙe in die vier Ausstanzungen im Boden des Gehäuses, wie in Abb. 18 gezeigt. Es ist günstiger, die FüÙe von der Außenseite her in die Ausstanzungen einzuschieben, gegebenenfalls unter Mithilfe eines Schraubenziehers, als umgekehrt.



Abb.18

Prüfung und Abgleich

Während der Fertigstellung der Prüfkabel und des Gehäuses ist das Gerät warmgelaufen und kann nun abgeglichen werden. Als Zeitraum für das Warmlaufen sollten mindestens 20 bis 30 Minuten angenommen werden.

- () Schalten Sie das Gerät aus (Aus) und überzeugen Sie sich, daß der Zeiger des Meßinstruments genau auf dem Nullpunkt der Skala steht.

- () Ist das nicht der Fall, dann bringen Sie das Gerät in die normale (senkrechte) Gebrauchslage und drehen dabei mit einem Schraubenzieher an der weißen Plastikschraube in der Skalenabdeckung, bis der Zeiger genau über der Nulllinie der Skala steht.

- () Schalten Sie den Wahlschalter auf positive Gleichspannung (+) und prüfen Sie die Arbeitsweise der Nullpunkt-Einstellung (O-Just).

Wenn Sie nun den Zeiger in die Nullstellung zurückregeln, prüfen Sie durch Umschalten auf negative Gleichspannung (—), ob diese Zeigereinstellung beim Umschalten erhalten bleibt. Es muß möglich sein, eine Null-einstellung zu finden, bei der die Umschaltung von + auf — die Zeiger-Nullstellung nicht verändert. Wenn noch eine merkliche Verschiebung des Nullpunkts beim Umschalten eintritt, dann ist die Röhre 12 AU 7 noch nicht genügend gealtert. Die nötige Alterung erreichen Sie durch eine ununterbrochene Einschaltzeit von 48 Stunden oder mehr oder durchlaufenden Gebrauch des Röhrenvoltmeters mit periodischer Nach-eichung.

- () Stecken Sie die schwarze Prüfschnur in die schwarze Buchse, den Klinkenstecker des Gleichspannungs-Prüfkabels in die Klinkenbuchse (=).

- () Schalten Sie den Wahlschalter auf + und den Bereichschalter auf 1,5 V. Verbinden Sie

den Bananenstecker mit dem Minuspol der Batterie und die Prüfspitze mit dem Pluspol derselben. Stellen Sie mit einem Schraubenzieher den Gleichspannungseichregler (Abb. 10) so ein, daß der Zeiger des Meßinstruments genau auf den kleinen roten Punkt neben der Zahl 15 zeigt. Beginnen Sie mit dem Regelvorgang bei 1,4 V und drehen Sie den Regler weiter bis genau auf den roten Punkt.

- () Schalten Sie das Geräte aus (AUS). Setzen Sie die Batterie in die Halterung zwischen Blechbügel und Schaltplatte ein, indem Sie die Feder hochziehen, den Kontaktknopf (Pluspol) der Batterie in die topfförmige Halterung einschieben.

Beachten Sie, daß die Feder wirklich Kontakt mit dem Zinkbecher der Batterie bekommt und biegen Sie eventuelle die Feder entsprechend nach.

- () Schalten Sie den Wahlschalter auf Widerstandsmessung (Ω). Mit dem Regler für den Ohm-Nullpunkt (Ω -JUST) stellen Sie den Zeiger des Instruments auf Vollausschlag. Stecken Sie das rote Prüfkabel in die rote Buchse und schließen Sie die Spitzen des schwarzen und roten Prüfkabels kurz. Der Zeiger soll dabei auf den Nullpunkt der Skala zurückgehen (kein Widerstand).

- () Zum Wechselspannungsabgleich entfernen Sie zunächst das rote Prüfkabel. Schalten Sie den Bereichschalter auf 1,5 V und den Wahlschalter auf Wechselspannungsmessung (\approx). Stellen Sie den Wechselspannungs-Balanceregler (Abb. 10) auf der Schaltplatte so ein, daß der Instrumentenzeiger stehen bleibt, wenn Sie den Wahlschalter von (\approx) über — zu + schalten.

- () Nun schalten Sie den Bereichschalter auf 500 V, den Wahlschalter auf Wechselspannung (\approx). Stecken Sie die rote Prüfschnur wieder in die rote Steckbuchse und

bringen Sie die rote und schwarze Prüfschnur in Verbindung mit den beiden Polen einer 220-V / 50-Hz-Steckdose.

Achtung, die Netzwechselfspannung ist gefährlich! Hantieren Sie vorsichtig!

Durch die vorschriftsmäßige Erdung des Gehäuses über die Schuko-Netzleitung liegt die Masseklemme des IM-11/D auf Erdpotential. Vor der Messung der Netz-Wechselfspannung muß daher mittels Polprüfer die Lage von Phase und Nulleiter festgestellt werden, um die Erdbuchse (—) stets mit dem Nulleiter verbinden zu können. Eine Verwechslung der Anschlüsse führt zum Kurzschluß der Netzspannung!

- () Regeln Sie den Wechselfspannungs-Eichregler so ein, daß der Zeiger die Netzwechselfspannung (220 V) anzeigt.
- () Eine Wiederholung der oben beschriebenen Abgleichvorgänge ist zweckmäßig, um größte Genauigkeit zu erreichen. Für die Wechsel-

spannungseichnung kann der Einsatz eines genau geeichten Vergleichsinstruments vorteilhaft sein.

Für eine ganz genaue Wechselfspannungseichnung ist das Arbeiten mit einem geeichten Vergleichsgerät oder einer genauen Wechselfspannungsquelle von Vorteil.

- () Nach Beendigung des letzten Abgleichvorgangs schieben Sie das Heathkit-Universal-Röhrenvoltmeter IM-11/D in das Gehäuse ein und schrauben zur Halterung die beiden Blechschneidschrauben durch die Rückwandbohrungen in den Blechbügel ein.

Der Stromverbrauch des IM-11/D ist so niedrig, daß keine Bedenken bestehen, das Instrument während der täglichen Arbeitszeit ununterbrochen eingeschaltet zu lassen, als es nach Beendigung jeder Messung wieder auszuschalten. Dadurch entfällt die Wartezeit für das Warmwerden, gleichzeitig wird das Eindringen von übermäßiger Luftfeuchtigkeit in das Geräteinnere verhindert.

Hinweise zur Fehlerbeseitigung

Falls Ihr soeben fertiggestelltes Gerät nicht einwandfrei arbeitet und der Abgleich nicht in der beschriebenen Weise durchgeführt werden kann, schlagen wir folgende Prüfvorgänge vor:

- () Überprüfen Sie die gesamte Verdrahtung des Bereich- und Wahlschalters und überzeugen Sie sich dabei, daß alle Verbindungen in Ordnung sind. Die meisten Fehler entstehen durch schlechte Lötstellen oder Schaltfehler. Oft wird ein Freund bei der Prüfung einen Fehler entdecken, den Sie dauernd übersehen haben.
- () Prüfen Sie die 6 AL 5 und die 12 AU 7, indem Sie andere Röhren gleichen Typs, deren einwandfreie Beschaffenheit bekannt ist, in das Röhrenvoltmeter einsetzen. Eine besondere Auswahl der Röhren für den Einsatz im IM-11/D ist nicht nötig, so daß auch die Ersatzbestückung nicht schwierig ist.
- () Wenn der Meßwerkzeiger bei positiver Gleichspannung (+) voll ausschlägt und im rechten Endanschlag stehen bleibt, ist entweder eine Unterbrechung oder ein hoher Übergangswiderstand zwischen Anschluß 2 der 12 AU 7 (Steuergitter) und Masse vorhanden. Die Ursache kann eine falsche Verbindung zum Wahlschalter, eine kalte Löt-

stelle oder ein unterbrochener Widerstand sein.

- () Wenn das Instrument in keinem Bereich reagiert, wird eine Überprüfung des Netzteils und des dazugehörenden Schaltungsteiles vorgeschlagen.
- () Sollte nur bei Wechselfspannungsmessungen (\approx) ein Fehler auftreten, dann ist eine Prüfung der 6 AL 5 und ihrer Schaltung notwendig.
- () Liegt das Versagen nur bei Widerstandsmessungen vor, dann kann entweder die Batterie keinen Kontakt haben (Andruckfeder) oder der Ohmmeter-Spannungsteiler unterbrochen sein. Eine Unterbrechung im Spannungsteiler äußert sich als dauernder Vollausschlag des Instruments, der durch den Regler Ohm-Nullpunkt (Ω -Just) nicht zu verändern ist.

Anmerkung: Es ist wichtig, daß zuerst die richtige Funktion im Gleichspannungsbereich (+ und —) vorhanden sein muß, bevor die Wechselfspannungs- oder Widerstands-Meßbereich in Betrieb genommen wird.

- () Prüfen Sie die Betriebsspannungen. Am

Pluspol des 16- μ F-Kondensators auf der Schaltplatte müssen + 50...70 V, am Minuspol dieses Kondensators — 60...85 V zu messen sein, wenn der Minuspol des Meßinstruments an den großen Blechbügel geklemmt wird.

- () Beim Versagen im Gleichspannungsbereich ist eine Prüfung des Gleichspannungs-Prüfkabels angebracht. Überzeugen Sie sich, daß kein Schluß zwischen Abschirmung und Innenleiter vorliegt, besonders am 1-M Ω -Widerstand in der Prüfpitze.
- () Sehen Sie den gesamten Schaltungsaufbau nochmals auf die Möglichkeit durch, daß sich abgeschnittene Drahtenden oder Zinnkügelchen gegen Regleranschlüsse, Schalterkontakte usw. gelegt haben und einen Schluß gegen Masse herstellen.

Anmerkung: Wenn die gedruckte Schaltplatte unglücklicherweise durch Herunterfallen beschädigt wurde und die Schaltfolie Risse bekommen hat, ist eine Reparatur ohne Schwierigkeiten möglich: Löten Sie auf die Bruchstelle einen blanken Draht, der gegebenenfalls entsprechend der Leitungsführung an der Bruchstelle gebogen ist, in seiner ganzen Länge auf.

Eine Prüfung auf Risse in der Folie erreichen Sie bei eingeschaltetem Instrument durch abwechselndes, leichtes Bewegen der Schaltplatten-Ecken. Treten dabei Zeigerschwankungen auf, liegt mit Sicherheit ein Folienriß vor.

Die im IM-11/D verwendete Schaltplatte ist besonders stabil, so daß bei normaler Handhabung keine besonderen Verhaltensmaßregeln zu beachten sind. Die obenstehenden Hinweise sind daher nur als Hilfe bei besonders unglücklichen Umständen zu werten.

Ersatzteillieferung

Das in den Heathkit-Bausätzen gelieferte Material ist sorgfältig ausgewählt, um die Forderungen der Konstruktion zu erfüllen und eine dauerhafte Funktion des Gerätes sicherzustellen. Wenn gelegentlich ein Bausatz-Gerät nicht richtig arbeitet, kann die Ursache auch eine defekte Röhre oder ein Einzelteil sein. Falls das Versagen eines mit dem Bausatz gelieferten Teiles als Fehlerursache erkannt wurde, schreiben Sie an die auf dem Umschlag dieser Beschreibung genannte Heathkit-Vertriebsstelle und fügen Sie folgende Angaben bei:

1. Für das defekte Teil geben Sie die Teilnummer aus der Stückliste an.
2. Nennen Sie die Modellbezeichnung des Gerätes, in dem das fragliche Teil eingesetzt ist.
3. Fügen Sie den Kontrollzettel des Bausatzes bei.

4. Teilen Sie die Auftragsnummer und das Verkaufsdatum mit.

5. Beschreiben Sie möglichst genau den aufgetretenen Fehler, bzw. den Grund der Reklamation.

Die Heathkit-Vertriebsstelle wird im Garantiefall so schnell als möglich die nötigen Ersatzteile liefern. Bitte senden Sie in jedem Fall die defekten Originalteile zurück. Nehmen Sie vor allem die defekten Teile nicht auseinander, wenn Sie den Garantieanspruch erhalten wollen. Wenn Röhren zurückgesandt werden müssen, achten Sie auf gute Verpackung für den Transport, da mechanische Schäden die Röhrengarantie erlöschen lassen. Die kostenlose Ersatzlieferung bezieht sich in keinem Fall auf Teile, die durch Nachlässigkeit des Bausatz-Beziehers zerbrochen oder beschädigt wurden.

Kundendienstleistungen

Für den Fall, daß beim Betrieb des Gerätes Schwierigkeiten auftreten und eine Fehlersuche nach den „Hinweisen zur Fehlerbeseitigung“ keinen Erfolg hat, steht Ihnen die jeder Heathkit-Vertriebsstelle angegliederte Kundendienstabteilung mit Rat und Tat zur Verfügung. Bitte senden Sie Ihr Gerät frei dorthin ein, die Überprüfung und eventuelle nötige Reparatur wird Ihnen zu Selbstkostenpreisen be-

rechnet. Das Auswechseln von garantieweise zu ersetzenden Teilen geschieht ohne Berechnung.

Die Anschrift der Kundendienststelle für die auf dem Umschlag genannte Heathkit-Vertriebsstelle ist:

Daystrom GmbH, Kundendienstabteilung, 6079 Sprendlingen bei Ffm., Robert-Bosch-Straße 32-38.

Diese Kundendienst-Bedingungen gelten aber nur für Geräte, die genau nach den Anweisungen dieser Baubeschreibung aufgebaut wurden. Unfertige Geräte oder Geräte mit Abänderungen werden zur Reparatur nicht angenommen. Falls bei der Inspektion Spuren von säurehaltigen Lötmitteln oder Flußmitteln festgestellt werden, gehen die Geräte unrepariert zurück.

Die Heathkit-Vertriebs- und Kundendienststellen sichern Ihnen volle Mitarbeit und Unterstützung zu, um Ihnen zu einem einwandfrei arbeitenden Meßinstrument zu verhelfen. Aus diesem Grunde können Sie die Mithilfe der Kundendienstabteilung für 12 Monate ab Lieferdatum in Anspruch nehmen.

Versandhinweise

Bevor Sie ein Gerät zur Reparatur einsenden, vergewissern Sie sich, daß alle Teile ordnungsgemäß befestigt sind. **Befestigen Sie am Gerät außerdem einen Anhänger, der Namen, Anschrift und Reklamationsgrund angibt.**

falls den Originalkarton zum Versand, da dieser für ein montiertes Gerät nicht widerstandsfähig genug ist. Der Versand sollte per Expres und frei erfolgen. Bedenken Sie, daß kein Transportunternehmen bei unzureichender Verpackung für Transportschäden haftet.

Als Verpackung benutzen Sie bitte einen stabilen Behälter, vorzugsweise eine Holzkiste. Zwischen dem Gerät und allen Seiten des Behälters sollte ein Zwischenraum von etwa 6—7 cm vorhanden sein, der mit zerknülltem Zeitungspapier, Holzwole oder ähnlichem ausgestopft wird. Schützen Sie Frontplatte und Meßinstrument durch eine Umhüllung mit weichem Papier. **Benutzen Sie keines-**

Besonderer Hinweis: Alle Preise für Heathkits können geändert werden, ohne daß eine vorherige Ankündigung erfolgt. Wir behalten uns das Recht vor, Geräte aus der Fertigung zu ziehen und jederzeit Änderungen vorzunehmen, ohne uns damit zu verpflichten, diese Änderungen bei bereits verkauften Geräten nachträglich einzubauen.

Bedienungsanleitung

Am Anfang dieser Baubeschreibung wurde die Wirkungsweise der Schaltung beschrieben, die allen Technikern mit größerer Erfahrung ein klares Bild über die Arbeitsweise dieses Röhrenvoltmeters gibt. Es wird nicht erwartet, daß Neulinge auf dem Gebiet des Meßgeräteselbstbaues diese Beschrei-

bung restlos verstehen. Sie soll aber jedem eine Hilfe sein, bei dem der Wunsch besteht, tiefer in die Schaltungstechnik einzudringen, um beim Aufbau des Bausatzes mehr zu lernen, als nur die Montage der Teile und die Verdrahtung.

Die Anwendung des Röhrenvoltmeters

Das Röhrenvoltmeter hat gegenüber einem nicht-elektronischen Volt/Ohmmeter viele Vorzüge. Sein größter Vorteil ist der hohe Eingangswiderstand. Dieser ermöglicht Messungen in hochohmigen Schaltungen, zum Beispiel in widerstandsgekoppelten Verstärkern, im Gitterkreis von Oszillatoren, in der Schwundregelspannungs-Versorgung und im Ablenkteil von Fernsehgeräten, die mit normalen Universal-Meßinstrumenten nicht oder nur mit großen Meßfehlern möglich sind.

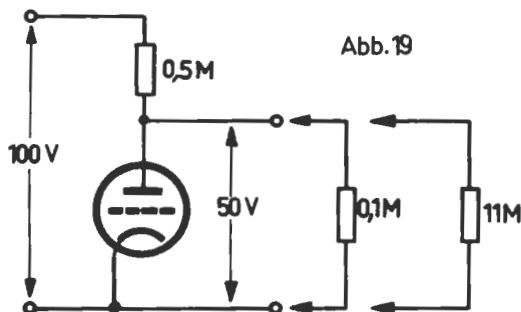
einer Anodenspannungsquelle von 100 V betrieben und benutzt einen Arbeitswiderstand von 0,5 M Ω . Wenn wir annehmen, daß die wirkliche Anodenspannung 50 V beträgt, dann wirkt die Röhre als Widerstand von 0,5 M Ω .

Um diesen Vorteil deutlich zu machen, wollen wir das Beispiel eines widerstandsgekoppelten Verstärkers betrachten (Abb. 19). Die Stufe wird aus

Beim Messen der Anodenspannung mit einem üblichen Universal-Meßinstrument mit 1000 Ω V im 100-V-Bereich kann das Meßinstrument als 100-k Ω -Widerstand parallel zur Röhre angesehen werden. Die Spannung an der Anode beträgt dann 14 V und wird in dieser Größe vom Instrument angezeigt. Der niederohmige Parallelwiderstand verfälscht also das Meßergebnis erheblich.

Bei der Messung der gleichen Spannung mit dem Heathkit-Universal-Röhrenvoltmeter IM-11/D liegen volle $11\text{ M}\Omega$ parallel zur Röhre. Die Meßwertanzeige liegt dann mit 49 V nur um 2% unter der wirklichen Anodenspannung. Diese sehr genaue Messung ist nur durch den hohen Eingangswiderstand, zusammen mit dem $1\text{ M}\Omega$ -Serienwiderstand in der Tastspitze des Röhrenvoltmeters möglich.

Besonders wichtiger Hinweis: Durch die vorschriftsmäßige Erdung des Gehäuses über die Schuko-Netzleitung liegt die Masseklemme des IM-11/D auf Erdpotential. Bei Messungen an Allstromgeräten oder Geräten mit direkter Verbindung zwischen Gerätechassis und Netz (zum Beispiel fast alle FS-Empfänger) muß deshalb unbedingt ein Trenntransformator zwischen Gerät und Netzsteckdose geschaltet werden, um nicht durch das Anklemmen der Masseklemme an das Chassis eventuell einen Kurzschluß hervorzurufen.



Gleichspannungsmessungen

Bei Gleichspannungsmessungen mit IM-11/D verbinden Sie das schwarze Prüfkabel mit Masse oder dem negativen Punkt der zu messenden Spannung. Schalten Sie den Wahlschalter auf positive oder negative Gleichspannungsmessung (+) oder (-) und den Bereichsschalter auf den nächsthöheren Bereich der zu messenden Spannung, falls sie bekannt ist. Bei unbekanntem Spannungen schalten Sie zur Vorsicht stets zuerst auf 1500 V . Mit der Tastspitze des Gleichspannungs-Prüfkabels tasten Sie den Meßpunkt. Wenn der Zeigerausschlag jetzt weniger als $\frac{1}{3}$ des Skalenendwertes beträgt, schalten Sie auf den nächst kleineren Bereich zurück. Für größere Meßgenauigkeit sollte

der Zeigerausschlag wenigstens $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ des Vollauschlags betragen.

Wechselspannungen, die der gemessenen Gleichspannung überlagert sind, bleiben ohne Einfluß auf das Meßergebnis. Durch das Einstecken des als Sonderzubehör lieferbaren Hochspannungstastkopfes an Stelle des Gleichspannungs-Prüfkabels erhöhen sich die normalen Meßbereiche um den Faktor 100. In der Schalterstellung 15 V sind dann 1500 V , bei 50 V 5000 V , bei 150 V 15000 V und bei 500 V max 30000 V zu messen. Diese Meßmöglichkeiten sind für Reparaturen an Fernsehgeräten besonders wertvoll.

Wechselspannungsmessungen

Zur Messung von Wechselspannungen verbinden Sie das schwarze Prüfkabel mit Masse oder dem negativsten Punkt der Schaltung. Den Wahlschalter schalten Sie auf Wechselspannung und den Bereichsschalter auf den nächsthöheren Bereich, falls die Spannung ungefähr bekannt ist. Bei unbekanntem Spannungen schalten Sie zur Vorsicht stets zuerst 1500 V ein. Mit der Prüfspitze des roten Prüfkabels tasten Sie den Meßpunkt an und lesen das Meßergebnis auf der Skala ab. Falls der Zeigerausschlag weniger als $\frac{1}{3}$ des Skalenwertes beträgt, schalten Sie auf den nächstniederen Bereich zurück. Die höchste Wechselspannung, die mit Sicherheit gemessen werden kann, beträgt 1500 V , sie sollte in keinem Fall überschritten werden.

Die Skala des IM-11/D ist sowohl in Effektivwerten als auch in Spitzenspannungswerten geeicht. Wenn sinusförmige Wechselspannungen gemessen werden, sind die Werte auf der mittleren Skala (ACV/DCV) abzulesen. Die entsprechenden Spitzenspannungswerte sind gleich $2,83 \times$ Effektivwert und werden auf der Skala (P to P) abgelesen. Wenn also der Bereichsschalter auf 15 V steht und 10 V sinusförmige Wechselspannung am Eingang liegt, dann zeigt der Zeiger des Meßinstrumentes auf der oberen Skala (ACV/DCV) 10 V eff. und auf der unteren Skala (P to P) $28,3\text{ V}$ ss an. Diese Direktanzeige spart Zeit, denn sie macht die übliche Umrechnung überflüssig.

Falls der zu messenden Wechselspannung ein Gleichspannungsanteil überlagert ist, sorgt der im Röhrenvoltmeter eingebaute Schutzkondensator für die Trennung der Spannungsanteile.

Der menschliche Körper nimmt in der Nähe von Wechselspannungsleitungen Wechselspannung auf. Berühren Sie deshalb niemals die Wechselspannungs-Prüfspitze Ihres hochempfindlichen Instruments, wenn Sie einen kleinen Meßbereich eingeschaltet haben und Meßfehler vermeiden wollen. Da eine getrennte Skala für den 1,5-V-Bereich nicht vorhanden ist, berücksichtigen Sie in diesem Meßbereich die Einstreuung dadurch, daß Sie mit der Nullpunkt-Einstellung den Zeiger auf die 1 der Skala mit dem Endwert 15 stellen, wobei die rote Prüfspitze mit der schwarzen Prüfspitze verbunden sein muß. In den anderen Meßbereichen gilt die normale Nullstellung, da sich die Einstreuung dann nicht mehr bemerkbar macht.

Achtung! Beim Messen höherer Spannungen ist es zweckmäßig, stets einige Grundregeln zu beachten. Fassen Sie die Prüfspitzen immer nur am Isolierstück, nie an der Metallspitze an. Das Metallgehäuse des IM-11/D ist mit der Masseleitung der Röhrenvoltmeterschaltung verbunden, für einwandfreie

Meßergebnisse sollten auch die Massebuchse (schwarze Steckbuchse) stets mit der Masseleitung des untersuchten Gerätes verbunden sein. Bei der Prüfung elektrischer Geräte besteht immer die Gefahr, daß bei defekten Geräten, zum Beispiel über durchgeschlagene Kondensatoren, an verschiedenen Punkten der Schaltung Spannungen auftreten können, mit denen unter normalen Umständen nicht zu rechnen ist, daher sollten Sie sich stets zuerst mit jedem zu prüfenden Gerät vertaut machen.

An Punkten mit hoher Spannung sollten die Prüfkabel stets im ausgeschalteten Zustand angeklemt werden. Ist das nicht möglich, dann vermeiden Sie peinlich genau jede zufällige Berührung mit geerdeten Teilen. Es ist eine gute Regel, bei Arbeiten oder Messungen an hochspannungsführenden Punkten stets eine Hand in der Tasche zu behalten und darauf zu achten, daß der Fußboden oder der Fußbodenbelag ein möglichst guter Isolator ist.

Die Berührung von Spannungen, die im Meßbereich dieses Röhrenvoltmeters liegen, ist zwar selten tödlich, aber die Wirkung der unwillkürlichen Muskelreaktion und des Schocks können indirekt körperliche Schäden hervorrufen.

Hochfrequenzmessungen

Hochfrequenzspannungen können im Rahmen des in den technischen Daten genannten Frequenzbereiches mit den vorhandenen Prüfkabeln gemessen werden. Der Meßfehler erhöht sich kaum, wenn der Innenwiderstand der Meßspannungsquelle 1000 Ω erreicht und keine höheren Frequenzen als 1 MHz gemessen werden.

Alle höheren Innenwiderstände und höheren Frequenzen bedingen den Einsatz des als Sonderzubehör lieferbaren Hf-Tastkopfes, der am Klinkenstecker der Gleichspannungsmeßbuchse angeschlossen wird. In Betriebsart „positive Gleichspannung“ können die unteren Bereiche des Bereichsschalters zur Messung bis zu 30 V eff. benutzt werden.

Widerstandsmessungen

Widerstandswerte können nur an nicht unter Spannung stehenden Geräten (mit entladenen Netzteil-kondensatoren) gemessen werden. Verbinden Sie das schwarze Prüfkabel mit der einen Seite des unbekannteren Widerstands und stellen Sie den Wahlschalter auf Widerstandsmessung (OHMS), den Bereichsschalter auf den Widerstands-Meßbereich, in dessen Mittelstellung Sie etwa die Anzeige erwarten. Justieren Sie den Regler-Ohm-Nullpunkt (Ω -Just.) so ein, daß der Zeiger des Instruments genau auf Vollausschlag, das heißt am Endstrich der Skalenteilung steht. Dann tasten Sie mit der roten Prüfspitze die andere Seite des unbekannteren Widerstandes an und lesen auf der Skala, eventuell nach Umschalten des Bereichsschalters, den Widerstandswert ab. Diesen Wert

multiplizieren Sie mit dem Faktor, auf den Sie den Bereichsschalter geschaltet haben. Eine Ablesung der Zahl 15 in der Schalterstellung „R \times 10 k Ω “ bedeutet einen Meßwert von 150 k Ω .

Anmerkung: Obwohl eine Batterie zur Widerstandsmessung verwendet wird, ist die Anzeige an der Funktion der 12 AU 7 gebunden. Daher bleibt auch bei Widerstandsmessungen das Röhrenvoltmeter eingeschaltet. Achten Sie darauf, daß der Widerstandsmeßbereich niemals dauernd eingeschaltet ist, da hierdurch die Lebensdauer der Batterie stark herabgesetzt wird, besonders wenn die Prüfspitzen auf dem Arbeitsplatz liegenbleiben und gelegentlich kurzgeschlossen sind.

Am Meßobjekt liegen max. 1,5 V, der größte Strom fließt beim Widerstandswert null (etwa 170 mA).

Die dB-Skala des Röhrenvoltmeters

Für das Verhältnis Tonumfang: Lautstärke wurde das Bel als Maßeinheit eingeführt. Das Bel stellte sich später als etwas unhandlich heraus. In der Praxis wird daher der zehnte Teil eines Bel, das Dezibel (abgekürzt: dB) als Maßeinheit benutzt.

Die unterste (rot gezeichnete) Skala des IM-11/D

Wechselspannungsskala

0 ...	1,5 V
0 ...	5 V
0 ...	15 V
0 ...	50 V
0 ...	150 V
0 ...	500 V
0 ...	1500 V

Da das dB ein Leistungs- oder Spannungsverhältnis ausdrückt, kann es ohne Berücksichtigung des Bezugspegels angewandt werden. Zum Beispiel ist die Frequenzkurve eines Verstärkers nachzumessen, wenn ihm ein Signal veränderlicher Frequenz aber konstanter Größe zugeführt wird. Bei einer Bezugsfrequenz von 1000 Hz stellen Sie die Lautstärke so ein, daß sich eine bequeme Anzeige (zum Beispiel null dB) am an den belasteten Ausgang

ist in dB geeicht. Als Bezugsnormal benutzt die Eichung den Nullpegel von 1 mW an 600 Ω . Das entspricht einer Wechselspannung von 0,774 V.

Davon ausgehend, können die verschiedenen Wechselspannungsbereiche des Instruments nach folgender Tabelle in dB umgewandelt werden:

dB-Skala

Direkte dB-Ablesung
Addieren Sie 10 dB
Addieren Sie 20 dB
Addieren Sie 30 dB
Addieren Sie 40 dB
Addieren Sie 50 dB
Addieren Sie 60 dB

geschalteten Röhrenvoltmeter ergibt. Wenn die Eingangsfrequenz verändert wird, kann die Abweichung ober- oder unterhalb des eingestellten Bezugspegels direkt in dB abgelesen werden.

Beachten Sie: Bei der Messung komplexer Wechselspannungen, wie welliger Gleichspannung, Brummspannung, verzerrter oder Rechteck-Schwingungen, beträgt die Anzeige 35 % der Spitzenspannung.

Die Skalenablesung

Die Spannungsangaben am Bereichswechsler beziehen sich jeweils auf den Vollausschlag. Die Skala weist für Spannungsmessungen die Teilung 0 ... 15 und 0 ... 50 auf, die abwechselnd, abhängig von der Stellung des Bereichswechslers, benutzt werden. Im 1,5-V-Bereich benutzen Sie die Teilung 0 ... 15 und rücken bei der Ablesung das Komma um eine Stelle nach links. Eine Anzeige von 8 Teilstrichen würde demnach einer Spannung von 0,8 V entsprechen.

Im 5-V-Bereich wird auf der Teilung 0 ... 50 abgelesen und das Komma gleichfalls um eine Stelle nach links versetzt oder die Null weggelassen. Eine Anzeige von 40 Teilstrichen bedeutet hier eine Spannung von 4 V.

Im 15-V-Bereich können Sie den Meßwert auf der Teilung 0 ... 15 direkt ablesen, so daß eine Anzeige von 4 Teilstrichen einer Spannung von 4 V entspricht.

Im 150-V-Bereich wenden Sie die Teilung 0 ... 15 an und fügen dem abgelesenen Wert eine Null hinzu. Die Anzeige von 12 Teilstrichen entspricht

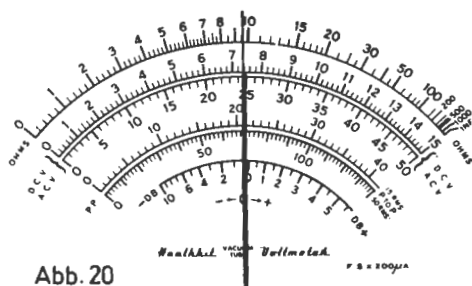


Abb. 20

also einer Spannung von 120 V.

Im 500-V-Bereich hängen Sie an das auf der Teilung 0 ... 50 abgelesene Ergebnis noch eine Null an, das heißt bei 40 Teilstrichen 400 V.

Im 1500-V-Bereich lesen Sie auf der Teilung 0 ... 15 ab und fügen dem Ergebnis noch zwei Nullen zu. Eine Ablesung von 8 Teilstrichen bedeutet hier 800 V.

Anmerkung: Die seitlich an den Skalenbögen sichtbaren Bezeichnungen DCV (Gleichspannung) und ACV (Wechselspannung) besagen **nicht**, daß die obere Teilung für Gleichspannung und die untere für Wechselspannung gilt. Damit soll nur zum Ausdruck gebracht werden, daß beide Skalenbögen — abhängig von der Stellung des Wahlschalters — sowohl für Wechsel- als auch für Gleichspannungen gelten

Die Widerstandsteilung der Ohm-Skala bezieht sich auf den kleinsten Meßbereich $R \times 1 \Omega$. In den anderen Bereichen fügen Sie bitte die entsprechenden Nullen zum Ableseergebnis hinzu: Bei $R \times 100$ zwei Nullen, bei $\times 1000$ drei Nullen, bei $R \times 10 \text{ k}\Omega$ fünf Nullen und bei $R \times 1 \text{ M}\Omega$ sechs Nullen. Im Bereich $R \times 1 \text{ M}\Omega$ erfolgt die Ablesung direkt in $\text{M}\Omega$.

Die Meßgenauigkeit

Die Anzeigegenauigkeit des Meßinstruments beträgt 2% vom Skalenendwert. Das würde zum Beispiel im 1000-V-Bereich bedeuten, daß der Fehler an jedem Punkt der Skala höchstens 20 V betragen kann. Bei Gleichspannung ist zu dieser Toleranz noch die Genauigkeit der Serienwiderstände (1%) hinzuzuzählen, so daß hier insgesamt ein Meßfehler von höchstens 3% vom Skalenendwert auftreten kann.

Im Wechselspannungsbereich ist die Meßgenauigkeit durch die unumgängliche Gleichrichtung auf 5% vom Skalenendwert beschränkt. Berücksichtigen Sie bitte, daß im 1,5-V-Bereich durch die mögliche Aufnahme von Streuspannungen weitere Abweichungen hinzukommen können, so daß in diesem Bereich meist ein größerer Meßfehler unvermeidlich ist.

Bei Widerstandsmessungen hängt die Meßgenauigkeit von der Anzeigegenauigkeit des Instruments, der Genauigkeit der Meßwiderstände, dem Innen-

widerstand der Batterie und der Stabilität der Batteriespannung ab. In der $R \times 1$ -Stellung des Bereichsschalters ändert sich durch den hohen Meßstrom sowohl die Batteriespannung als auch der Innenwiderstand der Batterie. Um in den unteren Ohm-Bereichen die größte Meßgenauigkeit zu erhalten, sollte die Messung so kurzzeitig wie möglich sein. In den höheren Ohm-Bereichen hängt die Meßgenauigkeit nur von den Serienwiderständen (1%) und der Genauigkeit des Instruments (2%) ab. Bei der nichtlinearen Widerstandsskala läßt sich die Genauigkeit nicht prozentual ausdrücken, die größte Genauigkeit liegt aber in der Skalenmitte.

Anmerkung: Wenn Sie dieses Meßinstrument mit einem anderen Gerät vergleichen wollen, so bedenken Sie dabei, daß der Meßfehler des Vergleichsinstruments entgegengesetzt abweichen kann. Daher ist beim Vergleich zweier Instrumente mit 5% Genauigkeit eine Differenz von 10% möglich. Nur mit Laborinstrumenten können Sie kritische Vergleichsmessungen anstellen.

Wartung

Bei allen elektronischen Meßgeräten besteht die Möglichkeit, daß Reparaturen erforderlich werden. Die nachfolgenden Ausführungen sind für solche Fälle gedacht und sollen Ihnen helfen, die Inanspruchnahme der Heathkit-Kundendienststelle wegen geringfügiger Kleinigkeiten zu vermeiden.

Im allgemeinen ist der Besitzer eines Bausatz-Gerätes durch den Selbstbau mit seinem Geräte so vertraut, daß er die meisten Reparaturen selbst ausführen kann. Falls dafür Spezialteile nötig sind, können Sie diese über Ihre Heathkit-Vertriebsstelle beziehen. Bei handelsüblichen Teilen ist die Beschaffung auch häufig beim örtlichen Fachhandel möglich.

Meßinstrument: Das Meßinstrument ist der empfindlichste Teil des Gerätes, es sollte daher kein

Versuch unternommen werden, es selbst zu reparieren oder auseinanderzunehmen, weil dadurch jeder Garantieanspruch erlischt. Defekte Instrumente sind stets der Heathkit-Kundendienststelle einzusenden.

Instrumentdeckel: Wenn die vordere Abdeckkappe des Instruments beschädigt ist, kann ein Ersatzdeckel bei der Kundendienststelle bezogen werden. Der defekte Deckel läßt sich ohne Ausbau des Gerätes aus dem Gehäuse abziehen, indem ein Schraubenzieher oder Messer zwischen Frontplatte und Deckelrand eingeführt und der Deckel nach vorn weggedrückt wird.

Bitte geben Sie bei Ersatzbestellungen die Farbe der Nullpunkt-Korrekturschraube an.

Beim Einbau des Ersatzdeckels muß wegen der Nullpunkt-Korrekturschraube am Deckel sehr behutsam vorgegangen werden. Erst wenn der Finger der Korrekturschraube in die Gabel des Meßwerkes eingegriffen hat, darf diese mit kräftigem Druck auf die Ecken des neuen Deckels aufgesetzt werden.

Prüfung der Drehspule: Wenn Sie Grund zu der Annahme haben, daß die Drehspule des Meßwerks defekt ist, können Sie unter entsprechenden Vorichtsmaßnahmen selbst die Durchgangsprüfung durchführen. Auf keinen Fall messen Sie den Durchgang mit einem normalen Ohmmeter, da der starke Strom die Spulenwicklung überlastet und zerstört. Zur Begrenzung des Meßstroms auf einen ungefährlichen Wert müssen Sie in Serie mit dem Instrument einen Widerstand von mindestens $10\text{ k}\Omega$ schalten, so daß zwischen den Prüfspitzen des Ohmmeters die Serienschaltung: Meßinstrument — Vorwiderstand liegt. Falls erforderlich, erfolgt die Reparatur in der Heathkit-Kundendienststelle.

Falsche Anwendung: Zufällige falsche Anwendung des Röhrenvoltmeters, wie zum Beispiel der Versuch, Wechsel- oder Gleichspannung zu messen, wenn der Wahlschalter auf Widerstandsmessung steht, kann die Zerstörung des $9,1\text{-}\Omega$ -Widerstandes am Bereichschalter herbeiführen. Ein Zeichen für die Unterbrechung dieses Widerstandes ist das langsame Auswandern des Zeigers aus der Nullstellung, wenn der Wahlschalter auf OHMS steht, und ungenügende Regelmöglichkeit beim Ohm-Nullregler.

Die Doppeldiode 6 AL 5 (EAA 91) wird zerstört, wenn der Bereichschalter auf 150 V oder niedriger steht und eine Wechselspannung von mehr als 400 V an den Geräteeingang gelegt wird. Wie bereits erwähnt, sind die Röhren für das IM-11/D nicht besonders ausgesucht, so daß eine Ersatzröhre beim örtlichen Fachhandel beschafft werden kann.

Bei so starken Überbelastungen des Instruments können weitere Meßwiderstände im Eingangspannungsteiler ausfallen, die DC-Buchse durchschlagen, der $1\text{-M}\Omega$ -Widerstand in der Gleichspannungs-Prüfspitze verschmoren und der Wahlschalter überschlagen. In diesen Fällen besteht leider keine Möglichkeit der Garantieleistung, da die Ursachen eindeutig unrichtige Bedienung ist. Das Anzeichen für den unterbrochenen Eingangs-Spannungsteiler sind eine fehlerhafte Anzeige und eine ungenügende Wirksamkeit des Null-Einstellreglers. Ersatz-Meßwiderstände sind bei der Kundendienststelle vorrätig.

Elektrostatische Aufladung: Das Polystyrolgehäuse ist zur Unterdrückung statischer Aufladungen chemisch zu behandeln. Sollte durch häufiges Polieren oder Säubern eine Aufladung erfolgt sein, können Zeigerausschläge auftreten, die unabhängig davon sind, ob das Gerät eingeschaltet ist oder nicht. Diese statische Aufladung können Sie durch Abreiben des Instrumentdeckels mit einem weichen Tuch, auf das vorher etwas „Statnul“ (Hersteller: Daystrom) gestäubt wurde, sofort beseitigen.

Ihr Heathkit-Röhrenvoltmeter IM-11/D ist das geeignete Meßinstrument, welches Ihnen die tägliche Versuchs- oder Reparaturarbeit erleichtert. Selbst wenn es über einen Zeitraum von vielen Jahren täglich eingeschaltet ist, wird es nicht ver-

sagen. Sie sollten ihm dafür aber auch das gleiche Maß an Pflege und sorgsamer Behandlung zuteil werden lassen wie allen anderen elektronischen Präzisionsinstrumenten.

Stückliste

Teilnummer	Anzahl	Bezeichnung	Teilnummer	Anzahl	Bezeichnung
Widerstände, falls nicht anders angegeben, ± 10 %/0,5 W			Montagefertige Metallteile		
01-3	1	100 (braun-schwarz-braun)	090-195	1	Gehäuse
01-20	1	10 k (braun-schwarz-orange)	0203-278 F/	1	Frontplatte
01-23	1	27 k (rot-violett-orange)	601-602-603		
01-27	2	150 k (braun-grün-gelb)	0258-7	1	Batteriefeder
01-29	1	220 k (rot-rot-gelb)	0214-2	1	Batteriekappe
01-35	1	1 M (braun-schwarz-grün)	0204- M 230	1	U-Bügel
01-38	1	3,3 M (orange-orange-grün)	0204-M 84	1	Z-Bügel
01-40	1	10 M (braun-schwarz-blau)			
01-70	5	22 M (rot-rot-blau)	Verschiedenes		
02-9	1	70 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	0418-1	1	1,5-V-Batterie (Pertrix Nr. 235)
02-13	1	700 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	054-23		Netztrafo
02-16	1	7 M $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	057-13	1	Netzkleinstgleichrichter
02-24	1	90 $\frac{1}{2}$ W ± 1 %			E-150-C 25-g-11
02-29	1	900 $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	436-1 U	1	DC-Buchse
02-35	1	9 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	0438-28	1	PL-Stecker
02-38	1	20 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	0436-503	1	Isolierbuchse, rot
02-41	1	90 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	0436-504	1	Isolierbuchse, schwarz
02-48	1	9,1 $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	073-1	1	Gummidurchführung
02-50	1	10 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	211-15	1	Handgriff
02-51	1	900 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	089-1	1	Netzkabel
02-52	1	9 M $\frac{1}{2}$ W ± 2 %	085-9 F 102	1	Gedruckte Schaltung
02-54	1	200 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	070-5	2	Bananenstecker schwarz
02-55	1	2 M $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	070-6	1	Bananenstecker rot
02-86	1	150 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	0439-2	1	Prüfspitze schwarz
02-87	1	320 k $\frac{1}{2}$ W ± 1 %	0439-1	1	Prüfspitze rot
02A-28	1	900 k 1 W ± 1 %		28	isolierte Drähte, div. Längen und Farben
				13	blanke Drähte, div. Längen
Kondensatoren				1	Isolierschlauch schwarz 1 mm
021-27	2	4700 pF/500 V		90	cm rotes Kabel für Prüfschnur
021-31	2	0,022 μ F/380 V		90	cm schwarzes Kabel für Prüfschnur
023-91	1	0,047 μ F/1250 V		90	cm abgeschirmtes Kabel schwarz
025-5	1	Elektrolytkondensator 16 μ F/150 V		1	Isolierschlauch für Kontrolllampe
				1	Baumappe
				1	Lötzinn mit Kolophoniumfüllung
Regler und Schalter			SH-C 1	1	Halter mit Sicherung 0,1 A
10-38	3	Regler 10 k lin			
10-78	2	Regler 15 k lin	Schrauben, Muttern, Lötösen		
63-79	1	Bereichschalter	0250-83	2	Blechschauben 4,8 x 13 DIN 7974
63-80	1	Wahlschalter	0250-8	2	Blechschauben 3,5 x 9,5 DIN 7971
Röhren- und Lampen-Meßinstrument			0253-3	2	Fiber-Isolierringe 12 x 5,2 x 1,5
0411-25	1	Röhre 12 AU 7 (ECC 82)	0253-2	1	Fiber-Isolierringe 10 x 4 x 2,5
0411-40	1	Röhre 6 AL 5 (EB 91)		3	Zylinderkopfschrauben M 4 x 8
0412-4	1	Kontroll-Lampe 6,3 V 0,1 A		1	Zylinderkopfschraube M 3 x 8
407-62	1	Meßinstrument 200 μ A		3	Zylinderkopfschrauben M 3 x 6
				3	Muttern M 4
Fassungen, Knöpfe, Füße				4	Muttern M 3
0434-47	1	Fassung für Kontroll-Lampe		4	Zahnscheiben M 3
0434-79	1	Röhrenfassung 9polig		1	Lötfahne für M 3
0434-112	1	Röhrenfassung 7polig		1	Kabelschelle für Netzkabel
462-139	2	Drehknopf		2	Zahnscheiben M 4
463-27	2	Zeiger für Drehknopf P/N. 462-139			
261-1	4	Gummifüße			



FARBKODIERUNG

Farbe	Punkt A	Punkt B	Punkt C
schwarz	0	0	keine 0
braun	1	1	0
rot	2	2	00
orange	3	3	000
gelb	4	4	0000
grün	5	5	00 000
blau	6	6	000 000
violett	7	7	0 000 000
grau	8	8	00 000 000
weiß	9	9	000 000 000

Wenn neben den drei Farben zur Kennzeichnung der elektrischen Werte noch ein vierter Farb- ring oder Farbpunkt erscheint, wird damit die Toleranz angegeben. Gold bedeutet 5%, Silber 10% und das Fehlen einer vierten Farbe 20% Toleranz.

Die Außenabmessungen der Widerstände werden durch ihre Belastbarkeit bestimmt. Als Normalwert in Heathkit-Bausätzen wird die 1/2-Watt-Ausführung benutzt, höhere Belastbarkeiten bedeuten größere Abmessungen.

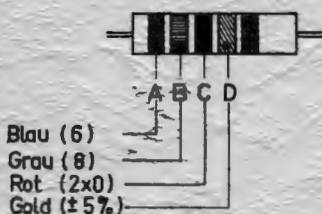
Drahtgewickelte Widerstände zwischen 1/2 Watt und 2 Watt Belastbarkeit können auch durch den Farbkode bezeichnet sein, dann ist aber der erste Farbtring doppelt breit.

Bei Kondensatoren wird die Toleranz mit der normalen Farbbezeichnung angegeben, z. B. rot = 2%, grün = 5% usw. Zum Ablesen der Arbeitsspannung bei Kondensatoren muß der Farbwert mit 100 multipliziert werden, z. B. orange = 3×100 oder 300 V, blau = 6×100 oder 600 V.

Farbkode für Festwiderstände

Farbbandmarkierung

Abb.1 Farbbandfestlegung



Das Beispiel zeigt einen Widerstand von $6800 \Omega \pm 5\%$

Abb.2 Körper-, Strich- und Punktmarkierung



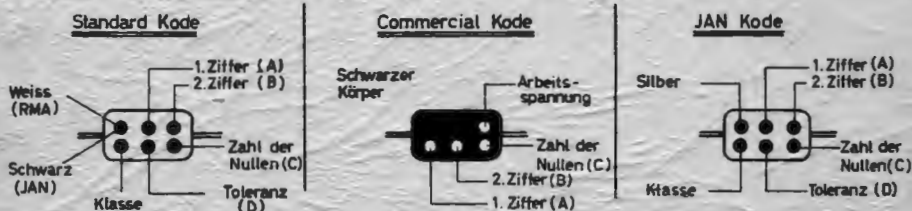
Abb.3

Körper-, Strich- u. Bandmarkierung



Farbkode für Kondensatoren

nach US-Norm, „RMA“, „JAN“ und „Commercial“





EIN ERZEUGNIS DER DAYSTROM-GRUPPE

DAS GUTEZEICHEN FÜR ELEKTRONISCHE BAUSÄTZE VON WELTRUF

Deutsche Fabrikniederlassung:

 **DAYSTROM**
GmbH

6079 Sprendlingen bei Frankfurt
Robert-Bosch-Strasse Nr. 32-38