

## Einfaches Netzteil für Wanderfeldröhren Verstärker

von Claus Neie, DL 7 QY

D. Immer mehr Wanderfeldröhren (im weiteren WFR genannt) gelangen zu erschwinglichen Preisen auf den Surplus-Markt. Nach dem Erwerb einer WFR beschafft man sich Datenblätter und Inbetriebnahmeanweisungen und dann, spätestens, kommt der Schock. Seitenweise Instruktionen, Toleranzen, die nicht überschritten werden sollen, Betriebsspannungen mit 0.xx% Genauigkeit im kV-Bereich u.s.w. Und zum Schluß die Überraschung, nachdem man sich mit den Anschlüssen einer WFR endlich vertraut gemacht hat und die Wendel als Anodenähnliches Gebilde zur herkömmlichen Röhre analysiert hat, liegt diese plötzlich auch noch auf Masse.

Spätestens zu diesem Zeitpunkt erfolgt eine Erscheinung, welche nicht selten zu beobachten ist: Die WFR wandert in eine Schublade, wo sie jahrelang verweilt, weil das dazugehörige Netzteil meistens fehlt und das gerade geschilderte Lernerlebnis einen tiefen (und langfristigen) Eindruck hinterlassen hat.

Dieser Artikel ist aus eigener Erfahrung geschrieben und soll dazu dienen, OM's, die ähnliche Erlebnisse hatten, den Respekt vor derartigen Netzteilen zu nehmen, denn bei genauerem Hinsehen ist alles halb so schlimm.

Zuerst noch ein paar Bemerkungen zu WFRöhren. Diese Verstärkerröhren finden in Frequenzbereichen von 1 bis 40GHz Anwendung. Die Verstärkung beträgt je nach Type zwischen 30 und 50dB in der Regel. Die Anschlüsse einer WFR sind in Fig. 2 gezeigt. Heizung und Kathode sind in der Regel verbunden. Das G2 regelt den Kollektorstrom (oder auch Auffängerstrom). Der Kollektor ähnelt der Anode einer herkömmlichen Röhre und gibt die Verlustleistung in Wärme ab. Zuletzt die Wendel, welche mit dem Gehäuse verbunden ist (aus schwingneigungs-technischen Gründen bei der hohen Verstärkung).

Die in den Datenblättern angegebenen Toleranzen der Spannungen gelten für kommerziellen Betrieb, welcher zuverlässig über tausende von Betriebsstunden gewährleistet werden muß. Für den Amateurbetrieb können einige dieser Toleranzanforderungen ignoriert werden. Einige allerdings müssen strikt eingehalten werden, um die WFR nicht zu zerstören. So muß z.B. die Wendelspannung unbedingt stabilisiert sein, alle anderen Spannungen nicht. Wenn die Netzspannung nicht mehr als von 210V bis 230V schwankt, braucht die Heizung nicht stabilisiert zu sein. Die G2 Spannung und die Auffängerspannung brauchen auch nicht stabilisiert zu sein. Fig. 1 zeigt ein Netzteil, welches beim Verfasser eine WFR YH1191 (X-Band 25W output bei 44dB Verstärkung) versorgt.

### Schaltungsbeschreibung

1.) Der Netztransformator. Der Netztrafo ist entsprechend den erforderlichen Spannungen und Strömen zu dimensionieren. (Benötigte Gleichspannung \* 0.77 ergibt die benötigte Wechselspannung und der erforderliche Gleichstrom wird für die Dimensionierung verdoppelt). Die Heizwicklung wird für 7V ausgelegt und später durch Serienschaltung eines Vorwiderstandes reduziert.

2.) Die Gleichrichtung und Siebung. Es wird herkömmliche Brückengleichrichtung verwendet, bei der Dimensionierung ist auf die Spannungsfestigkeit der Dioden zu achten. Für 4000V Gleichspannung mindestens 10x 1N4007 in Serie pro Diodenstrecke verwenden. Die Siebung wird mit in Reihe geschalteten Elkos realisiert, welche mit gleichgroßen Widerständen parallel bestückt werden, um den Leckstrom der Elkos zu kompensieren. Bei der Dimensionierung der Elkokette muß auf genügend große Spannungsfestigkeit der Elkos geachtet werden. Die Gesamtkapazität der Elkokette sollte 20µF nicht unterschreiten. Besser sind 50-100µF. Der Verfasser verwendet 15x800µF in Serie a 310V mit bestem Erfolg.

3.) Die Stabilisierung der Wendelspannung wird unter Zuhilfenahme einer Z-Diodenkette mit Vorwiderstand realisiert. Weil der Wendelstrom 2mA nicht überschreiten darf (im normalen Betrieb beträgt der Wendelstrom je nach Ansteuerleistung und G2 Spannung zwischen 0.5 und 1.5mA), reicht ein Querstrom durch die Z-Diodenkette von 2mA aus. Diese Spannung muß als einzige Spannung

stabilisiert sein!

4.) Die G2 Spannung wird über ein Fokus Hochspannungspoti, wie es üblicherweise in Farbfernsehern verwendet wird, eingestellt. Die Spannung muß direkt von der Minus Seite der Elkokette abgenommen werden und zum Poti geführt werden. Es darf nicht die stabilisierte Wendelspannung verwendet werden, weil der Quellwiderstand an der Spannung zu groß ist.

5.) Die Heizspannung wird über einen Vorwiderstand bei Netzspannung 220V auf genau 6.30V eingestellt.

6.) Die Auffängerspannung kann unstabilisiert sein, und sollte während des Betriebes der WFR +/- 200V von der angegebenen Spannung der Datenblätter nicht abweichen.

7.) Die PTT Schaltung. Da die WFR gesperrt ist, wenn G2 auf Kathodenpotential liegt, braucht während des Empfangsfalls nur die Massezuleitung des G2 Potis unterbrochen zu werden. Dies geschieht mit dem Relais "D" (Type SDS ST2-DC12V). Dieses Relais hat zwei Schließer, welche in Serie geschaltet werden und die im Unterbrechungszustand anliegende Hochspannung genügend von der Masse isolieren. Während des Empfangszustandes bleiben alle Spannungen an der WFR angelegt. Ein Rauschanstieg konnte während des Empfangs nicht festgestellt werden.

8.) Die Einschaltverzögerungsschaltung. Sämtliche Betriebsspannungen können direkt beim Einschalten angelegt werden, nur muß während der Anheizphase sichergestellt sein, daß das Relais "D" nicht geschlossen werden kann. Das Relais "D" sollte erst betätigt werden können, wenn der Heizstrom der WFR nach dem Einschalten (etwa nach 1.5 Minuten) den endgültigen Wert erreicht hat. Dies kann man erreichen, indem die Spannungsversorgung des PTT Relais in Serie mit einem zusätzlichen Relais versehen wird, welches erst über eine Einschaltverzögerung zum Schließen gebracht werden kann. (Relais "A").

#### Die Inbetriebnahme

Zuerst wird nur die Heizung angeschlossen und R1 für die 6.30V Heizspannung ermittelt. (Beim Verfasser 4x110hm Widerstände). Anschließend wird die Auffängerspannung und die Wendelspannung überprüft. Sollte die benutzte WFR länger als ein Jahr nicht in Betrieb gewesen sein, ist es empfehlenswert die WFR erstmal ca. 60 Stunden nur zu heizen.

Anschließend werden alle Zuleitungen aus dem Netzteil mit den WFR-Anschlüssen verbunden. Beim ersten Einschalten ist darauf zu achten, daß der Schleifer vom G2-Poti an der "heißen" Seite des Potis liegt. Außerdem sollte in der Auffängerzuleitung und im Wendelstromkreis ein mA-Meter eingeschleift sein, um den Betriebszustand der WFR ständig kontrollieren zu können. Nun wird der Treiber TX angeschlossen und am Ausgang der WFR ein 500hm Abschluß mit Leistungskontrolle angeschlossen. Die WFR sollte auf einem guten Kühlkörper montiert sein, welcher ausreichende Wärmeableitung garantiert.

Jetzt kommt der große Moment- es wird eingeschaltet. Nachdem das Zeitverzögerungsrelais die PTT-Schaltung freigibt, wird auf "Senden" geschaltet. Das Steuersignal kann am Eingang der WFR jetzt bereits anliegen. Bei den meisten Röhren darf die Steuerleistung 100mW nicht überschreiten.

Es darf noch kein Strom durch die WFR fließen. Jetzt wird das G2-Poti langsam in Richtung Unterbrecherkontakt von Relais "D" bewegt, unter Beobachtung des Auffänger- und Wendelstrominstrumentes. Langsam steigt der Wendelstrom an, und mit ihm der Auffängerstrom. Unter Beobachtung des Wendelstromes wird ein Auffängerstrom entsprechend der Herstellerangaben eingestellt. Gleicht man auf maximale HF-Ausgangsleistung ab, kann der Auffängerstrom von den Herstellerangaben abweichen. Bleibt der Wendelstrom aber unter den "Max" Angaben des Herstellers, hat dies keine Bedeutung. Diese Einstellung kann unter Umständen zwischen Kalt- und Warmbetrieb etwas schwanken, darum sollte das G2 Poti (mit isolierter Achse) nach außen geführt sein. Der Verfasser hat die Schaltung im Dauertest mehrere Male geprüft. 20 Stunden voller Träger mit vielen PTT Schaltungen mit dem Ergebnis "keine Ausfälle" des Netzteiles.

Die Betriebswerte der YH1191 beim Verfasser sind: Kaltzustand nach WFR nach dem Einschalten: Treiberleistung=4mW. UWendel=3360V stb. UAuffänger=1450V. IWendel=1.2mA. IAuffänger=51mA. Ausgangsleistung=22W.  
 Warmzustand nach 1 Stunde Betrieb: Treiberleistung=4mW. UWendel=3360V stb. UAuffänger=1500V. IWendel=1.5mA. IAuffänger=46mA. Ausgangsleistung=25W.

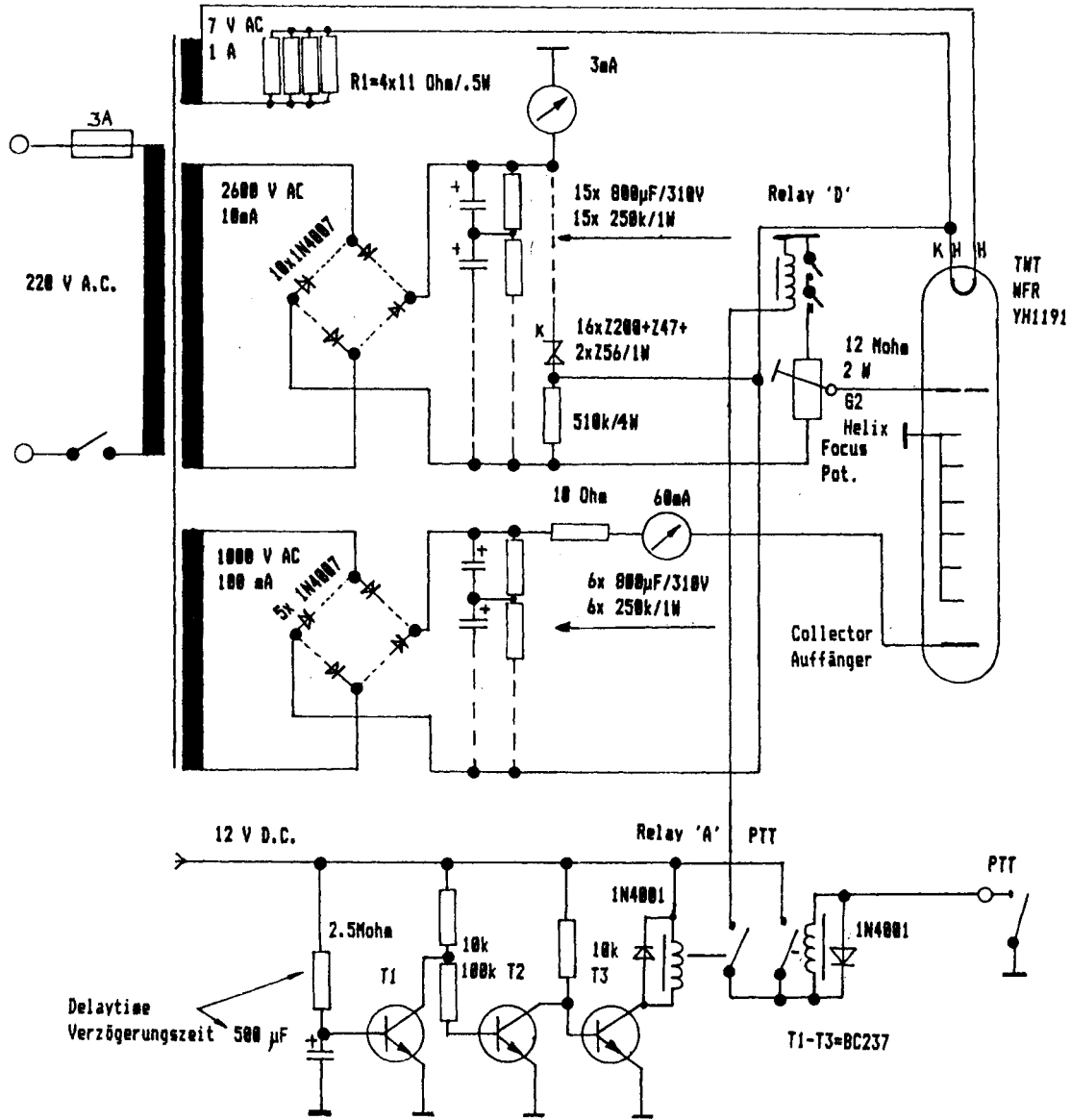


Fig. 1

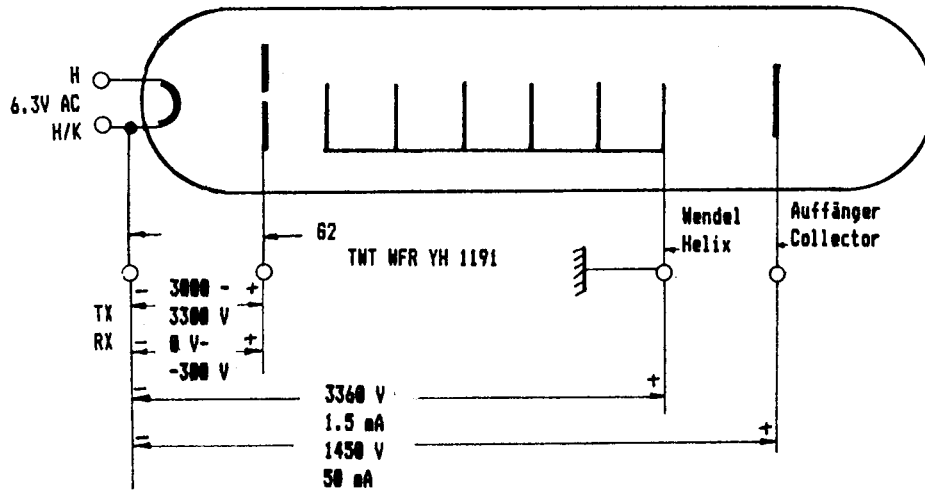


Fig. 2 A Simple Powersupply for Traveling Wave Tube Amplifiers

E. More and more Traveling Wave Tubes (in the following text marked as TWT) will be obtainable on the surplus market now, in a range of expense, which can be interesting for amateur radio use. After buying such TWT (mostly without the necessary powersupply of course) the shock comes. After getting the data sheets and the operation instructions from the manufacturer of the TWT, pagewise accurate specifications, which may not be exceeded as well as Voltage stability-specifications in the .xx percentage kV range a.s.o. Finally the bad surprise: After analysing the function of electrodes of the TWT, the Helix termination (found out as something similar to anode of a ordinary tube) is grounded! At the latest now, often the TWT disappears in a drawer for many years.

Now, this article is written from my own experiences and should help to show a simple possibility of realizing a powersupply for TWT's. First, some notes about TWT's. This kind of amplifiertubes is used for frequency applications in 1-40GHz range. In respect of different types the gain generally is between 30 and 50dB. The electrode-terminations are shown in Fig. 2. Normally heater and cathode are connected inside the TWT. G2 Voltage controls the Collector current. The Collector dissipates the power. The Helix is connected with the ground (box of TWT) because the reason of selfoscillating problems in respect of the high gain of the TWT.

The datasheet values are valid for commercial use only because the must of reliability and thousands of operation hours. For amateurradio use most restrictions of operational tolerances can be disregarded. Only some very important restrictions have to be respected to keep the TWT alive. The only Voltage which must be stabilized is the Helix voltage. When the meanpower doesn't librate more than +/-10 V from 220V AC, no stabilizing of heatervoltage is necessary. G2 Voltage isn't necessary to be stabilized as well as the collector Voltage can librate +/- 200V of manufacturers specification. Fig. 1 shows a powersupply for the X-Band TWT YH1191 factured by AEG/Telefunken (25W rf output and 44dB gain), used by the writer.

Circuitdescription

1.) The meanpower transformer is dimensioned in respect of the needed DC Voltages multiplied by 0.77. The needed currents are doubled on the AC side. Heater AC Voltage is 7V and is reduced later by res,istors to 6.30V.

2.) Recification and filtering. Quadbridge Recification is used, pay attention to the electric strength of the used Diodes. (For 4000V use at least 4x10 of 1N4007) For filtering several electrolytic capacitors in series are used with parallel resistors on each to compensate the leakage current of each electrolytic capacitor. Total capacity of the filteringcapacitor should not fall below 20µF. Better is 50 to 100 µF total capacity. The writer uses 15 times 800µF/310V in series with good success.

3.) Stabilizing of Helix Voltage is realized by a Zener-diode chain. As the Helix current should not exceed 2mA (generally the Helix current amounts .5-1.5mA), a forward current of 2mA through the Z-diodes is sufficient. This is the only Voltage which must be stabilized.

4.) The G2 Voltage is taken from the unstabilized Helix voltage because the lower sourceresistance at this place. The Voltage passes a variable high voltage resistor (as generally used in Color TV sets for focussing) to set the TWT in the wanted operating point.

5.) The Heater Voltage is reduced by resistors down to 6.30V at 220V AC meanpower.

6.) The Collector Voltage is not stabilized and shouldn't librate under operation of the TWT more than +/- 200V from the specifications given from the manufacturer.

7.) The PTT circuit. In case of same voltage at G2 and kathode, the TWT stops its operation, therefore only the ground side of the variable resistor must be disconnected under receiving periods. This is very simply realized by a relay "D" (Type=SDS ST2-DC12V). This relay contains two normally open contacts which are used in series because the better isolation of the high voltage. During the receiving period the TWT is still supplied by all voltages. No noise increase at the receiver could be found.

8.) Power On Delay circuit. Under power-on period pay attention to that the relay "D" can't be activated until the heater current of the TWT arrives the recommended value. (abt. 1.5 min after power-on). The power-on delay circuit is realized by T1-3 Fig.1. The PTT relay "D" can only be activated after the delay circuit has activated the relay "A". All voltages can supply the TWT immediately after power-on.

#### The First Time Operation

First connect the heater of TWT only, insert a series resistor to adjust the heater voltage to 6.30V. (The writer used 4 parallel resistors of 110hm). Check the Collector- and Helixvoltage without connecting the TWT. If your TWT was not in use for more than one year, it is recommended only to heat the TWT for abt. 60 hours duration. Thereafter connect all voltages with the correct terminations of the TWT. Before first power-on, pay attention to that the slider of the HV Pot is in position near to the high voltage side (kathode potential). A mA-meter should be inserted in the Collectorcurrent circuit as well as in the Helixcurrent circuit. Connect the TX driver with abt 1-10mW and terminate a 500hm load at the output of TWT. Driver power should not exceed 100mW, because a damage of TWT would be the result.

Now, the great moment comes- Power On. No Collector- and Helixcurrent should appear, even after the delay and PTT relay is activated after the delay time. Now turn slowly the G2 Pot into more ground position, and now Collector- and Helixcurrent should appear. Adjust the Collectorcurrent to the specification value but always pay attention to the Helixcurrent which should never exceed 2mA. Now check the poweroutput. The adjustment can move under change of the operationtemperature, therefore install an isolated axle to make adjustments possible from outside of the cabinet. The writer has tested this power supply in several 20 hours fully operation cycles with lots of PTT's without any trouble.

Now some operation values at the writers TWT, using YH1191 on 10368MHz:  
 Power-on condition: Driver power=4mW. UHelix=3360V stb. UCollector=1450V.  
 IHelix=1.2mA. ICollector=51mA. Output PWR=22W rf.  
 After warm up period (1hour): Driver power=4mW. UHelix=3360V stb.  
 UCollector=1500V. IHelix=1.5mA. ICollector=46mA. Output PWR=25W rf.

Vy 73 de DL7QY.