



# The Slag '67

Schon seit einiger Zeit sind kleine einkanalige Röhrenverstärker sehr gefragt. Die Vielzahl der angebotenen Typen scheint ständig zu wachsen. 5Watt Class A mit einer EL84 oder einer 6V6 in der Endstufe sind die gängigsten Ausführungen, zumeist mit einer einzelnen 12AX7 in der Vorstufe.

Diese Dinger sind verdammt günstig. Man bekommt für etwa 100€ eine solide Basis zum Basteln. Und mehr sind sie auch nicht. Denn die Schaltungen sind sämtlich recht unausgehothen und bleiben weit unter ihrem Potential. Zweitens sind die verwendeten Bauteile nicht besonders grandios. Der Ausgangsübertrager ist zu klein, es werden billige Widerstände usw. verbaut. Dadurch gibt es viele Modifikationen dieser kleinen günstigen Verstärker, die sich genau hierum kümmern.

von Michael Günther  
& Martin Lemke

Doch was ist mit dem kleinen Ausgangsübertrager, dernach dem Ausbau traurig in der Ecke liegen muss? Warum nicht den anderen Weg gehen und für den vorhanden Übertrager eine besser passende Schaltung entwickeln? Ausgangspunkt für unseren kleinen Amp war der von vielen ausgemusterte, weil zu knapp bemessene Ausgangsübertrager des HB GA-5. Der muss ja bei den Käufern dieses Amps massig auf Halde liegen. Ziel war es außerdem einen möglichst direkten und dynamischen Amp zu bauen, der unmittelbar auf das kleinste Beben des Fingers an der Saite reagiert. Genau das haben wir getan. Das Ergebnis war The SLAG '67

Der kleine Übertrager, der im GA-5 von Harley Benton und auch Epiphones Valve Junior eingesetzt wird, hat nur wenig Eisen. Da ein Eintaktübertrager wie ein Elektromagnet durch den Anodenstrom der Endröhre vormagnetisiert wird, steht nicht das gesamte Eisen zur Signalübertragung zur Verfügung, sondern nur der Teil, der nicht magnetisiert ist. Je kleiner der Eisenkern und je mehr Strom die Endröhre zieht ist, desto weniger ist das.

Nun ist es zugleich so, dass auch wenn Bässe, Mitten und Höhen gleich laut gehört werden, die Leistung nicht gleichmäßig auf diesen Frequenzbereich verteilt ist. Die Bässe benötigen den größten Teil der Leistung, die Mitten etwas weniger und die Höhen fast keine. Demnach wird ein zu kleiner Übertrager zuerst die Bässe beschneiden während die Mitten noch einigermaßen und die Höhen noch gut 'hindurchpassen'. Deswegen klingt der Übertrager mit der Stromreichen EL84 auch entsprechend dünn. Das würde sich aber ändern, wenn man ihn mit einer Röhre, die auch bei wenig Strom gut arbeitet einsetzt. Nach kurzer Suche haben wir uns für die 6AG7 entschieden. Sie ist wie die 6V6 eine Oktalröhre und wie die ersten 6V6 die in den 30er Jahren herauskamen hat sie einen Stahlsockel. Als 6P9S ist sie aus russischer

Produktion in sehr guter Qualität zu bekommen. Die Übertrager des GA-5 und Epiphone Valve Junior sind identisch. Sie ergeben für die Röhre bei korrektem Lautsprecheranschluss einen Arbeitswiderstand  $R_{aL}$  von 7kOhm. Die 6AG7 ist laut Datenblatt für Anodenverlustleistungen  $P_a$  bis 8Watt zugelassen. Das

ist alles, was wir wissen müssen um den Arbeitspunkt zu bestimmen. Dieser besteht aus drei Werten. Den Arbeitswiderstand, den wir schon kennen, die Anodenspannung  $U_a$  und der Anodenstrom  $I_a$ . Physikalisch ist der Arbeitswiderstand wie in Formel (1) zu sehen der Quotient aus den Schwankungen von Anodenspannung und -strom. Doch mit der Schwankung haben wir nichts erreicht, denn wir müssen wissen welche Werte schwanken. Wenn man immer nur hin und her fährt, weiß man auch nicht genau, wo man gerade ist. Bei Leistungspentoden und -tetroden gibt es eine Faustformel (2). Zudem gilt für die Anodenverlustleistung die einfache Formel (3). Schrauben wir (2) und (3) zusammen und stellen etwas um, dann erhalten wir die Formel (4). Damit haben wir gewonnen. Denn wir kennen  $P_a$  und  $R_{aL}$  und können den fehlenden Wert  $I_a$  problemlos berechnen. Wir erhalten: 33mA. Stellen wir Formel (3) um, dann erhalten wir Formel (5) und können  $U_a$  bestimmen. Wir kommen auf 230V.

Tatsächlich werden wir mit dem Strom etwas herunter gehen und die Spannung etwas erhöhen. Die Faustformel (2) gilt nämlich für Hifi. Verkleinert man den Strom und erhöht Spannung etwas oder anders gesagt fährt man einen, für die gewählte Spannung und Strom zu kleinen Arbeitswiderstand, dann nehmen die geradzahligen Klirrprodukte zu und der Verzerrungseinsatz wird weicher. Der Übergang von Clean und Verzerrung ist also breiter und das lieben wir im Blues.

$$\textcircled{1} R_{aL} = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a}$$

$$\textcircled{2} R_{aL} = \frac{U_a}{I_a}$$

$$\textcircled{3} P_a = U_a \times I_a$$

$$\textcircled{4} I_a = \sqrt{\frac{P_a}{R_{aL}}}$$

$$\textcircled{5} U_a = R_{aL} \times I_a$$

Die 6AG7 hat noch einige bemerkenswerte Eigenschaften. Sie braucht noch nicht einmal halb so viel Steuerspannung wie eine 6V6. Das wirkt sich aus, als hätte man um den selben Faktor mehr Gain. Reicht eine ECC83 für den Champ voll aus, dann würde sie es für unser Gerät erst recht tun. Wir werden aber die ältere 6SL7 benutzen. Sie macht bei etwa demselben Gain



einen runderen wärmeren Ton und ist optisch passend ebenfalls eine Oktalröhre. Aus dem Spiel mit den Buchstaben und Zahlen der verwendeten Röhren ergab sich dann auch der Name des Amps.

Die alten Endröhren wie 6V6 und 6AG7 haben eine Eigenart, die der EL84 abgeht. Sie können ohne Schaden für die Röhre mit Steuerleistung getrieben werden. Was bewirkt das? Eine Röhre wird in aller Regel bei negativer Gittervorspannung betrieben. Das Gitter ist also negativer als die Kathode. Die ohnehin negativ geladenen Elektronen, die von der Kathode ausgesendet werden, werden also nicht zum noch negativeren sausen. Das würde sich aber ändern, wenn das Gitter plötzlich positiver als die Kathode wäre.

Dieser Zustand wird in einem Gitarrenverstärker häufig erreicht. Nämlich dann, wenn die Röhre sehr weit ausgesteuert wird, also bei Verzerrung. Ein normaler

Verstärker wie der Champ reagiert dann sehr eigentümlich. Er hat vor der Endröhre einen Gitterableitwiderstand und einen Koppelkondensator. Wird er jetzt Gitterstrom ziehen, dann muss dieser Strom über den Gitterableitwiderstand abfließen und führt dort zu einem Spannungsabfall, der das Gitter automatisch zurück in den negativen Bereich drückt. Doch da dabei der Gleichspannungsunterschied am Koppelkondensator auch verändert wird, muss dieser vorher umgeladen werden. Das Umladen der Kombination aus Gitterableitwiderstand und Kondensator geht nicht unendlich schnell, sondern in einer Zeit vor sich, die umso größer wird, je größer der Ableitwiderstand und der Koppelkondensator ist. Man spricht von der Zeitkonstante.

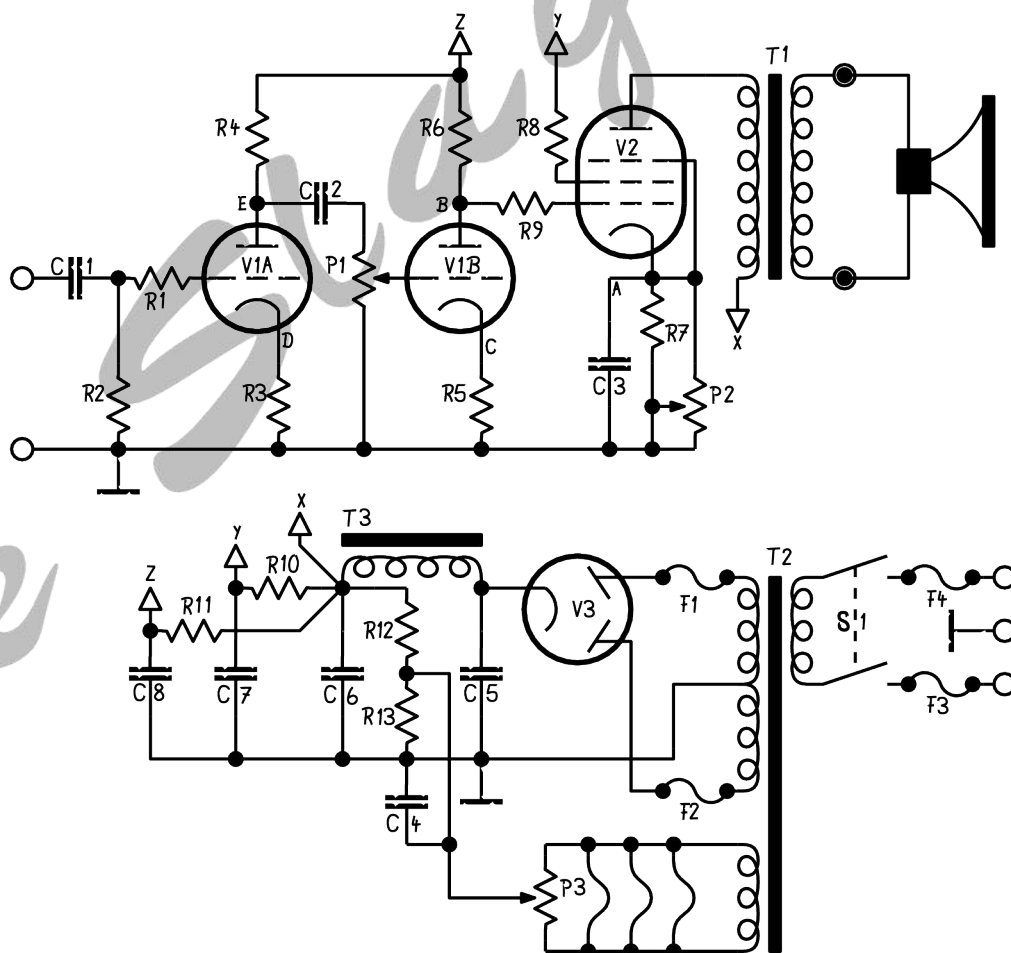


Demnach wird die Röhre etwas verzögert zurück in den negativen Bereich gedrückt und sie kann wegen dieses Zurückdrückens auch nicht perfekt dem Signal aus der Vorstufe folgen. Diesen Effekt hören wir als krisseliges hartes Blocking-Distortion das sich bis zu einem furzenden Klang steigern kann. In schwächeren Fällen reagiert die Endröhre nur etwas träger, bei Übersteuerung.

Dieser unangenehme Effekt verschwindet sofort, würde man die Endröhre ohne Gitterableitwiderstand und ohne Koppelkondensator an ihren Treiber anschließen. Das haben wir, wie im Schaltbild zu sehen ist, getan. Nun ist die Vorstufe der limitierende Faktor. Falls wir also die Endröhre bis in den Gitterstrombereich aussteuern, muss die Vorstufe dieser Gitterstrom durch die Vorstufenröhre fließen. Diese Röhre liefert nun nicht nur Signalspannung sondern auch Signalstrom. Der Quotient aus beidem ist ihr Arbeitswiderstand. So lange die Endröhre nicht im Gitterstrombereich ist, ist R8 der Arbeitswiderstand unseres Treibers V1b. Aber wenn Gitterstrom hinzukommt, wird diesem Widerstand der sich nun absenkende Widerstand der Gitter-Kathoden-Strecke der Endröhre parallelgeschaltet. Der Gitterstrom kommt also hinzu.

Mehr Signalstrom bedeutet aber nach dem Ohmschen Gesetz und wie aus Formel (1) zu sehen ist, einen kleineren Arbeitswiderstand.

Folglich wird der Arbeitswiderstand des Treibers V1b unverzüglich ohne jede Zeitkonstante kleiner, wenn wir die Endröhre übersteuern. Kleinerer Arbeitswiderstand bedeutet aber kleinere Verstärkung. Folglich ist die Verstärkung der positiven Halbwelle umso kleiner je größer diese Halbwelle ist. Dies geschieht nicht rabiart und ruckartig, sondern sehr sanft wie bei der Bandsättigung. Wir haben also die Beschneidung der positiven Halbwelle unseres Signals in Form einer sanften Kompression. Dieser Effekt ist als ein Andicken des Tons und ganz warmes, weil geradzahlig harmonischen Zerren hörbar. Da die Bässe wie bei der Betrachtung des Übertragers schon erwähnt den größten Teil des Pegels ausmachen, werden sie dadurch sehr schön angedickt. Das Ergebnis ist ein schöne cremige warme Verzerrung, wie man sie mit Gitterableitwiderstand und Koppelkondensator nicht erreicht.



Doch dafür ist ein kleiner Preis zu zahlen. Denn wenn wir das Gitter der Endröhre ohne weitere Maßnahmen mit der Anode ihres Treibers verbinden, dann wird es verglühen, weil es viel positiver als ihre Kathode wäre. Wir müssen die Kathode also ebenfalls positiver machen und zwar so positiv, dass das Gitter wieder negativer ist. Dazu dienen P2 und R7, die als Kathodenwiderstände um den Spannungsabfall des Kathodenstroms die Endröhre 'hochlegen'. Der Messpunkt A in der Schaltung ist also positiver als B oder anders. Gesagt B ist genau um die Gittervorspannung der Endröhre niedriger als A. Das Poti P2 dient also der Arbeitspunkteinstellung der Endröhre. Wir brauchen darum sehr große Kathodenwiderstände und da diese ganzen Spannungen irgendwo herkommen müssen auch eine recht hohe Versorgungsspannung. Dieser Mehraufwand hat sich, wie der Prototyp durch seinen Klang zeigte, voll gelohnt. Dieses hier angewendete Schaltungsprinzip heißt "Direkte Kopplung". Wie man alle Bauteile rundherum berechnet, kann den gängigen Lehrbüchern entnommen werden. Es ist ohnehin nur von Interesse, wenn jemand dieses Schaltungsprinzip für andere Verstärker übertragen will.

Man kann Verstärker ganz ohne oder nur mit Rechnen planen. Im ersten Fall muss man sich über einen langen Weg auf Tippelschritten mit der "Versuchs-Irrtums-Methode" an das Optimum heranwagen. Im zweiten Fall, muss man extrem viele Parameter und Abhängigkeiten auf einmal in der Rechnung berücksichtigen um das Optimum sicher zu bestimmen. Besser ist es beide Methoden anzuwenden, wo sie gut sind: Mit einer kurzen einfachen Berechnung katapultiert man sich mit einem Schlag in die Nähe des Optimums und die Zielgerade wird mit Versuch und Irrtum

überschritten.

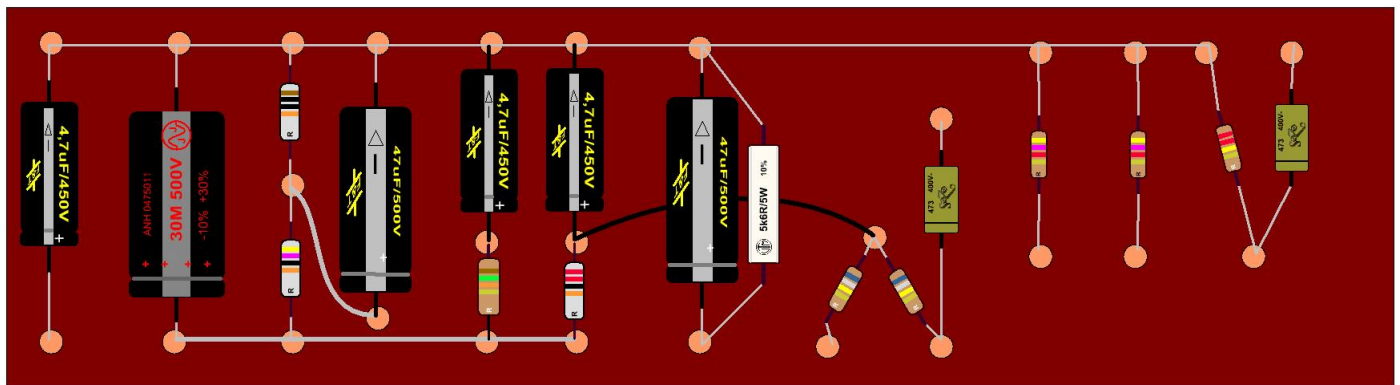
Doch nun wird es konkret, wir kommen zum Aufbau. Zunächst sollte ein durchdachtes Layout her. Kinderkrankheiten, wie Übersprechen oder Schwingen, Brummen und Rauschen sollten so weit es geht von vornherein umgangen werden. Nun ist es kein High-Gain Aggregat und somit sollten diese Vorgaben auch ohne Probleme erfüllt werden können.

Die Anordnung der Komponenten haben wir vom Netzteil über die Endstufe zur Vorstufe vorgenommen. Es sollten möglichst kurze Kabelwege entstehen und dazu noch eine saubere Trennung von AC- und DC-Spannungen im gesamten Verstärker. Es wurde als erstes das Layout der Transformatoren auf dem Chassis ermittelt. Der Netztrafo war der Startpunkt, möglichst weit vom geplanten Input entfernt, da dort die Schaltung am empfindlichsten auf Einstreuungen reagiert. Danach folgte die Drossel und zuletzt der Ausgangsübertrager. Dabei wurde eine jeweils zu den vorherigen Trafos verdrehte Position gewählt, um die magnetischen Streufelder von einander abzugrenzen. Dann wurde die Position der Röhrenfassungen festgelegt, jeweils in Hinblick auf direkte Verkabelung und Nähe zu den zugehörigen Boardkomponenten. Das Potentiometer für den Abgleich der Gitterspannung der 6AG7-Endpentode wurde zwischen Kathodenwiderstand auf dem Board und der zugehörigen Fassung positioniert. Der Schutzleiteranschluss bekam seinen Platz in unmittelbarer Nähe zur Netzbuchse. Der Verstärker wird primär zweiphasig abgesichert, um zu vermeiden, dass bei verdrehtem Einstecken des Netzsteckers der Trafo nur indirekt abgesichert ist, die Phase noch immer anliegt, auch wenn kein Strom fließt. Die sekundäre Absicherung erfolgt vor der Gleichrichtung, also noch wechsellspannungsmässig, ebenfalls zweiphasig.

Die Sternmasse wurde vor dem Board nahe der Frontplatte positioniert. Die gewünschte Position beim ersten Ladeelko war aus Platzgründen nicht ausführbar. Es ergaben sich durch den auf dem Board befindlichen Masse-Bus aber trotzdem keine Probleme mit Nebengeräuschen.

Im Anschluss an die Montage der Trafos und Fassungen wurden die Verkabelung der

Vorstufenbeschaltung. Zuerst die Anodenwiderstände mit dem Koppelkondensator C2 zwischen erster und zweiter Triode, danach die Kathodenbeschaltung und schlussendlich der Eingangskondensator C1 mit Ableitwiderstand R2. Alle weiteren Komponenten wurden direkt an die Röhrenfassungen verbaut.



Heizung und des Symmetrierpotentiometers vorgenommen. Dabei wurden die eng verdrillten Leitungen in den Ecken des Chassis, so weit wie eben möglich entfernt von den Fassungen der Röhren verlegt, um eventuellen Einstreuungen vorzubeugen.

Besondere Aufmerksamkeit kam im Vorfeld eben auch dem Layout des Boards zu. Das Layout sollte mit Turrets aufgebaut werden, also einzeln gesetzten Lötunkten auf einer Glasfaserplatte. Lötleisten sind ebenfalls denkbar, dazu müsste allerdings das Layout etwas angepasst werden.

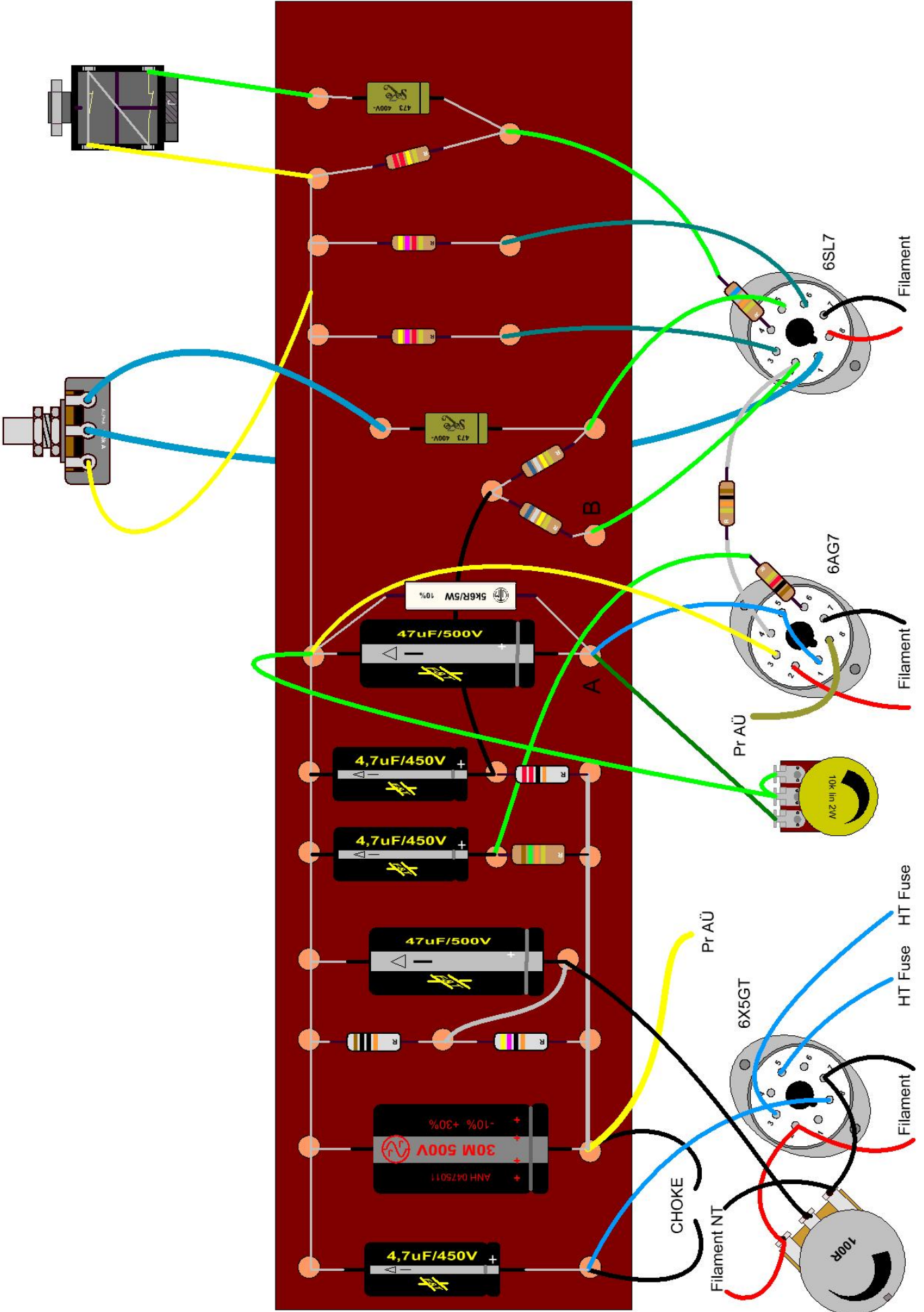
Wir haben zunächst das Netzteil geplant. Die benötigten Kondensatoren beanspruchen den meisten Platz, daher waren sie der planerische Ausgangspunkt. Die dazugehörigen Widerstände wurden möglichst platzsparend und übersichtlich zu den jeweiligen Siebkapazitäten angeordnet. Dabei haben wir generell darauf geachtet Kreuzungen so weit wie möglich zu vermeiden. Danach folgten die Komponenten für die Kathodenbeschaltung der Endröhre und im Anschluß daran die

Besonderheiten bei der Inbetriebnahme von unserem kleinen Amp ergeben sich nur aus der Verwendung der direkten Kopplung. Um zu verhindern, dass das Gitter der 6AG7 verglüht, muss unser Messpunkt B ein um 3V bis 5V niedrigeres Potential aufweisen als Messpunkt A an der Kathode der Endröhre. Einfacher gesagt B muss wenigstens -3V gegenüber A haben. Weniger Differenz beschädigt unsere Endröhre.

Zum Einstellen dieses Wertes benötigt man ein einfaches Multimeter und Messleitungen mit Krokodilklemmen. Zuerst wird bei ausgeschaltetem und spannungsfreiem Gerät das Potentiometer P2 auf den maximalen Wert eingestellt. Damit sollte sich auch der maximale Kathodenwiderstand einstellen. Beides ist durch Messungen sicher zu stellen.

Danach sollte der Pluspol des Multimeters, natürlich eingestellt auf DC-Messung, am Punkt B, der Minuspol des Messgerätes an den Punkt A angeschlossen werden. Die sichere Befestigung der Messleitungen ist immer zu prüfen.





Danach den Verstärker einschalten und den so ermittelten Bias-Wert überwachen. Es sollte sich ein Wert zwischen -5 und -3V einstellen. Ist die Spannung negativer als die 5V kann an P2 nachgeregelt werden. Im vorgenannten sicheren Bereich kann dann der klanglich optimale Arbeitspunkt gewählt werden.

Als Chassis für den Prototyp konnte ich preiswert ein Hammond der 14er Serie aus Aluminium erstehen. Dies diente mit seinen ca. 30cm Breite als Ausgangspunkt für die Boardgröße. Ich habe den Raum komplett ausgenutzt, um Modifikationen und Wartungsarbeiten zu erleichtern, dichte Packung ist hier nicht notwendig. Dazu wollte ich eben auch Einstreuungen und Nebengeräusche von vornherein ausschliessen, auch da hilft räumliche Trennung. Das Poti zur Symmetrierung der Röhrenheizung wurde so nah wie möglich an die Komponenten des Netzteils platziert. Es gibt Stimmen, die die Position in der unmittelbaren Nähe der Eingangsröhre bevorzugen, da wir es hier aber mit einem Verstärker mit eher gemässigtem Gain zu tun haben, habe ich darauf verzichtet und trotzdem einen totenstillen Amp hervorgebracht. So still, dass die Stellung dieses Potis nahezu egal ist, es tritt kaum hörbares Brummen auf. Die Masseverbindungen wurden soweit möglich immer direkt den Massen der Kathoden der jeweiligen Stufe zugeordnet. Auch dadurch ergibt sich ein ausgesprochen lauffruhiger Amp. Kein nennenswerter Brumm oder Nebengeräusche. Einziges aufgetretenes Problem war die relativ lange Zuleitung vom Lautstärkepotentiometer an der Frontplatte zur Fassung der 6SL7 im hinteren Teil des Chassis. Dadurch war die Leitung für Einstreuungen empfindlich und der Amp fing bei Potistellungen ab 3Uhr an zu pfeifen. Der Fehler war durch vorsichtiges Bewegen der Leitungen mit einem isolierten Stab schnell

gefunden. Nach Benutzung eines geschirmten Kabels war der Fehler beseitigt und der Verstärker läuft wunderbar stabil, auch bei Vollaussteuerung.

Wichtig bei abgeschirmten Kabeln ist die Regel: "Signal bringt Masse mit." Dabei ebenfalls zu beachten ist, dass die Masserverbindung am Schirm der Leitung nur einseitig ausgeführt wird.

Die Wiedergabe des unmodifizierten Modells war mit Strat und vintagemässigen Einspulern warm und dick, wunderbar für alten klassischen Blues und Jazz. Bei zurückgedrehter Lautstärke ergab sich allerdings bereits mit P90 oder ähnlichen Abnehmern und natürlich auch mit Humbuckern ein etwas höhenarmer Sound, immer noch dick und warm, für schimmernden Clean aber nicht optimal. Daher habe ich als erstes zum einfachsten Mittel der Wahl, einem Bright-Kondensator über dem Volumenpoti gegriffen.

Die klassischen 500pF waren dabei nach meinem Empfinden etwas zu brutal und hoben die oberen Mitten zu stark mit an. Ich wollte lediglich etwas Sparkle und mit 220pF war das Ziel erreicht. Der Sound wirkt bei Zimmerlautstärke nicht mehr bedeckt. Vorteil ist, die Wirkung des Kondensators lässt bei weiter aufgedrehter Lautstärke wieder nach und der Vollgassound ist somit nicht verändert.

Für jemanden der beide Sounds sucht kann man das Ganze natürlich einfach auch schaltbar machen, klassisch nennt sich das dann eben Bright-Switch.





Noch ein paar kleine Bemerkungen zur Bauteileauswahl. Da wir hier versuchen, die Fehler der grossen Hersteller nicht zu machen, sollte an der Qualität der Bauteile nicht gespart werden. Da dürfen es ruhig gute Elkos, Kondensatoren und Widerstände sein, eher nichts aus der Wühlkiste, die Ersparnis ist wegen der wenigen Bauteile sowieso nicht sehr groß. Auch an der Qualität der Widerstände sollte man nicht sparen. Für die Rs im Netzteil habe ich die langzeitstabilen hellblauen Metallfilmwiderstände mit 1W und 1% Toleranz benutzt. In der restlichen Schaltung sind Kohlepresswiderstände mit 0,5W im Einsatz. Diese wollte ich im Signalweg gern mal ausprobieren, es funktionieren dort aber ebenfalls die besagten Metallfilm-Rs hervorragend und können unter Umständen sogar das ohnehin niedrige Rauschniveau noch verringern. Die Koppelkondensatoren sind Polypropylentypen, dort ist die Auswahl ebenfalls riesig. Als Brightkondensator habe ich einen hochwertigen Keramiktypen verwendet, es geht dort ebenfalls ein SilverMica sehr gut. Zu dem Kathodenwiderstand R7 der 6AG7 Endröhre ist folgendes zu bemerken, 3W Belastbarkeit reichen völlig für sicheren Betrieb. Die grosse Nähe zum Kathodenkondensator, den es lediglich als Elko bzw. Bipolaren Elko gibt kann aber bei starker Erwärmung des Widerstands zur Verkürzung der Lebenszeit des Kondensators führen. Ein R7 mit 5W oder mehr Belastbarkeit, reduziert dort die thermische Belastung des Elkos und ist durchaus zu empfehlen.

#### Bauteilliste:

R1	68k	0,5W
R2, R11	200k	0,5W
R3, R5	4k7	0,5W
R4, R6	680k	0,5W
R7	4k7	3W
R8	1k	0,5W
R9	10k	0,5W
R10	15k	1W
R12	470k	0,5W
R13	100k	0,5W
C1, C2	47nF	450V
C3	47µF	100V
C4	47µF	100V
C5, C7, C8	4,7µF	450V
C6	30µF	450V
Cbright	220pF	500V
P1	500k log/ A	0,25W
P2	10k lin/ B	2W
P3	100 lin/ B	1W



## Restliche Teile

1x Chassis	z.B. Hammond 1444-32	Abdeckung 1434-30
1x230V Netztrafo	2x230V 0,1A 6,3V 3A	z.B. FJZ TRA 201
1x Drossel 30H 40mA	600Ω	z.B. Hammond 157G
1x Ausgangsübertrager	HB GA 5	5W SE
1x 6X5GT	Gleichrichterröhre	
1x 6SL7	Doppeltriode Oktal	
1x 6AG7	Endpentode Oktal	
3x Oktalfassung	z.B. Belton	
1x Reglerknopf	6,3mm Achse	
4x Sicherungshalter	5x20mm	2x0,1A 2x0,315A
Klinkenbuchsen 6,3mm	1x Input	diverse Speakerout
1x Netzschalter 2xEin	z.B. APEM 641H	2Pol Ein-Aus
1x Pilotlight	z.B. Fender Jewel	Glimmlampe 6,3V

### Impressum:

Wir übernehmen keine Gewähr für die Richtigkeit der gemachten Angaben. Ebenfalls haften wir nicht für Schäden an Dingen oder Personen, die durch das Gerät, dessen Betrieb oder den Nachbau entstehen. Der Aufbau und die Inbetriebnahme darf nur durch dazu berechnigte und befähigte Personen erfolgen.

Alle Rechte für dieses Dokument liegen bei Martin Lemke und Michael Günther. Ohne unsere ausdrückliche Genehmigung ist es nicht gestattet, dass das Dokument im Ganzen oder auch nur in Teilen, für gewerbliche, schulische oder sonstige Zwecke vervielfältigt, weitergegeben und/oder verändert wird. Ausgenommen ist allein die private Nutzung.

Es ist nicht gestattet Teile dieses Dokuments in anderen Schriftwerken, Foren, Internetseiten oder sonst wo zu zitieren, ohne uns als Urheber zu nennen.

Die kommerzielle Nutzung des Dokuments und der Schaltung ist nur nach ausdrücklicher Genehmigung durch die Autoren gestattet.

Martin Lemke M.A.  
Lindenstr. 16  
18209 Bad Doberan

Michael Günther  
Klingenstr. 29  
04229 Leipzig