

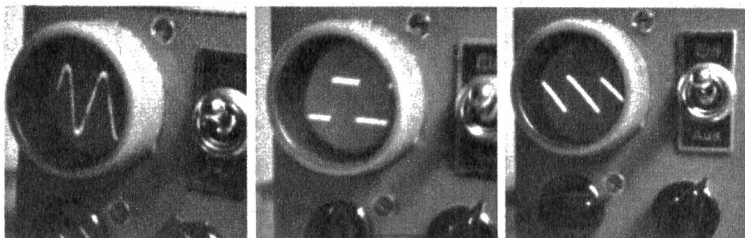
Da freut sich der Radiobastler:

Oszillograph für 100 Mark

Was den meisten ernsthaften Radiobastlern immer wieder bei der Arbeit fehlt, ist ein Kathodenstrahl-Oszillograph. Viele scheuen die hohen Kosten, andere glauben, daß die Anschaffung nicht rentabel genug sei. Wenn wir Ihnen nun hier eine Bauanleitung für ein Gerät bringen, das auch dann nicht mehr als 100 Mark kostet, wenn Sie alle Einzelteile neu anschaffen müssen, so wird zumindest der finanzielle Aufwand tragbar. Für 'alte Hasen' reduziert sich der Preis wahrscheinlich um einiges, weil sie das eine oder andere

KLEIN, HÜBSCH und verhältnismäßig einfach nachzubauen ist dieser **Mini-Oszillograph**, der seine Bewährungsprobe ausgezeichnet bestanden hat. Natürlich gehört schon etwas Geduld zu dieser Arbeit. Elektrotechnische Kenntnisse werden vorausgesetzt. Als Meßverstärker wird bei dem Gerät ein normaler einstufiger Verstärker verwendet.

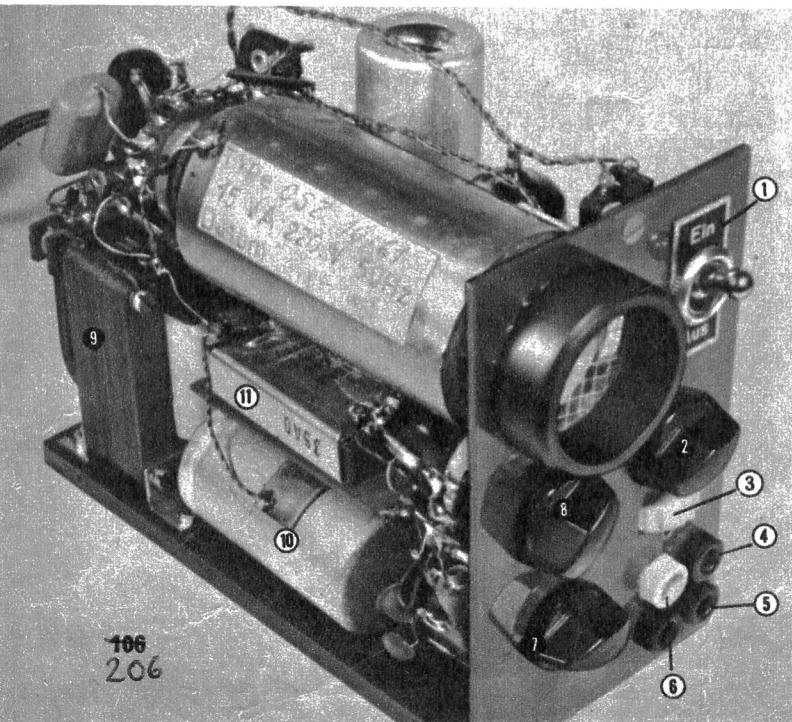




DREI BEISPIELE zeigen die Funktion des Geräts (von links nach rechts): Sinusfrequenz (50 Hz), Rechteckfrequenz (900 Hz) und Sägezahnfrequenz (10 kHz).

Einzelteil ohnehin im eigenen Ersatzteillager haben. Was aber kann man mit dem nachstehend beschriebenen höchst einfach zu bauenden Mini-Oszillographen (142 × 70 × 115 mm) alles messen? Er ist zunächst einmal für den Niederfrequenzbereich ausgelegt. Der eingebaute Sägezahn-generator arbeitet im Niederfrequenzbereich von 8 Hz bis 12 kHz. Um zum Beispiel eine Frequenz von 48 kHz zu oszillographieren, wird man vier Perioden schreiben, die in den Einzelheiten noch gut zu unterscheiden sind. Somit eignet sich das Gerät in Verbindung mit einem Tongenerator auch zum Durchmessen von Niederfrequenz-Verstärkern. Man erkennt dabei die Verzerrungen der Spannungskurven (Oberwellen, Rechtecke u. a.). Auch die Verstärkungseigenschaften können untersucht werden. Wenn das Eingangspotentiometer (R 1) mit einer entsprechend geeichten Skala versehen ist, lassen sich Wechselspannungen mes-

sen, wobei die zu messende Spannungsquelle praktisch nicht belastet wird. Unser Oszillograph eignet sich aber auch zur Messung von umlaufenden Wellen jeglicher Art. Man setzt zu diesem Zweck auf die Welle oder auf das umlaufende Teil eine Scheibe mit einer passenden Anzahl von kreisförmig angeordneten Löchern (bei hoher Drehzahl wenige, bei geringer Drehzahl viele Löcher). Die Scheibe rotiert dabei zwischen einer Glühlampe und einer Fozelle (Lichtschrankenordnung). Die Messung wird so durchgeführt, daß eine Lichtschrankenperiode (hell-dunkel) auf dem Bildschirm ein stehendes Bild ergibt. An dem geeichten Potentiometer R 5 und den umschaltbaren Kondensatoren C 1 bis C 11 wird die Frequenz abgelesen. Hat zum Beispiel die Scheibe 6 gleichmäßig verteilte Löcher, so besitzt die Welle eine Drehzahl von: Frequenz (Hz) × 60 (Umrechnung von Sekunden in Minuten) dividiert durch 6



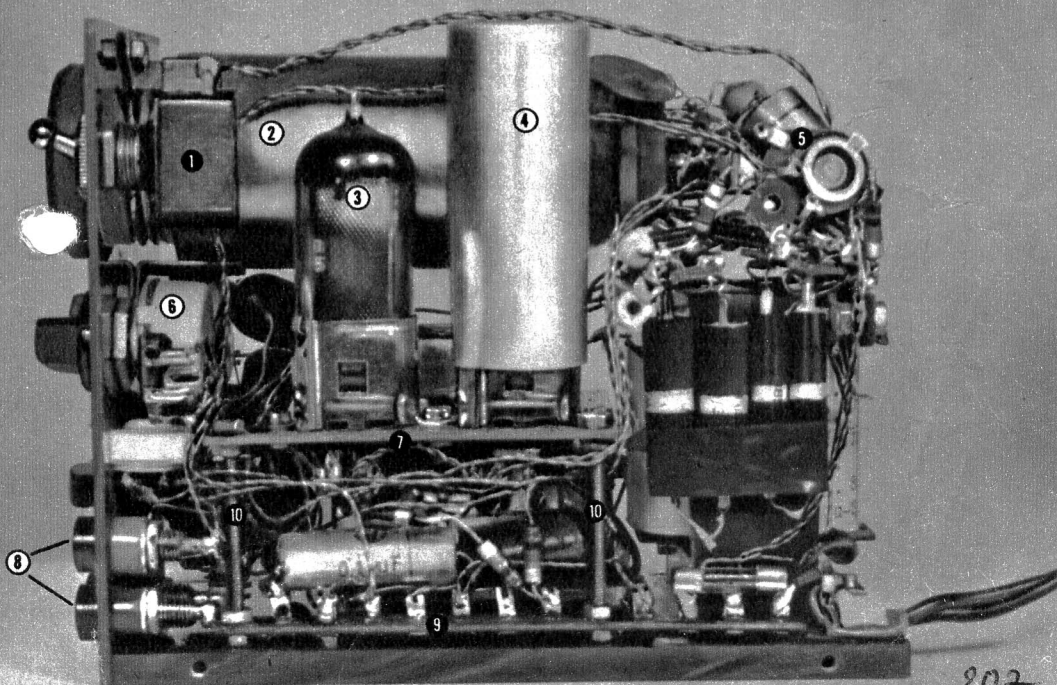
PRÄZISES ARBEITEN ist die Voraussetzung für das gute Funktionieren der Schaltung. Es bedeuten: 1) Netzschalter, 2) Verstärker, 3) Helligkeit, 4) Eingang für kleine Spannung, 5) Eingang für große Spannung, 6) Anschluß für die Kontrolllampe, 7) Frequenz (ab), 8) Frequenz (fein), 9) Netztrafo, 10) Elko, 11) Gleichrichter.

SAUBERELÖTSTELLEN ersparen dem Bastler viel Ärger. Folgende Details sind zu erkennen: 1) Netzschalter, 2) Rü-DG3, 3) Meßverstärker (EF 42), 4) Kippgenerator (EF 42), 5) Scharfeinstellung, 6) Verstärker, 7) obere Montageplatte, 8) Eingänge für kleine und große Spannung, 9) untere Montageplatte, 10) zwei der vier Stützschauben.

(Lochzahl). Die ganze Schaltung (s. schematische Darstellung S. 109) läßt sich in drei Baugruppen unterteilen: 1. Meßverstärker, 2. Sägezahn-generator und 3. Netzgerät mit Bildröhre. Der Meßverstärker ist ein einstufiger Verstärker ohne irgendwelche Besonderheiten. Im Versuchsgerät wurde hierfür die Röhre EF 42 verwendet. Man kann jedoch auch auf ähnliche Pentoden zurückgreifen. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß mit einer niedrigen Steilheit der Röhre auch die Meßempfindlichkeit abnimmt. Der Verstärker arbeitet mit der Anodenspannung von 240 V. Der Arbeitswiderstand R 11 beträgt hierbei 20 k Ω . Das Schirmgitter erhält über den Widerstand R 6 (120 k Ω) die positive Spannung, die durch C 14 (8 μ F) stabilisiert wird. Das Bremsgitter wird am Anodensockel mit der Kathode verbunden, die durch R 4 (150 Ω) gegen Masse eine Spannung von 1,5 V erhält. Der Gitterableitwiderstand R 3 beträgt 2 M Ω . Er kann jedoch auch kleiner bemessen werden. Der Kopplungskondensator C 12 (0,1 μ F) verbindet das Steuergitter der Röhre mit dem Schleifer des Eingangspotentiometers R 1 (250 k Ω); ein Ende desselben liegt an der Masse, das andere Ende an einer Meßbuchse. Sollen mit dem Oszillographen auch Spannungen gemessen werden, so wird ein Potentiometer mit linearer Charakteristik und ca. 0,5 M Ω oder größer verwendet. Der Widerstand R 2 (3 M Ω) dient zum

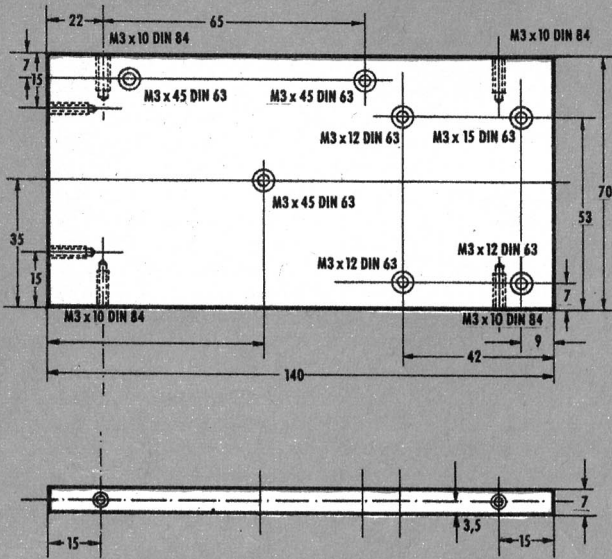
Oszillographieren von höheren Spannungen. Die verstärkte Meßspannung gelangt über C 16 (0,1 μ F) auf eine der Vertikalablenkplatten in der Bildröhre.

Der Sägezahn-generator arbeitet bei 240 V Anodenspannung in Transiton-Miller-Schaltung. Diese Schaltungsart ergibt bei niedrigen Frequenzen einen geringen Schaltungsaufwand, gute Linearität, sehr schnellen Rücklauf und eine Ausgangsspannung, die ohne Nachverstärkung zum Aussteuern der Bildröhre ausreicht. Auch in diesem Fall ist eine hohe Steilheit der Kippröhre, wie bei der verwendeten EF 42, Voraussetzung. Der Arbeitswiderstand R 10 beträgt hierbei ebenfalls 20 k Ω . Die Kathode und die Abschirmung der Bildröhre werden an Masse gelegt. Das Bremsgitter liegt über R 9 (100 k Ω) an Masse und über C 13 (0,01 μ F) am Schirmgitter. Dieses erhält eine positive Spannung über R 8 (20 k Ω). Zwischen der Anode und dem Steuergitter liegen zur groben Frequenzeinstellung 11 Kondensatoren (C 1 bis 11), die durch einen Stufenschalter wahlweise angeschaltet werden. Am Steuergitter der Röhre liegt außerdem der Schleifer des Potentiometers R 5 (5 M Ω), dessen Widerstandsende über 2,7 M Ω (R 7) an der vollen Anodenspannung von 240 V liegt. Die Sägezahnspannung wird an der Anode abgenommen und über den Kondensator C 15 (0,1 μ F) auf eine der Horizontalablenkplatten gegeben.



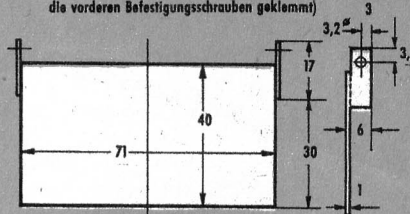
Grundplatte

(Hp4 140 x 70 x 7 mm)



Bodenblech

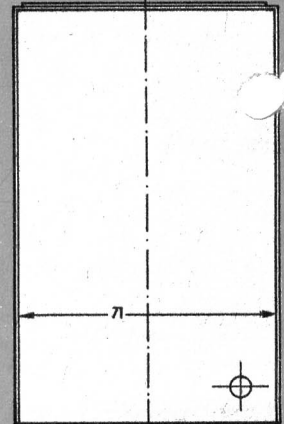
(zum Schrägtellen des Oszillographen, wird unter die vorderen Befestigungsschrauben geklemmt)



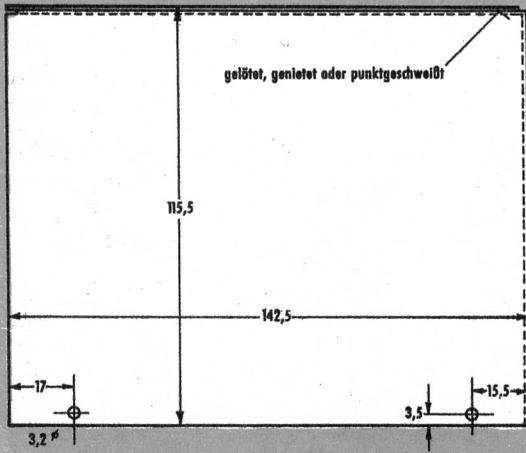
Gehäuse aus Stahlblech

(0,5 mm stark)

Lüftungslöcher und Befestigung für Griff nach Wahl

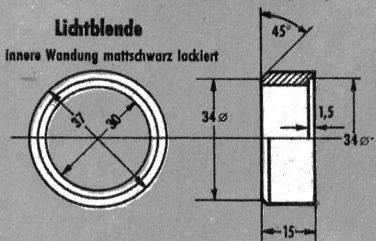


gelötet, genietet oder punktgeschweißt

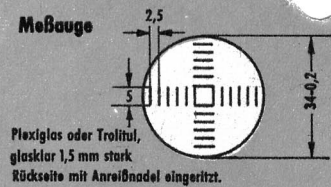


Lichtblende

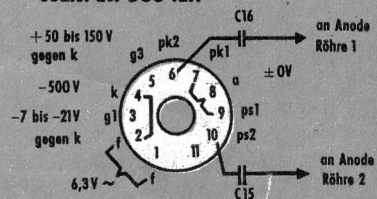
innere Wandung mattschwarz lackiert



Meßauge



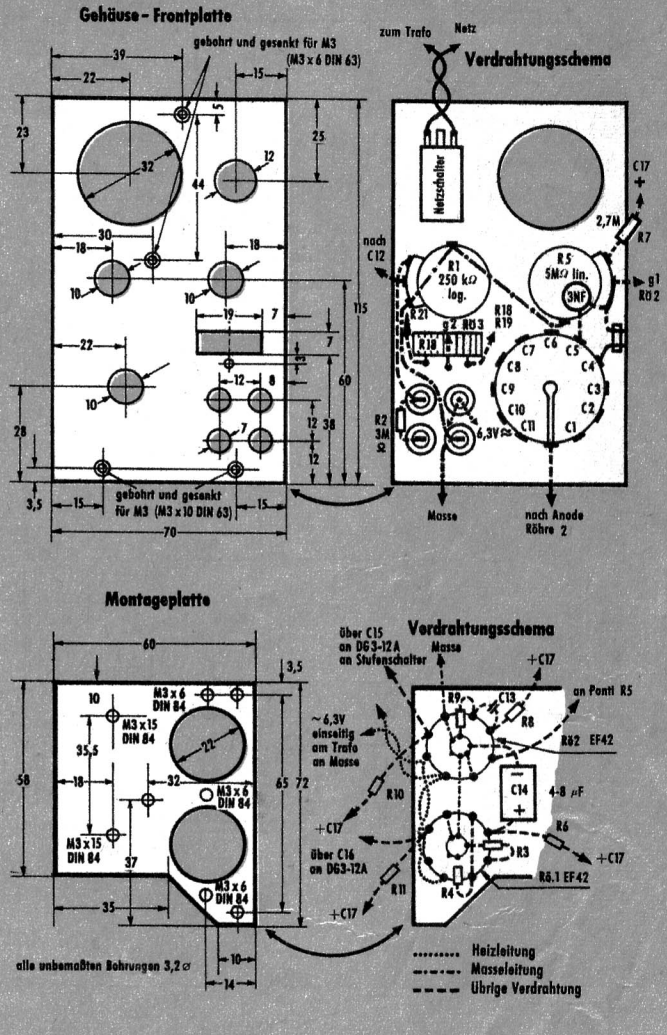
Sockel der DG3-12A



Das wichtigste Teil des Netzgerätes ist der Netztransformator. Dieser wurde wegen des Raumbedarfs für hohe Belastung berechnet und wird sich darum stärker erwärmen. Er muß deshalb sehr sorgfältig gewickelt werden. Dies betrifft vor allem die Hochspannungswicklung. Die Wicklungen müssen gut und sorgfältig gegeneinander abisoliert werden. Kann man keinen 0,05 mm starken Kupferlackdraht bekommen oder ist Wickeln zu schwierig, so wählt man einen stärkeren Draht von 0,1 mm Durchmesser und erzeugt die Hochspannung bei halber Windungszahl durch eine Spannungsverdopplungsschaltung. Der Materialaufwand ist gleich groß (Fig. 1 und 2).

Die Wicklung mit 76 Windungen (0,55 mm \varnothing CuL) gibt 6,3 V ab und dient zum Heizen der beiden Röhren EF 42, während die Wicklung mit 3500 Windungen (0,1 mm \varnothing CuL) bei 290 V die Anodenspannung liefert. Diese Spannung wird durch einen Gleichrichter in Brückenschaltung gleichgerichtet und durch den Elektrolytkondensator C17/18 ($2 \times 32 \mu\text{F}$, 350/385 V und R 22 = 1,3 k Ω) geglättet. Es ist empfehlenswert, den Gleichrichter wegen der Spitzenspannung nicht zu knapp zu bemessen. Diese liegt während des Anheizens um ca. 50 Prozent über der Spannung des Trafos. Im Versuchsgerät wurde ein Siemensgleichrichter (B 450 C 80) verwendet. Die Trafowicklung mit 76 Windungen erfolgt mit 0,40 bis 0,42 mm \varnothing CuL.

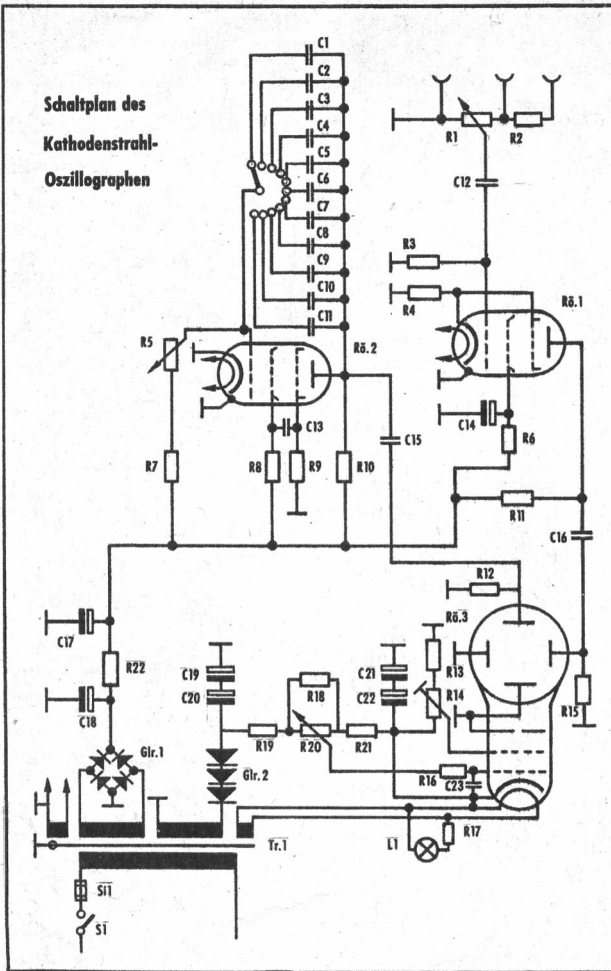
Zu erwähnen ist noch, daß der Gleichrichter (Gr 2) für die Bildröhre zwar für nur 2 mA, aber mit entsprechend



hoher Spannung ausgewählt werden muß. Weil es sich fast nur um Kondensatorlast handelt, soll die Sperrspannung von Gr 2 mindestens 1500 V, entsprechend der doppelten Trafospannung, betragen (Fig. 3).

Der Siebwiderstand für die Hochspannung setzt sich aus vier Widerständen, nämlich R 19 (300 k Ω), R 18 (15 k Ω), dem Potentiometer R 20 (1 Mk Ω — kann bis 100 k Ω größer oder kleiner sein) und R 21 (2,5 k Ω) zusammen. Dadurch erhält man die negative Spannung für das Steuergitter (Wehnelt-Zylinder) der Bildröhre. Mit dem Potentiometer (R 20) ist die Helligkeit einstellbar. Parallel zum Siebkondensator (C 21/22 von $2 \times 1 \mu\text{F}$ 350/385 V), an dessen negativem Pol die Kathode liegt, ist ein Spannungsteiler mit einem Querstrom von ca. 1 mA geschaltet. Er besteht aus dem Widerstand R 13 (300 k Ω) und aus dem Potentiometer R 14 (100 k Ω), das zum Einstellen der Bild-

**Schaltplan des
Kathodenstrahl-
Oszillographen**

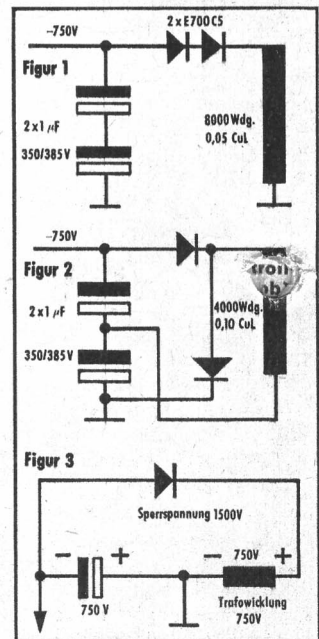


schärfe dient. Am Schleifer von R 14 liegt das Schirmgitter der Bildröhre. An dieser wird je eine Platte eines Plattenpaares an Masse gelegt, ebenso der Mu-Metall-Zylinder.

Beginnen wir mit dem Zusammenbau: Zuerst wird die Frontplatte montiert. Den auf ihr sitzenden Abschirmzylinder polstert man mit ca. 3 cm starkem Schaumgummi, damit die Bildröhre fest und stoßsicher gelagert ist. Einer der drei Befestigungswinkel des Abschirmzylinders wird entfernt und ein zweiter passend gekürzt. Bei der Verdrahtung der Frontplatte ist darauf zu achten, daß die 11 Kondensatoren (C 1 bis C 11) zwischen Stufenschalter und Potentiometer möglichst flach an der Platte anliegen.

Auf der Montageplatte werden nun die Röhrenfassungen befestigt und verdrahtet. Die Schrauben, die den Gleichrichter halten, sind vorher mit einer Mutter auf der Montageplatte zu befestigen. Auf die Grundplatte wird sodann der Netztransformator ge-

schraubt. Von den drei Schrauben (M 3×45), die die Montageplatte halten, tragen zwei eine Lötleiste (für Lötstützpunkte) und eine die Schelle mit dem Kondensator C 17/18. Ist die Montageplatte am Ende der langen Schraube befestigt, so kann der Gleichrichter (Gl 1) montiert werden. Die befestigte Frontplatte schraubt man jetzt an der Grundplatte fest. Bevor man die Kathodenstrahlröhre in den Zylinder einführt, muß die Fassung (etwas nachgearbeitet) aufgesteckt werden. Die Ansätze mit den Befestigungslöcher werden abgefeilt, damit die Fassung kreisrund ist. Auf dem Netztrafo bringt man zwei Lötensstreifen an, die die Hochspannungsgleichrichter, Siebwiderstände und Elkos (C 19 bis 21) tragen. Ist das Gerät vollständig geschaltet, mißt man die Spannungen an den Röhrenfassungen der EF 42, ehe die Röhren eingesteckt werden. Die Anschlüsse für Gitter und Kathode der Bildröhre (DG 3-12 A)



dürfen auf keinen Fall vertauscht werden. Die Masse des Gerätes wird nicht geerdet, damit auch an den Geräten ohne Trenntrafo gearbeitet werden kann. Die Abdeckhaube muß genügend Lüftungslöcher erhalten, damit sich das Gerät bei Dauerbetrieb nicht zu sehr erwärmt. Das Knopfpotentiometer R 20 wird an einer Rohrnieme in der Frontplatte angelötet.

Wickelanweisung für den Netztrafo: Die Primärwicklung W 1 (2400 Windungen, 0,15 mm \varnothing CuL) wird sauber und lagenweise gewickelt; über sie kommen zwei Lagen dünnen Isolierpapiers, denn sie muß gegen die nächste Wicklung vollständig isoliert sein. Die Anodenwicklung 2 für die Röhren (3500 Windungen, 0,10 mm \varnothing CuL) kann wild gewickelt werden. Man muß allerdings zwischendurch ca. dreimal isolieren. Diese Lage soll sauber gewickelt sein. Nach sorgfältiger Isolation der Anodenwicklung wird die Heizwicklung der Bildröhre 3 mit 76 Windungen (0,55 mm \varnothing CuL) aufgetragen. Auch sie wird gut isoliert. Nun kommt die Anodenwicklung 4 (8000 Windungen 0,05 oder 4000 Windungen 0,1) an die Reihe. Diese wird in vier Lagen zu 2000 beziehungsweise 1000 Windungen unterteilt, die wieder sorgfältig gegen-

STÜCKLISTE

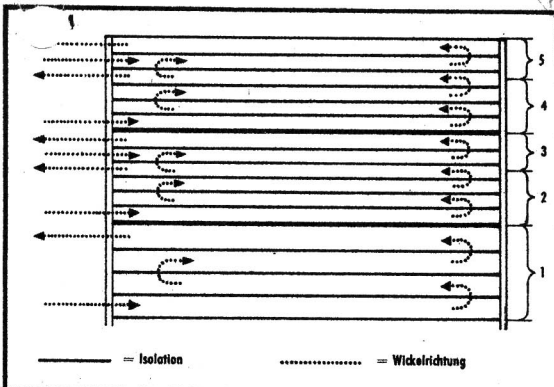
Widerstände:

R 1 = 250 kΩ log. 0,1 W
oder 0,5 MΩ lin.
R 2 = 3 MΩ 0,5 W
R 3 = 2 MΩ 0,5 W
R 4 = 150 kΩ 0,5 W
R 5 = 5 MΩ lin. 0,2 W
R 6 = 120 kΩ 0,5 W
R 7 = 2,7 MΩ 0,5 W
R 8 = 20 kΩ 0,5 W
R 9 = 100 kΩ 0,5 W
R 10 = 20 kΩ 1 W
R 11 = 20 kΩ 1 W
R 12 = 2 MΩ 0,5 W
R 13 = 300 kΩ 0,5 W
R 14 = 100 kΩ lin. 0,2 W
R 15 = 2 MΩ 0,5 W
R 16 = 1 MΩ 0,5 W
R 17 = 50 kΩ 1 W
R 18 = 15 kΩ 0,5 W
R 19 = 300 kΩ 0,5 W
R 20 = 1 MΩ lin. 0,2 W
R 21 = 2,5 kΩ 0,5 W
R 22 = 1,3 kΩ 4 W

Kondensatoren:

C 1 = 25 nF 250 V \approx
C 2 = 15 nF 250 V \approx
C 3 = 10 nF 250 V \approx
C 4 = 5 nF 250 V \approx
C 5 = 3 nF 250 V \approx
C 6 = 1,5 nF 250 V \approx
C 7 = 0,7 nF 250 V \approx
C 8 = 400 pF 250 V \approx
C 9 = 250 pF 250 V \approx
C 10 = 150 pF 250 V \approx
C 11 = 100 pF 250 V \approx
C 12 = 0,1 μF 500 V \approx
C 13 = 0,1 μF 250 V \approx
C 14 = 8 μF 350/385 V \approx
C 15 = 0,1 μF 500 V \approx
C 16 = 0,1 μF 500 V \approx
C 17/18 = 2 \times 32 μF 350/385 V \approx
C 19 = 1 μF 350/385 V \approx
C 20 = 1 μF 350/385 V \approx
C 21 = 1 μF 350/385 V \approx
C 22 = 1 μF 350/385 V \approx
C 23 = 10 nF 250 V \approx

R 1 sowie R 5 = Zwergpotentiometer mit 20,5 mm Gehäusedurchmesser, R 14 = Einstellregler, R 20 = Knopfpotentiometer (Preh), R₀1 = EF 42, R₀2 = EF 42 oder ähnlich, R₀3 = Bildröhre DG 3-12 A mit Abschirmung und Spezialfassung, Gr. 1 = B 450 C 80, Gr. 2 = 3 \times E 500 C 3 oder ähnlich, 1 Netztrafo (Bausatz mit Fußwinkelkern M 55), Kupferlackdraht (0,05/0,1/0,15/0,42/0,55 CuL), 1 Stufenschalter 11 \times 1, 1 Sicherung 0,5 A mittelträge, 1 Lampe 6 V-0,05 A/E 5,5, 3 Schaltknöpfe, Pertinaxplatte (Hp 4) 7 mm, 2 mm, Netzschur mit Stecker, Schaltdraht, 2 Rimlockfassungen mit Haube, 1 Kipp-schalter, Lötösenstreifen (ca. 30 cm), 4 Buchsen, Stahlblech 1 mm, Schrauben, Muttern.



einander abzuisolieren sind. Die Heizwicklungen 5 für die Verstärkeröhren (6 Windungen, 0,55 mm \varnothing CuL) wird zum Schluß aufgetragen. Der fertige Wickelkörper wird mit einem Beschriftungsblatt für die einzelnen Wicklungen versehen. Abschließend können dann die Kernbleche wechselseitig eingeschichtet werden. Die nebenstehende Schemazeichnung zeigt den Aufbau der Wicklung (Wicklungsrichtung und Isolation). Wer keine praktische Erfahrung im Wickeln von Trafos besitzt, sollte sich von einem Fachmann dabei helfen lassen.

Jürgen Zeis