

zustandes benutzt man auch oft kleine Glimmlampen. Bei Anwendung der Glimmlampen muß beachtet werden, daß diese einen Vorwiderstand von etwa 300 Ohm benötigen. Für die einzelnen Glühlampenarten, mit Schraubsockel oder in Soffittenausführung, gibt es verschiedene Arten von Lampenfassungen, die man je nach Bedarf wählt. Zum Selbstbau von Skalenantrieben für Empfangs- oder Meßgeräte hält der Handel Skalenträder (Seilträder) in verschiedenen Größen bereit (Bild 160). Auch die für die Führung des Skalenseiles notwendigen Umlenkrollen kann man ebenso wie die auf 6-mm-Achsen aufschiebbar antriebs-Hohlachsen fertig kaufen. Zum Verdrähten eines selbstgebauten Gerätes ist isolierter Scheldraht mit einem Kupferdurchmesser von 0,5 mm oder 0,7 mm erforderlich. Wird die Schaltverbindung dauernden Bewegungen ausgesetzt, so muß isolierte Schaltlitze verwendet werden, die sehr flexibel ist. Zum Isolieren blanker Drahtverbindungen nimmt man Isolierschlauch (Gummi- oder getränkter Webschlauch). Für HF-Spulen hält man HF-Litze 20 · 0,07 mm und versilberten Kupferdraht vorrätig.

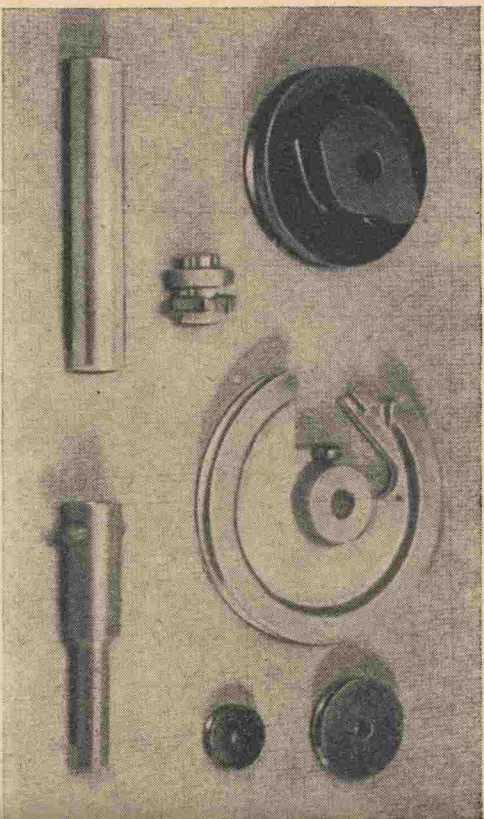


Bild 160. Verschiedene Bauteile für den Selbstbau von Skalen wie Seilträder, Umlenkrollen, Führungsbuchse, Antriebsachse und Verlängerungsachse

TEIL II BAUANLEITUNGEN UND SCHALTUNGSVORSCHLÄGE MIT MINIATURRÖHREN

1. STROMVERSORGUNG VON FUNKTECHNISCHEN GERÄTEN

Bei der Stromversorgung von funktechnischen Geräten wie Empfängern, Sendern, Meßgeräten usw. unterscheiden wir zwischen dem Batteriebetrieb und dem Netzbetrieb. Der Batteriebetrieb wird vor allem bei transportablen Geräten angewendet, z. B. im Gelände oder in Gegenden, in denen keine Netzspannung zur Verfügung steht. Auch Notfunkanlagen werden wahlweise für Batterie- und Netzbetrieb ausgelegt, da eine solche Station auch bei Ausfall des Stromnetzes immer einsatzbereit sein muß.

Der Netzbetrieb ist gegenüber dem Batteriebetrieb wesentlich billiger und wird deshalb bei allen stationären Geräten angewendet. Steht ein Wechselstromnetz zur Verfügung, so wird selbstverständlich für die Stromversorgung auch ein Wechselstrom-Netzteil vorgesehen. Mit Hilfe eines Netztransformators kann die Netzspannung beliebig herauf- bzw. herabgesetzt werden. Muß allerdings ein Gleichstromnetz benutzt werden, so ist Allstrombetrieb vorzusehen.

1.1 Die Siebung

Für den Betrieb eines mit Elektronenröhren bestückten funktechnischen Gerätes sind verschiedene Betriebsspannungen notwendig. Während für die Heizung der Elektronenröhren, vor allem für die indirekt geheizten Röhren, bei denen Heizfäden und Kathode elektrisch voneinander getrennt sind, Wechselstrom verwendet werden kann, erfordern die einzelnen Elektrodenanspannungen (wie Gittervorspannung, Schirmgitterspannung und Anodenspannung) Gleichspannungen. Steht ein Wechselstromnetz zur Verfügung, so muß die erforderliche Gleichspannung durch Gleichrichten der Wechselspannung gewonnen werden.

Je nach Schaltungsart unterscheiden wir zwischen der Einweg- und der Zweiweg-Gleichrichtung. Die Einweg-Gleichrichtung wird vor allem bei der Allstromschaltung oder bei Wechselstrom-Netzteilen angewendet, bei denen in bezug auf die Größe der Brummspannung keine besonderen Ansprüche gestellt werden. Für die Gleichrichtung stehen Hochvakuum-Gleichrichterröhren (z. B. EZ 80, EZ 81) oder Trockengleichrichter auf Selenbasis zur Verfügung. Neuerdings finden auch Germanium-Flächengleichrichter, die sich durch besondere Kleinheit auszeichnen, zur Gleichrichtung von Wechselspannungen Anwendung. Hochvakuum-Gleichrichterröhren benötigen gegenüber den anderen Gleichrichtern noch eine Heizspannung. Dabei können Gleichrichterröhren mit indirekt geheizter Kathode (wie EZ 80, EZ 81) aus der gleichen Heizspannungswicklung geheizt werden wie die anderen Elektronenröhren z. B. eines Empfängers. Für direkt geheizte Gleichrichterröhren (wie AZ 11, AZ 12) benutzen wir

eine besondere Heizwicklung. Die einfachste Gleichrichterschaltung ist die Einweg-Gleichrichtung (Bild 161). Auf dem Netztransformator braucht dafür nur eine einzige Anodenspannungswicklung vorhanden zu sein. Ein Wicklungsende besitzt Massepotential, das andere wird mit der Anode der Gleichrichterröhre verbunden. An der Kathode der gleichen Röhre kann ein pulsierender Gleichstrom entnommen werden, der noch durch entsprechende Siebmittel zu glätten ist. Dafür verwenden wir Siebglieder, die in dem Längsweig entweder eine Drosselspule oder einen Widerstand besitzen und in den beiden Quersweigen entsprechend große Kondensatoren. Das Längsglied hat die Eigenschaft, eine Gleichspannung passieren zu lassen und eine Wechselspannung zu sperren. Die Querglieder verhalten sich entgegengesetzt, indem sie der Gleichspannung den Weg versperren, aber eine Wechselspannung nach Masse passieren lassen. Durch die Spannungsteilung tritt im Ausgang des Netzgerätes eine gestieble Gleichspannung auf, während die nach der Gleichrichterröhre noch vorhandenen Wechselspannungsreste nach Masse abfließen. Für die Größe der Siebwirkung ist die Größe der Kondensatoren (Elektrolytkondensatoren) und der Siebdrossel maßgebend. Außerdem spielt die Brummfrequenz eine Rolle. Diese beträgt bei Einweg-Gleichrichtung 50 Hz, bei Zweiweg-Gleichrichtung 100 Hz. Bei der Zweiweg-Gleichrichtung ist die Brummfrequenz doppelt so groß, weil beide Halbwellen der Wechselspannung bei der Gleichrichtung ausgenutzt werden (Bild 161). Es sind deshalb zwei Anodenspannungswicklungen nötig, meist als eine Wicklung mit Mittelanzapfung auf dem Netztransformator ausgeführt. Die Mittelanzapfung wird an Masse gelegt, und die beiden anderen Wicklungsenden werden an die beiden Anoden der Gleichrichterröhre geführt. An der Kathode kann dann wieder die gleichgerichtete Spannung entnommen werden, die noch entsprechend zu sieben ist.

Nun wollen wir überschlagsmäßig die Siebwirkung der verwendeten Siebglieder berechnen. Wir erhalten damit den Überblick, ob eine vorgesehene Siebschaltung für einen bestimmten Verwendungszweck ausreicht. Soll eine gute Siebwirkung erreicht werden, so verwenden wir auf jeden Fall eine LC-Kette, wie sie Bild 162 zeigt. Für einfache Geräte genügt oft schon die RC-Schaltung nach Bild 162, die aber als Nachteil eine größeren Gleichspannungsabfall am Siebwiderstand R und eine geringere Siebwirkung zur Folge hat.

Der Kondensator C 1 wird als Ladekondensator bezeichnet. An ihm liegt die gleichgerichtete Wechselspannung, der die Brummspannung überlagert ist. Für die Größe

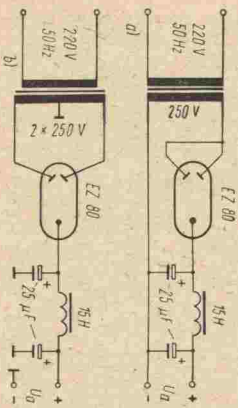
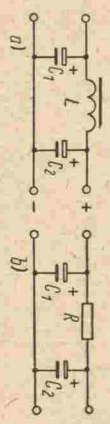


Bild 161. Prinzipschaltung der Einweg- (a) und der Zweiweggleichrichtung (b)

Bild 162. Siebglieder zur Gleichstromsiebung nach dem LC-Prinzip (a) und dem RC-Prinzip (b) der Brummspannung am Ladekondensator gilt die Formel für die



Einweg-Gleichrichtung: $U_{Br1} = 4,5 \cdot \frac{1}{C_1} [M]$

Zweiweg-Gleichrichtung: $U_{Br1} = 1,5 \cdot \frac{1}{C_1} [M]$

U_{Br1} = Brummspannung am Ladekondensator C₁; C₁ = Kapazität in µF des Ladekondensators; I = Verbraucherstrom in mA.

Das anschließende LC-Glied verringert die Brummspannung infolge des Frequenzverhaltens der Siebdrossel L (großer Wechselstromwiderstand) und des Siebkondensators C₂ (kleiner Wechselstromwiderstand). Für die restliche Brummspannung U_{Br2} in Prozent von U_{Br1} gelten die Formeln für die

Einweg-Gleichrichtung: $U_{Br2} = \frac{1000}{L \cdot C_2} \%$

Zweiweg-Gleichrichtung: $U_{Br2} = \frac{250}{L \cdot C_2} \%$

U_{Br2} = restliche Brummspannung in Prozent von U_{Br1} ; L = Induktivität der Siebdrossel in H; C₂ = Kapazität in µF des Siebkondensators.

Wird zur Siebung ein RC-Glied nach Bild 162 benutzt, so gilt für die restliche Brummspannung für die

Einweg-Gleichrichtung: $U_{Br2} = \frac{320}{R \cdot C_2} \%$

Zweiweg-Gleichrichtung: $U_{Br2} = \frac{160}{R \cdot C_2} \%$

U_{Br2} = restliche Brummspannung in Prozent von U_{Br1} ; R = Siebwiderstand in kOhm; C₂ = Kapazität in µF des Siebkondensators.

Beispiel:

Für eine Gleichrichterschaltung sei bei einer Stromentnahme von I = 100 mA der Ladekondensator C 1 mit 25 µF, der Siebkondensator C 2 mit 32 µF bemessen. Wahlweise wird eine Siebdrossel mit L = 15 H oder ein Siebwiderstand mit R = 1 kOhm verwendet. Wie sehen die Brummspannungsverhältnisse bei Einweg- und Zweiweg-Gleichrichtung aus?

Einweg-Gleichrichtung:

LC-Kette

$$U_{Br1} = 4,5 \cdot \frac{100 \text{ mA}}{25 \mu\text{F}} = 18 \text{ V}$$

$$U_{Br2} = \frac{1000}{15 \text{ H} \cdot 32 \mu\text{F}} = 480 = 2,08\%$$

$$U_{Br3} = \frac{100}{18 \cdot 10} = 0,374 \text{ V}$$

RC-Kette

$$U_{Br1} = 4,5 \cdot \frac{100 \text{ mA}}{25 \mu\text{F}} = 18 \text{ V}$$

$$U_{Br2} = \frac{320}{1 \text{ k}\Omega \cdot 32 \mu\text{F}} = 32 = 10\%$$

$$U_{Br3} = \frac{18 \cdot 10}{100} = 1,8 \text{ V}$$

Zweiweg-Gleichrichtung:

$$U_{Br1} = 1,5 \cdot \frac{100 \text{ mA}}{25 \mu\text{F}} = 6 \text{ V}$$

$$U_{Br2} = \frac{250}{15 \text{ H} \cdot 32 \mu\text{F}} = 480 = 5,52\%$$

$$U_{Br3} = \frac{100}{6 \cdot 0,52} = 0,31 \text{ V}$$

$$U_{Br1} = 1,5 \cdot \frac{100 \text{ mA}}{25 \mu\text{F}} = 6 \text{ V}$$

$$U_{Br2} = \frac{160}{1 \text{ k}\Omega \cdot 32 \mu\text{F}} = 32 = 5,07\%$$

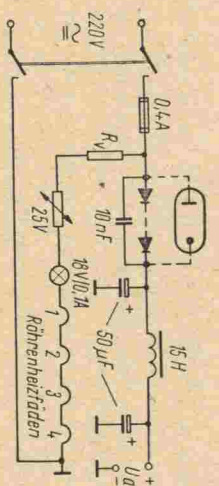
$$U_{Br3} = \frac{160}{6 \cdot 567} = 0,3 \text{ V}$$

Wie die Ergebnisse zeigen, ist für eine gute Siebung die Zweiwegschaltung der Einwegschaltung und die LC-Kette der RC-Kette vorzuziehen. Werden handelsübliche Teile benutzt, so wählen wir für die Siebketten Siebdrosseln von etwa 10 bis 50 H und Elektrolytkondensatoren von 4 bis 50 μF .

1.2 Allstrom-Netzteil

Die Allstromschaltung wendet man bei Netzteilen an, die sowohl an Gleichstrom- als auch an Wechselstromnetzen betrieben werden sollen. Es verbietet sich deshalb die Benutzung eines Netztransformators zur Erzeugung der notwendigen Heiz- und Anodenspannung. Als Anodenspannung wird vielmehr die volle Netzspannung verwendet. Bild 163 zeigt die Schaltung für einen Allstrom-Netzteil. Bei dem Betrieb an einem Gleichstromnetz wäre eigentlich der Trockengleichrichter (oder eine Gleichrichter-röhre, gestrichelt gezeichnet) nicht notwendig. Um aber bei falscher Polung des Netz-teiles am Gleichstromnetz die Elektrolytkondensatoren nicht zu zerstören, ist es besser, den Gleichrichter einzubauen. Außerdem arbeitet das Gerät dann auch am Wechselstromnetz, ohne daß eine besondere Umschaltung vorgenommen werden muß. Die Siebkette, bestehend aus den Elektrolytkondensatoren von 50 μF und der Siebdrossel von etwa 15 H, vermindert bei Gleichstrombetrieb das Maschinengeräusch der Gleichstromgeneratoren, die das Gleichstromnetz speisen, und bei Wechselstrombetrieb das unvermeidliche Netzbrummen auf ein Minimum. Der parallel zum Gleichrichter

Bild 163. Schaltung für ein Allstrom-Netzteil



liegende Kondensator von 10 nF verhindert das sogenannte „abstimmbare Netzbrummen“, das beim Empfang starker Sender auftreten kann, wenn das Stromnetz als Antenne wirkt. Bei Allstrom-Netzteilen ist der Siebdrossel gegenüber dem Siebwiderstand der Vorzug zu geben, da an der Siebdrossel ein geringerer Gleichspannungsabfall auftritt. Verwendet man dennoch einen Siebwiderstand, so wird die Gleichspannung für die Endröhre am Ladekondensator entnommen; ein stärkeres Brummen kann die Folge sein.

Ein besonderes, aber kein schwieriges Problem ist beim Allstrom-Netzteil die Bereitstellung der Heizspannungen für die einzelnen Röhren. Diese Heizspannungen, die durchweg weit niedriger als die Netzspannungen sind, lassen sich nur durch entsprechende Vorwiderstände einstellen. Da an solchen Vorwiderständen natürlich eine entsprechende elektrische Verlustleistung in Form von Wärme auftritt, wurden spezielle Allstromröhren geschaffen. Solche Allstromröhren besitzen gegenüber den normalen Elektronenröhren eine höhere Heizspannung und haben z. B. sämtlich den gleichen Heizstrom von 0,1 A. Damit ist eine stromsparende Heizung möglich: Die Heizfäden können in Serie geschaltet werden, und dabei fließt durch alle Heizfäden der gleiche Heizstrom von 0,1 A, während sich die einzelnen Heizspannungen addieren. An dem Vorwiderstand im Heizkreis braucht jetzt nur die Differenzspannung zur Netzspannung abzufallen. Dazu liegen noch im Heizkreis die Lämpchen für die Skalenbeleuchtung und ein Halbleiterwiderstand (Heißleiter) zum Begrenzen des Einschalt-Stromstoßes. Das ist notwendig, weil alle Heizfäden im kalten Zustand einen geringen Widerstand aufweisen und der Einschaltstrom dadurch größer als 0,1 A ist. Als Folge brennt dann meist das Skalenlämpchen durch. Der Heißleiter zeigt das umgekehrte Verhalten: Er besitzt vor dem Einschalten einen höheren Widerstand, so daß im Heizstromkreis auch beim Einschalten keine Überbelastung auftritt. Die Berechnung der Größe eines erforderlichen Vorwiderstandes zeigt folgendes Beispiel.

Beispiel:

Für einen Rundfunkempfänger soll der Vorwiderstand für den Heizkreis berechnet werden. In diesem Heizkreis liegen die Heizfäden der Röhren UF 89, UCH 81, UBF 89, UCL 82, eine Skalenlampe mit 18 V und ein Heißleiter mit einem Spannungsabfall von 25 V im heißen Zustand. Die Stromstärke im Heizkreis beträgt $I = 0,1 \text{ A}$. Die Gesamt-Heizspannung erhalten wir aus der Addition der einzelnen Heizspannungen der Elektronenröhren, der Spannungen der Skalenlampe und des Heißleiters.

$$U_{B89} = 12,6 \text{ V}; U_{CH 81} = 19 \text{ V}; U_{BE 89} = 19 \text{ V}; U_{CL 82} = 50 \text{ V};$$

$$U_H = 12,6 \text{ V} + 19 \text{ V} + 19 \text{ V} + 50 \text{ V} + 18 \text{ V} + 25 \text{ V} = 143,6 \text{ V}.$$

Bei einer Netzspannung von $U_N = 220 \text{ V}$ muß am Vorwiderstand R_V eine Spannung U_R abfallen von

$$U_R = U_N - U_H = 220 \text{ V} - 143,6 \text{ V} = 76,4 \text{ V}.$$

Die Größe des Vorwiderstandes ergibt sich damit zu

$$R_V = \frac{U_R}{I} = \frac{76,4}{0,1} = 764 \Omega.$$

Dieser Widerstand muß eine Belastbarkeit besitzen von

$$N = I^2 \cdot R_V = 0,1^2 \cdot 764 = 0,01 \cdot 764 = 7,64 \text{ W}.$$

Ein großer Nachteil der Allstromschaltung liegt darin, daß direkte Verbindung mit dem Stromnetz besteht. Deshalb ist beim Arbeiten an Allstromschaltungen äußerste Vorsicht geboten. Steht z. B. das Chassis mit der Netzphase in Verbindung, so kann man bei Berührung einen elektrischen Schlag erhalten. Deshalb ist es besser, vorher den Netzstecker aus der Netzdose zu ziehen. Muß am eingeschalteten Gerät gearbeitet werden, so ist vorher mit einem Glühlampen-Prüfsift zu kontrollieren, ob das Chassis Spannung führt.

1.3 Wechselstrom-Netzteil

Bei der Wechselstromschaltung ist diese Berührungsgefahr am Chassis nicht vorhanden, da durch den Netztransformator eine galvanische Trennung von Netz und Schaltung erfolgt. Die Primärwicklung des Netztransformators liegt über dem Einschalter (einer oder zweipoligem Kippschalter) am Stromnetz. Die beiden Kondensatoren von je 5 nF verhindern, daß das Netz als Antenne wirkt. Meist enthält die Primärwicklung von je 5 nF Netztransformatoren noch Anpassungen für andere Netzspannungen (z. B. 110 V, 125 V, 150 V, 240 V). Bei einer anderen Netzspannung als 220 V braucht man also nur einen Anschluß umzuschalten, und das Gerät arbeitet mit der gleichen Leistungsfähigkeit wie bei 220 V. Je nach Schaltungsart enthält der Netztransformator sekundärseitig Wicklungen für die Anodenspannung und die Heizspannung (Berechnung eines Netztransformators siehe Kapitel 5.4, Teil I).

Bild 164 zeigt die Schaltung eines Wechselstrom-Netztes mit Zweifweg-Gleichrich-

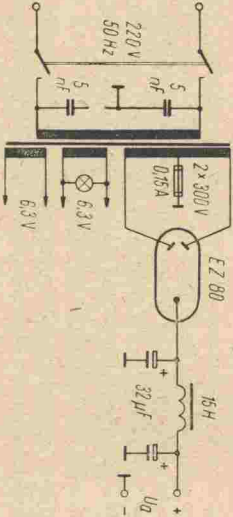


Bild 164. Schaltung für ein Wechselstrom-Netzteil

tung. Die Mittelanzapfung der Anodenwicklung wird über eine Sicherung an Masse gelegt, damit bei auftretendem Kurzschluß (z. B. defektem Elektrolytkondensator) die Gleichrichterröhre und die Anodenwicklung gesichert sind. Die beiden anderen Enden der Anodenwicklung liegen an den beiden Anoden der Gleichrichterröhre, an der Kathode wird die gleichgerichtete Spannung entnommen, darauf folgt die übliche Siebkette. Bei der Heizung der Gleichrichterröhre muß man darauf achten, wie die Kathode aufgebaut ist. Bei einer indirekt geheizten Kathode (z. B. EZ 80, EZ 81) kann der Heizfaden an der gleichen Heizwicklung wie die anderen Röhrenheizfäden angeschlossen werden. Nur bei direkt geheizten Kathoden (z. B. AZ 11, AZ 12) müssen wir eine besondere Heizwicklung für die Gleichrichterröhre verwenden. Bei halbindirekt geheizten Gleichrichterröhren ist ein Heizfadenende mit der Kathode verbunden. Deshalb muß wie bei der direkt geheizten Kathode eine besondere Heizwicklung für die Gleichrichterröhre vorgesehen werden.

Sämtliche modernen Wechselstromröhren besitzen einen Heizfaden mit der Heizspannung von 6,3 V. Deshalb werden die Heizfäden aller in einem Gerät verwendeten Elektronenröhren parallelgeschaltet. Dadurch addieren sich die Heizstromstärken der einzelnen Röhren, es ist leicht zu kontrollieren, ob die Heizwicklung eines Netztransformators für die benötigte Heizstromstärke genügt. Reicht sie nicht aus, so muß man die Röhrenheizfäden auf zwei Heizwicklungen verteilen, die meist jeder Netztransformator enthält.

Die verwendeten Skalenlampen sind ebenfalls für eine Betriebsspannung von 6,3 V ausgelegt, so daß sie direkt an die Heizwicklung angeschlossen werden können.

Tafel: Gleichrichterröhren

Typ	Heizspannung in V	Heizstrom in A	Tratransformationsspannung in V	entnehmbarer Gleichstrom in mA	maximaler Ladekondensator in μF
RGN 1064					
AZ 1, AZ 11	4,0	1,10	2. 300	120	60
AZ 12	4,0	2,20	2. 400	150	60
EY 13	6,3	2,50	2. 400	350	32
EZ 11	6,3	0,29	2. 250	60	32
EZ 12	6,3	0,90	2. 400	125	32
EZ 80	6,3	0,60	2. 300	90	50
EZ 81	6,3	1,00	2. 300	150	50
UY 11	50,0	0,10	250	80	32
UY 82	55,0	0,10	220	180	60
UY 85	38,0	0,10	220	110	100
SZ 4	5,0	2,00	2. 350	125	32
6x5	6,3	0,60	2. 325	70	32

1.4 Spannungsstabilisierung

Für manche Schaltungen werden konstante Gleichspannungen, sogenannte „stabilisierte Spannungen“ benötigt. Das kann der Fall sein bei der Schirmgitterspannung eines Kurzwellen-Audions oder bei Meßgeräten. Dafür verwendet man Spannungsstabilisatorröhren, die eine bestimmte Gleichspannung in engen Grenzen konstanthalten. In diesen Röhren gibt es eine Glimm-Entladungsstrecke, die auf Grund physikalischer Vorgänge eine konstante Brennspannung besitzt. Da die Zündspannung einer solchen Glimmstrecke höher liegt als die Brennspannung, muß man die Stabilisatorröhre über einen Vorwiderstand aus einer Gleichspannung von etwa 250 bis 350 V betreiben. Am Pluspol der Stabilisatorröhre kann die konstante Gleichspannung entnommen werden.

Es gibt verschiedene Typen von Stabilisatorröhren, die sich in der Größe der Brennspannung (70 V, 85 V, 100 V, 150 V, 280 V) und der Größe des entnehmbaren Stromes (4,5 bis 40 mA) unterscheiden. Bild 165 zeigt ein Beispiel für die Schaltung einer Stabilisatorröhre zur Konstanthaltung einer Spannung von 150 V bei einer maximalen Stromentnahme von 30 mA. Folgendes Beispiel erläutert die Berechnung des Vorwiderstandes für die Stabilisatorröhre.

Beispiel:

Es soll eine Gleichspannung von 150 V bei einer Stromentnahme von 30 mA konstant gehalten werden. Die Betriebsspannung beträgt 320 V. Als Stabilisatorröhre wird der Typ SIR 150/40 Z verwendet, die einen minimalen Querstrom von 10 mA besitzt, der zur Aufrechterhaltung der Glimmentladung erforderlich ist. Für die Berechnung des Vorwiderstandes muß deshalb ein Querstrom von $I_q = 30 \text{ mA} + 10 \text{ mA} = 40 \text{ mA}$ zugrunde gelegt werden.

$$R_V = \frac{320 \text{ V} - 150 \text{ V}}{40 \text{ mA}} = \frac{170}{0,04} = 4250 \Omega.$$

$$N = I^2 \cdot R = 0,04^2 \cdot 4250 = 0,0016 \cdot 4250 = 6,8 \text{ W}.$$

Dieser Widerstand muß für eine Belastung bemessen sein von

Benötigt man für besondere Zwecke mehrere stabilisierte Gleichspannungen, z. B. in den Intervallen 70, 140, 210 und 280 V, so gibt es Stabilisatorröhren mit vier Glimmentladungsstrecken (SIR 280/40 und SIR 280/80). Diese Stabilisatorröhren werden ebenfalls über einen Vorwiderstand betrieben, an den einzelnen Elektroden kann man die stabilisierten Spannungen entnehmen. Wird bei solchen Röhren z. B. die Elektrode + 70 an Masse gelegt, so bekommen wir die stabilisierten Spannungen — 70 V, + 70 V, + 140 V und + 210 V; wir erhalten also für die Speisung eines Steuergitters

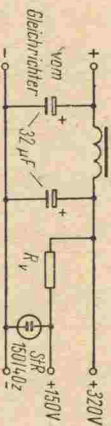


Bild 165. Schaltung für die Entnahme einer stabilisierten Gleichspannung

eine negative Spannung. Parallel können wir zu den Glimmstrecken Potentiometer legen und haben dann regelbare Spannungen von z. B. 0 bis — 70 V, 0 bis + 70 V, 0 bis + 140 V usw. zur Verfügung. Sind höhere Gleichspannungen zu stabilisieren, so können gleichartige Stabilisatorröhren in Serie geschaltet werden. Eine Parallelschaltung von Stabilisatorröhren zur Erzielung einer höheren Stromentnahme ist nicht möglich. Dafür muß man eine elektronische Stabilisierung mit Hochvakuum-Elektronenröhren vorsehen.

1.5 Kleiner Universal-Netzteil

Für den Betrieb von Versuchsschaltungen benötigen wir je nach den verwendeten Elektronenröhren entsprechende Heizspannungen und Anodenspannungen. Deshalb ist es günstig, immer einen betriebsbereiten Stromversorgungsstiel zur Verfügung zu haben. Der Aufbau auf ein Holzbrett ist nicht zu empfehlen, da das Gerät schnell verstaubt und vor allem nicht berührungssicher ist. Man baut es daher besser in ein entsprechendes Gehäuse ein. Nachfolgend wird ein kleiner, universell verwendbarer Netzteil beschrieben, der für die Belange des Amateurs ausreicht.

Das Universal-Netzgerät gibt folgende Spannungen ab:

Wechselspannung:	6,3 V/1,3 A
	9,5 V/0,7 A
Gleichspannung:	320 V/50 mA
	150 V/10 mA (stabilisiert)

Als Netztransformator wird ein handelsüblicher Typ der Firma G. Neumann, Kreuzburg (Merrö), verwendet (N 85/580617). Er besitzt u. a. eine Heizwicklung mit 9,5 V, so daß auch Röhren wie die PCF 82 oder PCC 84 und PCC 88 (beide über Vorwiderstand) geheizt werden können. Legt man auf diese Heizspannung keinen Wert, so läßt sich auch der Typ N 85 K derselben Firma verwenden, bei dem die 6,3-V-Wicklung bis 3,8 A belastbar ist. Bild 166 zeigt das Universal-Netzgerät, für das als Gehäuse eine Brotbüchse mit den Außenmaßen 210 · 140 · 75 mm dient. Da in jedem

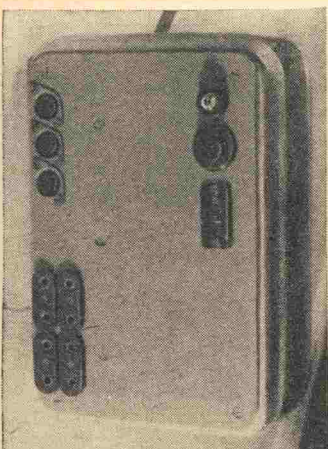


Bild 166. Vorderansicht des Universal-Netzgerätes

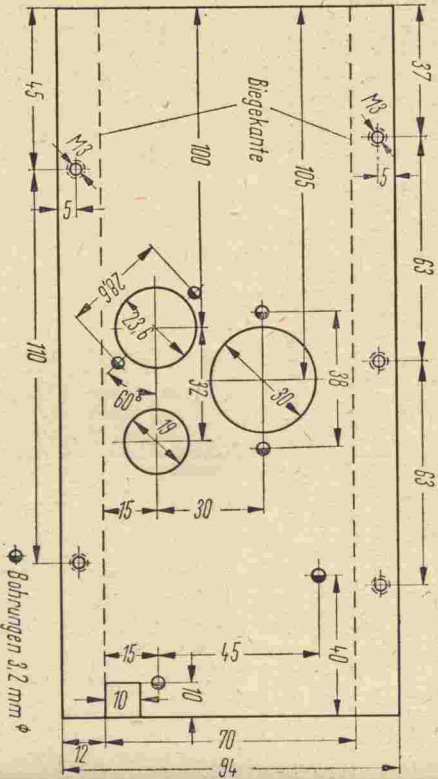
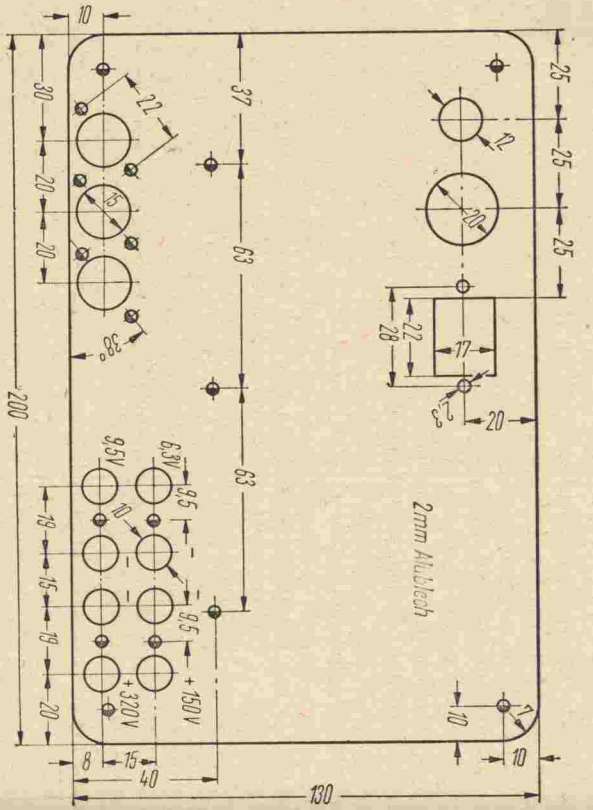
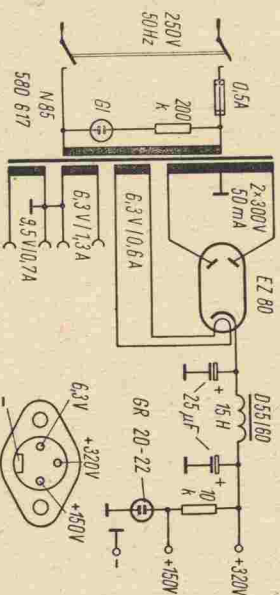


Bild 167. Maßskizze und Bohrplan für Frontplatte (oben) und Chassis (unten) des Universal-Netzgerätes

Haushaltwarengeschäft solche Brotbüchsen aus Aluminiumblech zu erhalten sind, entfallen alle Arbeiten zur Herstellung eines Gehäuses. Um das Gehäuse etwas stabiler zu gestalten, erhält es eine aufgesetzte Frontplatte aus 2 mm starkem Alublech (Bild 167). Mit vier Schrauben in den Ecken wird sie am Brotbüchsendeckel befestigt, mit drei Schrauben außerdem mit dem Chassis verschraubt. Auf diesem Chassis ordnen wir die einzelnen elektrischen Bauteile an. Der andere, kleinere Brotbüchsentheil wird mit zwei Schrauben am abgewinkelten Chassis befestigt. Nach Fertigstellung hat das kleine Netzgerät einen stabilen Zusammenhalt und steht sicher auf dem Tisch.

Die Schaltung des Universal-Netzgerätes weist keine Besonderheiten auf (Bild 168). Mit einem zweipoligen Schiebescrhalter erfolgt die Trennung vom Netz. Ein Kipp-schalter wurde bewußt nicht verwendet, da erfahrungsgemäß der Knebel leicht ab-bricht. Eine Sicherung (0,5 A) schützt das Gerät bei Überlastung. Die Glühlampe Gl zeigt den betriebsbereiten Zustand des Netztes an. Zur Strombegrenzung wird vor die Glühlampe ein Widerstand von 200 kOhm geschaltet. Die Gleichrichtung erfolgt in Zweiwegschaltung mit der Röhre EZ 80. Die beiden Enden der Anodenwicklung in D 55/60 schaltet man an je eine Anode der Röhre EZ 80, während die Mittelanzapfung an Masse gelegt wird. Die Heizung der Röhre EZ 80 erfolgt durch eine 6,3-V-Wicklung, die mit 0,6 A belastbar ist. Die gleichgerichtete Spannung wird an der Kathode der EZ 80 entnommen und zur Siebung über ein LC-Glied geführt. Als Siebdrossel fand der Typ D 55/60 der Firma Neumann ($I = 60 \text{ mA}$, $L = 15 \text{ H}$, $R = 500 \Omega$) Verwendung. Für die Elektrolytkondensatoren baut man zur Platzersparnis ein Doppelt-Elko 2 · 25 μF — 500/550 V ein. Nach der Siebkette kann eine Gleichspannung von etwa 320 V ent-nommen werden. Über den Vorwiderstand von 10 kOhm wird auch die Stabilisator-röhre 5FR 150/40 z betreiben, so daß noch eine stabilisierte Gleichspannung von 150 V zur Verfügung steht. Die beiden Gleichspannungen und die beiden Heizspannungen legt man an entsprechende Buchsenpaare, wie sie in Bild 166 rechts unten zu erkennen sind. Der Abstand der zusammengehörenden Buchsenpaare beträgt 19 mm. Man ver-wendet also entsprechende Doppelbuchsen. An diesen Buchsen können die Spannungen zur Stromversorgung von Versuchsschaltungen entnommen werden. Zu beachten ist, daß jeweils ein Ende der Heizspannungen und der Minuspol der Gleichspannungen an Masse liegt.

Bild 168. Schaltung des Universal-Netzgerätes. (Als Stabilisatorröhre wird die 5FR 150/40 z verwendet, nicht die GR 20—22)



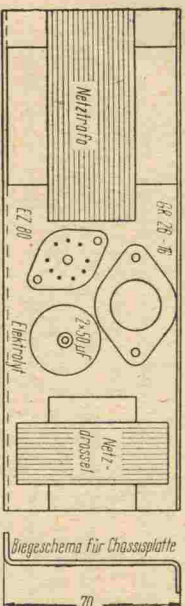


Bild 169. Aufbauschema für das Chassis des Universal-Netzgerätes. (Die Stabilisatorröhre ist richtig „SIR 150/40 z“)

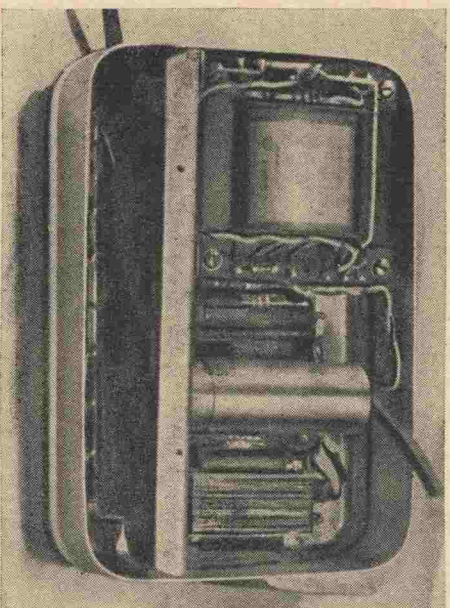


Bild 170. Innenaufbau des Universal-Netzgerätes

Um das Gerät noch universeller zu gestalten, enthält der Netzteil drei weitere Buchsen (in Bild 166 links unten). Es handelt sich hierbei um vierpolige Flanschsteckdosen, wie sie beim Diodenanschluß für Magnetongeräte in modernen Rundfunkempfängern üblich sind. Eine solche Flanschsteckdose enthält drei voneinander isolierte Buchsen und einen Masseanschluß. An diese drei Buchsen werden die beiden Gleichspannungen und die Heizspannung von 6,3 V geführt. Über einen gleichartigen Stecker und ein vierpoliges Kabel können dann diese Spannungen entnommen und die Stromversorgung einem anderen Gerät zugeführt werden. Das kommt z. B. in Frage für kleine Meß- und Prüfgeräte. Maximal ist es möglich, auf diese Art alle drei Geräte an das Universal-Netzgerät anzuschließen. Das anzuschließende Gerät wird also ohne Stromversorgungsteil aufgebaut (siehe 6.2. Durchgangsprüfer und 6.4. Grid-Dip-Meter). Diese beiden Geräte können über ein dreidrahtiges Kabel und einen Flanschstecker an das Netzgerät angeschlossen werden.

Den Aufbau der elektrischen Bauteile auf dem Chassis zeigt Bild 169, während aus Bild 170 der Innenaufbau des Universal-Netzgerätes ersichtlich ist.

Stückliste

1 Netztransformator N 85 (580617 [G. Neumann])	1 Doppel-Elektrolytkondensator 2 × 25 µF (500/550 V)
1 Netzdrossel D 55/60 (G. Neumann)	1 Röhre EZ 80
1 Zwergglimmlampe 220 V mit Fassung	1 Stabilisatorröhre SIR 150/40 Z bzw. GR 22—70
1 Feinsicherung 0,5 A mit Schraubfassung	4 Doppelbuchsen
1 Schlebe-Netzschalter, 2polig	3 Flanschsteckdosen, 4polig
	1 Widerstand
	200 kΩ/0,25 W
	1 Widerstand 10 kΩ/10 W

1.6 Großes Stromversorgungsgerät

Dieses universelle Stromversorgungsgerät ist zum Betrieb von Versuchsschaltungen geeignet und daher für den Nachbau besonders zu empfehlen. Es kann für die vielfältigsten Zwecke eingesetzt werden. So können u. a. Meßgeräte aus diesem Gerät ihre Stromversorgung beziehen. Das Stromversorgungsgerät gibt mehrere Heizspannungen ab, eine unstabilisierte Gleichspannung von etwa 350 V und mehrere stabilisierte Gleichspannungen. Ausschlaggebend für die Größe der abgegebenen Spannungen und Ströme ist der Netztransformator. Benutzt wurde der Typ N 102/U der Firma G. Neumann. Es lassen sich aber auch andere ähnliche Transformatoren verwenden. Zu beachten ist, daß der Netztransformator die üblichen Heizspannungen von 4 V, 6,3 V und 12,6 V (bzw. 2 · 6,3 V in Reihe geschaltet) aufweist. Für die Gleichspannungen soll eine Wicklung von 2 · 300 bis 2 · 350 V vorhanden sein, die etwa mit 100 mA belastet werden kann.

Das Stromversorgungsgerät arbeitet in Zweiweg-Gleichrichterschaltung mit der Röhre EZ 81. Falls keine besondere Heizwicklung für die Gleichrichterröhre auf dem Netztransformator vorhanden ist, kann man den Heizfaden der Röhre mit an die 6,3-V-Wicklung legen, die an die Buchsen geführt wird. Durch Anwendung einer reichlichen Siebung tritt geringe Brummspannung auf. Die Absicherung des Netztransformators erfolgt in der Minusleitung der Gleichspannung mit einer Feinsicherung von 250 mA. Man sollte es sich zur Regel machen, auch die Primärseite des Netztransformators abzusichern (etwa 2 A). Die Abschaltung vom Stromnetz erfolgt durch einen vierpoligen Kippschalter.

Nach der Siebkette kann eine Gleichspannung von etwa 350 V entnommen werden, die in ihrer Größe natürlich lastungsabhängig ist. Eine Glimmlampe zeigt die Betriebsbereitschaft des Stromversorgungsgerätes an, sobald sich die Gleichspannung aufgebaut hat. Diese Spannung von 350 V kann an der Chassis-Rückseite an einer Doppelbuchse zweipolig entnommen werden. Alle anderen Spannungen sind an der Vorderseite an den dort befindlichen Buchsen doppelt entnehmbar, links die Heizspannungen, rechts die stabilisierten Gleichspannungen. Für die Stabilisierung wurde

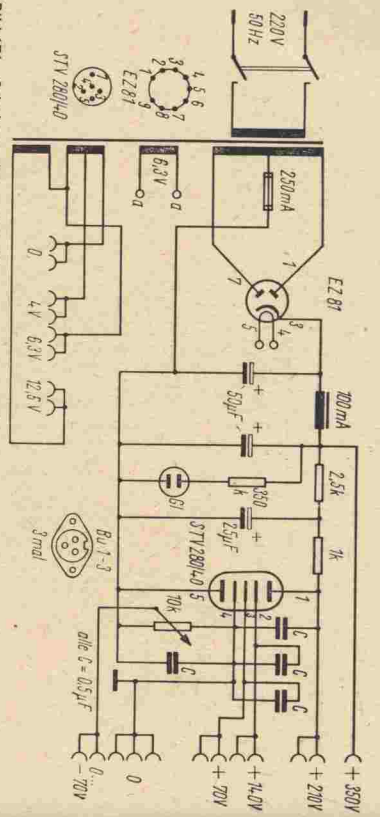


Bild 171. Schaltung des großen Stromversorgungsgerätes

ein Mehrstrecken-Stabilisator SR 280/40 verwendet, dem man vier Spannungen in Intervallen von je 70 V entnehmen kann. Die Anschaltung an die Gleichspannung erfolgt über einen Vorwiderstand, der den Strom durch den Stabilisator auf maximal 40 mA begrenzt. Dazu schaltet man in die Minusleitung des Stabilisators einen Strommesser und stellt den Vorwiderstand 2,5 k Ω (Drahtwiderstand mit verschiebbarer Schelle) auf die angegebene Stromstärke ein. Wird die vorletzte Elektrode als Nullpotential für die stabilisierten Gleichspannungen verwendet, dann erhält man an der letzten Glimmstrecke eine umgekehrt gepolte Gleichspannung von -70 V. Diese negative Spannung wird als Gittervorspannung oder Spiesespannung für Transistor-schaltungen verwendet. Da hierbei die Belastungen gering sind, kann man durch ein als Spannsteller geschaltetes Potentiometer diese negative Spannung regelbar ausführen. Die stabilisierten Gleichspannungen sind mit etwa 30 mA belastbar.



Bild 172. Ansicht des Stromversorgungsgerätes im Holzgehäuse

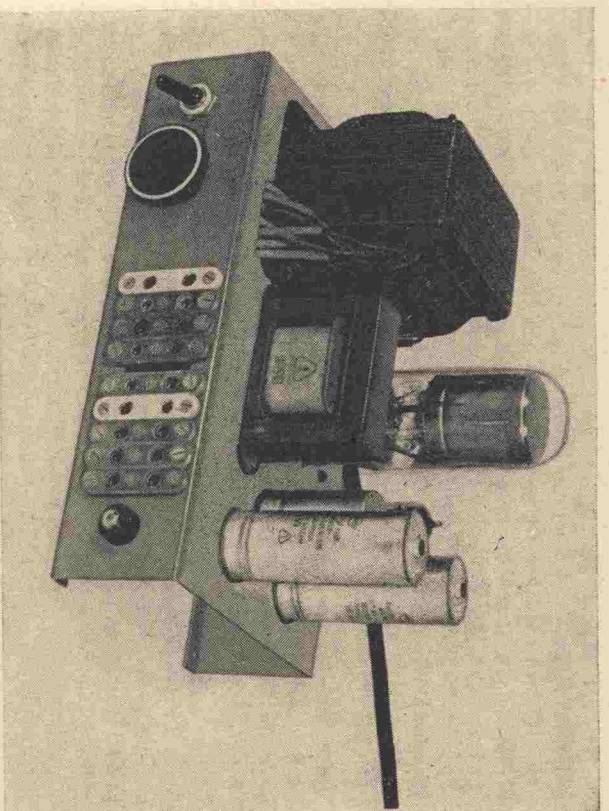


Bild 173. Chassisansicht des großen Stromversorgungsgerätes

Bild 174. Unterhalb des Chassis ist die Verdrahtung zu erkennen

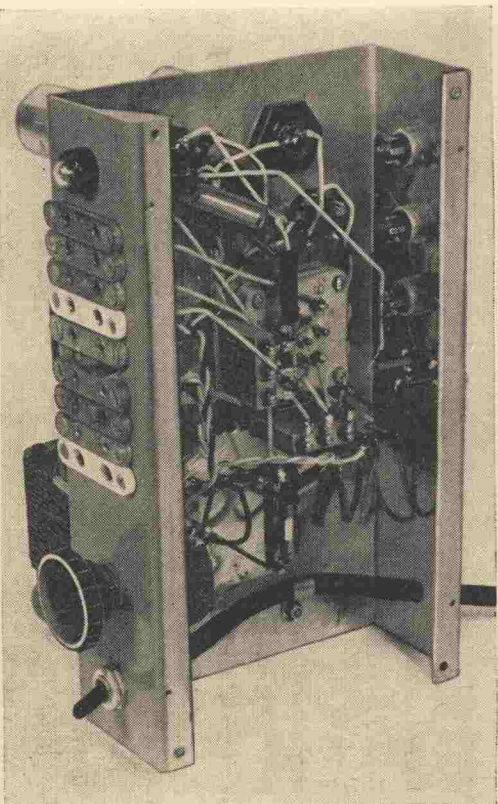


Bild 171 zeigt die Schaltung des Stromversorgungsgerätes. Zu beachten ist, daß die Elektrolytkondensatoren isoliert vom Chassis aufgebaut werden müssen. Das Chassis selbst stellt man aus 2 mm starkem Alu-Blech her. Die Chassisfläche beträgt etwa 250 · 150 mm, die Chassishöhe etwa 60 mm. Mit diesen Maßen lassen sich alle Bauteile gut unterbringen. Der Einbau kann in ein Holzgehäuse erfolgen. Es muß unten einen entsprechenden Ausschnitt an der Frontseite erhalten, damit die Chassisfrontseite zugänglich ist. Wie das Gerät im Endzustand aussieht, lassen die beigefügten Fotos, Bild 172 bis Bild 174, erkennen. Die Maßskizzen für das Gehäuse und das Chassis zeigen Bild 175 und 176.

Zu den Bauteilen wurde schon einiges gesagt. Die Elektrolytkondensatoren sollen eine Betriebsspannung von 500 V aufweisen. Für die Stebdrossel genügt eine Ausführung für 80 bis 100 mA. Das Potentiometer soll möglichst eine Drehwiderstand sein. Der Ohm-Wert ist nicht kritisch, er kann zwischen 5 und 25 kOhm liegen.

Will man eine Versuchsschaltung mit diesem Stromversorgungsgerät betreiben, so können die notwendigen Spannungen an den vorn befindlichen Buchsen entnommen werden. Die Verteilung auf der Vorderseite des Chassis ist folgende: Links befindet sich der Netzschalter, dann folgt der Regler für die negative Gleichspannung und ganz rechts die Glühlampe. Die Doppelbuchsen sind so angeordnet: links die Buchsen für die Heizspannungen (0—4—6,3 und 12,6 V), rechts die Buchsen für die stabilisierten Gleichspannungen (—70 V; Null; +70 V; +140 V; +210 V). Die Doppelbuchsen sind jeweils parallelgeschaltet. Auf der Rückseite des Chassis befinden sich noch drei Mehrfachbuchsen (Dioden-Buchsen), an die Geräte zur Stromentnahme angeschlossen werden können.

Materialliste für das Stromversorgungsgerät

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1 Netztransformator N 102/U (G. Neumann) | 3 Steckerbuchsen — 3polig |
| 1 Siebdrossel 150 mA (G. Neumann) | 10 Doppelbuchsen |
| 1 Röhre EZ 81 | 1 Röhrenfassung — 9polig |
| 1 Stabilisator StR 280/40 | 1 Röhrenfassung — 5polig |
| 2 Elektrolytkondensatoren 50 µF—500 V | 1 Widerstand 350 kOhm-0,5 W |
| 1 Elektrolytkondensator 25 µF—500 V | 1 Drahtwiderstand 2,5 kOhm—15 W |
| 1 Drahtpotentiometer 10 kOhm | 1 Drahtwiderstand 1 kOhm—6 W |
| 2 Blockkondensatoren 2 · 0,5 µF—250 V | 1 Drehknopf |
| 1 Glühlampe mit Fassung | 1 Netzstecker |
| 1 Kippschalter — 2polig | 1 Netzkabel — 2adrig, 1,5 m lang |
| 1 Feinsicherung 250 mA | Schaltdraht |
| 1 Sicherungsbretchen | |

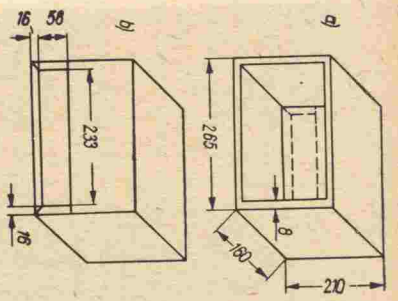


Bild 175. Maßskizze für das Gehäuse aus 8 bis 10 mm starkem Holz

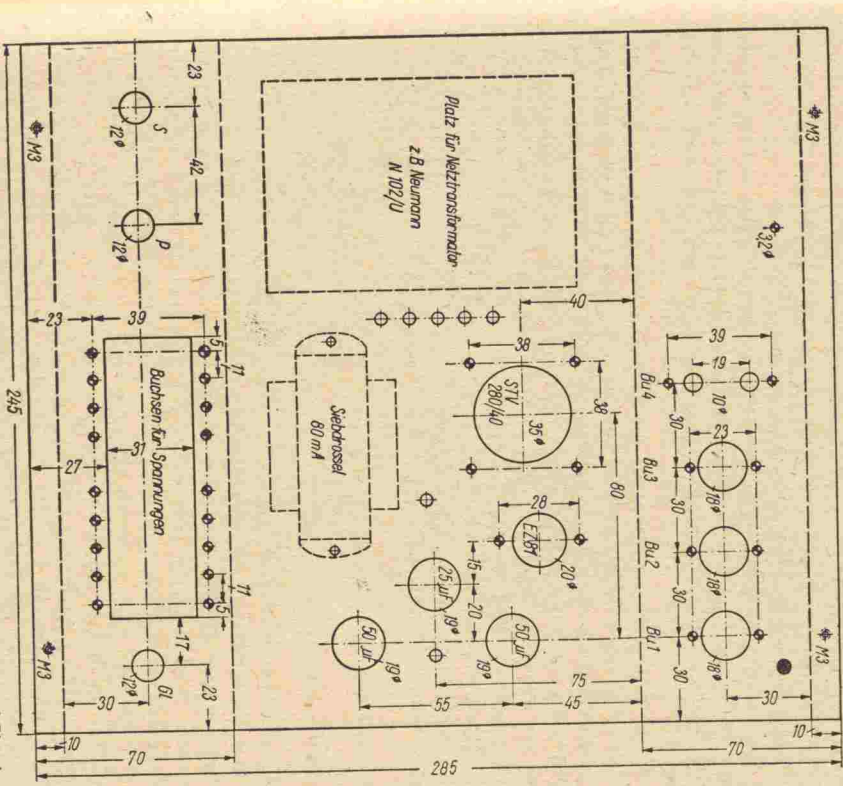


Bild 176. Maßskizze des Chassis mit Angabe der Befestigungslöcher, Durchführungen und Biegekanten. Die Breite des Buchsenausschnittes beträgt 100 mm