



Faszination Röhre Teil 8

High-End-HiFi- Stereo-Röhren- verstärker ELV-RV-100

Nachdem wir im vorangegangenen Teil der Artikelserie „Faszination Röhre“ die Schaltung der High-End-Röhrenendstufe betrachtet haben, beginnen wir in diesem achten Teil des Artikels mit der ausführlichen Beschreibung des Nachbaus.

Allgemeines

Ein vom Design gelungener Röhrenverstärker übt schon seit jeher eine unbeschreibliche Faszination auf den Betrachter aus. Die Ästhetik einer glühenden Röhre und die von außen sichtbaren Ausgangsübertrager hinterlassen bei jedem Technikbegeisterten einen sehr viel intensiveren

Eindruck als das Erscheinungsbild der meisten „gewöhnlichen“ Halbleiterendstufen.

Diese „konventionellen“ Verstärker lassen sich im allgemeinen in zwei Kategorien einteilen: Zum einen die High-End-Geräte mit einem meist recht einfach gehaltenen Design und auf das Nötigste beschränkten Bedienelementen. So ergibt sich dann im Extremfall ein schwarzer Kasten mit einem Pegelsteller und einem Netzschalter. Ein

enttäuschender und kein sehr schöner Anblick für jemanden, der sich an der sichtbaren Technik begeistern will.

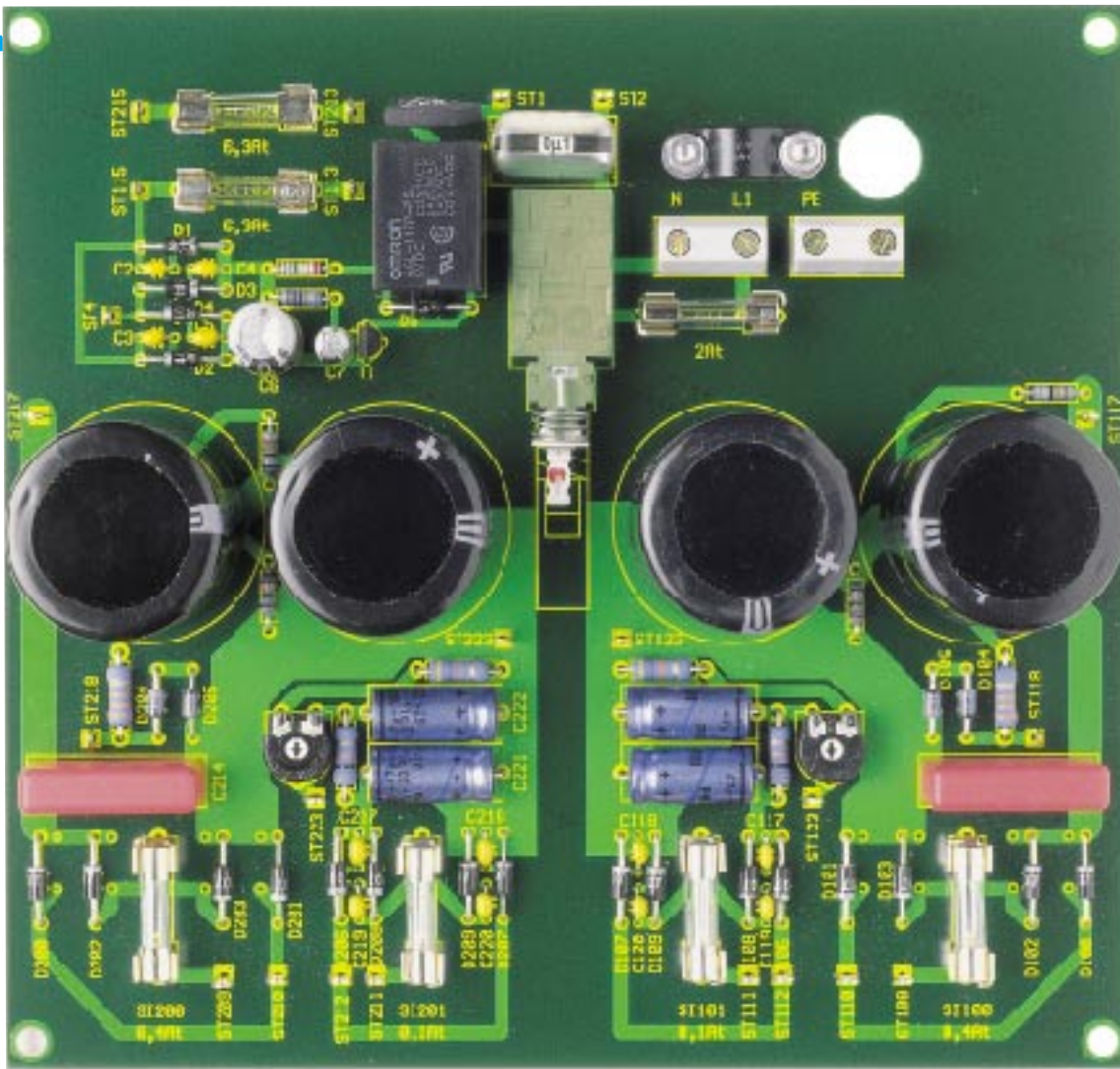
Die andere Variante von Verstärkern läßt jedem HiFi-Puristen einen kalten Schauer über den Rücken laufen: die Verstärker mit unzähligen Knöpfen und Tasten und vielen bunten Anzeigen. Wobei die Tasten meist so klein sind, daß sie nur von Babyhänden einwandfrei bedient werden können und die vielen bunten LEDs und Anzeigen verwirren mehr, als daß sie informieren.

Niederschmetternde Aussichten für einen Musikliebhaber, der neben exzellenten technischen Daten und gutem Klang auch auf ein schönes und ansprechendes Design eines Verstärkers besonderen Wert legt. Um diesen Wünschen nachzukommen, haben wir bei der Entwicklung und Konstruktion der High-End-ELV-Röhrenendstufe neben den technischen Daten auch dem Design besondere Aufmerksamkeit gewidmet. So ist mit dem ELV-RV-100 ein Röhrenverstärker entstanden, der sich durch einen exzellenten „Röhrenklang“, die sehr guten technischen Daten und das ansprechende Design von der breiten Masse der HiFi-Verstärker deutlich abhebt.

Über den Sinn einer Röhrenendstufe im High-Tech-Zeitalter mit immer aufwendigeren Herstellungsverfahren für Halbleiterbauteile läßt sich streiten. Ein Verstärker auf Halbleiterbasis, die gleiche Preiskategorie vorausgesetzt, wird, von den reinen technischen Daten her betrachtet, der Röhrenvariante überlegen sein.

Die Übertragungseigenschaften eines Verstärkers können zwar meßtechnisch genauestens erfaßt werden, beim subjektiven Klangeindruck eines Verstärkers spielen jedoch viele nicht meßbare Einflüsse eine wichtige Rolle. So hat der unverwechselbare Röhrenklang in der HiFi-Szene viele Anhänger und viele, die noch nicht zu den überzeugten „Röhrenlauschern“ gehören, werden durch den sanften und weichen Klang, den man exzellenten Röhrenverstärkern nachsagt, positiv überrascht sein.

Läßt sich über den Klang eines Verstärkers noch in gewissen Grenzen streiten, so ist jedoch unbestreitbar, daß eine Röhrenendstufe, wie z. B. die ELV-RV-100, an Schönheit kaum zu überbieten ist. Und gewöhnlich „ißt“ das Auge mit. Ein entsprechend designer und gut aufgebauter Röhrenverstärker mit seinen vielen sichtbaren „Innereien“ vermittelt einen sehr viel innigeren Kontakt zwischen Musik und Technik. Der der Röhrenendstufe nachgesagte wärmere Klang gegenüber einer Halbleiterendstufe wird durch das „warme“ Erscheinungsbild einer dezent leuchtenden Röhre und durch die tatsächliche Wärmeentwicklung der glühenden Endstufenröhren weiter verstärkt. Das Design und der Aufbau einer Röhrenendstufe sind somit wie bei kaum



Ansicht der fertig bestückten Netzteilplatine

(Ansicht auf 90% der Originalgröße verkleinert)

ein größtmöglicher Automatisierungsgrad bei der Produktion erreicht wird. So sind die Geräte meist so aufgebaut, daß nur wenig unkomplizierte Mechanik die Elektronik umgibt. Die Elektronik an sich ist so ausgelegt, daß sich alle Bauelemente, wenn möglich noch in SMD-Bauform, auf einer einzigen Platine befinden und sich maschinell bestücken lassen. Viele dieser kostenoptimierten Herstellungsschritte lassen sich bei dem Aufbau einer High-End-Röhrendstufe nicht realisieren.

So verbietet es z. B. die angestrebte Kanaltrennung, die Endstufen

einem anderen Gerät von sehr großer Bedeutung.

Der Verstärker ist, neben den Lautsprechern, die wichtigste Komponente einer High-End-HiFi-Anlage. Ein Röhrenverstärker im speziellen entwickelt sich dabei allein schon durch sein auffälliges Erscheinungsbild zum Mittelpunkt einer jeden HiFi-Anlage. Und als Krönung des Besitzerstolzes gilt es dann, wenn man behaupten kann, seinen Röhrenverstärker eigenhändig zusammengebaut zu haben und somit die technischen Innereien nicht nur aus dem Hochglanzprospekt zu kennen.

Wir wenden uns mit dieser Bauanleitung nicht nur an den erfahrenen Elektroniker, sondern werden den Nachbau so beschreiben, daß auch der interessierte Leser, der sich in der praktischen Elektronik nicht so gut auskennt, den Nachbau erfolgreich und sicher durchführen kann. So werden wir auch dem bisher in bezug auf den Aufbau von Röhrenschaltungen unerfahrenen Techniker durch unsere detaillierte und leicht nachvollziehbare Bauanleitung zu einem selbstgebauten High-End-Verstärker verhelfen.

Vor allem der sichere Weg beim Nachbau ist hier besonders hervorzuheben, da die Röhrendstufe mit Spannungen von bis zu 500 V arbeitet und von daher beim Aufbau

und vor allem bei der Inbetriebnahme und beim Abgleich besonders vorsichtig vorgegangen werden muß. Wir weisen an den betreffenden Stellen nochmals gesondert auf diese Gefahren hin, um jegliche Gefährdung auszuschließen.

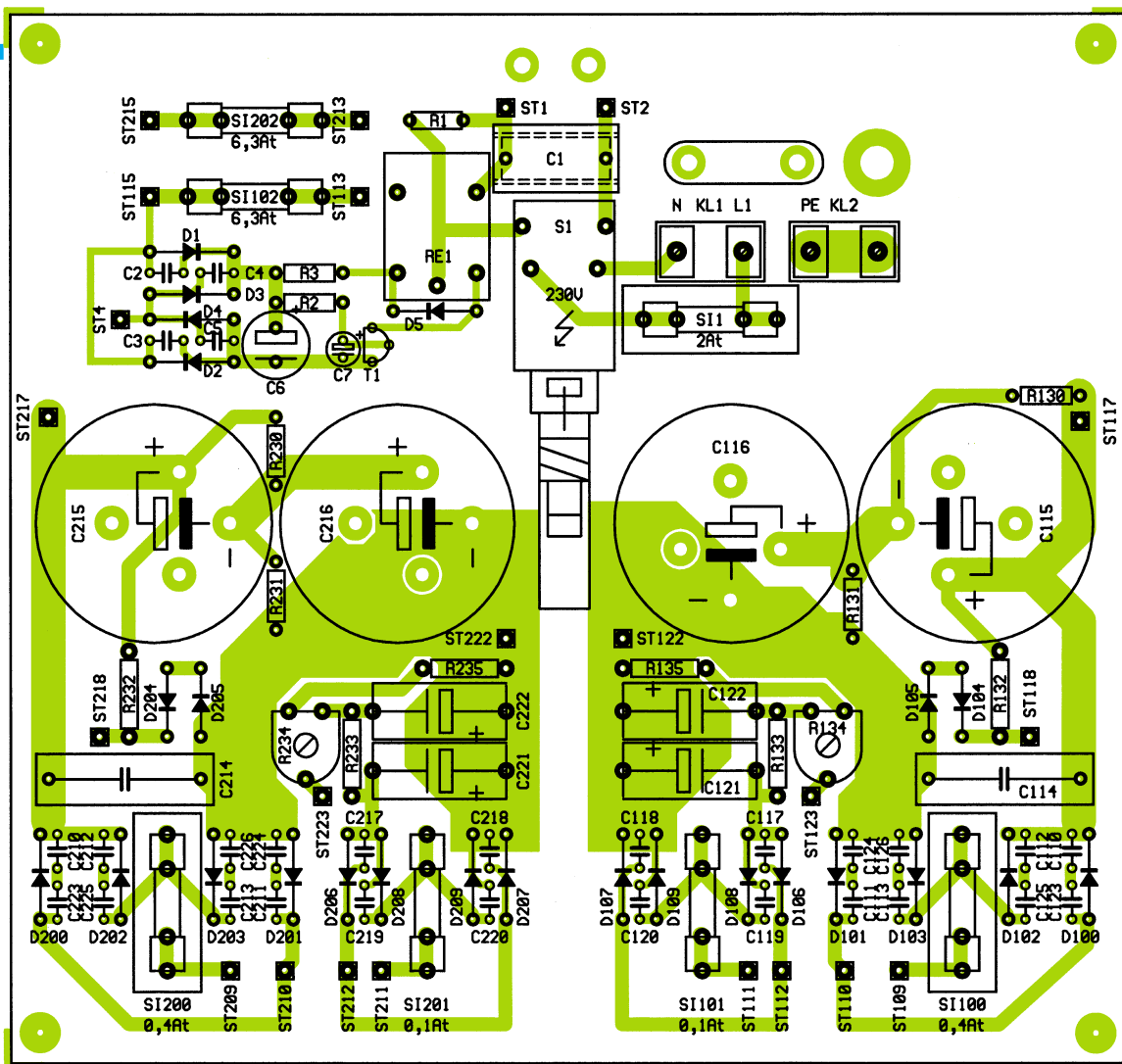
Die Gesamterstellung bis zum betriebsfertigen Gerät bleibt allerdings Profis vorbehalten, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen Sicherheits- und VDE-Stimmungen sind dabei zu beachten. Der Aufbau selbst hingegen, ohne Inbetriebnahme und Anlegen der Versorgungsspannung, kann von jedermann durchgeführt werden, der zumindest etwas Erfahrung im Aufbau elektronischer Geräte besitzt. Die Überprüfung, Inbetriebnahme, Einstellung und Endfertigstellung kann durch Einschieken der so weit aufgebauten ELV-RV-100 an ELV erfolgen, wobei die ELV-Serviceabteilung die entsprechenden Arbeiten gegen Berechnung vornimmt. Natürlich kann man auch einen entsprechend erfahrenen und sachkundigen Elektronikfreund um die notwendigen unterstützenden Arbeiten bitten.

Der Aufbau einer Röhrendstufe gestaltet sich etwas anders als der „gewöhnlicher“ Konsumelektronik. Die Entwicklung und Konstruktion von elektronischen Geräten wird heutzutage dahingehend optimiert, daß

des linken und rechten Kanals auf einer kleinen Leiterplatte zu vereinigen. Auch der Anschluß der Leistungsendstufenröhren und der Ausgangsübertrager kann nur über eine arbeits- und zeitintensive Verdrahtung erfolgen, da sich beim ausschließlichen Aufbau auf einer Leiterplatte weder eine ausreichende mechanische Festigkeit noch die optimierte Zuführung der elektrischen Signale erreichen läßt. So könnte sich letztlich bei einem solchen Aufbau nur ein schlechter Kompromiß auf Kosten der technischen Daten ergeben. Daher haben wir bei der Konstruktion des ELV-RV-100 dort, wo es notwendig war, auf die altbewährte „fliegende“ Verdrahtung zurückgegriffen und an den Stellen, an denen es möglich war, eine moderne kostenoptimierte Konstruktion gewählt. Nach diesen allgemeinen Anmerkungen und Hinweisen wenden wir uns nun dem eigentlichen Aufbau zu.

Nachbauanleitung

Die gesamte, recht umfangreiche Nachbauanleitung kann in folgende Punkte unterteilt werden: Bestückung der Netzteilplatine und der beiden Endstufenplatinen, Einbau der Platinen, der Ausgangsübertrager und des Netztrafos ins Grundchassis, Verdrahtung der einzelnen Komponenten, Ab-



Bestückungsplan der Netzteilplatine

(Ansicht auf 90% der Originalgröße verkleinert)

Die im vorangegangenen Artikel („ELV-Journal“ 1/98) dargestellten Schaltungen sind im ELV-Röhrenverstärker RV-100 zweimal weitgehend identisch vorhanden (für den linken und rechten Kanal). Um eine eindeutige Zuordnung der einzelnen Bauelemente in der Stückliste und im Bestückungsplan zum jeweiligen Stereokanal zu ermöglichen, unterscheiden sich die Bauteilbezeichnungen des rechten und linken NF-Kanals nur in der ersten Ziffer der Numerierung. Die Bauteile des linken Kanals be-

gleich der Endstufen und Gehäuseendmontage.

Wie hieraus zu erkennen ist, gestaltet sich der Aufbau der High-End-Röhrendstufe recht umfangreich, lässt sich jedoch durch die auf das Notwendigste beschränkte Verdrahtung in wenigen Stunden durchführen. Aufgrund der Minimierung des unumgänglichen Verdrahtungsaufwandes reduziert sich weiterhin die Wahrscheinlichkeit von Aufbaufehlern, und die Nachbausicherheit wird erhöht.

In diesem ersten Teil der Nachbauanleitung werden wir die Bestückung der Platinen und die dazugehörige teilweise Verdrahtung der Röhrensockel beschreiben.

Die Schaltung des ELV-Röhrenverstärkers RV-100 ist auf drei einzelne Platinen aufgeteilt. Die 168 mm x 157 mm messende Netzteilplatine umfasst die Spannungsversorgung für beide NF-Endstufen. Die beiden Platinen für den linken und rechten Kanal mit den Abmessungen 160 mm x 132 mm tragen die jeweilige NF-Endstufe.

Diese Aufteilung der Schaltung gewährleistet eine gute Trennung der empfindlichen Signalwege untereinander und zum Netzteil und verhindert so eine gegenseitige Beeinflussung der Schaltungsteile. Nur so lassen sich die guten technischen Daten der Kanaltrennung und des Geräuschspannungsabstandes, die neben der eigentlichen Schal-

tungsauslegung auch wesentlich durch den mechanischen Aufbau mitbestimmt werden, gewährleisten.

Für einen guten Geräuschspannungsabstand ist z. B. ein hinreichend großer Abstand zwischen Netzteil und Eingangsstufe eine Grundvoraussetzung, da sich sonst sehr leicht Einkopplungen der Netzspannung in den Signalweg ergeben. Dies wirkt sich dann direkt auf die resultierende Brummspannung am Verstärkerausgang aus, der Geräuschspannungsabstand verschlechtert sich entsprechend. Weiterhin beeinflusst der Aufbau auch die erreichbare Kanaltrennung zwischen dem linken und rechten Kanal der Stereoendstufe. Die Separation auf zwei getrennte Platinen unterstützt auch hier die guten technischen Daten.

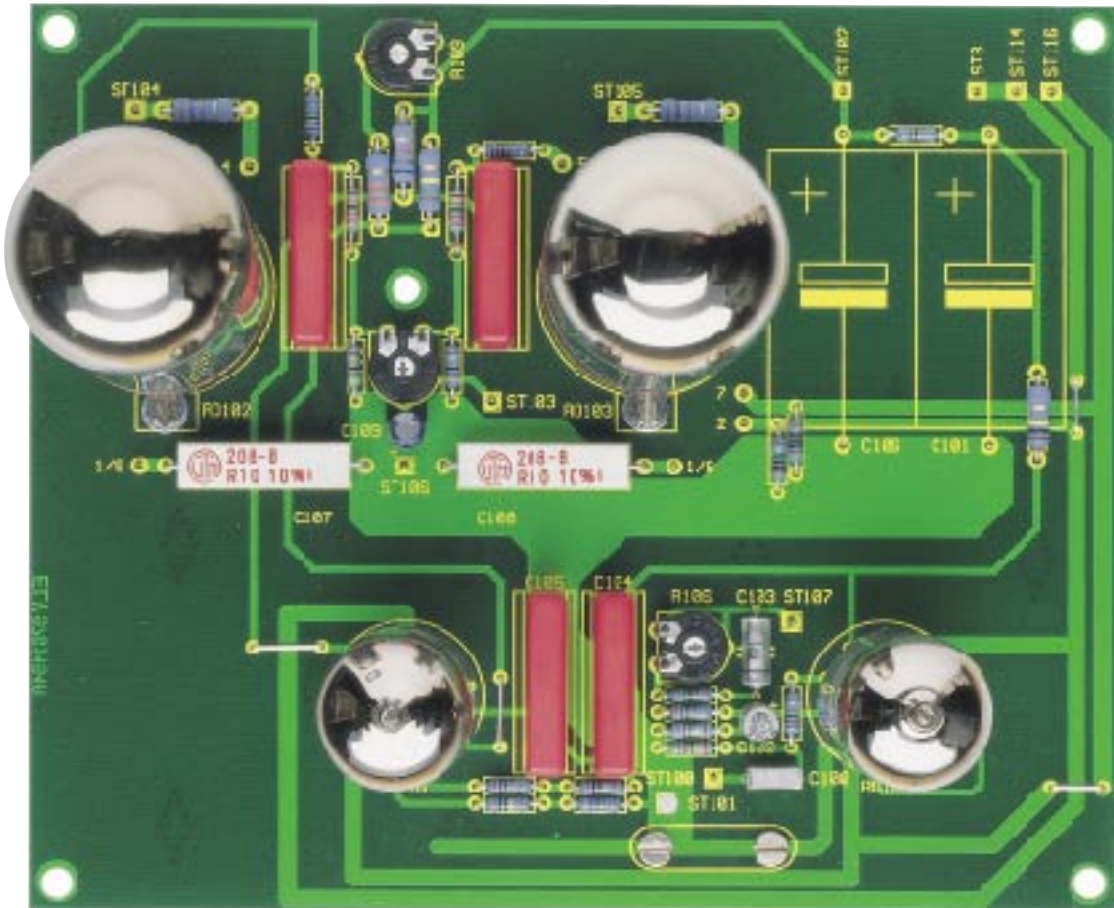
Bei der Bestückung der Leiterplatten sollte besonders sorgfältig vorgegangen werden, denn es ist bedeutend angenehmer, 2 Stunden länger zu bestücken, als womöglich im nachhinein mehrere Stunden vermeidbare Fehler zu suchen. Dies ist beim Aufbau von Röhrenschaltungen besonders wichtig, da sich hier aufgrund der zum Teil sehr hohen Betriebsspannungen bei Bestückungsfehlern sicherheitstechnische Gefahren ergeben können. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, die vorliegende Bauanleitung komplett durchzulesen, bevor mit dem Aufbau begonnen wird.

beginnen mit einer „1“ in der Referenzbezeichnung (z. B. R 104), die Bauelemente des rechten Kanals entsprechend mit einer „2“ (zugehörig R 204). Bezieht sich eine Beschreibung in dieser Bauanleitung auf ein Bauteil sowohl im linken als auch im rechten Kanal, so werden wir die erste Ziffer der Referenzbezeichnung durch ein „x“ ersetzen. So ist z. B. mit der Bezeichnung R x10 sowohl R 110 als auch R 210 gemeint.

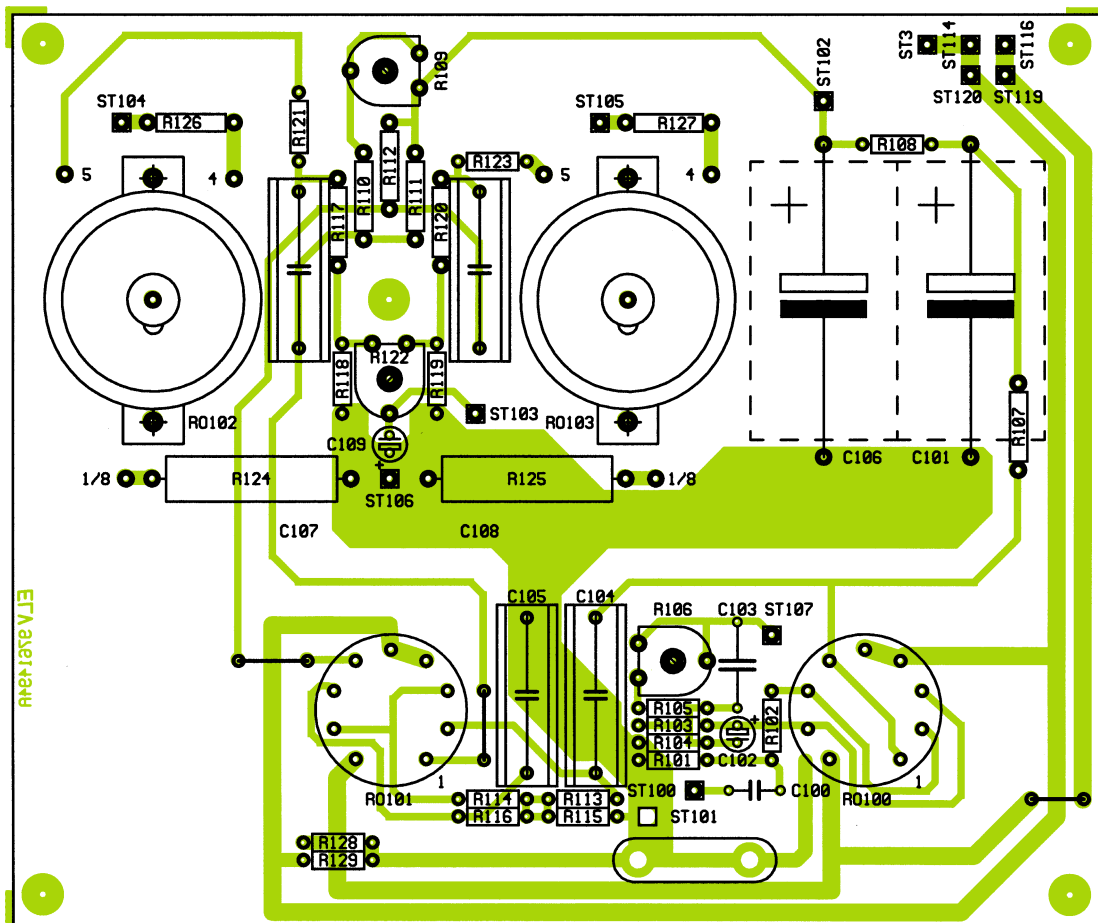
Alle Bauteile mit einer einstelligen Nummer in ihrer Bezeichnung (z. B. R 3) sind in der Schaltung nur einfach vorhanden.

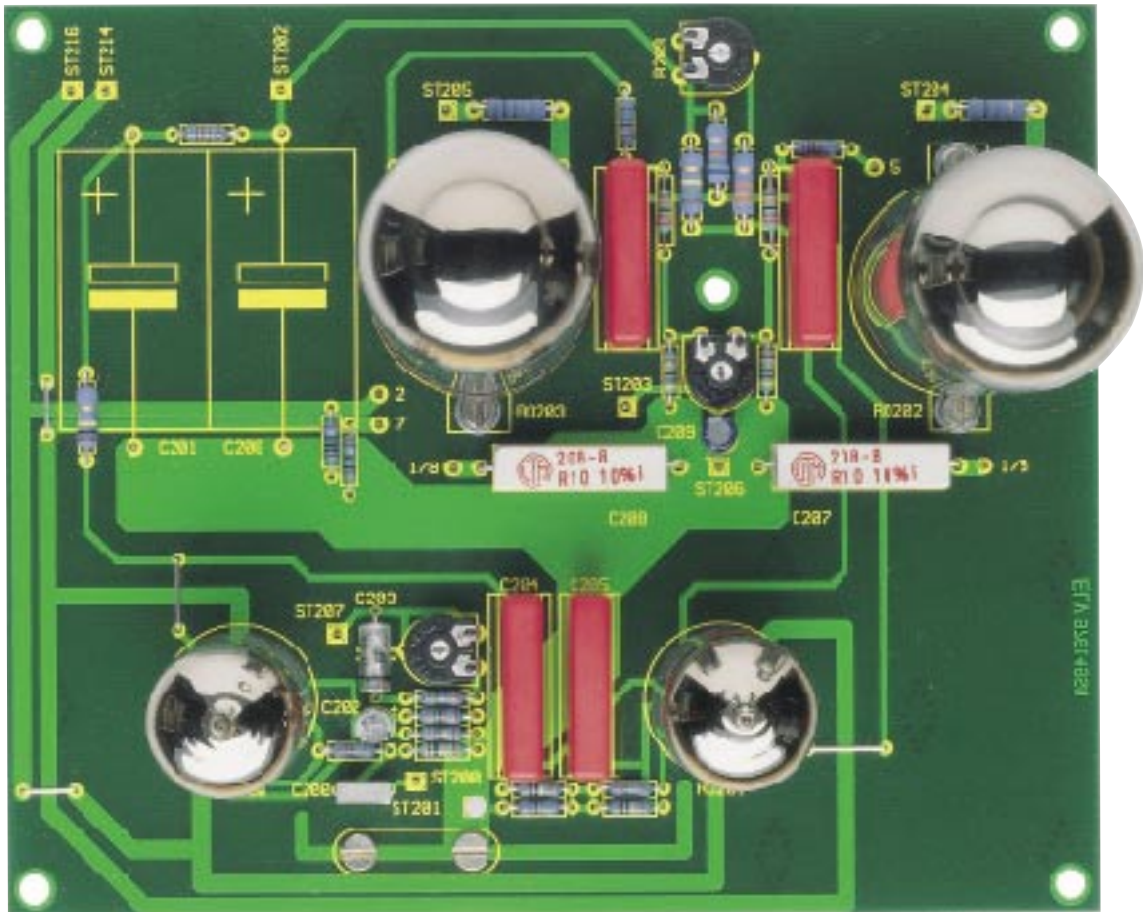
Aufbau der Netzteilplatine

Die Bestückungsarbeiten an den drei Platinen beginnen wir mit dem Aufbau der Netzteilplatine, die die Bauteile zur Versorgung beider NF-Endstufen beherbergt. Die Netzteile sind jedoch komplett getrennt ausgelegt und auch entsprechend positioniert. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplanes, wobei auch das dargestellte Platinenfoto hilfreiche Zusatzinformationen liefert. Beim Aufbau des Netzteiles sollte besonders sorgfältig vorgegangen werden, da hier neben der lebensgefährlichen Netzspannung auch mit den hohen Anodenspannungen gearbeitet wird.

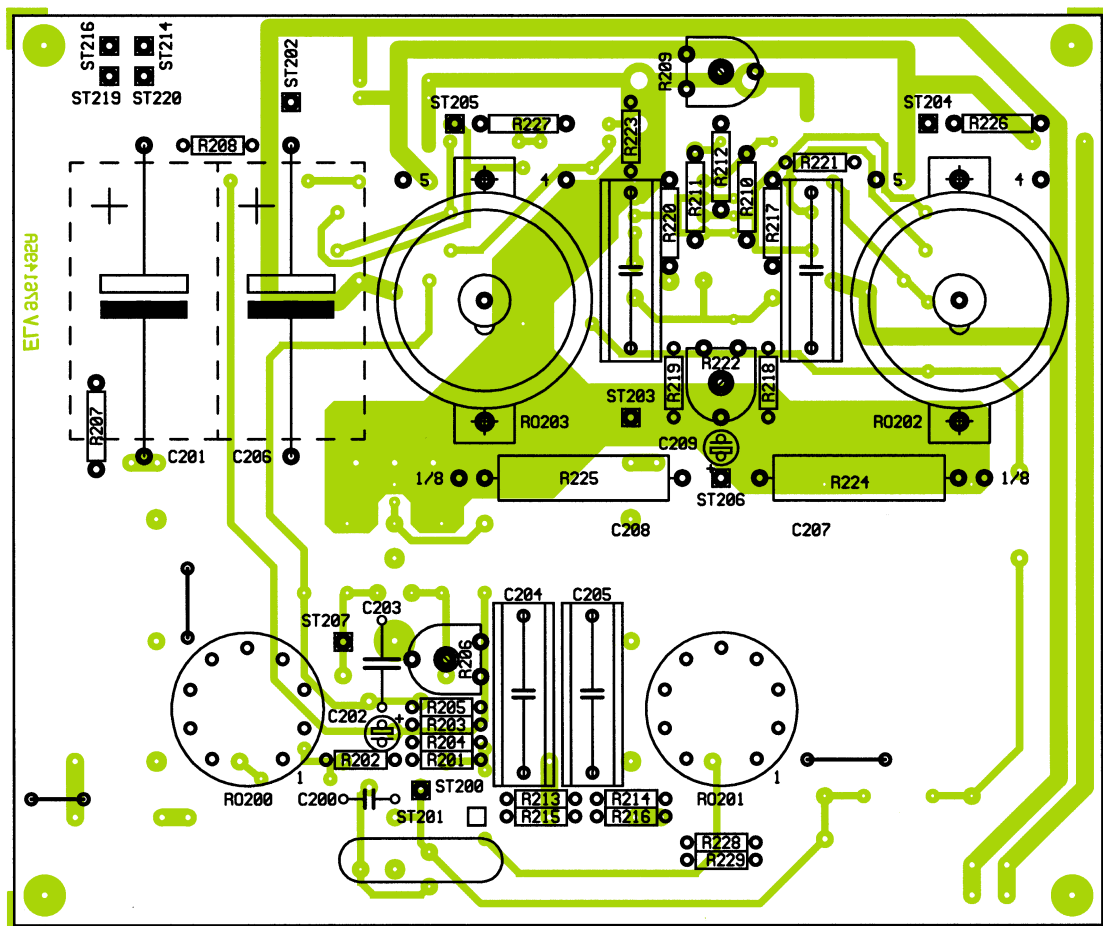


Ansicht einer NF-Endstufenplatine (oben) mit zugehörigem Bestückungsplan (unten)
(Ansicht auf 90% der Originalgröße verkleinert)





Ansicht einer NF-Endstufenplatine (oben) mit zugehörigem Bestückungsplan (unten)
 (Ansicht auf 90% der Originalgröße verkleinert)



Bei der Bestückung empfiehlt es sich, zuerst die niedrigen Bauteile einzusetzen. Im ersten Arbeitsschritt werden daher die Widerstände und Trimmer eingelötet. Hier ist zu beachten, daß die Widerstände R x32, R x33 und R x35 als 1W-Typen ausgeführt sind. Anschließend können die Kondensatoren eingebaut werden, wobei die 4 Hochvolt-Elektrolyt-Kondensatoren (C x15 und C x16) zunächst noch nicht zu bestücken sind. Beim Einbau aller anderen Elkos ist unbedingt die richtige Polung sicherzustellen, besonders die korrekte Polarität der Elkos C x21 und C x22 ist zu beachten, da deren Pluspol an Masse liegt (!), um die negative Gittervorspannung zu glätten.

Auch beim nun folgenden Einbau der Dioden und Z-Dioden ist die Polarität zu beachten. Auch hier gibt der Bestückungsdruck eine Hilfestellung: der Katodenring auf dem Bauelement muß mit der Markierung im Bestückungsdruck übereinstimmen.

Als dann wird der Heißeiter R 1 (Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten, NTC), der für die Begrenzung der Stromaufnahme im Einschaltmoment sorgt, eingesetzt. Nach dem Einlöten des einzigen Transistors T 1 (der Röhrenfan möge uns dieses Bauteil verzeihen), beginnen wir mit der Bestückung der mechanischen Bauteile.

Hier werden zuerst alle Lötstifte mit Öse eingelötet. In die anschließend zu bestückenden Sicherungshalter sind gleich die entsprechenden 5 x 20 mm Schmelzsicherungen einzusetzen. Die Netzsicherung SI 1 ist dabei mit der zugehörigen Schutzkappe berührungssicher zu machen. Im nächsten Arbeitsschritt werden die Netzklemmleiste KL 1, die PE-Klemmleiste KL 2, das Relais RE 1 und der Netzschalter eingelötet.

Danach ist die Zugentlastung auf der Platine für die Aufnahme der beim Zusammenbau des Verstärkers anzuschließenden Netzleitung vorzubereiten. Dazu werden zwei Schrauben M3 x 12 mm von der Lötseite durch die entsprechenden Bohrungen gesteckt. Auf der Bestückungsseite ist dann die Zugentlastungsschelle mit Hilfe zweier zugehöriger M3-Muttern und unterlegten Fächerscheiben zu sichern.

Den Abschluß der Bestückungsarbeiten an der Netzteilplatine bildet der Einbau der vier Hochvolt-Elektrolyt-Kondensatoren C x15 und C x16. Hierbei ist die richtige Polung unbedingt sicherzustellen, da diese für die Glättung der 500V-Betriebsspannung verantwortlich sind. Ein Verpolen der Elkos würde bei der Inbetriebnahme eine große Gefahr darstellen und u. a. zur Explosion der Kondensatoren führen.

Nachdem die Netzteilplatine nun fertig aufgebaut ist, sollten die Lötstellen und die

Bestückung nochmals kontrolliert werden. Anschließend wenden wir uns dann dem Aufbau der beiden Signalplatinen zu.

Aufbau der Signalplatinen

Analog zum Aufbau der Netzteilplatine gehen wir auch bei der Bestückung der beiden Endstufenplatinen der Röhrendstufe ELV-RV-100 nach der Stückliste und dem Bestückungsplan vor. Die dargestellten Leiterplattenfotos liefern dabei zusätzliche Informationen zur Montage der Bauelemente.

Von der Bestückung zunächst ausgeschlossen sind die Elektrolyt-Kondensatoren C x01 und C x06 sowie alle Lötstifte mit Öse. Auch hier werden zuerst die niedrigen Bauteile eingelötet, beginnend mit den anzufertigenden Drahtbrücken. Als dann sind die Widerstände und Trimmer einzusetzen, wobei zu beachten ist, daß die Widerstände R x24 und R x25 als 5W-Hochlasttypen ausgeführt sind. Zum Einbau müssen die Anschlußbeine entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt werden, bevor diese Widerstände so einzusetzen sind, daß der Widerstandskörper direkt auf der Platine aufliegt. Nach der nun folgenden Bestückung der Kondensatoren (Polung der Elkos beachten!), kann mit dem Einbau der Röhrensockel begonnen werden.

Die Röhrensockel der Vorstufe RO x00 und der Treiberstufe RO x01 sind als Print-Version für Leiterplattenmontage ausgeführt. Diese Sockel können hier ohne weiteres eingesetzt werden, da die relativ kleinen Heizströme und die geringe Wärmeentwicklung dieser Röhren keine besonderen Anforderungen an die Kontaktierung der Sockel und den Röhrensockel selbst stellen. Die Einbauposition dieser Novalsockel (9polig) ist durch die Pinanordnung vorgegeben.

Die im nächsten Arbeitsschritt einzubauenden Röhrensockel für die Endstufenröhren RO x02 und RO x03 sind als Keramiksockel mit Lötanschluß für Chassismontage ausgelegt. Dies ist hier unbedingt notwendig, da sich die hohen Heizströme nur über entsprechend dimensionierte Leitungen verlustarm zuführen lassen. Weiterhin stellt hier die hohe Verlustleistung und die damit verbundene große Hitzeentwicklung an den Röhren besondere Anforderungen an den Sockel und die Kontaktierungen. Mit einem Sockel in Print-Ausführung würde es hier nach längerer Betriebszeit unweigerlich zu hitzeausdehnungsbedingten Platinenfehlern kommen.

Zum Einbau der verwendeten Oktalsockel (8polig) werden die Sockelkörper von der Platinenunterseite durch die entsprechenden Öffnungen in der Platine gesteckt und anschließend so ausgerichtet, daß die

Führungsnut im Sockel, die nachher das korrekte Einsetzen der Röhren sicherstellt, wie im Bestückungsdruck eingezeichnet nach vorne zeigt. Anschließend sind dann die Klemmbügel auf der Lötseite über die Sockel zu schieben. Von der Bestückungsseite her werden die jeweils mit einer Unterlegscheibe versehenen M3x8mm-Schrauben durch die entsprechenden Bohrungen in Platine und Klemmbügel gesteckt. Mit dem Festziehen der auf der Unterseite aufzuschraubenden und mit Fächerscheiben gesicherten M3-Muttern werden die Röhrensockel fixiert.

Als dann sind die zunächst von der Bestückung ausgeschlossenen Bauteile einzusetzen. Die Elektrolyt-Kondensatoren C x01 und C x06 werden dazu auf der Lötseite (!) bestückt, wobei wiederum die richtige Polung unbedingt sicherzustellen ist. Abschließend werden die Lötstifte mit Öse in die entsprechend mit ST bezeichneten Bohrungen auf der Lötseite (!) eingelötet.

Im letzten Arbeitsschritt der Bestückung ist die Zugentlastung für den späteren Anschluß der NF-Signalleitung vorzubereiten. Der auf der Lötseite aufzusetzende Zugentlastungsbügel wird dazu mit zwei von der Oberseite einzusteckenden M3x12mm-Schrauben und entsprechenden Muttern mit Fächerscheibe befestigt.

Damit ist die Bestückung der Platine abgeschlossen, und wir beginnen mit der teilweisen Verdrahtung der Röhrensockel.

Dazu sind 6 Leitungsstücke (0,75 mm², schwarz) von je 4 cm Länge anzufertigen, die auf beiden Seiten ca. 5 mm abisoliert werden. Diese Leitungen sind dann in die mit „1/8“, „4“ und „5“ gekennzeichneten Bohrungen von der Lötseite einzulöten. Dabei ist darauf zu achten, daß alle Adern der flexiblen Leitungen in die Bohrungen eingeführt sind. Danach werden diese Leitungsstücke an die zugehörigen Pins der Röhrensockel von RO x02 und RO x03 angelötet.

Die abisolierten Leitungsenden sind dazu durch die zugehörigen Lötösen der Sockel zu stecken und durch Umbiegen zu sichern, bevor sie unter Zugabe von ausreichend Lötzinn festzusetzen sind. Die aufgedruckte Numerierung der Pins am Sockel gewährleistet die eindeutige Zuordnung der Röhrenanschlüsse. Die Leitung „1/8“ für die Kontaktierung der Katode und des Bremsgitters ist vor dem Anlöten durch beide Lötösen zu führen. Sind diese Verbindungen ordnungsgemäß hergestellt, so kann mit dem Anschluß der Heizung der beiden Endstufenröhren begonnen werden.

Die vom Trafo gelieferte 6,3V-Heizspannung muß den Endstufenröhren in voller Höhe zur Verfügung stehen, um ein Unterheizen zu verhindern. Da in den Heizkreisen der Endstufenröhren ein Strom von ca.

Stückliste: Röhrenverstärker RV100

Widerstände:

10Ω/5W	R124, R125, R224, R225
15Ω	R3
82Ω	R104, R204
100Ω	R128, R129, R228, R229
100Ω/1W	R126, R127, R226, R227
1,5kΩ	R103, R105, R203, R205
2,2kΩ	R102, R114, R121, R123, R202, R214, R221, R223
5,6kΩ	R2
8,2kΩ	R108, R115, R208, R215
10kΩ/1W	R133, R233
33kΩ/1W	R110, R132, R210, R232
47kΩ/1W	R135, R235
68kΩ/1W	R112, R212
100kΩ	R101, R201
100kΩ/1W	R107, R207
150kΩ/1W	R111, R211
220kΩ	R117, R120, R217, R220
470kΩ	R118, R119, R218, R219
680kΩ	R130, R131, R230, R231
1MΩ	R113, R116, R213, R216
PT10, liegend, 2,5kΩ	R106, R206
PT10, liegend, 50kΩ	R134, R234
PT10, liegend, 100kΩ	R109, R122, R209, R222
Poti, 6mm, 47kΩ	R100, R200
NTC33	R1

Kondensatoren:

100pF/Styroflex/axial	C103, C203
3,9nF/ker	C110-C113, C117-C120, C123-C126, C210-C213, C217-C220, C223-C226
100nF/ker	C2-C5
100nF/250V~/X2	C1
100nF/630V	C114, C214
220nF/630V	C104, C105, C107, C108, C204, C205, C207, C208
470nF	C100, C200
1μF/100V	C109, C209
47μF/100V/axial	C121, C122, C221, C222
100μF/16V	C7, C102, C202
100μF/350V/axial	C101, C106, C201, C206
220μF/350V	C115, C116, C215, C216
470μF/16V	C6

Halbleiter:

BC548	T1
1N4001	D1-D5
1N4007	D100-D103, D106-D109, D200-D203, D206-D209
ZPD130V/1,3W	D104, D105, D204, D205

Röhren:

ECC81	RO100, RO200
ECC82	RO101, RO201
EL34	RO102, RO103, RO202, RO203

Sonstiges:

Relais, 5V, 1 x um	RE1
Ringkerntrafo, 2 x 350V/0,4A 2 x 50V/0,1A 2 x 6,3V/4A	TR1
Ausgangsübertrager für 2 EL34-Röhren AU100, AU200	
Netzschraubklemme, 2polig	KL1, KL2
Lötstifte mit Lötöse	ST1-ST4, ST101-ST107, ST109-ST120, ST122, ST123, ST201-ST207, ST209-ST220, ST222, ST223
Sicherung, 2A, träge	SI1
Sicherung, 400mA, träge	SI100, SI200
Sicherung, 100mA, träge	SI101, SI201
Sicherung, 6,3A, träge	SI102, SI202
Shadow-Netzschalter	S1
1 Adapterstück	
1 Verlängerungsachse	
1 ELV-Tasterkappe, schwarz	
7 Platinensicherungshalter, (2 Hälften)	
1 Sicherungsabdeckhaube	
1 Netzkabel, 3adrig, schwarz	
1 Netzkabel-Durchführungsstülle, schwarz	
3 Zugentlastungsbügel	
4 Aderendhülsen, 0,75mm	
2 Alu-Drehknöpfe, silber	
2 Madenschrauben	
8 Zylinderkopfschrauben, M3 x 8mm	
6 Zylinderkopfschrauben, M3 x 12mm	

8 Zylinderkopfschrauben, M5 x 45mm
1 Zylinderkopfschraube, M6 x 75mm
14 Muttern, M3
12 Muttern, M4
1 Hutmutter, M6
8 Hutmuttern, verchromt, M5
12 Zahnscheiben, 4,3mm
14 Fächerscheiben, M3
12 Fächerscheiben, M4
14 Fächerscheiben, M5
1 Fächerscheibe, M6
8 Unterlegscheiben, M3
4 Andruckscheiben, 2,5 x 14mm
6 Lötösen, 6,2mm
14 Distanzrollen, M4 x 15mm
2 Abstandsbolzen, 60mm, mit Innenge- winde M4
1 Cinch-Einbaubuchsen, vergoldet, rot
1 Cinch-Einbaubuchsen, vergoldet, schwarz
4 Lautsprecheranschlußklemmen, vergoldet, rot
2 Lautsprecheranschlußklemmen, vergoldet, schwarz
4 Röhrensockel für ECC-Röhren
4 Röhrensockel für EL34-Röhren
12 Kabelbinder, 90mm
2 Kabelbinderschellen für M3
2 Metall-Abdeckhauben für Ausgangs- übertrager
1 Masseanschlußblech
2 Isolierplatten, 60 x 20mm
1 RV 100-Gehäuse, komplett
132cm flexible Leitung, ST1 x 0,75mm ² , schwarz
106cm flexible Leitung, ST1 x 0,75mm ² , blau
114cm flexible Leitung, ST1 x 0,75mm ² , rot
26cm flexible Leitung, ST1 x 0,75mm ² , grün/gelb
68cm flexible Leitung, ST1 x 1,5mm ² , rot
294cm flexible Leitung, ST1 x 1,5mm ² , schwarz
174cm HF-Leitung, 50Ω, RG 58C/U
25cm Isolierschlauch
12cm Schaltdraht, blank, versilbert

1,5 A pro Röhre fließt, besitzen die Leitungen der Heizspannungszuführung von den Lötstützpunkten ST x19 und ST x20 zu den EL34-Endstufenröhren einen Querschnitt von 1,5 mm². Dies gewährleistet eine ausreichende Heizspannung an den Röhren.

Zur Zuführung der Heizspannung sind für jeden Stereokanal je zwei 12 cm und zwei 9 cm lange, auf beiden Seiten ca. 5 mm abisolierte Leitungsstücke (1,5 mm², schwarz) anzufertigen. Die 9cm-Leitungsenden werden zuerst an Pin 2 und Pin 7 des Sockels von RO x02 angelötet. Anschlie-

ßend sind diese Leitungen miteinander zu verdrehen und in die zugehörigen Lötösen für die Endstufenröhren RO x03 einzuführen. Durch diese Ösen werden dann noch die abisolierten Enden der 12 cm langen Zuleitungen gesteckt, bevor sie unter Zugabe von reichlich Lötzinn festzusetzen sind. Auch das Verdrehen der anschließend an die Lötösen ST x19 und ST x20 anzulötenden 12cm-Leitungsenden ist notwendig, um die aufgrund der hohen fließenden Ströme emittierenden magnetischen Felder so klein wie möglich zu halten und so eine Einkopplung

in den Signalweg zu verhindern.

Somit sind die Arbeiten an den Signalplatinen vorerst abgeschlossen, die weitere Verdrahtung erfolgt nach dem Einbau der Platinen und sonstigen Komponenten ins Grundchassis. Im nächsten Teil der Artikelserie „Faszination Röhre“ setzen wir die Beschreibung des Nachbaus fort mit der ausführlichen Erläuterung des Gehäuseauf- und -inbaus mit Verdrahtung und werden uns anschließend dem Abgleich und den technischen Daten der High-End-Röhrenendstufe ELV-RV-100 widmen. 