

Ein HiFi - Kopfhörerverstärker in Röhrentechnik



Die Idee

Wer sich, so wie ich, mit alten Röhrengeräten befasst möchte irgendwann auch mal eine eigene Röhrenschialtung entwerfen und aufbauen. Ein Radiogerät kam dabei nicht in Betracht, da ich inzwischen ja mehr als genug besitze. Also kam mir die Idee einen Verstärker in Röhrentechnik zu bauen, den man nach seiner Fertigstellung auch einsetzen kann. Bis zum oben abgebildeten fertigen Gerät verging dann aber noch eine recht lange Zeit. Ich möchte daher meine Erfahrungen, die ich bei der Planung und während des Aufbaus gesammelt habe, auch anderen Bastlern zur Verfügung stellen.

Diese Beschreibung soll beim Nachbau der Schaltung lediglich behilflich sein. Es können je nach Bedarf Änderungen, egal welcher Art, vorgenommen werden. Ziel sollte sein, dass jeder Verstärker ein Unikat darstellt, ein Gerät, welches man in keinem Geschäft fertig kaufen kann.

Von der Idee zur Realität

Zuerst suchte ich nach geeigneten Schaltungen. Ursprünglich sollte ein "ausgewachsener" Verstärker so zwischen 30 und 50 Watt das Licht der Welt erblicken jedoch wurde es aus verschiedenen Gründen, die ich später noch nennen werde, ein Kopfhörerverstärker in Röhrentechnik.

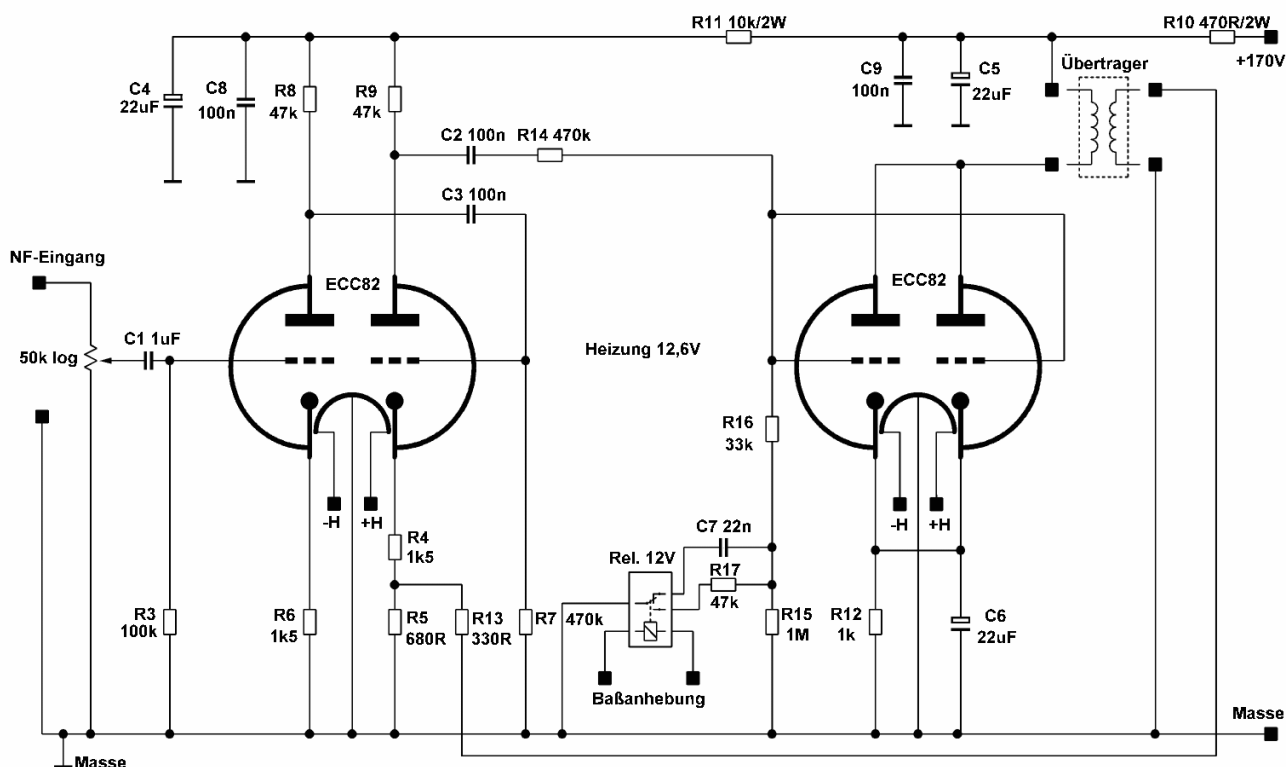
Gute Schaltungen gibt es viele. Sowohl im Internet, als auch in der einschlägigen Fachliteratur findet man eine Reihe geeignete Schaltungen. Sobald es jedoch an den konkreten Aufbau geht, kann man fast alle Konzepte gleich wieder vergessen. Entweder sind spezielle Bauteile wie Übertrager und Netzteil nur sehr ungenau beschrieben, oder aber die Teile müssen als

Sonderanfertigung hergestellt werden. Wenn Lieferadressen genannt werden, dann sind die Bauteilpreise so hoch, dass einem die Lust am Bauen gleich wieder vergeht. Es soll später schließlich gut klingen und die vielgerühmte HiFi - Norm erfüllen. Deshalb kann man Altteile aus Radiogeräten der 30er - 50er Jahre recht schnell vergessen. Die Übertragungseigenschaften der Bauteile sind den heutigen Anforderungen bezüglich Frequenzgang und Klangqualität einfach nicht gewachsen.

In der einschlägigen Literatur wird auch viel Voodoo-Zauber um Röhren, Kondensatoren und sonstige Bauteile gemacht. Es soll tatsächlich Leute geben, die am Klang einer Endstufe feststellen können, ob das Lautsprecheranschlusskabel rechts oder links herum verdrillt wurde. Naja, wer's glaubt. Es gibt aber auch viele Dinge, die wirklich nützlich und wichtig sind, damit ein Röhrenverstärker später auch gut klingt.

Doch nun zurück zu den Schaltungen. Im Internet bin ich schließlich bei [Jogis Röhrenbude](#) fündig geworden. Jochen hat viele interessante Schaltungen veröffentlicht und gibt zudem noch viele Hintergrundinformationen zu diesem Thema bekannt. Ich habe mich daher für den von ihm vorgestellten Kopfhörerverstärker entschlossen. Für den Anfang ist diese Schaltung recht einfach zu realisieren, die Bauteile sind recht gut zu beziehen und auch finanziell noch tragbar. Dieser [Link](#) führt direkt zu der Schaltungsbeschreibung. Man muss das Rad ja nicht neu erfinden. Daher bitte ich alle Interessenten, Jochens Beschreibung ebenfalls zu lesen. Ich habe die Schaltung nach meinen Wünschen etwas abgeändert. Das später beschriebene Netzteil habe ich ebenfalls modifiziert.

Die Schaltung



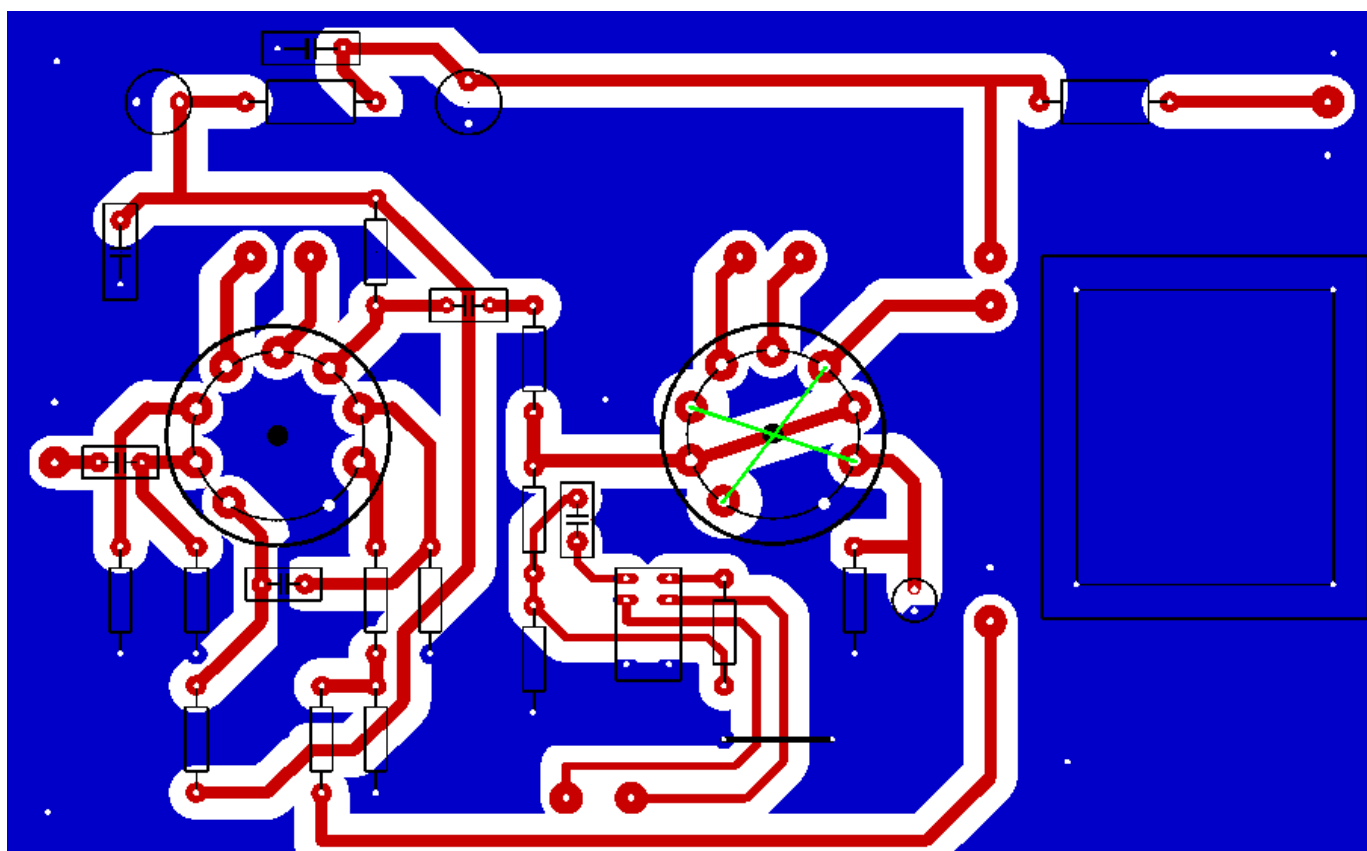
Zunächst stelle ich hier die eigentliche NF-Stufe vor. Bei Stereobetrieb werden natürlich zwei dieser Stufen benötigt. Alle Bauteile sind im Elektronikhandel erhältlich. Die passenden Ausgangsübertrager sowie die Röhrensockel sind auf der Homepage [Frag Jan Zuerst](#) zu finden. Dort können die passenden Teile direkt bestellt werden.

Ich habe die komplette Schaltung zuerst einmal als Freiluftverdrahtung aufgebaut. Dadurch konnte ich recht einfach verschiedene Änderungen vornehmen. Damit ein sicherer und

einfacher Nachbau möglich ist, habe ich eine passende Platine entworfen. Außer dem Lautstärkereger sind alle Bauteile darauf vereint. Damit gelingt auch dem Newcomer der Röhrentechnik ein funktionsfähiger Aufbau des Verstärkers.

Die ursprüngliche Schaltung wurde u.a. um eine Bassanhebung erweitert. Interessant ist diese Frequenzkorrektur aber nur bei kleiner Lautstärke. Das Originalklangbild wird dadurch verfälscht. Der Frequenzgang des Verstärkers ist nicht mehr linear. Wer auf die Umschaltung verzichten möchte, kann einfach R14 und R16 durch eine Drahtbrücke ersetzen, C7, R17 und das Relais nicht bestücken und anstelle R15 einen 470K Widerstand einlöten. C7 ist für die Größe der Bassanhebung verantwortlich. 22nF sind schon recht viel. Ich bin in meiner Schaltung nicht über 10nF hinausgegangen, da ansonsten zu große Verzerrungen in der Linearität auftreten. Darüber hinaus ist die Schaltung im Großen und Ganzen so geblieben, wie sie bei [Jogis Röhrenbude](#) vorgestellt wird.

Das Layout der NF-Stufe (Ein Kanal)



Jeder Kanal findet auf einer Europakarte (100x160) Platz. Bis auf die beiden Röhrensockel wird die Platine ganz normal bestückt. Die Sockel werden auf der Lötseite befestigt. Dies ist bei der späteren Montage von Vorteil. Der Übertrager findet auf der Platine ebenfalls noch Platz. Alles blau dargestellte ist Masse. Diese Konstruktion dient gleichzeitig der Abschirmung.

Die beiden grünen Linien markieren zwei Brücken. Damit werden die beiden Triodensysteme der Endröhre parallel geschaltet. Dies die beste Möglichkeit, um Brummstörungen infolge langer Leitungen zu vermeiden. Die beiden Drähte werden auf der Bestückungsseite direkt am Röhrensockel angelötet. Sie dürfen sich natürlich nicht berühren. (Isoliertes Kabel verwenden)

Die Stückliste der NF-Stufe (Ein Kanal)

Hier eine vollständige Stückliste des Kopfhörer - Verstärker. Diese Auflistung ist für EINEN Kanal gedacht. Bei Stereobetrieb sind folglich zwei Bausteine erforderlich. Ich habe bewusst Firmen gewählt, die auch einen Versandhandel betreiben. Sind Bauteile ohne Bezugsnachweis nicht zu beschaffen, so bitte ich um kurze Mail. Die Adressen der genannten Firmen sind am Ende der Stückliste aufgeführt.

Bauteil	Bauteilwert	Lieferant	Bestellnummer
Röhre 1 / Röhre 2	ECC82 oder 12AU7	Conrad	12 08 55
Fassung 1 / Fassung 2	9POL Röhrensockel für Printmontage in gold	Jan Wüsten Elektronik	FAS033
Übertrager	Ausgangstrafo für ECC82	Jan Wüsten Elektronik	JOGI0005
Platine	geätzte und gebohrte Platine		
Lautstärkepoti	50k / log Alps	Conrad	44 27 39
Lötstifte	Lötstifte 1,3mm (Packung 100 Stück)	Reichelt	RTM1,3-100
Relais	Umschaltrelais für Bassanhebung	Reichelt	G5V-1 12V
C01	1uF Folie	Reichelt	MKS-2-5 1,0uF
C02/C03	100nF	Reichelt	MKS-22-5 100nF
C04/C05	22uF / 350V		
C06	22uF / 100V	Reichelt	Rad 22/100
C07	zwischen 4,7nF - 22nF	Reichelt	MKS-2-5 4,7nF
C08/C09	100nF / 250V	Reichelt	MKS-3 100nF
R03	100k	Conrad	40 34 90
R04/R06	1k5	Conrad	40 32 70
R05	680R	Conrad	40 32 37
R07/R14	470k	Conrad	40 35 71
R08/R09/R17	47k	Conrad	40 34 58
R10	470R / 2W	Reichelt	2W Metall 470R
R11	10k / 2W	Reichelt	2W Metall 10k
R13	330R	Conrad	40 31 99
R15	1M	Conrad	40 36 10
R16	33k	Conrad	40 34 31

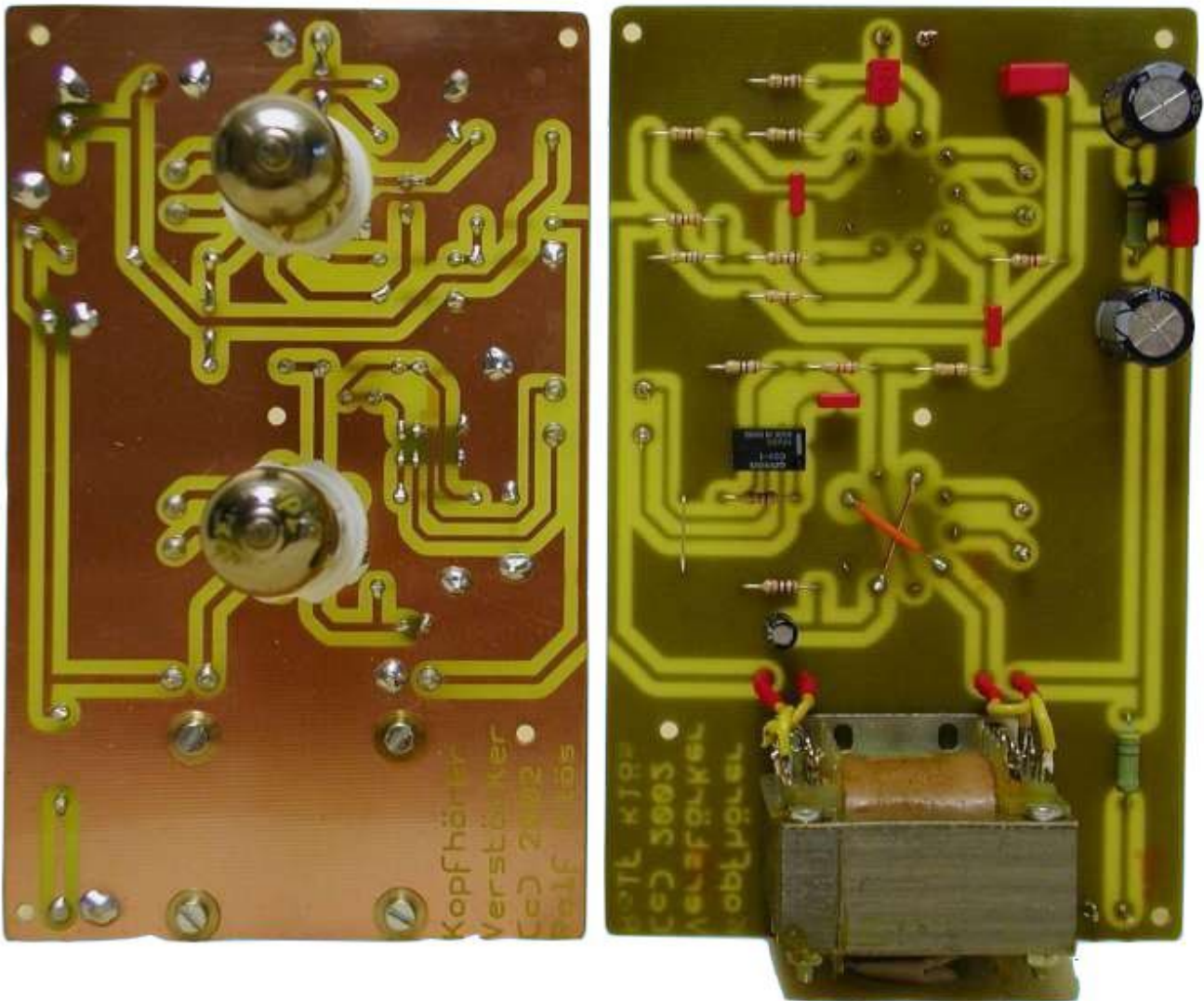
Die Lieferanten

Reichelt Elektronik: www.reichelt.de

Conrad Elektronik: www.conrad.de

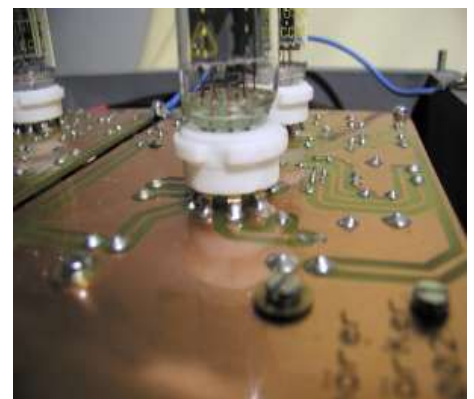
Jan Wüsten Elektronik: www.fragjanzuerst.de

Die fertig bestückte Platine (Ober- und Unterseite)



Auf dem rechten Bild kann man gut erkennen, wie die Röhrensockel auf die Platine aufgelötet werden. Die Masseflächen der beiden Platinen werden ebenfalls miteinander verbunden.

Überhaupt ist eine gute Masseverbindung für die spätere Brummfreiheit entscheidend. Nur wer sauber und korrekt arbeitet, hat ein absolut sauberes Signal zu erwarten. Bei Kopfhörerbetrieb ist dies sehr wichtig. Bei der späteren Verdrahtung der Platinen gehe ich auf dieses Thema aber noch näher ein.



Damit das Kupfer der Platine nicht anläuft, habe ich die fertig bestückten Platinen zusätzlich mit einem Lötstopplack beschichtet. Wer mag, kann die Karten auch chemisch verzinnen. Die passende Chemie gibt es im Fachhandel zu kaufen.

Aufbau des Netzteils – Ohne Spannung läuft nichts

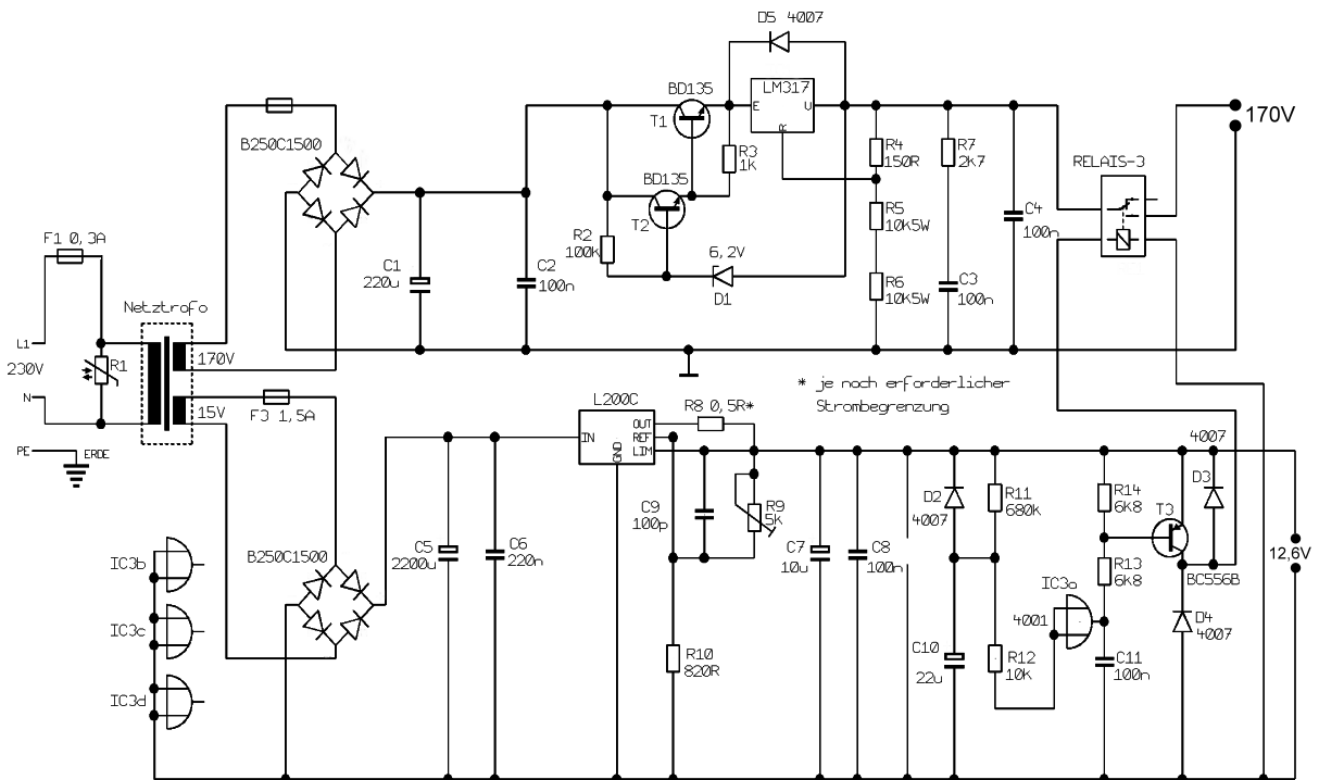
Fast noch wichtiger als die eigentliche NF-Verstärker Schaltung ist das entsprechende Netzteil. Zwar wird hier die NF nicht unmittelbar verarbeitet, aber eine ungenügend gesiebte und stabilisierte Betriebsspannung können den Klang eines Verstärkers total ruinieren.



Speziell beim Hören mit Kopfhörer werden auch kleinste Brummspannungen hörbar. Deshalb musste für den Röhrenverstärker ein recht umfangreiches Netzteil konstruiert werden, welches eine absolut störungsfreie Ausgangsspannung liefert.

Ich habe die Originalschaltung von Jochen ein wenig modifiziert und an meine Bedürfnisse angepasst. Auch wurden einige zusätzliche „Options“ realisiert.

Das Schaltbild des Netzteils



Die Stückliste des Netzteils

Bauteil	Bauteilwert	Lieferant	Bestellnummer
Netzteilplatine	geätzte und gebohrte Platine		
Kühlkörper	Stangenkühlkörper	Reichelt	V6506K
Netzanschlussklemme	Klemme 1	Conrad	73 21 33
Trafo	wird im Text erklärt	Jan Wüsten Elektronik	individuell bestellen
IC1	LM317T	Reichelt	LM317/220
IC2	L200	Reichelt	L200-220
IC3	4001	Reichelt	MOS4001
Re1	Relais 12V 1xUM	Reichelt	Fin 40.51.9 12V
T1/T2	BD139	Reichelt	BD139
T3	BC546B	Reichelt	BC546B
F1/F3	1,6A	Reichelt	MINI Träge 1,6A
F2	Sicherungswiderstand 0,47R 1/4W nicht brennbar		
BR1/BR2	Gleichrichterbrücke B250C1500	Reichelt	B250C1500-WW+
C1	220uF/250V (Durchmesser max 25mm)		
C2/C3/C4	100nF/400V	Reichelt	MKS-4-400 100n
C5	2200uF/35V	Reichelt	rad2200/35
C6/C8/C11	220nF/100V	Reichelt	MKS-2 220n
C7	10uF/35V	Reichelt	rad 10/35
C8/C11	100nF/100V	Reichelt	MKS-2 100n
C9	100pF/100V	Reichelt	Kerko 100p
C10	22uF/25V	Reichelt	rad22/25
D1	Z-Diode 6,2V	Reichelt	ZD6,2
D2/D3/D4/D5	1N4007	Reichelt	1N4007
R1	Varistor 250V	Conrad	46 77 23
R2	100k	Conrad	40 34 90
R3	1k	Conrad	40 32 53
R4	150R	Conrad	40 31 56
R5/R6	10k/5W	Reichelt	5Watt axial 10k
R7	2k7	Conrad	40 33 00
R8	siehe Text ca. 0,47R/2W	Reichelt	2 W Draht 0,47
R9	5k Poti	Reichelt	64W-5,0k
R10	820R	Conrad	40 32 45
R11	680k	Conrad	40 35 98
R12	10k	Conrad	40 33 77
R13/R14	6k8	Conrad	40 33 50
Lötstifte 1,3mm	Packung 100 Stück	Reichelt	RTM 1,3-100

Lieferanten siehe Stückliste NF-Stufe

Funktionsweise und Aufbau des Netzteils

Das Netzteil kann grob in zwei Teile gegliedert werden. Der obere Teil liefert die Anodenspannung von 170V, welcher nur geringfügig von Jochen's Schaltung abweicht. Der untere Teil ist für die Heizspannung von 12,6 V zuständig und wurde komplett umgestaltet. Das gesamte Netzteil inklusive des Netztransformators findet auf einer Europakarte (100x160) Platz. Als Transformator habe ich einen Ringkern gewählt, welcher ich eigens für diese Schaltung anfertigen ließ. Er kann ebenfalls über die Homepage ["Frag Jan Zuerst"](#) bezogen werden. Der Ausgangsstrom sollte nicht zu knapp bemessen werden. Ich habe einen 80VA Trafo verwendet. Die 15V Wicklung sollte ca. 2A betragen. Dann ist genügend Reserve vorhanden. Pro Röhre werden für die Heizung ca. 150mA (bei 12,6V) benötigt. Mit 2A hat man also jede Menge Reserve. Die restlichen "VA's" können dann für die Anodenspannung verwendet werden.

Zwei Änderungen wurden im Anodenspannungsteil durchgeführt. Zum einen liegt über den Spannungsstabilisator eine Schutzdiode (D5). Sobald am Ausgang des IC's eine höhere Spannung als am Eingang anliegt, würde dieses recht schnell zerstört. Dies kann immer dann auftreten, wenn die Netzspannung abgeschaltet wird. (geladene Elkos) Die Diode kann dann diese Spannung auf ungefährliche 0,7V begrenzen. Darüber hinaus liegt im Ausgang ein Relais, welches die Anodenspannung erst dann zum Verstärker führt, wenn die Röhren ihre Betriebswärme erreicht haben. Die Ansteuerung erfolgt über die Heizspannung.

Die Erzeugung der Heizspannung wurde recht komplex gestaltet. Nach der Gleichrichtung und Siebung durch C5,C6 gelangt die Spannung in den Stabilisator L200. Er stabilisiert die Ausgangsspannung exakt auf 12,6V. Mit dem Trimmer R9 kann diese justiert werden. Bei langen Anschlussleitungen (separates Netzteil) kann hier auch der Spannungsabfall über das Kabel kompensiert werden. Man misst hierzu die Heizspannung während des Betriebs direkt an einer Röhre und stellt mit R9 exakt 12,6 Volt ein.

Ferner liegt eine Strombegrenzung (R8) vor. Der Heizfaden einer Röhre hat im kalten Zustand einen deutlich geringeren Widerstand, als während des Betriebs. Es fließt daher im Einschaltmoment ein deutlich höherer Strom. Er kann dazu führen, dass die Heizwicklung schneller durchbrennt. Um dies zu verhindern, liefert das Netzteil gerade so viel Strom, wie die Röhren benötigen. Sie werden dadurch langsam "angefahren". (Softstart) Eventuell muss der Wert von R8 etwas angepasst werden.

Sobald die Heizspannung vorhanden ist, wird über R11 der Kondensator C10 geladen. Ist dieser geladen wird über IC3 der Transistor T3 durchgesteuert und das Relais im Anodenspannungszweig zieht an. Dadurch wird gewährleistet, dass die Anodenspannung erst dann auf die Röhren geschaltet wird, wenn diese ihre Betriebstemperatur erreicht haben. Je größer C10 gewählt wird, desto länger dauert die Einschaltverzögerung.

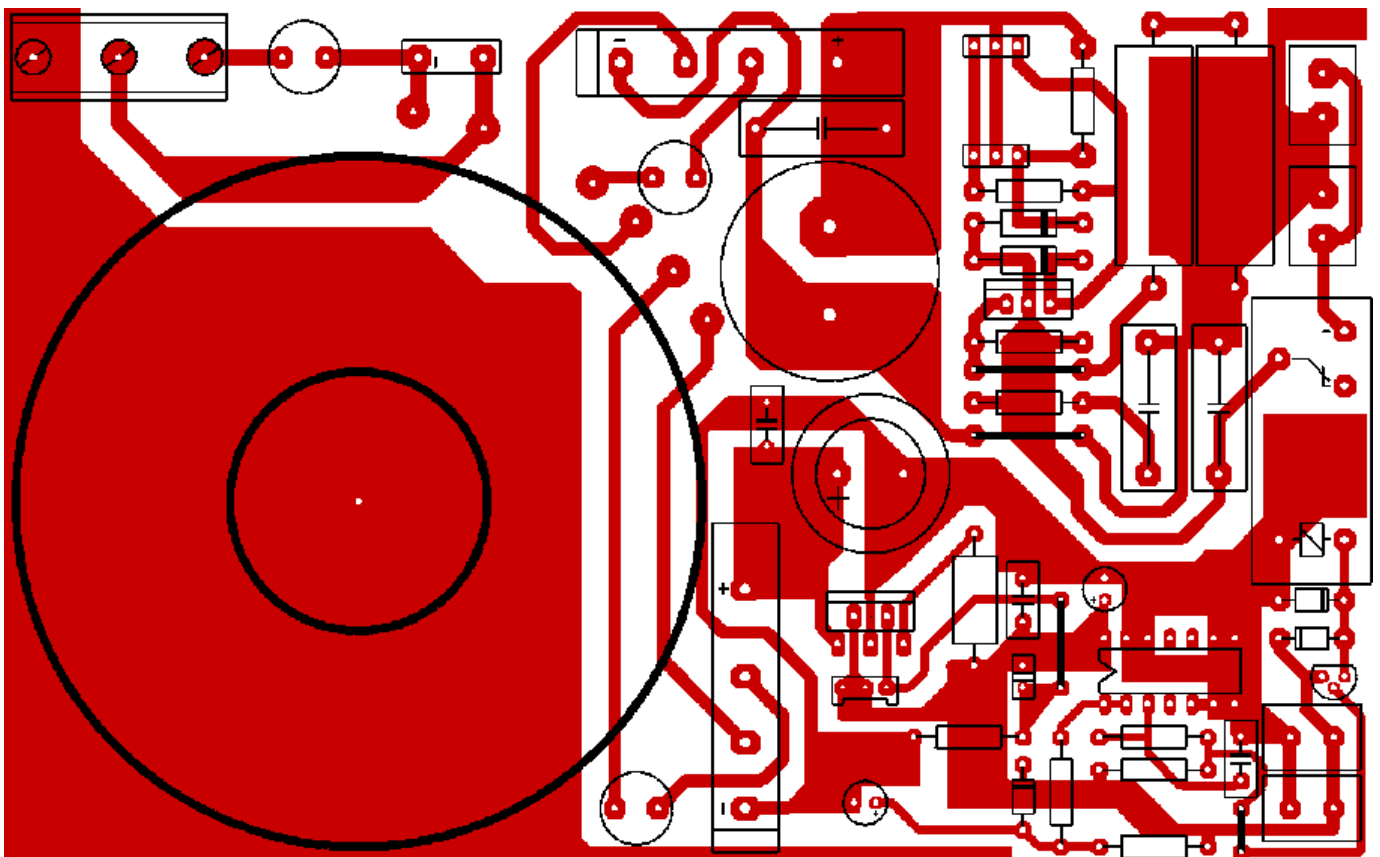
Die beiden Spannungsregler L200 und LM317 sind auf ein Kühlblech zu montieren. Hier kann man je nach Gehäuse und Platz unterschiedliche Varianten wählen. Ich habe die komplette Netzteilplatine auf einen Kühlkörper gleicher Abmaße montiert.

Das war im Prinzip die komplette Schaltung. Im oben gezeigten Bild des fertig aufgebauten Netzteils sind noch eine Lüfterregelung sowie ein Standby-Netzteil integriert. Die Lüfterregelung war notwendig, um aus dem kompakten Gehäuse die Abwärme abzuführen. Der Sinn des Standby-Netzteils wird im Verdrahtungsschema verdeutlicht.

Das bestückte Netzteil



und das zugehörige Layout



Auf der Suche nach dem passenden Gehäuse

Dem Aufbau des Gehäuses sind kaum Grenzen gesetzt. Hier kann jeder nach seinem Geschmack und Können gestalten. Es gibt jedoch einige wichtige Punkte, die es zu beachten gilt.

Aus Sicht der Abschirmung wäre ein Gehäuse aus Metall ideal. Allerdings kann Metall in einer Hobbywerkstatt oftmals nur unvollkommen bearbeitet werden. Ich habe mich daher für ein Holzgehäuse entschieden.

Als Basismaterial wurden MDF-Platten verwendet. Diese sind günstig, in jedem Baumarkt erhältlich und können sehr gut bearbeitet werden. Allerdings sollte eine Abschirmung im Innern des Gehäuses angebracht werden.



Entweder man beklebt die Innenflächen mit Metall oder man verwendet einen speziellen Farbanstrich, welcher elektrisch leitfähig ist. In meinem Fall kam Kupferfolie zur Anwendung, welche auf Boden und Oberteil aufgeklebt wurde. Eine Abschirmung der Seiten war nicht notwendig. Auf dem rechten Bild ist das Gehäuseoberteil zu sehen.



Ich habe mich für ein quadratisches Gehäuse entschieden. Es besteht im Prinzip nur aus einem Rahmen, welcher oben und unten mit einer Platte abgedeckt wird. Die Ränder sowie die Aussparungen wurden mit einer Fräse entsprechend bearbeitet.

Damit das Ganze später zusammen hält, wurden an den vier Ecken jeweils eine Bohrung durch Oberteil, Rahmen und Boden gemacht. Mit vier Gewindestäben können die drei Gehäuseteile sicher und einfach miteinander verbunden werden. Vor der Lackierung wurde das kompl. Gehäuse mit Sprühspachtel behandelt.

Durch mehrmaliges Auftragen und Schleifen entsteht eine schöne glatte Oberfläche. Ich habe mehrere Tage daran gearbeitet. Je sorgfältiger gearbeitet wird, desto besser sieht das fertige Gehäuse zum Schluss aus.

Da sich die Röhren komplett außerhalb des Gehäuses befinden, entsteht im Innern kaum Abwärme. Eine kompakte Bauweise stellt daher kein Problem dar. Dies gilt allerdings nur dann, wenn im eigentlichen Verstärkerteil kein Netzteil vorhanden ist. Dieses produziert nämlich recht viel Abwärme.

Die Optik macht's

Damit der Verstärker auch optisch gelungen aussieht, wurden die verschiedenen Blenden aus eloxiertem Aluminium hergestellt. Ich habe die drei Blenden auf einer CNC-gesteuerten Fräse anfertigen lassen. So genau kann man von Hand nicht arbeiten. Auch die Beschriftung war damit kein Problem. Die Herstellung ist allerdings nicht gerade günstig. Je nach Komplexität und Größe kann zwischen 30,- und 50,- Euro pro Platte gerechnet werden.



Hier die Frontblende mit gefräster Schrift.



Und so sieht die entsprechende Rückblende aus. Auf eine Beschriftung habe ich hier verzichtet.

Der 7-Pol-Stecker stellt die Verbindung zum Netzteil her.



Hier die Abdeckung mit den Bohrungen für die Röhren.

Die Blenden werden mit Silikon in das Gehäuse eingeklebt.

Auch darf man nicht vergessen, die Alublenden mit der gemeinsamen Masse zu verbinden.

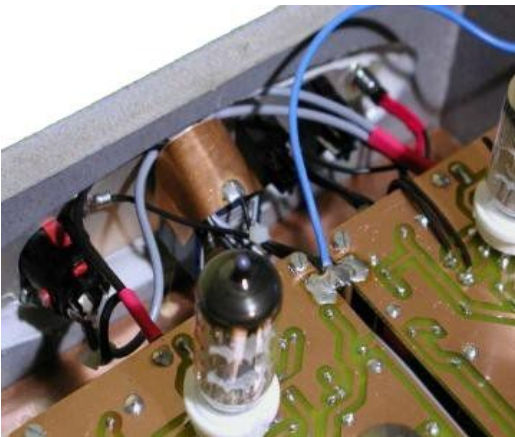
Der Klang heiligt die Mittel!?

Der Klang heiligt die Mittel!? Der eigentliche Grund, Verstärker und Netzteil zu trennen war folgender. Werden Netztransformator und Ausgangsübertrager nah zusammen betrieben, kommt es zu einer Induktion der Netzwechselfrequenz in den Übertrager. Dies macht sich durch einen 50 Hz Brumm im Kopfhörer bemerkbar und ist absolut störend. Speziell bei Kopfhörerempfang muss das NF-Signal absolut frei von Störgeräuschen sein.

Eine magnetische Abschirmung ist recht schwierig. Zwar gibt es ein geeignetes Metall (MU-Metall) welches hierzu in der Lage ist, aber es ist recht teuer und nur schwer zu besorgen. Auch ist bei der Verarbeitung äußerste Vorsicht geboten. Jedes Biegen oder Bohren verschlechtert die Abschirmfähigkeit. Wer dennoch damit arbeiten will, findet MU-Metall in alten Sony-Farbfernsehgeräten. Speziell Sony hat damit die Bildröhre gegen magn. Störstrahlung abgeschirmt. Auch in hochwertigen Monitoren mit Sony-Röhren wurde dieses Metall verwendet. Auf dem Wertstoffhof könnte man fündig werden, wobei Röhrengeräte inzwischen auch rar geworden sind. Bei anderen Herstellern ist mir die Verarbeitung von MU-Metall nicht bekannt.

So viel zur Trennung von Verstärker und Netzteil. Ich wollte auf dieser Seite nur einige Tipps geben, was beim Gehäusebau so alles beachtet werden muss. Wie bereits am Anfang erwähnt, liegt im Gehäuse die Individualität. Das wichtigste ist eine gute elektrische Abschirmung. Ansonsten hat das Gehäuse keinen Einfluss auf den Klang des Verstärkers. Viel wichtiger ist die ordentliche Verdrahtung. Übrigens hat die Konstruktion des Gehäuses bei meinem gesamten Bauvorhaben die meiste Zeit in Anspruch genommen.

Die korrekte Verdrahtung ist alles



Einer der wichtigsten Punkte beim Aufbau eines Verstärkers ist die richtige Verdrahtung. Sie ist maßgeblich für das spätere Klangbild verantwortlich. Beachtet man jedoch einige Dinge, so kann man auch hier nicht viel falsch machen.

Alle Leitungen, welche das NF-Signal führen, müssen abgeschirmt sein und der Schirm einseitig auf Masse liegen. Hier bietet der Handel eine Fülle von unterschiedlichen Kabeln an. Es sollte nicht zu dünn sein, damit es gut zu verarbeiten ist. Ein zu dünner Innenleiter reißt sehr schnell ab.

Alle anderen Verbindungen können mit normaler Schalllitze hergestellt werden. Auch hier sollte kein zu geringer Querschnitt verwendet werden. (Heizstrom beachten!)

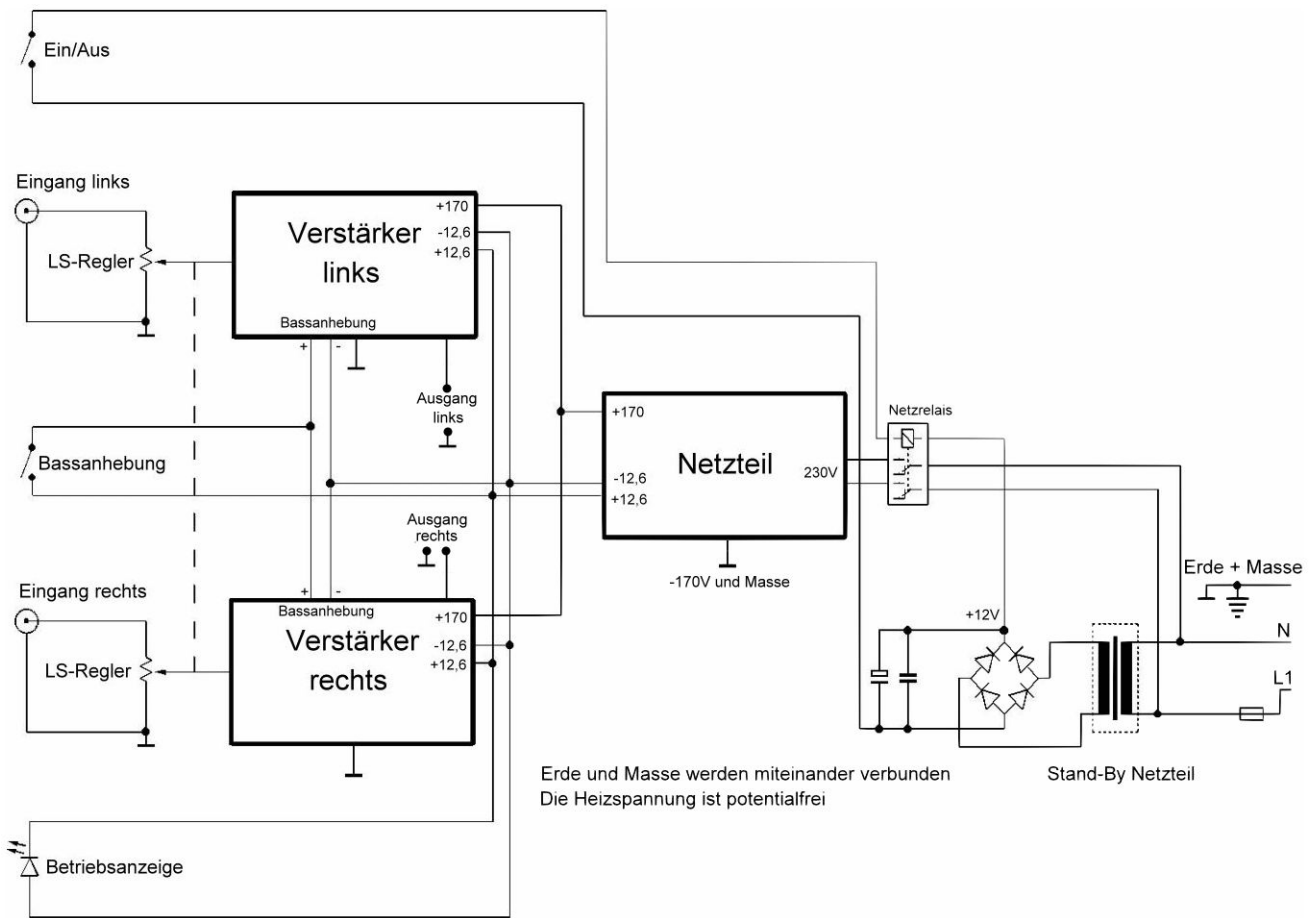
Alle Masseverbindungen sollten von **EINEM** Sternpunkt ausgehen, damit keine Brummschleifen entstehen. Sind Netzteil und NF-Stufe in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, sind diese beiden Komponenten so weit als möglich räumlich voneinander zu trennen. Auch muss darauf geachtet werden, dass die NF-Übertrager und der Netztrafo 90° gegeneinander versetzt sind. So werden die störenden magnetischen Felder minimiert.

Ebenfalls wichtig ist ein gemeinsamer Massepunkt. Er befindet sich sinnvollerweise in der Mitte

des Gehäuses. An diesem Anschluss werden alle masseführenden Leitungen und Gehäuseteile angeschlossen. Auch die verschiedenen Abschirmungen und Blenden werden zentral an diesem Punkt elektrisch miteinander verbunden. Der Masseanschluss wird auch mit der Erdklemme des Netzsteckers verbunden. Somit ist gewährleistet, dass alle Teile auf gleichem Potential liegen. Durch die sternförmige Verteilung können auch keine Brummschleifen entstehen.

NF führende Leitungen sind grundsätzlich möglichst kurz zu halten. Auch sollten sie nicht über größere Strecken parallel zu anderen Leitungen geführt werden. Den Potentiometer habe ich zusätzlich mit etwas Kupferblech abgeschirmt. (siehe oberes Bild)

Der Verdrahtungsplan



Auf dem Bild ist die komplette Verdrahtung des Verstärkers zu sehen. Dadurch, dass Verstärker und Netzteil getrennt untergebracht sind, muss eine Verbindung zwischen beiden Teilen hergestellt werden. Ich habe ein abgeschirmtes mehradriges Kabel (5 Innenleiter + Masse) verwendet. Auch hier gibt der Handel eine Fülle von verschiedenen Kabeln her. Man kann die Verbindung steckbar gestalten.

Als Stecksystem wurde von mir ein mehrpoliger Stecker von Neutrik verwendet. Diese sind zwar recht teuer, dafür aber von bester Qualität. Auch die 6,3mm Klinkenbuchse zum Anschluss des Kopfhörers habe ich bei dieser Firma bezogen. Da ich nicht die Netzspannung über das Verbindungskabel führen wollte und der eigentliche Verstärker vom Netz vollständig getrennt sein soll, wurde zusätzlich ein Stand-By Netzteil eingebaut. Es dient nur dazu, das eigentliche Netzteil über ein Relais mit Spannung zu versorgen. Dadurch braucht nur die Schaltspannung von 12V über das Steuerkabel geführt zu werden.

Durch Verwendung eines speziellen Transformators konnte auch der Energieverbrauch im Stand-By minimiert werden. Beim Einbau in nur ein Gehäuse kann dieser Teil der Schaltung komplett entfallen. Man schaltet dann einfach die 230V über einen geeigneten Netzschalter (zweiphasig).

Hier nicht eingezeichnet ist die Lüfterregelung Die Spannung des Lüfters wird ebenfalls von den 12,6V Heizspannung abgegriffen. Auch dieser ist nur dann notwendig, wenn als Netzteilgehäuse ein sehr kleines Gehäuse gewählt wurde. Fertige Regelbausteine und Lüfter gibt es im Computerfachhandel zu kaufen. Je nach Temperatur dreht dann der Lüfter unterschiedlich schnell. Ich betreibe einen 12V Lüfter mit 6V ohne Temperaturregelung. Dies ist bei meinem Gehäuse ausreichend.

Darüber hinaus gibt es nicht mehr viel über die Verdrahtung zu sagen. Alles weitere ist wohl auf dem Plan recht gut zu erkennen. Klickt man ihn an, wird er vergrößert dargestellt und kann ausgedruckt werden. Ist das Gehäuse optimal abgeschirmt und wurde die Kabelführung nach den oben erwähnten Punkten durchgeführt, sind keinerlei Störgeräusche zu erwarten. Bei meinem Exemplar ist auch bei voller Lautstärke und offenen Eingangsbuchsen absolut nichts zu hören. Kein Rauschen und kein Brummen.

Und nun viel Spaß beim Nachbau und allzeit glühende Röhren.

Ich übernehme für Tipps, Schaltungen und Hinweise auf dieser und den nachfolgenden Seiten keinerlei Haftung. Ebenso übernehme ich für eventuell entstandene Schäden, die im Zusammenhang mit dieser oder den folgenden Seiten entstehen könnten, keinerlei Haftung. Der Benutzer dieser Seiten handelt bei Nachbau bzw. unter Zuhilfenahme dieser und den folgenden Webseiten auf eigene Gefahr. Auch sind beim Nachbau von Schaltungen die im jeweiligen Land angewandten gesetzlichen Bestimmungen zu beachten! Bei Arbeiten an Geräten mit Netzanschluss ist grundsätzlich der Netzstecker zu ziehen! Ferner sind die VDE-Vorschriften zu beachten! Alle Angaben auf diesen Seiten sind ohne Gewähr und nach bestem Wissen erstellt.

Erfahrungen und Tipps

Erfahrungsbericht von Dr. Jörg Witthaut



das Bild zeigt den Kopfhörerverstärker, so wie er von Jörg aufgebaut wurde

Anfangen hat alles 2004. Ich hatte mir eine neue HiFi-Anlage zugelegt. Verstärker und Vorverstärker sind Röhrengeräte und von einem Profi zusammengebaut. Angeschlossen sind eine CD-Player, ein Leak Trough Line Stereo Tuner und ein Garrard 401-Plattenspieler Ich hatte die Röhrenverstärker damals ohne jegliches Fachwissen gekauft und mich nur auf mein Gehör verlassen. Sicher nicht verkehrt – billiger ist es aber deswegen nicht geworden.

In der folgenden Zeit habe ich dann begonnen, Literatur zum Thema „Röhren“ zu lesen. Kopfhörerverstärker werden in vielen Büchern gerne als Einstiegsprojekte vorgeschlagen. Da ich noch keinen Kopfhörerverstärker hatte, und die Lautsprecher der Anlage „wegen der lieben Kleinen“ abends nicht nutzen konnte, lag der Bau nahe.

Ich habe einen gehörigen Respekt vor den hohen Spannungen. Eine Elektronikausbildung habe ich auch nicht. Daher war das Buch „Röhren-Projekte von 6 bis 60 Volt“ von Burkhard Kainka für den Einstieg genau richtig. Ich habe einen im Buch vorgestellten Kopfhörerverstärker (Stereo-Kopfhörerverstärker mit EL84) nachgebaut. Er ist frei verdrahtet. So konnte ich mit Röhren erste und ungefährliche Erfahrungen sammeln. Für Fragen hatte Herr Kainka ein offenes Ohr. Auch der Gehäusebau war ein spannendes Thema – was meiner Meinung nach in den Röhrenbüchern zu kurz kommt. Ein befreundeter Schreiner hat mir da oft auf die Sprünge geholfen.

Projekt I war ein echtes Bastelprojekt – ist aber immer noch im Einsatz. Ich benutze den Verstärker beim Testen meiner weiteren „Fingerübungen“. Das Projekt I (Stereo-Kopfhörerverstärker mit EL84) machte Lust auf mehr... Spannung. Gerade daher habe ich mich dann zunächst weiter theoretisch mit den Dingen beschäftigt. Auch im Bereich des Elektronik-Grundwissens hatte ich einiges nachzuholen. Gelesen habe ich viele Bücher zum Thema. Unter anderen: Röhren-NF Verstärker Praktikum von Otto Diciol, Hören mit Röhren von Friedrich Hunold, Röhrenschaltungen von Friedrich Hunold, Jogis Röhrenbude von Joachim Gittel, Radios der 50er Jahre von Eike Grund, The Audiophile's Project Sourcebook von G. Randy Slone, High-Power Audio Amplifier Construction Manual von G. Randy Slone Kein Zweifel - ich verstehe noch längst nicht alles, was ich da lese! Immer wieder muss ich auch Dinge aus dem Grundwissen-Bereich der Elektronik nachschlagen.

Von unschätzbarem Wert ist das Internet! Als wahre Fundgrube ist Jogis Röhrenbude zu

nennen. Irgendwann bin ich dann auch auf Ralf Kläs Homepage gekommen. Hier hatte Ralf ein Bauprojekt für einen Kopfhörerverstärker vorgestellt, dessen Schaltplan ich auch auf der Seite von Joachim Gittel gefunden habe. Mit meinen Kenntnissen schien mir das Projekt realisierbar.

Es muss so Ende 2004 / Anfang 2005 gewesen sein. Das war die Geburtsstunde von Projekt II. Im Mai 2005 war das Gerät dann fertig. Dazwischen lagen etliche E-Mails, die Ralf alle geduldig beantwortet hat. Neben Rat hat mir Ralf auch mit Tat (Herstellung der Platinen und Kleinteile) weitergeholfen. Das Resultat ist ein wirklich gut klingender Kopfhörerverstärker, der seit seiner Fertigstellung seinen Dienst ohne Ausfälle tut. Da ich beim Musikhören gerne auf dem Sofa liege, habe ich der Bequemlichkeit eine Fernbedienung für die Lautstärke eingebaut. Sonst ist der Aufbau wie bei Ralf angegeben, nur die Bassanhebung habe ich noch weggelassen. (Anmerkung von Ralf Kläs: Ich würde diese ebenfalls nicht mehr einbauen, da völlig überflüssig)

Das Gehäuse habe ich aus Frontplatten von Schaeffer AG hergestellt. Mit deren kostenlosen Frontplattendesigner habe ich für das Netzteil und den Verstärker je vier Platten entworfen. Wegen der Wärmeentwicklung im Netzteil hatte ich einen PC-Lüfter eingebaut und zunächst über einen Drehzahlregler gesteuert. Ich habe herausgefunden, dass für mein Gehäuse der Lüfter nicht wirklich notwendig ist. Ich habe daher einen Regler (Conrad-Bausatz) dazwischen gesetzt, der den Lüfter nur bei höherer Temperatur startet. Bisher ist das noch nie der Fall gewesen. Aus dem geplanten Gitter über den Röhren am Netzteil ist letztlich ein Glas geworden, das ich mir nach Maß habe anfertigen lassen. Erst hatte ich Bedenken, dass sich die Wärme staut, aber die Löcher über den Röhren scheinen auszureichen. Das Ganze erinnert mich nun an den „Schneewittchen-Sarg“ aus den 60ern ;-) Beide Gehäuse habe ich zurzeit auf je vier Metallkegeln stehen. Da sie schnell die Regale ruinieren, werde ich sie gegen Alu-Zylinder austauschen. Ob es einen Unterschied macht? ... Klanglich – keine Ahnung, Familienfrieden – JA!

Inzwischen ist Projekt III (CD-Player mit Röhren-Verstärker) im Keller.

Geschrieben von Dr. Jörg Witthaut im Januar 2006. Vielen Dank an Jörg für diesen ausführlichen Bericht.