

Aus dem Inhalt:

V. Thun, DJ 7 ZV	S. 121—136
A. Heckner, DC 6 RO	S. 137—142
Fa. SEL	S. 143
H. J. Griem, DJ 1 SL	S. 144—146
W. Empsten, ON 4 ZN	S. 146—154
E. Schmitzer, DJ 4 BG	S. 155—159
E. Berberich, DL 8 ZX	S. 160—161
E. Schmitzer, DJ 4 BG	S. 162—169
G. Loebell, DJ 6 AH	S. 170—173
F. + W. Mayer	S. 174—179
DL 9 FO, DL 9 FN	

**Errscheinungsweise — Neuabonnements — Einzelhefte — Anzeigenschluß**  
**Die UKW-BERICHTE** erscheinen vierteljährlich. Auslieferung jeweils im letzten Monat des Quartals.  
**Ein Abonnement der UKW-BERICHTE für 1968 = 4 Hefte (ca. 240 Seiten) kostet DM 12,— bzw. OS 80,—.**  
**Heft 4/1968 erscheint im Dezember. Anzeigenschluß ist am 25. 11. 1968.**  
**Der Jahrgang 1967 = 3 Hefte (ca. 180 Seiten) ist zum Preise von DM 9,— bzw. OS 60,— noch begrenzt lieferbar.**

**Einzelhefte kosten DM 3,50. Von den bisher erschienenen Heften sind nur noch die Nummern 2-64, 1-65, 2-66, 3-66, 1-67, 2-67, 3-67, 1-68, 2-68 und 3-68 begrenzt lieferbar.**  
**Sonderheft Baubeschreibungen.** 15 ausgewählte Baubeschreibungen aus den vergriffenen Heften 1-1962 bis 2-1963 als Sonderdruck. 120 Seiten, DM 6,— bzw. OS 40,—.  
**Alle Bestellungen, Einzahlungen, Anfragen, Sendungen** stets mit genauer Adresse (auch Postleitzahl und Rufzeichen) versehen. Voreinsendungen (Überweisungen) der Beträge erspart Ihnen unnötige Kosten und uns viel Arbeit. Viele Sendungen gehen unzustellbar an uns zurück.  
**Nachnahmesendungen müssen als Briefe zugestellt werden. Mindest Mehrgebühr DM 2,—.**  
**Sendungen und Anfragen an den Verlag bzw. den Herausgeber und die Landesvertretungen** werden nicht angenommen, wenn sie unzureichend frankiert sind.  
**Wir bitten, Ihren Anfragen** stets Rückporto, adressierten Freiumschlag oder Rückantwortkarten beizufügen. Das gewährleistet die schnelle Erledigung. **Bitte Sondermarken verwenden.**  
**Adressenänderungen** bitten wir umgehend dem Verlag mitzuteilen.

**Beiträge für die UKW-Berichte** können auch in gut lesbarer Handschrift eingereicht werden. Schaltbilder und Zeichnungen genügen in Form von Handskizzen. Auf genaue und sorgfältige Angaben bitten wir besonders zu achten. Fotos von den beschriebenen Geräten kann auch der Verlag anfertigen.  
**Der Umtausch von fehlerhaften Heften erfolgt nur nach Einsendung der entsprechenden Exemplare an den Verlag.**  
**Die Lizenzbestimmungen der Postbehörden sind beim Nachbau und Betrieb der hier beschriebenen Geräte zu beachten.**

Herausgeber und Eigentümer (1.): Alois E. Pendl (OE 6 AP), Graz IX, Plüddemanngasse 49, Telefon 41 6 52 u. Hans J. Dohlus (DJ 3 QC), 8520 Erlangen, Gleiwitzer Straße 45, Telefon (09131) — 3 33 23  
 Bestellungen, Einsendungen und Anzeigen an die Landesvertretungen:  
 in OE: an OE 6 AP  
 in DL: an DJ 3 QC  
 in F: an F 5 SM  
 in HB: an HB 9 RG  
 in I: an I 1 CBZ  
 in LA: an LA 4 YG  
 in LX: an LX 1 CW  
 in OH: an OH 1 SM  
 in ON 4: an ON 4 ZN  
 in OZ: an OZ 3 GW  
 in PA: an PA 8 QC  
 in SM: an SM 7 BAE  
 und SM 6 BT  
 in USA und Kanada  
 PA 8 AF / W 1

Druck: Richard Reichenbach K. G., 8500 Nürnberg, Krelingsstraße 39.  
 Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck u. Übersetzung, auch auszugsweise, nur mit schriftl. Genehmigung. d. Redaktion.  
 Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Erlangen.  
 Fotokopieren aus den UKW-BERICHTEN ist nicht gestattet.



UKW  
 und Betriebsmittel  
 ZEITSCHRIFT FÜR DEN VHF-UHF-AMATEUR

Schriftleitung:

Hans J. Dohlus, DJ 3 QC  
 D 8520 Erlangen  
 Gleiwitzer Str. 45

Telefon (091 31) 3 33 23

200 W PEP AUF 145 MHz MIT ZWEI RÖHREN PL 504

von V. Thun, DJ 7 ZV

## 1. EINLEITUNG

In 2-m-Bandendstufen für Ausgangsleistungen um 150 W PEP werden z. Zt. vorzugsweise die Doppeltetroden YL 1060 (QQE 06/40) oder eine Röhre der Serie 4 X 150 benutzt. Während die Doppeltetroden teuer sind, ist für Endstufen mit der 4 X 150 ein hoher mechanischer Aufwand zu treiben. Außerdem müssen die teure Spezialfassung und Radiallüfter beschafft werden. Ein weiterer Nachteil der Röhre 4 X 150 ist die hohe erforderliche Anodenspannung.

Versuche von D. Seidel, DJ 1 WP, und dem Verfasser haben ergeben, daß man eine PEP-Ausgangsleistung von 200 W auch mit zwei Röhren PL 504 in Gegentaktschaltung erzeugen kann (PL 505, PL 508 und PL 509 zeigten nicht so gute Ergebnisse).

Eine Endstufe mit diesen billigen und überall erhältlichen Röhren benötigt nur die niedrige Anodenspannung von etwa 600 V und kann mit handelsüblichen Bauteilen der Unterhaltungselektronik aufgebaut werden. Allerdings dürfen diese Röhren auf Grund ihrer relativ bescheidenen Anoden-Verlustleistung im Gegensatz zur 4 X 150 nicht im Dauerbetrieb mit der Oberstrich-Leistung belastet werden. Die Endstufe eignet sich daher nicht für die Modulationsarten A 3 und F 3, es sei denn mit so drastisch herabgesetzter Eingangsleistung, daß sich dieses Konzept nicht mehr lohnt. Für Amateur-Einseitenbandbetrieb (A3J-ICAS-Betrieb) ist dagegen kaum ein günstigeres Verhältnis zwischen Ausgangsleistung und Aufwand denkbar.

Ein Nachteil der PL 504-Endstufe ist ihre (für Röhren) geringe Leistungsverstärkung von ca. 10 bis 13 dB, im Gegensatz zu über 20 dB Leistungsverstärkung mit der Röhre 4 X 150. Dies bedeutet, daß für eine (PEP-) Ausgangsleistung von 200 W eine (PEP-) Steuerleistung von 10 bis 20 W an den Steuergeräten der beiden PL 504 aufgebracht werden muß. Deswegen ist in die hier beschriebene Endstufe eine Treiberstufe mit zwei Röhren PL 81 mit eingebaut. Der derart bestückte zweistufige Endverstärker weist eine Leistungsverstärkung von etwa 26 dB auf. Damit erhält man die volle Ausgangsleistung von 200 W mit einer Steuerleistung von nur etwa 0,5 W über das ganze 2-m-Band.

Diese geringe Steuerleistung bringt ein transistorisierter, Steuersender mit einem "Overlay"-Endtransistor in der Amateur-Preisklasse auf. Das vom Verfasser benutzte Senderkonzept mit Transistor- bzw. Röhrenbestückung und Pegelplan zeigt das Blockschaltbild in Abb. 1.

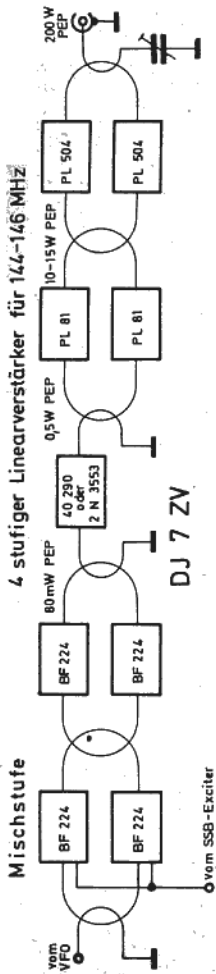
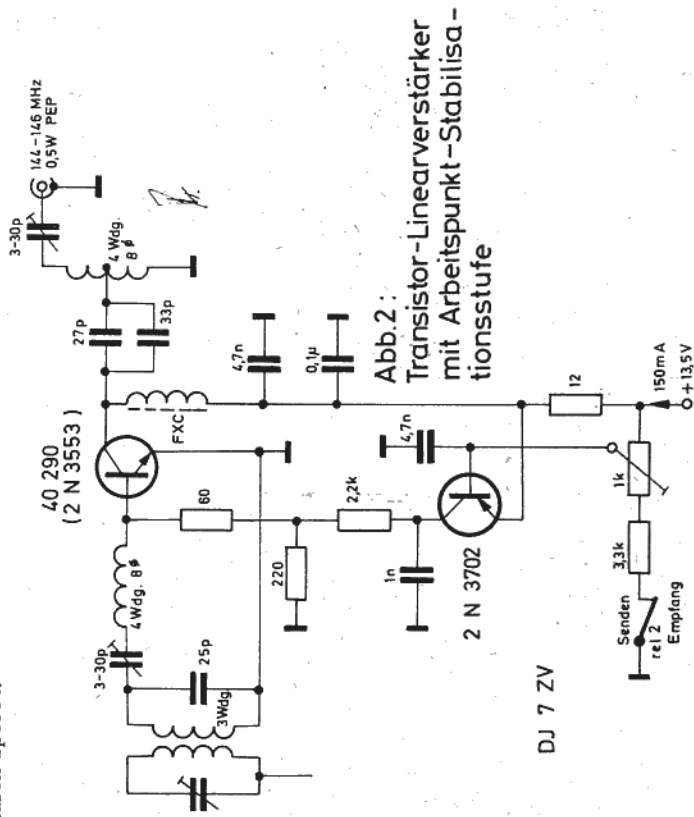


Abb. 1: Blockschaltbild des 2-m-SSB-Senders

## 2. SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

### 2.1 TRANSISTOR-TREIBERSTUFE

Von dem erwähnten transistorisierten Steuersender soll nur die Endstufe beschrieben werden. Abb. 2 zeigt ihr Schaltbild. Der Verfasser benutzt den "Overlay"-Transistor 2 N 3553 (RCA), jedoch eignet sich die Type 40 290, ebenfalls von RCA bei einer Betriebsspannung von nur 13,5 V noch besser. Die Type 40 290 kostet z. Zt. DM 11,20, gegenüber DM 17,90 für den 2 N 3553 (Fa. Neye, Quickborn). Die Endstufe arbeitet im stabilisierten A-Betrieb, indem ihr Arbeitspunkt durch einen Transistor 2 N 3702 bestimmt wird. Die Type 2 N 3702 ist ein Si-PNP-Transistor der Firma Texas-Instruments. Den Arbeitspunkt dieses Transistors, und damit auch den der Endstufe stellt man mit dem 1-k $\Omega$ -Potentiometer ein. Je kleiner die (positive) Spannung am Potentiometer-Schleifer ist, desto höher wird der Strom durch die Transistoren. Ein Kontakt des Sende-Empfangsrelais trennt das Potentiometer von Masse, so daß die Basisspannung zu + 13,5 V wird und beide Stufen sperrt.



Der HF-Transistor muß mit einem Kühlstern versehen werden. Im übrigen ist eine Abschirmwand aus Messingblech zweckmäßig, durch die nur die Basiszuleitung in die vordere Kammer geführt wird. Die Emittierzuleitung ist maximal 5 mm unter dem Transistor-Gehäuseboden an die Trennwand anzulöten. Auch die Basiszuleitung ist äußerst kurz zu halten, da diese Art von HF-Leistungstransistoren sehr niedrige Eingangsimpedanzen aufweist. FXC ist eine Breitbanddrossel aus Ferroxcube, z. B. VK 200 der Fa. Valvo.

### 2.2 ZWEISTUFIGER ENDVERSTÄRKER

Der mit Röhren bestückte zweistufige Linearverstärker für 200 W PEP, dessen vollständiges Schaltbild Abb. 3 wiedergibt, kann mit der Transistor-Treiberstufe nach Abb. 2 voll angesteuert werden. Falls bereits ein SSB-Sender mit einer PEP-Ausgangsleistung von etwa 20 W zur Verfügung steht, kann die Treiberstufe mit den zwei Röhren PL 81 weggelassen werden.

### 2.2.1 TREIBERSTUFE

Die Induktivität der Einkoppelwirkung (L 1) wird durch den Trimmer C 1 auf Serienresonanz bei 145 MHz gebracht.

Der Gitterkreis der Gegentakt-Treiberstufe arbeitet mit den Trimmern C 2 und C 3 in Serie zu den Röhren-Eingangskapazitäten, die Widerstände R 1 und R 2 führen die Gittervorspannung zu. Die Schirmgitter sind zusammengeschaltet, abgeblockt und an eine stabilisierte Spannung von 150 V gelegt. Der Gegentakt-Anodenschwingkreis mit dem Trimmer C 8 und der Induktivität L 3 ist über kurze Stücke flexibler Litze an die Anoden angeschlossen.

### 2.2.2 ENDSTUFE

Eine Koppelleitung aus L 4 und L 5, mit dem Drehkondensator C 10 als Serien-Abstimmkapazität, bringt die Leistung an den Gitterschwingkreis der Endstufe. Dieser Kreis ist genauso ausgeführt wie der Gitterschwingkreis der Treiberstufe. Wegen der höheren HF-Spannungen wird die Gittervorspannung an dieser Stelle über Drosseln (Dr 2 und Dr 3) zugeführt. Die zusammengeschalteten Schirmgitter der Endstufe liegen an einer unstabilierten, jedoch niederohmigen Spannungsquelle mit 300 V. Diese Spannung speist auch die Anoden der Treiberstufe.

Der Anodenkreis der Endstufe ist als  $\lambda/4$ -Lecherleitung ausgeführt, die durch die Gegentakt-Ausgangskapazität der Röhren verkürzt ist. Der Anschluß an die Anoden erfolgt auch hier über kurze Stücke flexibler Leitung, um durch Wärme-Ausdehnung erzeugte mechanische Spannungen von den Röhren fernzuhalten und einen Röhrenwechsel zu erleichtern. Die teleskopartige Ausführung der Lecherleitung ermöglicht die Abstimmung.

Die Anodenspannung von etwa 600 V wird vom Hochspannungs-Durchführungskondensator C 18 über ein Stück flexiblen Schaltdraht und die Ferroxcube-Drossel Dr 4 zugeführt. Im Gerät des Verfassers werden allerdings statt des Durchführungskondensators lediglich eine Durchführung und ein Hochspannungs-Röhren-Kondensator verwendet.

Die Auskoppelschleife, ein gut isolierter, dicker Kupferdraht, ist in nur wenigen mm Abstand über dem Lecherkreis angeordnet. Ihre Induktivität wird mit dem Drehkondensator C 17 auf Serienresonanz bei 145 MHz abgestimmt. Dies ergibt niedrigste Auskoppelverluste und ermöglicht eine Kompensation eventueller gerin-

ger Blindanteile des Außenwiderstandes (Antenne), so daß bei richtiger Einstellung das Minimum des Anodenstromes mit dem Maximum der Ausgangsleistung zusammenfällt. Der Kopplungsgrad wird nur durch den größeren oder kleineren Abstand der Auskopplerschleife zum Lecherkreis eingestellt.

Alle Schwingkreise des zweistufigen Endverstärkers werden nur einmal bei der Inbetriebnahme auf Bandmitte abgestimmt. Auch die Auskopplung braucht nur einmal optimal eingestellt zu werden. Die Steuerleistung ist so ausreichend, daß bei Frequenzwechsel nur die Ansteuerung der Endstufe auf den höchstzulässigen Wert nachjustiert werden muß. Dies geschieht mit dem Drehkondensator C 10.

## 2. 3 NETZTEIL

### 2. 3. 1 SCHUTZSCHALTUNG UND TRENNTRANSFORMATOR

Das in den zweistufigen Endverstärker eingebaute Netzteil ist transformatorlos ausgeführt. Eine Schutzschaltung mit dem Relais Rel. 1 und seiner Stromversorgung läßt das Einschalten nur zu, wenn der spannungsführende Netzleiter an Ph und der Schutzleiter an Mp liegt. In diesem Fall zieht Relais Rel. 1 an und das Gerät kann über den Schalter S 2 eingeschaltet werden. Andernfalls ist der Schalter wirkungslos.

Da in Deutschland der VDE eine galvanische Trennung des Verbrauchers vom Netz vorschreibt (Ausnahme: schutzisolierte Geräte), müssen deutsche Funkamateure einen Trenntransformator vorschalten. Die Schutzschaltung muß dann entfernt werden. Der Trenntransformator kann auch der Primärseite eine Anzapfung für 115 V bekommen.

### 2. 3. 2 RÖHRENHEIZUNG

Nachdem seriengeheizte Röhren Verwendung finden, liegt es nahe, den Heizstromkreis wie in Fernsehgeräten aufzubauen. Die in Serie geschalteten Heizfäden der 4 Röhren benötigen eine effektive Wechselspannung von etwa 97 V. Ein kapazitiver, und daher keine Wirkleistung aufnehmender Vorwiderstand, setzt die Netzspannung auf diesen Wert herunter.

Die Kapazität des Vorwiderstandes errechnet sich bei 50 Hz so:

$$C = \frac{4,35}{\sqrt{1 - \left(\frac{R_f}{735}\right)^2}}$$

mit  $R_f = \frac{U_f}{I_f}$

$U_f$  in V = gesamte Heizspannung (97 V)  
 $I_f$  in A = Serienheizstrom (0,3 A)

$R_f$  in  $\Omega$  = Widerstand der Heizkette

C in  $\mu F$  = kapazitiver Vorwiderstand

Im vorliegenden Fall ergibt sich für C 21 ein Wert von 4,8  $\mu F$ . Der gewählte Wert von 4,5  $\mu F$  kann auch in 60-Hz-Netzen Verwendung finden. Der Kondensator muß selbstverständlich ungepolt (MP) und für wenigstens 220 V Wechselspannung gebaut sein. Falls keine Treiberstufe eingebaut wird, rechnet man den Wert von C 21 nach obiger Formel um.

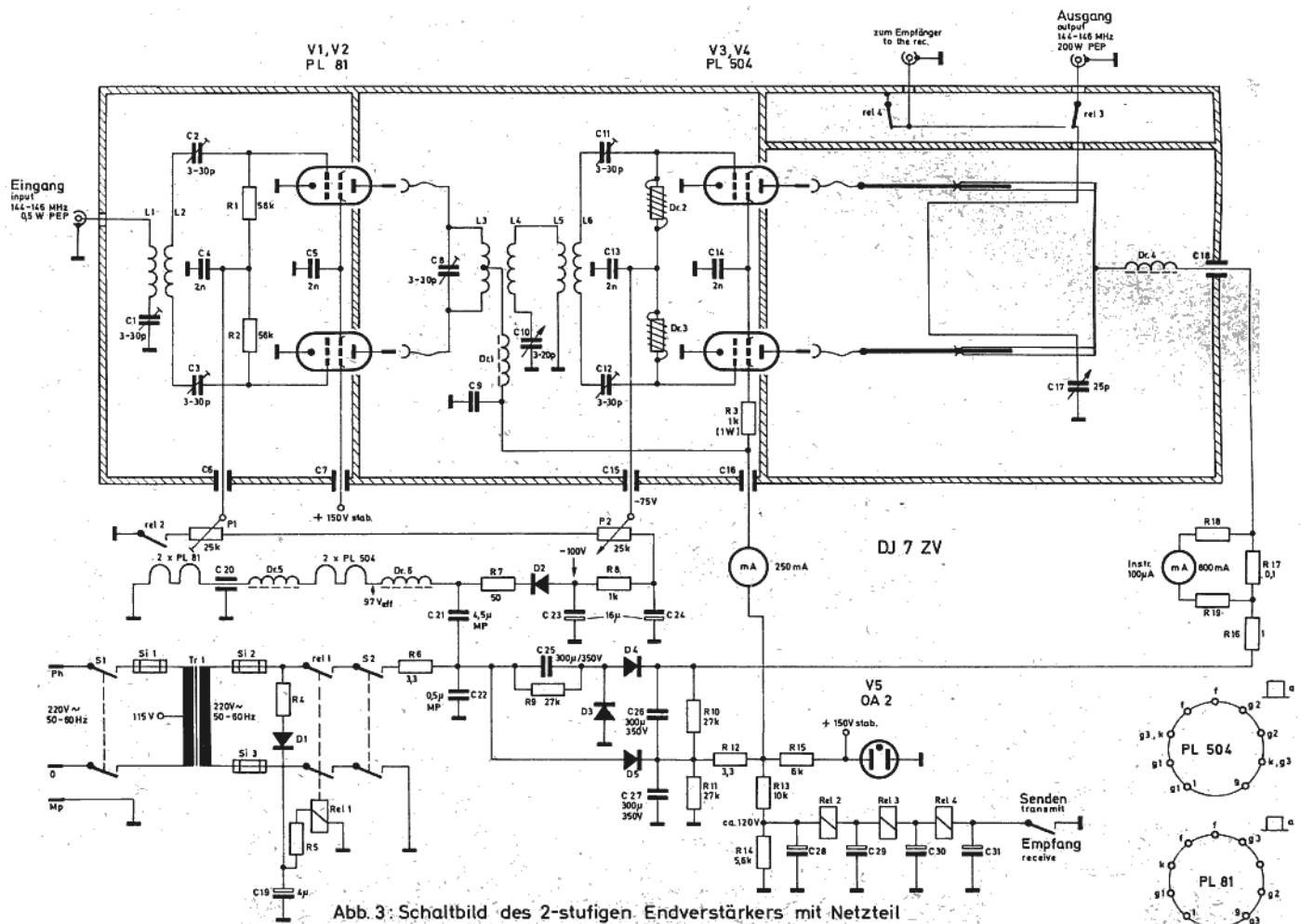


Abb. 3: Schaltbild des 2-stufigen Endverstärkers mit Netzteil

### 2. 3. 3 GITTERVORSPANNUNG

Da als Gittervorspannung nicht mehr als - 100 V benötigt werden, ist es zweckmäßig, die für den Heizstromkreis durch C 21 bereits herabgesetzte Spannung mit zu benutzen. Die zusätzliche Belastung ist vernachlässigbar. Da im Linearverstärker keine Gitterströme auftreten, kann die Vorspannungsquelle hochohmig sein. Eine Einweggleichrichtung mit der Diode D 2, eine einfache RC-Siebung (R 8, C 24) und zwei Trimpotentiometer (P 1 und P 2) zum Abgreifen der beiden verschiedenen Spannungen bilden den Gittervorspannungskreis. Der Kontakt rel 2 des Sende-Empfangsrelais Rel. 2 trennt die Potentiometer bei Empfang von Masse ab, so daß die Vorspannung auf den vollen Spitzenwert von über 100 V ansteigt und die Röhren sperrt.

Wenn der Röhrenheizkreis nicht geschlossen ist, steigt die negative Vorspannung auf rund 300 V an. Die Diode D 2 und die Kondensatoren C 23 und C 24 sind daher sicherheitshalber für diese Spannung bemessen.

### 2. 3. 4 ANODENSPANNUNG 300 V, STABILISIERTE SPANNUNG 150 V

Eine Spannung von 300 V benötigt die Treiberstufe als Anodenspannung und die Endstufe als Schirmgitterspannung. Sie wird durch Einweggleichrichtung über Diode D 5 aus der Netzspannung erzeugt. Ein vorgeschaltetes RC-Glied aus R 6 und C 22 hält höherfrequente Spannungsspitzen, die hin und wieder auf der Netzspannung auftreten, von der Schaltung fern. Der mit einem Entladewiderstand (R 11) versehene Ladekondensator C 27 glättet die Spannung etwas. Der Widerstand R 12 dient als Sicherung. Seine Belastbarkeit ist so gering, daß er bei Kurzschlüssen fast explosionsartig schmilzt und dadurch die Spannung unterbricht. Dies geschieht so schnell, daß die Röhren, die Dioden und die Netzsicherung nicht in Mitleidenschaft gezogen werden.

Die für die Schirmgitter der Treiberstufe vorgesehene Spannung von 150 V stabilisiert eine Glimmstabilisatorröhre OA 2 (STV 150/30). Diese Spannung wird über den Stabilisator-Vorwiderstand R 15 der Anodenspannung von 300 V entnommen.

### 2. 3. 5 ANODENSPANNUNG 600 V

Die für die Anoden der Endstufe benötigte Spannung von 600 V wird durch Spannungsverdopplung über den Kondensator C 25 und die Dioden D 3 und D 4 aus der Netzspannung gewonnen. Auch für sie ist das RC-Glied R 6/C 22 wirksam. Eine Glättung erfolgt durch die in Serie liegenden Kondensatoren C 26 und C 27. Die parallelliegenden Widerstände gleichen die Leckströme aus und entladen die Kondensatoren nach dem Ausschalten.

Auch in den 600-V-Zweig ist ein Schutzwiderstand (R 16) als Sicherung bei Kurzschlüssen eingefügt.

### 2. 4 INSTRUMENTE

Es werden zwei Instrumente verwendet: eines im Anodenstromweg der Endstufe, das auf 800 mA geshuntet ist und eines für 250 mA, das den Anodenstrom der Treiberstufe und den Schirmgitterstrom der Endstufe anzeigt. Falls einmal das zuletzt genannte Instrument einen sehr hohen Strom anzeigt, so ist das ein Zeichen dafür, daß die Endstufe zwar Schirmgitterspannung, aber keine Anodenspannung bekommt.

Das Endstufen-Instrument ist durch zwei weitere Widerstände (R 18, R 19) vor der hohen Spannung geschützt, die im Kurzschlußfall kurzzeitig am Shuntwiderstand auftritt. Ihre Werte hängen von Empfindlichkeit und Innenwiderstand des verwendeten Instruments ab.

### 2. 5 RELAIS

Vom Relais in der Netz-Schutzschaltung abgesehen, werden drei Relais benutzt: Relais Rel. 2 als Sende-Empfangsrelais, für die Spannungen im Sender, Rel. 3 als Antennenrelais und Rel. 4 zum Kurzschließen des Empfängereingangs bei Sendebetrieb. Auch Relais Rel. 4 ist in der Endstufe untergebracht und zwar neben der Koaxialbuchse für das Antennenkabel zum Empfänger. Die drei Relaispulen sind in Serie geschaltet. Die vom Verfasser benutzten Typen benötigen zusammen etwa 120 V, die durch den Spannungsteiler mit R 13 und R 14 aus der Anodenspannung 300 V gewonnen werden. Der Sende-Empfangsschalter ist ein Kontakt (oder ein Schalttransistor) der VOX-Einrichtung im Steuersender.

### 3. MECHANISCHER AUFBAU

Der zweistufige Linear-Endverstärker ist mit dem zugehörigen Netzteil, jedoch ohne den Trenntransformator, zu einer Einheit zusammengebaut. Die Abmessungen des Gerätes, von dem die Abbildungen 4...7 einen Eindruck vermitteln, betragen nur 250 mm x 150 mm x 120 mm. Der Aufbau erfolgt in konventioneller Art auf einem Aluminium-Chassis mit aufgeschraubten Trennwänden.

### 3. 1 ZUSAMMENSTELLUNG

Abb. 8 zeigt die Zusammenstellung der Chassisteile. Dabei befindet sich im Chassisteil A, einem Standard-Chassis, das gesamte Netzteil (ohne Trenntransformator). Der mechanische Aufbau des Netzteils braucht nicht beschrieben zu werden, da er allein vom gerade vorhandenen Befestigungs- und Lötstützpunkt-Material abhängt. Die Abb. 7 vermittelt ein paar Anregungen. Zu beachten ist nur, daß die Kondensatoren C 21, C 23, C 24, C 25 und C 26 isoliert aufzubauen und gegen Berühren zu sichern sind.

Auf die Oberseite des Teiles A sind die Chassisteile B, C und D (Abb. 10, 11 und 12) aufgeschraubt. Sie dienen als Trenn- und Außenwände.

Die Röhrensockel mit dem größten Teil der HF-führenden Schaltung befinden sich auf den Montageplatten 1 und 2. Ihre Lage ist in Abb. 8, ihre Abmessungen und Bohrungen sind in den Abbildungen 13 und 14 zu sehen. Diese Montageplatten sind aus einseitig kupfer-kaschiertem Pertinax hergestellt und so angeordnet, daß die Kupferseite auf der Sockel-Anschlußseite liegt. Die Kupferkaschierung kann daher als gut lötbare Massefläche dienen. Auch die Befestigungswinkel (Abb. 15) lötet man hier an, so daß die Montageplatten an den Chassisteilen A...D festgeschraubt und untereinander verlötet werden können.

### 3. 2 CHASSISTEIL A

Man beginnt den Aufbau am besten mit dem Bohren der in Abb. 9 angegebenen Löcher. Hierdurch vermeidet man, daß beim nun folgenden Einbau des Netzteils in die Unterseite des Chassisteiles A die für das HF-Teil maßlich wichtigen Bohrungen unzugänglich werden. Für Bauteile der Stromversorgung sind keine Bohrungen eingezeichnet.





### 3.3. CHASSISTEILE B, C, D

Diese Chassisteile bereitet man nach den Abbildungen 10, 11 und 12 vor. In das Chassis B werden die Drehkondensatoren C 10 und C 17 eingebaut, Teil D erhält drei Koaxialbuchsen und eine Steuerungsbuchse für die Relais-Steuerung. Chassis C bekommt außer den Befestigungsbohrungen nur eine größere Bohrung zum Durchführen des Koaxialkabels. Dieses Kabel soll später die Auskoppelschleife mit dem Antennenrelais Rel 3 verbinden.

### 3.4. MONTAGEPLATTE 1

Diese einseitig kupfer-kaschierte Pertinaxplatte trägt die Bauteile der Treiberstufe. Sie wird nach Abb. 13 gebohrt. Die keramischen Novalfassungen für gedruckte Schaltungen lötet man mit den umgebogenen Kontakten für Katode und Gitter 3 so an die Kupfer-Kaschierung, daß die Steuergitteranschlüsse auf die in Abb. 13 mit Punkten bezeichneten Stellen zeigen. Die Schirmgitteranschlüsse werden miteinander verbunden. Von der Mitte dieses Verbindungsdrahtes lötet man den Abblockkondensator C 5 an die Platine.

Während der Gitterkreis mit den Spindeltrimmern an den Gitteranschlüssen befestigt wird, muß der Anodenkreis auf einer kleinen, nicht dargestellten Platte, in der Nähe des Drehkondensators C 10 angeordnet werden. Die auf den Abbildungen 5 und 6 zu erkennende Zusatzplatte wird an der Montageplatte 2 festgelötet.

### 3.5. MONTAGEPLATTE 2

In diese nach Abb. 14 vorbereitete Platte lötet man die keramischen Magnovalfassungen für gedruckte Schaltungen so ein, daß die beiden Steuergitter-Anschlüsse in einer Ebene liegen und nach oben zeigen. Das Anlöten geschieht an den nach außen umgebogenen Anschlüssen 3 und 8 (k, g 3). Der Anschluß 9 beider Fassungen wird soweit wie möglich gekürzt. Die beiden Steuergitter-Anschlüsse jeder Fassung werden miteinander verbunden. Daran befestigt man die Statoranschlüsse der Spindeltrimmer C 11 und C 12 mit dem Sechskant nach oben. Zwischen die beiden Rotoranschlüsse lötet man die Gitter-Spule L 6. Die Drosseln Dr. 2 und Dr. 3 werden ebenfalls mit kurzen Anschlüssen eingelötet.

### 3.6 LECHERLEITUNGSKREIS UND AUSKOPPLUNG

Abb. 16 zeigt schließlich die Einzelteile des Endstufen-Lecherkreises und die Auskoppelschleife. Die beiden teleskopartig verschiebbaren Teile des Lecherkreises müssen guten Kontakt miteinander haben. Dazu kann man das Ende des Rohres 4 bis 6 mal einsägen und etwas zusammendrücken oder einen federnden Ringkontakt auflöten. Derartige Federkontakte kann man evtl. in alten Richtfunkgeräten z. B. als Kathodenkontakt für die Röhre 2 C 39 finden.

Die dünnen Rohre des Lecherkreises lötet man an zwei keramische Stützisolatoren mit 24 mm Lichtem Abstand zum Chassis fest. An die Stützen werden außerdem die flexiblen Leitungen zum Anschließen der Anoden angelötet. Da die Röhren sehr heiß werden, empfiehlt es sich, für sehr guten Kontakt an den Anoden zu sorgen. Evtl. muß man die Anschlußkappen erst quetschen und dann an den Röhren anlöten.

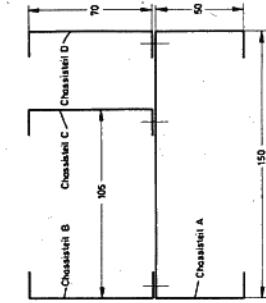


Abb. 8: Zusammenstellung der Chassisteile  
Seitenansicht und Draufsicht

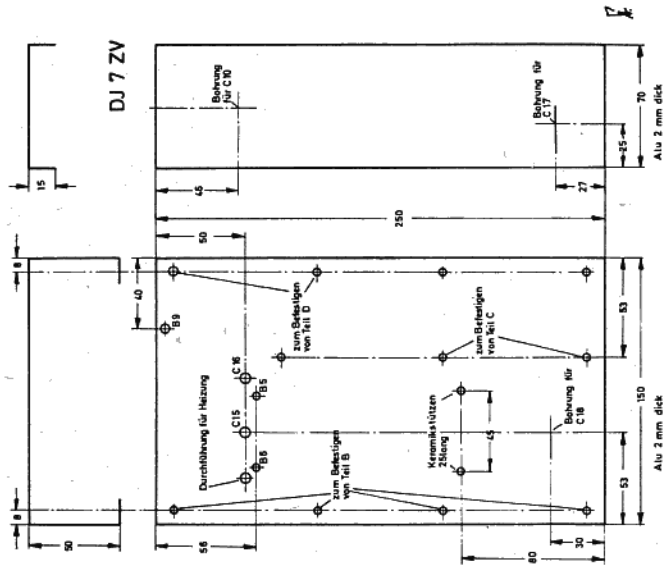


Abb. 9: Chassisteil A ohne die Bohrungen für das Netzteil

Abb. 10: Chassisteil B

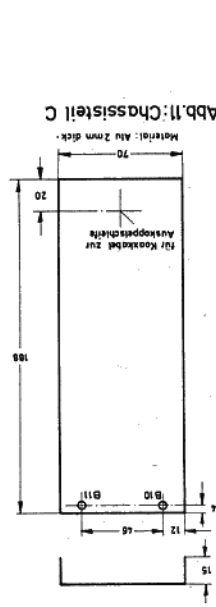


Abb. 11: Chassisteil C

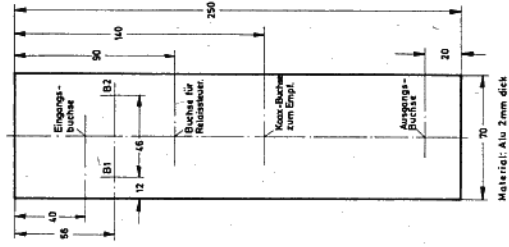


Abb. 12: Chassisteil D

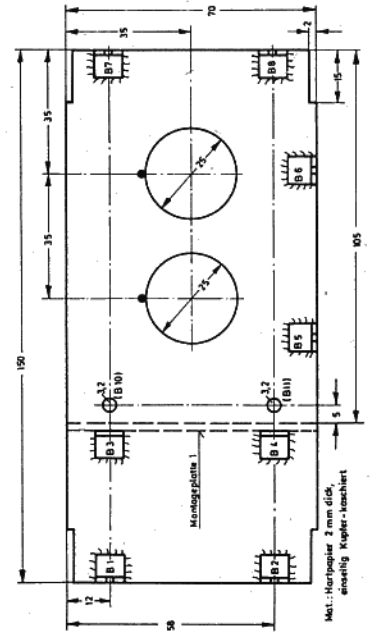


Abb. 14: Montageplatte 2, mit 8 aufgetriebenen Befestigungswinkeln B (auf die Kupfer-kaschierte Seite gesehen)

### 3.7 RELAIS

In dem Raum zwischen den Chassisteilen C und D sind die Relais Rel. 3 und Rel. 4 untergebracht. Relais Rel. 4 schließt den Empfängereingang kurz, so daß die begrenzte Übersprechdämpfung des Antennenrelais Rel. 3 nicht für den Empfänger gefährlich werden kann. Die Ausführungsform des neben der zum Empfänger führenden Buchse befestigten Relais Rel. 4 ist unkritisch. Ein Kammerrelais kann ebensogut wie ein Reedkontakt-Relais, z. B. nach (1), verwendet werden.

Als Antennenrelais benutzt der Verfasser ein Kammerrelais RA 21001 T 18 (24 x 28 x 12 mm) mit 5 mm breiten Kontaktfedern. Die Kontaktpillen haben einen Durchmesser von ungefähr 2,5 mm. Das Joch dieses Relais ist mit einem Draht auf ein 45 x 35 mm großes Stück kupfer-kaschiertes Pertinax gelötet. Auch die Oberseite des Relais wird mit diesem Material oder mit Weißblech abgeschirmt.

Es empfiehlt sich, sowohl den Sendeleiter als auch den Empfangsfad nach dem Verdrahten der Relais mit dem Stehwellenmeßgerät zu überprüfen.

### 3.8 GEHÄUSE, KÜHLUNG

Die Kammer an der Stirnseite des Lecherkreises ist mit einem nicht dargestellten Messing- oder Aluminiumblech, das 6 mal angeschraubt wird, verschlossen.

Das komplette Gerät deckt man am besten mit perforiertem Stahlblech ab. Ein kleiner Tangentiallüfter kann die (hohe) Temperatur des Gerätes erniedrigen. Nötig ist er bei dem impulsartigen SSB-Betrieb nicht, zumal er auf die Farbe der Anodenbleche keinen Einfluß hat. Auch bei Umgebungstemperaturen von 33° C arbeitet die Endstufe noch einwandfrei ohne Lüfter, obwohl sie dabei sehr heiß wird.

Beim Aufstellen ist daher wenigstens für ungehinderte Luftzirkulation zu sorgen.

### 3.9 BAUELEMENTE, SPULENDATEN

L 1 = 3 Wdg., isolierter Schaltaht auf 8 mm Dorn gewickelt, freitragend in L 2 eintauchend

L 2 = 6 Wdg., versilbert; 1,5 mm  $\phi$ , auf 8 mm Dorn gewickelt, freitragend, 15 mm lang

L 3 = 3 Wdg., wie L 2, freitragend, 3 mm Abstand von Windung zu Windung

L 4 = 2 Wdg., wie L 1, in L 3 eintauchend

L 5 = 3 Wdg., wie L 1, in L 6 eintauchend

L 6 = 6 Wdg., wie L 2, Windungsabstand = 1 mm

PA-Lecherleitung: (Abb. 16) an den Anoden-Anschlüssen, Litze 3 x 1,5<sup>2</sup>, 23 mm lang; anschließend Messingrohr 4 mm Außendurchmesser, 45 mm lang; schließlich Messingrohr 5 mm Innen-, 6 mm Außendurchmesser, 50 mm lang vorne Kontakt-Federring angelötet, hintere Enden mit Kupferblech-Streifen 12 x 45 x 1 kurzgeschlossen.

Auskoppelschleife: isolierter Kupferdraht, 2 mm  $\phi$ , geformt nach Abb. 16.

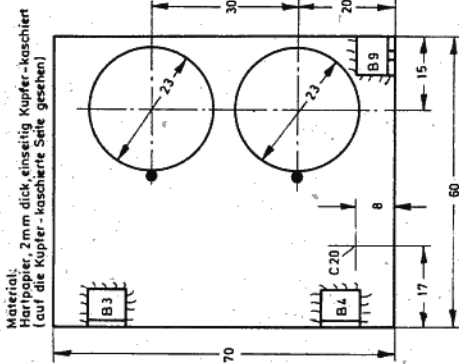


Abb. 13: Montageplatte 1 mit aufgelöteten Befestigungswinkeln

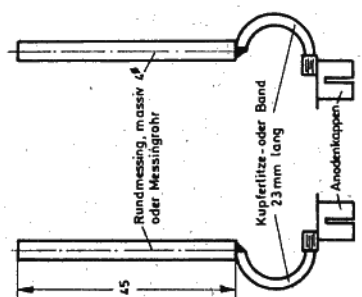
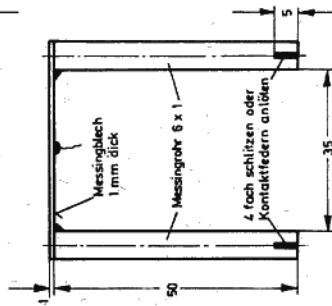
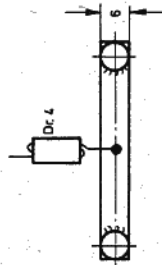


Abb. 16: Teleskopartiger Lecherkreis der Endstufe und Auskoppelschleife

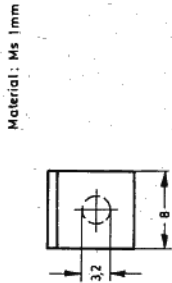
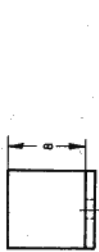
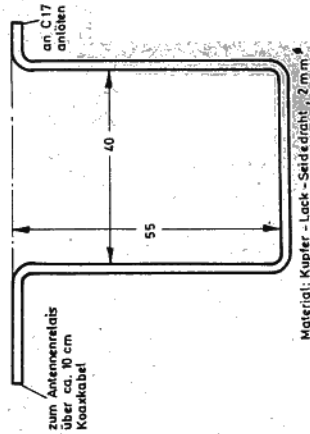


Abb. 15: Befestigungswinkel, 2 ohne Bohrung, 7 mit einer Bohrung, 2 mit zwei Bohrungen.

Röhrensackel so montieren, daß Steuergitter-Anschlüsse an die mit  $\bullet$  markierten Stellen kommen

DJ 7 ZV



Dr 1 Ferroxcube-Breitbanddrossel z. B. VK 200, Fa. Valvo

Dr 2, Dr 3 = 15 Wdg. ca. 0,3 mm CuL auf Widerstand 12 k/1/2 W

Dr 4, Dr 5, Dr 6 = wie Dr 1

R 1, R 2 = 56 k $\Omega$ ; R 3 = 1 k $\Omega$ /1 W

R 4, R 5 = je nach Spannungs- und Strombedarf für Rel. 1

R 7 = 50  $\Omega$ /0,5 W

R 6 = 3,3  $\Omega$ /4 W (oder 2 Stück 6,8  $\Omega$ /2 W)

R 8 = 1 k $\Omega$ /0,5 W

R 9, R 10, R 11 = 27 k $\Omega$ /4 W (oder je 2 Stück 51 k $\Omega$ /2 W)

R 12 = 3,3  $\Omega$ /0,5 W R 15 = 6 k $\Omega$ /6 W (aus 3 x 18 k $\Omega$ /2 W)

R 13 = 10 k $\Omega$ /0,5 W R 16 = 1  $\Omega$ /0,5 W

R 14 = 5,6 k $\Omega$ /0,5 W R 17 = 0,1  $\Omega$

R 18, R 19 = Schutzwiderstände, je nach Instrument

Si 1...3 = 3 A, träge

P 1, P 2 = 25 k $\Omega$ /0,5 W lin. Trimpotentiometer

C 1, C 2, C 3 = 3 - 30 pF Lufttrimmer (Valvo C 005 CA/30 E oder Valvo WN 40 163)

C 4, C 5 = ca. 2 nF Keramik-Scheibenkondensatoren, 500 V

C 6, C 7 = ca. 2 nF Durchführungskondensatoren schraubbar, 500 V

C 8 = wie C 1

C 9 = wie C 4

C 10 = 3 - 20 pF Kurzwellen-Drehkondensator, Valvo, Hopt

C 11, C 12 = wie C 1

C 13, C 14 = wie C 4

C 15, C 16 = wie C 6

C 17 = 5 - 25 pF Kurzwellen-Drehkondensator, Valvo, Hopt

C 18 = 180 pF oder mehr, keramischer Durchführungskondensator 1,5 kV

C 19 = 4  $\mu$ F/350 V Elko

C 20 = wie C 6

C 21 = 4,5  $\mu$ F/350 V Metallpapier-Kond. (MP)

C 22 = 0,5  $\mu$ F/350 V Metallpapier-Kond. (MP)

C 23 + C 24 = 2 x 16  $\mu$ F/350 V, Elko

C 25, C 26, C 27 = 300  $\mu$ F/350 V (Elko für Fernsehgeräte oder Blitzlichtgeräte je 2 x 150  $\mu$ F)

C 28... C 31 = ca. 4  $\mu$ F/100 V

D 1 = je nach Spannung und Strom für Rel. 1

D 2... D 5 = BY 237 oder andere Si-Dioden für 1 kV/0,8 A

V 1, V 2 = PL 81 V 3, V 4 = PL 504 V 5 = OA 2, 150 C 2 o. ä.

#### 4. INBETRIEBNAHME UND ABGLEICH

##### 4.1 BETRIEBSSPANNUNGEN, HEIZUNG

Als Erstes wird das Funktionieren der Verpolungs-Schutzschaltung kontrolliert (falls nicht mit Trenntransformator gearbeitet wird).

Anschließend mißt man die Leerlaufspannungen des Netzteiltes. Sie müssen folgenden Werte aufweisen:

$$U_a = 620 \text{ V}, U_g = 310 \text{ V}, U_g = -100 \text{ V}$$

Die Gittervorspannung stellt sich erst auf diesen Wert ein, wenn der Heizkreis geschlossen ist. Man überprüft gleich den Serien-Heizstrom: er soll 300 mA betragen. Einen zu kleinen Heizstrom kann man durch Parallelschalten kleiner MP-Kondensatoren (0,1 oder 0,25  $\mu$ F) zu C 21 korrigieren.

##### 4.2 TREIBERSTUFEN-ABGLEICH

Bei geheizten Röhren, jedoch ohne Anoden-, Schirmgitter- und Steuergittervorspannung, wird durch Gitterstrom-Messung an einer PL 81 der Gitterkreis der Treiberstufe grob abgestimmt. Außerdem ermittelt man die Eintauchtiefe der Koppelspule L 1, die den größten Gitterstrom ergibt. Auch der Trimmer C 1 wird auf maximalen Gitterstrom eingestellt.

Während einer gleichzeitigen Messung beider Gitterströme können die Trimmer-einstellungen von C 2 und C 3 vorsichtig so verändert werden, daß beide Gitterströme gleich groß werden. Dabei muß natürlich gleichzeitig die Resonanz erhalten bleiben.

Anschließend wird die Treiberstufe mit allen Betriebsspannungen versehen und ohne Ansteuerung mit Hilfe des Potentiometers P 1 zur Probe kurzzeitig auf einen Anodenstrom von 250 mA hochgefahren. Danach stellt man den Ruhestrom von 100 mA ein.

Mit einer um etwa 20 dB verminderten Steuerleistung (< 10 mW) werden anschließend durch Gitterstrom-Messung an der lediglich geheizten Endstufe der Anodenkreis der Treiberstufe und der Gitterkreis der Endstufe abgestimmt. Die Koppelschleifen L 4 und L 5 justiert man auf maximalen Gitterstrom. Mit dem Drehkondensator C 10 muß Resonanz zu erzielen sein.

##### 4.3 ENDSTUFEN-ABGLEICH

Nachdem auch die Gitterströme der Endstufe durch vorsichtiges Verstellen der Trimmer C 11 und C 12 auf gleiche Werte gebracht worden sind, schaltet man die Ansteuerung ab und nimmt die Endstufe gleichstrommäßig in Betrieb. Mit Hilfe des Potentiometers P 2 fährt man die Endröhren zur Probe kurzzeitig bis zu einem Anodenstrom von 400 mA hoch und stellt dann den Ruhestrom von 75 mA ein.

Mit der verminderten Ansteuerung kann man nun den Lecherkreis und die Auskopp- lung auf maximale Ausgangsleistung abstimmen. Abschließend wird bei einer kurz- zeitigen Vollaussteuerung der Endabgleich vorgenommen. Diese PEP-Aussteuerung darf höchstens 30 bis 40 Sekunden anliegen, wenn danach wieder eine längere Ab- kühlungspause folgt. Die Anodenbleche und der Draht von dort zur Anodenkappe werden in dieser kurzen Zeit rotglühend.



#### 4.4 ANMERKUNG ZUM ABGLEICH

In der folgenden Tabelle werden die Einstellwerte der Treiber- und der Endstufe noch einmal zusammengefaßt wiedergegeben:

	Treiberstufe	Endstufe
Anodenspannung	300 V	600 V
Schirmgitterspannung	150 V	300 V
Anoden-Ruhestrom	100 mA	75 mA
Anodenstrom bei Vollaussteuerung	250 mA	800 mA

Bei Vollaussteuerung sinkt die Anodenspannung auf etwa 570 V.

Der Verfasser hat folgende PEP-Werte der Ausgangsleistung in Abhängigkeit vom Anodenstrom der Endstufe gemessen:

$I_a$ (mA)	$P_{out}$ (W)
75	0
100	4
200	16
400	50
800	200

Bei Sprachaussteuerung soll die (relative) Anzeige der HF-Ausgangsspannung zwischen  $1/3$  und  $1/2$  der Anzeige bei Sinus-Einton-Aussteuerung liegen.

Falls die Möglichkeit besteht, den Intermodulationsabstand zu messen, können die Arbeitspunkte noch korrigiert werden. Außerdem beeinflusst der Wert des Schirmgitterwiderstandes R 3 den Intermodulationsabstand. Es kann deshalb durch Messungen hierfür evtl. ein individuell günstiger Wert gefunden werden.

Im Übrigen kann man bei der Einstellung von Endröhren, für die vom Hersteller keine  $AB_1$ -Betriebsdaten ausgegeben sind, folgendermaßen vorgehen:

Die Endstufe wird nur mit dem Rest-Träger angesteuert und die Gittervorspannung - von hohen Werten ausgehend - solange erniedrigt, bis eine Gittervorspannungsänderung nur noch eine sehr geringe Verstärkungserhöhung ergibt. Dazu wird die HF-Ausgangsspannung z. B. an einem Absorptionskreis zur Anzeige gebracht.

#### 5. BEMERKUNGEN

Da Anodenkreise der hier beschriebenen Art eine Dämpfung der Harmonischen um 60 dB nicht gewährleisten, sollte auf jeden Fall ein Bandpaß oder ein Tiefpaß, z. B. nach (2), in die Antennenzuleitung geschaltet werden.

Im Übrigen erfordert es die Fairness, daß vor der Inbetriebnahme einer derart leistungsstarken Endstufe der Intermodulationsabstand und die Gesamtbandbreite des Steuersender-Signals einer sehr kritischen Prüfung unterzogen werden. Ein Signal, das in 20 kHz Abstand vom Nutzseitenband nicht wenigstens um 60 dB geschwächt ist, sollte man nicht auf 200 W verstärken.

Eine oszillografische Überprüfung kann nach (3) vorgenommen werden.

#### 6. LITERATUR

(1) E. Berberich: Koaxialrelais mit großer Entkoppeldämpfung und gutem Stehwellenverhältnis  
UKW-BERICHT 8 (1968), H. 3, S. 160

(2) H. Dohlus: Koaxiale Tiefpaßfilter für VHF und UHF  
UKW-BERICHT 4 (1964), H. 1, S. 5 - 17

(3) G. Laufs: Variationen über einen 32 S 3  
Das DL-QTC 37 (1966), H. 12, S. 663

#### 1. TRANSISTOR-TREIBERSTUFE

Die Emitterleitung ist maximal 2 mm unter dem Transistor-Gehäuseboden an die Basisrückleitung anzulöten.

#### 2. ABSTIMMUNG BEI FREQUENZWECHSEL

Die Steuerleistung ist so groß, daß bei Frequenzwechsel nur die Ansteuerung der Treiberstufe auf den höchstzulässigen Wert nachgestimmt werden muß. Der Drehkondensator C 10 braucht nicht nachgestellt zu werden.

#### 3. RÖHRENHEIZUNG

Falls keine Treiberstufe eingebaut wird, ersetzt man die Heizfäden der Röhre PL 81 durch einen 7-W-Widerstand von 50  $\Omega$ , da sonst die Gittersperrspannung nicht ausreicht.

#### 4. MONTAGEPLATTE 2

Die Röhrenfassung wird durch Anlöten der nach außen umgebogenen Anschlüsse 3 und 8 (k, g3) befestigt, die außerdem mit 2-mm-Draht verbunden werden.

#### 5. LECHER-LEITERUNGSKREIS

Da die Röhren sehr heiß werden, empfiehlt es sich, für sehr guten Kontakt aller Drähte zu sorgen. Evtl. muß man die Drähte und die Anoden-Anschlußkappen erst quetschen und dann anlöten.

#### 6. GEHÄUSE

Das komplette Gerät deckt man am besten mit Aluminium-Streckmetall ab.

#### 7. AUSFÜHRUNG DER RÖHREN

Der Bau von sieben dieser Endstufen im norddeutschen Raum hat gezeigt, daß nur diejenigen Ausführungen der PL 504 geeignet sind, bei denen der Draht von der Anodenkappe zur Anodenbrücke gerade ist.

#### 8. ANSTEUERUNG

Bei Ansteuerung der beiden Röhren PL 504 durch einen "Sidewinder" mit einer Scheitelleistung von ca. 8 W ergibt sich eine PEP-Ausgangsleistung von 150 W.

+) Literatur:

V. Thun, DJ7ZV: 200 PEP auf 145 MHz mit zwei Röhren PL 504  
UKW-BERICHT 8(1968), H. 3, S. 121 - 136

**Eingescannt und bearbeitet für [www.radiomuseum.org](http://www.radiomuseum.org)  
von DK5CB mit freundlicher Genehmigung  
durch den Verlag UKW-Berichte.**

**Frühe Hefte dieser Zeitschrift sind beim Verlag  
als CD erhältlich**