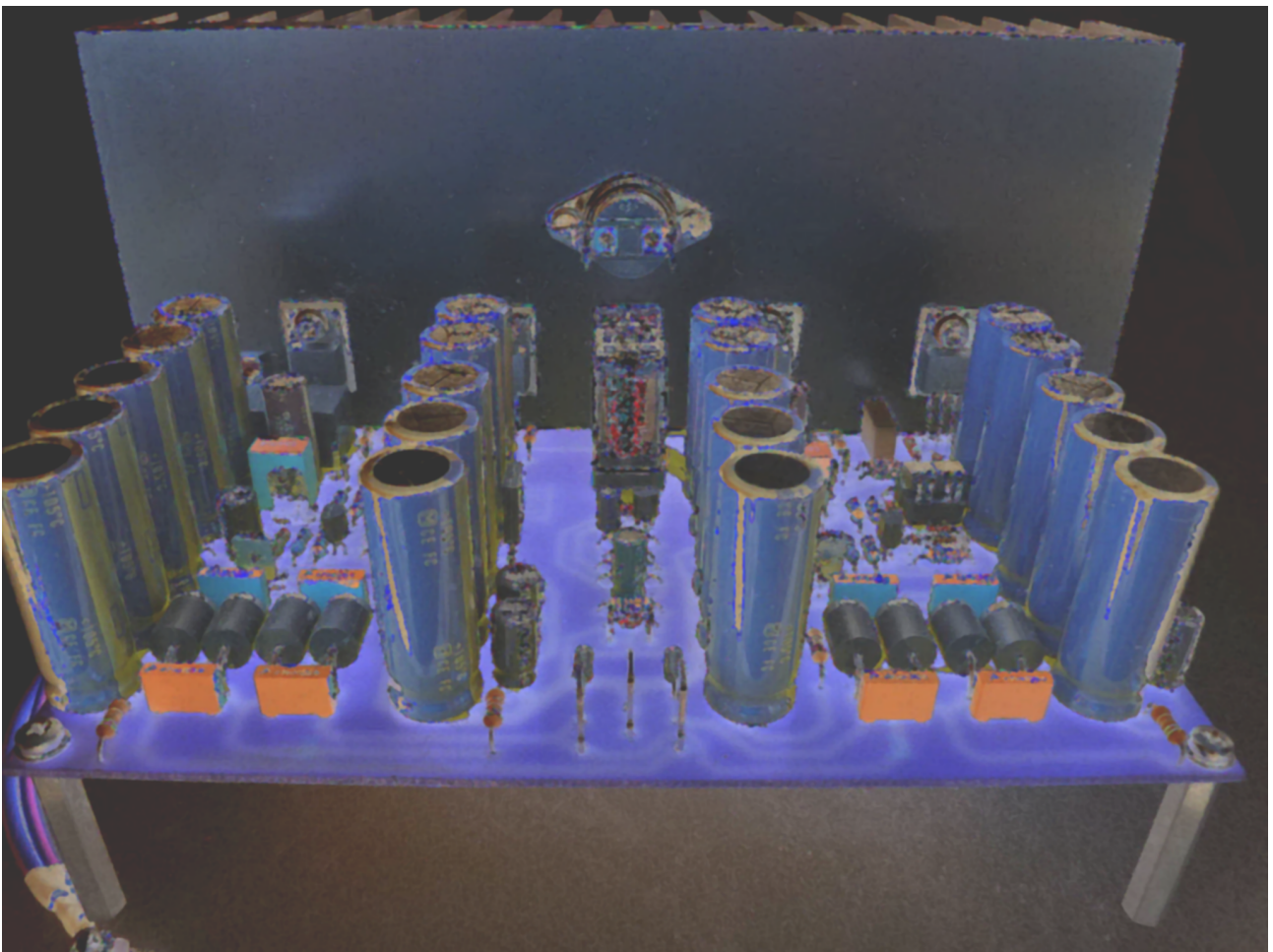


Eintakt-Verstärkermodul

SE 12





© **André Buscher Audiotechnik**
Paulinenweg 3a, 51149 Köln
eMail: info@buscher-endstufen.de
Web: www.buscher-endstufen.de

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
Der Trioden-Eintaktverstärker	5
Der MOS FET-Eintaktverstärker	7
Das Eintakt-MOS FET-Modul SE 12	9
Klangliche Beschreibung	11
Technische Daten	12
Lautsprecher-Impedanzanpassung	13
Lieferumfang und Preis	15
Was es zu beachten gibt	16
Sicherheitshinweise	17
Wichtiger Hinweis	17
Aufbau- und Verdrahtungsanleitung	18
Verdrahtungsplan	21
Ein paar wichtige Tipps	22
Einige hochwertige Musikaufnahmen	23
SE 12 - Fotos	24
Zusammenstellung einer Surround-Anlage	25
Allgemeine Geschäftsbedingungen	26
Bestellformular	



Auf den folgenden Seiten gebe ich Ihnen einen kurzen Überblick über die faszinierende Welt der Eintakt-Verstärker, sowie eine ausführliche Aufbauanleitung für ein außergewöhnliches MOS FET Eintakt-Verstärkermodule. Bevor Sie nun die nächsten Seiten lesen, möchte ich kurz einige „technische Daten“ von mir selbst preisgeben.

Ich bin Baujahr '59 und wurde 1978 durch den Bericht in einer deutschen Audiozeitschrift über einen wunderschönen Mc Intosh Röhrentuner vom Hifi-Bazillus befallen. Damals noch in der Ausbildung, begann ich bald verschiedene Verstärker-Bausätze nachzubauen. (Ohje, was hat meine Mama immer geschimpft, als mitten im spannendsten Fernsehkrimi der Sicherungsautomat heraussprang).

Zu dieser Zeit waren für mich meine Eigenbauten natürlich die besten Verstärker der Welt. Dieses Urteil musste ich aber bald revidieren, als ich bei Streifzügen durch diverse Hifi-Studios, wirklich gute Industrieprodukte hörte. Also löste ich mich alsbald vom reinen Nachbau und entwickelte, unter Mithilfe einiger amerikanischer und deutscher Fachzeitschriften, eigene Verstärker. Im Laufe der Jahre erreichten diese Eigenentwicklungen einen so hohen Qualitäts- und Klangstandard, dass ich sie ruhigen Gewissens an Freunde und Bekannte verkaufen konnte, was damals ein willkommenes Zubrot für mein Studium der Nachrichtentechnik war. Als ich dann aber 1992 zum ersten Mal einige Eintakt-Röhrenverstärker hörte, verstand ich die Hifi-Welt nicht mehr. Wie war es möglich, dass sich diese „Watt-Zwerge“, entsprechende Schallwandler vorausgesetzt, zu solchen Klangqualitäten hinaufschwingen können? Die Zauberformel konnte nur lauten - Minimalismus und Eintaktbetrieb.

Also begann ich das Röhren- Eintaktprinzip auf Transistorebene umzustricken. Ermutigt wurde ich als Nelson Pass 1993 seinen famosen dreistufigen Quasi-Eintaktverstärker Aleph 0 herausbrachte (Quasi-Eintakt deshalb, weil er bei höherer Leistung in den Gegentaktbetrieb wechselte). Dieses Quasi-Eintaktprinzip war mir allerdings nicht puristisch genug, sodass ich es beim reinen Eintaktprinzip beließ. Auch setzte ich von Anfang an auf ein zweistufiges Design. 1996 kam Pass mit der neuen Aleph-Serie heraus - zweistufig und mit einem genialen Trick, den Wirkungsgrad seiner Eintakt-Verstärker zu erhöhen. Durch eine spezielle Ansteuerung der Ausgangsstromquelle, waren seine Verstärker nun in der Lage hohe Leistung bei akzeptabler Wärmeentwicklung abzugeben.

Diese Stromquellenanordnung habe ich dann überarbeitet, weiterentwickelt und in verbesserter Form übernommen (die Stromquelle wird rein gleichspannungsmäßig angesteuert, nicht wie bei Pass über einen Elko). Zusammen mit dem zweistufigen Konzept, ist das im Folgenden beschriebene Verstärkermodule eine leistungsmäßig stark abgespeckte Version des Aleph 3-Verstärkers, aber mit einem, in Relation zur Ausgangsleistung, weitaus größer dimensioniertem Netzteil und mit wesentlich besseren (hochwertigeren) Bauteilen ausgestattet.

Jeder der diesen Verstärker zum ersten Mal hörte, war überrascht über seine Fähigkeit selbst feinste Musikinformationen akribisch genau herauszuschälen. Verblüffend auch, wie einfach Klangunterschiede diverser Lautsprecherstrippen und NF-Kabel auszumachen sind, selbst über Mittelklasseanlagen.

So, nun genug der Lobeshymnen! Viel Spaß beim Studium der folgenden Seiten und vielleicht noch mehr Spaß mit dem Klangerlebnis eines wirklich sehr gut klingenden Verstärkers

wünscht Ihnen

André Buscher

Der Trioden-Eintaktverstärker

Vielleicht haben auch Sie sich schon einmal gefragt woran es liegen mag, dass Trioden-Eintaktverstärker in den letzten Jahren einen wahren Höhenflug erleben. Diese, mit ein paar Watt Leistungsausbeute und technischer Daten teilweise fernab jeglicher Hifi-Norm ausgestattete Spezies Verstärker, gilt in High-End Kreisen als das Nonplusultra im Verstärkerbau. Mit den richtigen Lautsprechern kombiniert, können Trioden-Eintakter ein faszinierendes, dreidimensionales und farbstarkes Klangerlebnis erzielen; mit den „falschen“ Schallwandlern jedoch kann das Ergebnis schnell zum Trauma werden.

Die Frage ist nun, wie kann es zu diesem zwiespältigen Ergebnis kommen? Nun, zum einen an der geringen Leistungsabgabe dieser Verstärker - 5 bis 7 Watt Ausgangsleistung verlangen nach Lautsprechern mit Wirkungsgraden von mindestens 95 dB/W/m. Zum anderen ist der Ausgangswiderstand, bedingt durch den unvermeidlichen Übertrager ziemlich hochohmig. Der Impedanzverlauf des angeschlossenen Lautsprechers muss also recht hoch sein (in der Größenordnung 8 bis 10 Ohm) und außerdem auch noch möglichst gleichmäßig verlaufen, weil ansonsten die Kombination hochohmige Signalquelle (Verstärker) und schwankender Lastwiderstand (Lautsprecher) einen frequenzabhängigen Spannungsteiler bilden. Amplituden-Frequenzgangfehler wären die Folge. In der Praxis läuft also alles auf einen impedanzentzerrten, großvolumigen Hornlautsprecher als Schallwandler hinaus. Nun sind diese Lautsprecher leider wenig wohnraumfreundlich, meistens exotisch teuer und an den Fingern einer Hand abzuzählen. Hat man aber einmal den richtigen Partner für sein Trioden-Schätzchen gefunden, kann das Ergebnis berauschend sein (ist fast so wie im richtigen Leben). Warum sind aber die Trioden-Eintakter zu diesen famosen Klangeigenschaften fähig?

Ein Geheimnis ist sicherlich in ihrem einfachen Schaltungsdesign begründet. Zumeist sind sie zwei- oder dreistufig aufgebaut, haben dadurch prinzipbedingt wenige Bauteile im Signalweg, eine geringe Open-Loop Verstärkung und somit einen geringen Gegenkopplungsfaktor, sofern sie nicht vollkommen gegenkopplungsfrei arbeiten (gemeint ist die Über-Alles-Gegenkopplung. Ohne, zumindest lokale Gegenkopplung, arbeitet kein Verstärker).

Ein weiterer Punkt ist die Röhre selbst. Die Ausgangskennlinie einer Triode kann man mathematisch näherungsweise einer quadratischen Funktion gleichsetzen (siehe Fig. 1). Im Gegensatz dazu ist die Kennlinie eines Bipolartransistors näherungsweise exponentiell (siehe Fig. 2). Gleiche Schaltungstopologie, gleiche Open-Loop Verstärkung und damit gleicher Gegenkopplungsfaktor vorausgesetzt, führt bei beiden zu einem ganz anderen Verzerrungsverhalten.

Der letzte wohl wichtigste Punkt um dem „Geheimnis“ der Trioden-Verstärker auf die Spur zu kommen, ist der ClassA-Eintaktbetrieb selbst. Eintaktverstärker arbeiten asymmetrisch, d.h. positive und negative Halbwellen eines Musiksymbols werden von einer Röhre verstärkt. Im Gegensatz dazu arbeiten Gegentaktverstärker symmetrisch, eine Röhre verarbeitet die positive Halbwelle, eine Andere die negative Halbwelle des Signals. Warum aber ist der asymmetrische Betrieb vorzuziehen? Der größte Vorteil liegt natürlich darin, dass das Musiksymbols lediglich ein Bauteil passieren muss. Beim symmetrisch arbeitenden Gegentaktbetrieb werden positive und negative Halbwellen getrennt von je einem verstärkendem Element verarbeitet und danach wieder summiert. Das Signal durchläuft also die doppelte Anzahl von Bauteilen.

Ein weiterer Vorteil ist wiederum im Verzerrungsverhalten zu suchen. Asymmetrische Verstärkerstufen erzeugen geradzahlige Verzerrungen, die im Gegensatz zu ungeradzahligen Klirrfaktoren beim symmetrischen Betrieb, für das menschliche Ohr weniger störend wirken.

Dieses sind also die Hauptfaktoren, die für den unvergleichlichen Klang der Trioden-Eintaktverstärker verantwortlich sind.

Leider haben diese Verstärker den Nachteil, dass sie einen extrem schlechten Wirkungsgrad haben.

Bei 7 Watt Ausgangsleistung „verbraten“ sie locker und leicht 100 Watt oder noch mehr in nutzlose Wärme. Zudem sind sie meist sehr teuer und wie schon erwähnt in der Lautsprecherfrage sehr wählerisch.

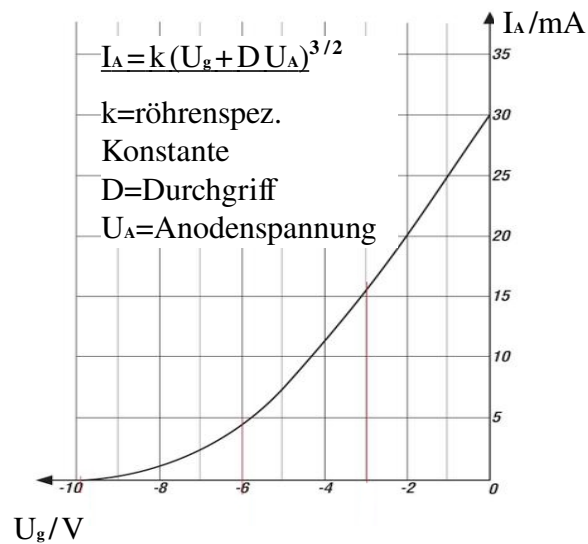


Fig. 1 Kennlinie einer Triode

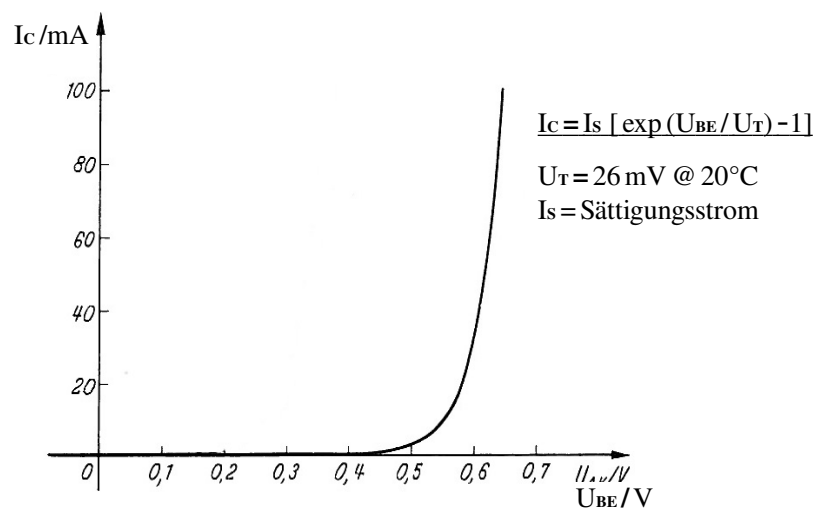


Fig. 2 Kennlinie eines Bipolartransistors

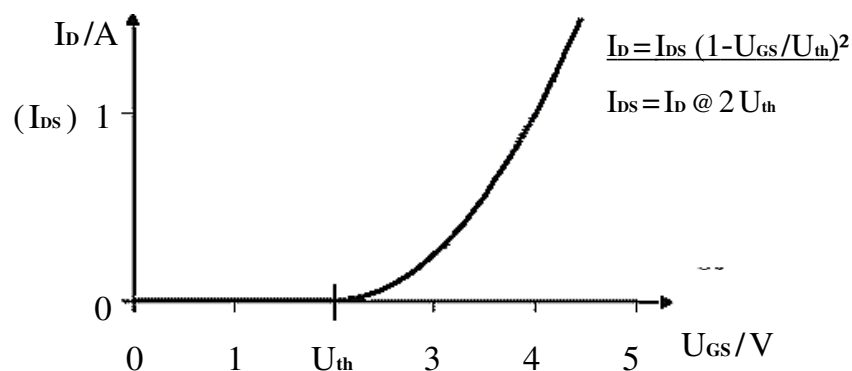


Fig. 3 Kennlinie eines MOSFET

Der MOS FET-Eintaktverstärker

Fassen wir noch einmal kurz zusammen, welches die Schlüsselfaktoren sind die für einen erstklassig klingenden Verstärker hauptverantwortlich sind:

1. Einfaches Schaltungsdesign und eine minimale Anzahl von elektronischen Komponenten im Signalweg. Je weniger Bauteile in Serie zum Musiksinal liegen, desto freier, offener und räumlicher das Klangergebnis. Diese Regel gilt auch, wenn durch eine zusätzliche (unnötig) verstärkende Stufe die Messdaten des Systems verbessert werden!
2. Maximale innere Linearität. Jede Stufe muss auch ohne Über-Alles-Gegenkopplung möglichst linear arbeiten, sodass die Gegenkopplung nur gering korrigierend eingreifen muss. Die Gegenkopplung ist nämlich nichts anderes als ein subtrahierender Vorgang, der leider auch einen Informationsverlust des Musiksinal nach sich zieht. In vielen Verstärkern wird die innere Unlinearität durch ein hohes Maß an Gegenkopplung korrigiert. Obwohl die technischen Daten solcher Verstärker sehr gut sein können, bleibt die Klangqualität auf der Strecke. Es fehlt an Wärme, Räumlichkeit, und viele Musikdetails gehen verloren.
3. Unsymmetrisch arbeitende Verstärkerstufen, d.h. konsequenter Eintaktbetrieb. Daraus resultiert zwangsläufig auch reiner Klasse A-Betrieb. Gegentaktverstärker produzieren um den Nullpunkt herum sogenannte Übernahmeverzerrungen (siehe Fig. 4a und 4b). Diese Art von Verzerrungen können bei Eintaktverstärkern erst gar nicht entstehen. Ein weiterer Vorteil: sowohl positive als auch negative Halbwellen durchlaufen ein und dasselbe verstärkende Bauteil und werden nicht erst auf zwei Wege aufgesplittet, um dann später wieder zusammengefügt zu werden. Der einzige Nachteil der dem Eintaktverstärker anhaftet, ist sein geringer Wirkungsgrad. Große Kühlkörper und Netzteile sind also erforderlich.

Wie lassen sich nun aber konkret die Nachteile der Trioden-Eintaktverstärker (geringe Ausgangsleistung, hoher Ausgangswiderstand, hoher Preis) eliminieren? Wohl nur dadurch, dass man das Bauteil Röhre durch ein anderes ersetzt, welches keinen Ausgangsübertrager benötigt. Dadurch reduziert sich der Ausgangswiderstand ganz erheblich, was eine bessere Kontrolle des angeschlossenen Lautsprechers mit sich bringt. Auch die Kosten werden durch diese Maßnahme stark gesenkt (gute Eintaktübertrager sind „schweinemäßig“ teuer). Als Ersatz für die Röhre kommt nur ein Bauteil sinnvoll in Frage: ein sogenannter MOS FET.

Vergleichen wir dazu einmal Fig. 1 mit Fig. 3

Röhre und MOS FET haben ähnliche Übertragungsfunktionen, näherungsweise eine Quadratische. Auch die Ansteuerung beider Bauteile ist ähnlich; sie erfolgt, abgesehen von hohen Frequenzen, leistungslos. Dies macht zusätzliche Treiberstufen überflüssig, wodurch sich das Schaltungsdesign stark vereinfacht und die Anzahl der Bauteile im Signalweg minimiert werden. Der Ausgangsübertrager wird vorteilhaft durch eine aktive Stromquelle ersetzt. Dies erhöht den Wirkungsgrad und entkoppelt die Ausgangsstufe vom Netzteil. Störungen und Spannungsschwankungen, die sich von der Netzsteckdose in den Verstärker einschleichen können, dringen nun nicht mehr zu den Lautsprechern durch.

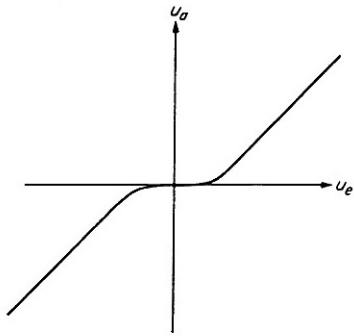


Fig. 4a Übernahmeverzerrung bei
Gegentakt B-Betrieb

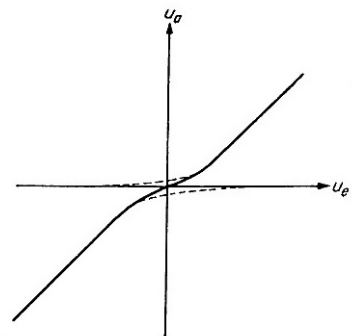


Fig. 4b Übernahmeverzerrung bei
Gegentakt AB-Betrieb

Das Eintakt-MOS FET-Modul SE 12 *

Dieses komplett aufgebaute Eintakt Verstärker-Modul leistet 2x12W an 8 Ω bei einer Leistungsaufnahme von rund 50W. Dies entspricht einem Wirkungsgrad von rund 50%. Erreicht wird dieser, für Eintaktverstärker ungewöhnlich hohe Wirkungsgrad, durch eine ganz spezielle Ansteuerung der aktiven Stromquelle. Ein ähnliches Verfahren nutzt Nelson Pass in seinen bekannten ALEPH-Endverstärkern. Der Verstärker besitzt nur zwei Verstärkerstufen. Der eingangsseitig sitzende im Eintaktbetrieb arbeitende MOS FET Differenzverstärker wird von einer Stromquelle gespeist und steuert direkt den MOS FET Endstufentransistor an. In seiner Drain Zuleitung liegt die schon erwähnte speziell ausgebildete Stromquelle (siehe Fig. 5).

Das Musiksignal durchläuft bei seiner Reise vom Eingang zum Ausgang nur ganze fünf! Bauteile, drei klangoptimierte Widerstände und zwei Transistoren (MOS FETs). Die Leiterbahnlänge auf der Platine beträgt nur ca. 9 cm. Dadurch wird eine minimale Signalbeeinflussung erreicht.

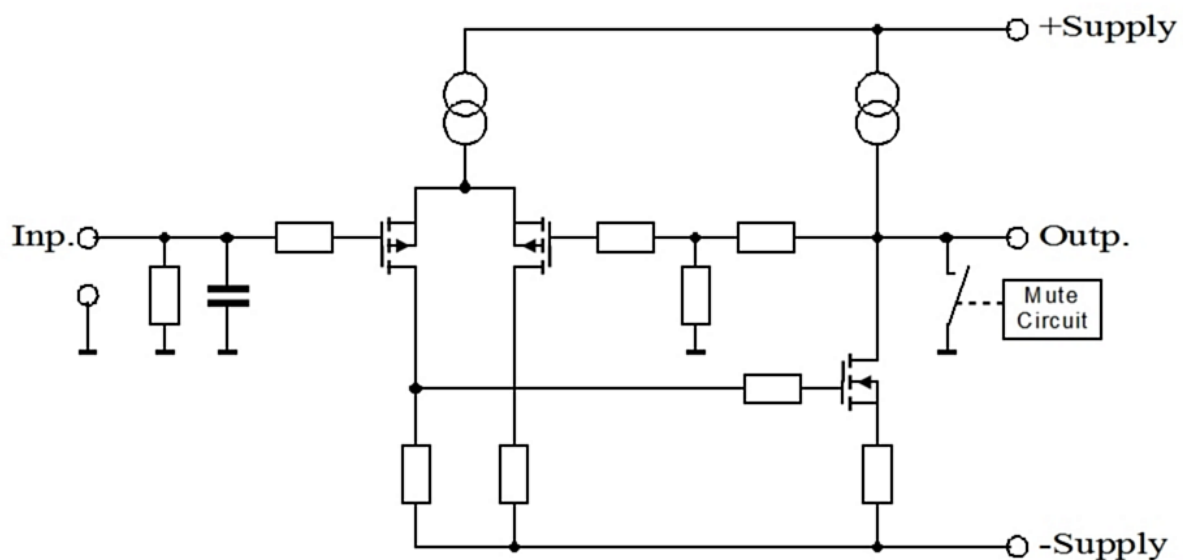


Fig. 5 Vereinfachtes Schaltbild des Verstärker Moduls

Auf der 160x100 mm messenden Platine ist auch die komplette Spannungsversorgung untergebracht. Sie besteht aus, pro Kanal getrennt, jeweils vier schnellen sogenannten soft recovery Dioden und 20 parallel geschalteten 2.200 μ F Elkos (pro Kanal 10 Stück), was zusammen stolze 44.000 μ F Gesamtkapazität macht. Es wurden bewusst viele kleinere Kondensatoren parallel geschaltet, um den Widerstand und die Induktivität der Spannungsversorgung gering zu halten. Die Elkobatterie wurde in unmittelbarer Nähe der Leistungstransistoren angeordnet. Zusammen mit dem stark überdimensionierten 225VA Ringkerntransformator ergibt sich ein Netzteil, was beinahe Akku-Qualitäten aufweist. Die Minusspannungsversorgung wurde mit einer sogenannten Gyratorschaltung (Kapazitätsvervielfacher) nahezu brummfrei aufgebaut. In Verbindung mit den aktiven Stromquellen in der Plusspannungsversorgung „sieht“ der eigentliche Verstärkerzweig praktisch reine Gleichspannung, was mit ein Grund ist für den transparenten und räumlichen Klang.

*Single Ended: 12W / 8 Ω

Auf der Platine ist außerdem eine sogenannte „Anti-Plopp“ Schaltung vorhanden. Sie gibt die Lautsprecherausgänge nach ca. 5 Sekunden frei und schaltet den Verstärker beim Ausschalten sofort stumm. Anders als bei üblichen Verstärkern liegt aber der Relaiskontakt nicht in Reihe zum Lautsprecherausgang, sondern parallel dazu - der Verstärkerausgang wird also kurzgeschlossen!! Dies hat den Vorteil, dass keinerlei Übergangswiderstände des Relais das Klangergebnis negativ beeinflussen können.

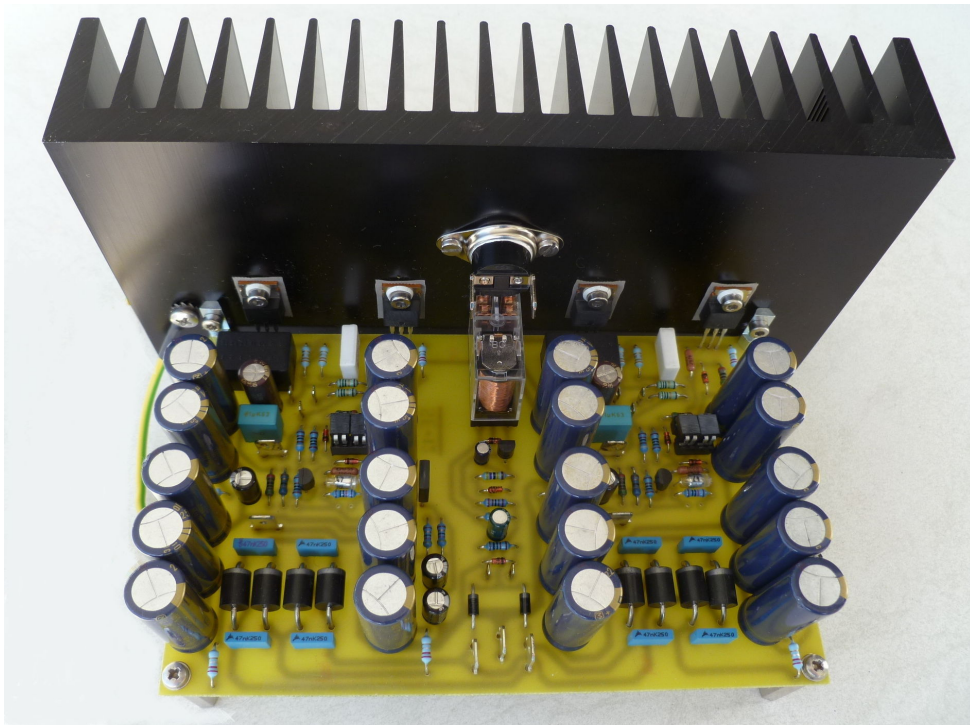
Es zeigt auch gleichzeitig, wie betriebssicher sich dieser Verstärker verhält, der unter allen Umständen kurzschlussfest ist. Erreicht wird dies aber nicht durch irgendwelche dubiosen Kurzschlusssicherungen, sondern ist integraler Bestandteil der stromquellengesteuerten Eintaktausgangsstufe.

Auf dem Kühlkörper sitzt mittig ein Thermofühler zur Temperaturüberwachung. Er unterbricht bei ungefähr 70°C Kühlkörpertemperatur die Netzspannung und schaltet sie automatisch bei etwa 60°C wieder ein. Bei 20°C Raumtemperatur erreicht der Kühlkörper nach etwa einer Stunde Betriebszeit eine Temperatur von ca. 50...55°C.

Auf der Platine sind keinerlei Einstelltrimmer für Gleichspannungsoffset oder Ruhestrom vorhanden, alle Parameter sind physikalisch fest vorgegeben und können somit auch nicht wegdriften.

Die beiden Transistoren des Differenzverstärkers werden auf Rauscharmut und gleiche Gate-Source Spannung selektiert (die maximale Abweichung von U_{GS} beträgt lediglich 0,2 %). Durch diese Selektion wird eine maximale Ausgangsoffsetspannung von 100 mV erreicht, trotz DC-Betriebs.

Jedes Modul wird einem 24 - stündigen Dauertest ausgesetzt, und alle relevanten Parameter werden in Intervallen gemessen. Durch all diese Maßnahmen wird ein absolut betriebssicheres Verhalten gewährleistet, und es wird eine außergewöhnlich gute Klangqualität erreicht.



Komplett bestückte SE 12 Platine mit Kühlkörper.
Sehr gut zu erkennen ist der Doppel-Mono Aufbau.

Klangliche Beschreibung

Sofern geeignete Lautsprecher angeschlossen sind (siehe dazu auch das Kapitel „Was es zu beachten gibt“ auf Seite 16), zeichnet sich dieser Eintaktverstärker durch eine geradezu fantastische Feindynamik aus, einhergehend mit der Fähigkeit selbst mikroskopisch kleine Klanginformationen makellos sauber zu übertragen. Unsauberkeiten oder ein rauhes Klangbild sind ihm fremd, er breitet eine realistische, dreidimensionale Bühne auf und verarbeitet Dynamiksprünge mit einer unglaublichen Geschwindigkeit. Der Bassbereich wird ohne irgendwelche Aufdickungen wiedergegeben, mit der gleichen Geschwindigkeit und Präzision wie der gesamte Mittel-Hochtonbereich, ist aber akustisch nicht totbedämpft. Basssaiten, oder das Fell einer Bassdrum haben „Leben“, und ihre tieffrequenten Ausschwingvorgänge sind mühelos wahrzunehmen. Mit diesem Verstärker lassen sich Klangunterschiede verschiedener Lautsprecherkabel mühelos nachvollziehen. Dieses Klangergebnis ist auf das puristische Schaltungsdesign zurückzuführen, auch die extreme Geschwindigkeit mit der Impulse wiedergegeben werden, geht auf das Konto einfache Schaltung und wenig Bauteile im Signalweg. Seine Anstiegsgeschwindigkeit ist nämlich keineswegs überragend hoch, sondern nur ordentlicher Durchschnitt.

Versuche mit einer zusätzlichen Treiberstufe, erbrachten messtechnisch klar bessere Ergebnisse in punkto Anstiegsgeschwindigkeit und Ausgangswiderstand, klanglich war dieses dreistufige Konzept dem zweistufigen jedoch unterlegen.

Daran kann man sehr gut erkennen, dass die meisten technischen Daten nicht klangrelevant sind. Verstärker die ausschließlich mit dem Messgerät entwickelt werden, können klanglich oft genug wenig überzeugen.

Dies soll jedoch nicht heißen, dass gutklingende Verstärker automatisch schlechte Messwerte aufweisen. Alle relevanten Daten dieses Verstärkermoduls sind ausnahmslos gut - im Vergleich zu Röhren-Eintaktern sogar exzellent - aber er wurde nicht daraufhin optimiert; einzig und alleine die Maximierung der Klangqualität stand im Vordergrund!

Technische Daten

Sinusausgangsleistung (f = 1kHz)	2 x 7 W / 4 Ω (nur als Rear-Lautspr. empfohlen) 2 x 12 W / 8 Ω 2 x 9 W / 12 Ω 2 x 7 W / 16 Ω
Frequenzgang (1W an 8 Ω)	0 Hz ... 100 kHz (- 0,3 dB) 0 Hz ... 400 kHz (- 3 dB)
Eingangsempfindlichkeit	1 V _{eff} (für Vollaussteuerung)
Verstärkungsfaktor	20 dB (10-fach)
Eingangswiderstand	10 k Ω (andere Werte auf Anfrage)
Ausgangswiderstand	kleiner 0,2 Ω (0 Hz ... 1 kHz)
Leistungsaufnahme	ca. 50 W (ohne Ansteuerung)
Phasenverschiebung	weniger als 3° (0 Hz ... 20 kHz)
Anstiegsgeschwindigkeit	20 V / μ s
Platinenabmaße (inkl. Kühlkörper)	200 x 141 x 110 mm (B x T x H)
Gewicht (inkl. Trafo)	ca. 3,7 kg

Zur besseren Übersicht finden Sie hier nun eine Tabelle mit den Ausgangsleistungen des Verstärker-Moduls SE 12 bei unterschiedlichen Lautsprecher-Impedanzen und Lötbrückenstellungen (siehe dazu auch das nächste Kapitel „Lautsprecher-Impedanzanpassung“).

Lötbrückenstellung 8 Ω	Lötbrückenstellung 16 Ω
2 x 7 W / 4 Ω (4 Ω nur mit Rear Lautspr.)	4 Ω - Betrieb in der 16 Ω Stellung nicht empf.
2 x 12 W / 8 Ω	2 x 4 W / 8 Ω
2 x 9 W / 12 Ω	2 x 6 W / 12 Ω
2 x 7 W / 16 Ω	2 x 7 W / 16 Ω

technische Änderungen vorbehalten

Lautsprecher-Impedanzanpassung

SE 12 weist eine Besonderheit auf, die bisher praktisch nur von Röhrenverstärkern bekannt ist. Über Lötbrücken lässt sich der Verstärker für den Betrieb an $8\ \Omega$ bzw. $16\ \Omega$ Lautsprechern optimieren.

Grundsätzlich sollten $8\ \Omega$ Lautsprecher auch in der $8\ \Omega$ Lötbrücken-Stellung betrieben werden. Das gilt ebenfalls beim Betrieb von $4\ \Omega$ - Rearlautsprechern einer Surround-Anlage, wozu SE 12 wegen der dann stattfindenden Frequenzbeschnidung tiefer Frequenzen, in diesem speziellen Fall, problemlos verwendet werden kann.

Beim Betrieb von $12\ \Omega$ oder $16\ \Omega$ Lautsprechern, kann es klanglich aber von Vorteil sein, die Lötbrücken-Stellung $16\ \Omega$ zu wählen.

So klang z.B. der $12\ \Omega$ - Lautsprecher Zu Audio „Omen“ in der $16\ \Omega$ Stellung einen Tick geschmeidiger und flüssiger (natürlich eine rein subjektive Meinung). Dieser Lautsprecher verfügt aber auch über einen Wirkungsgrad von ca. 98 dB/W/m, sodass sich die geringere Ausgangsleistung von 6 Watt, im Vergleich zu 9 Watt in der $8\ \Omega$ Stellung, nicht nachteilig auswirkt.

Vorteilhaft ist der Umstand, dass es möglich ist, während des Betriebs des Verstärkers die beiden Stellungen umzuschalten, ohne das Schaltknacken oder dergleichen hörbar ist.

Zum schnellen Umschalten benötigt man lediglich einen zweipoligen Umschalter, der mittels kurzer Kabelstücke ($0,5\ \text{mm}^2$ sind ausreichend) an die Lötstifte gelötet wird. Der Schalter sollte eine Strombelastbarkeit von 3 A oder mehr aufweisen. So ist es möglich, die beiden Varianten schnell auszutesten, ohne das langwierig umgelötet werden muss.

Noch bequemer ist es, wenn anstatt des Umschalters ein Relais angeschlossen wird. Dazu sollte ein 12 Volt-Typ mit zwei Umschaltern und einer Kontaktbelastbarkeit von mindestens 3 A Verwendung finden. Dieses Relais kann ebenfalls mit kurzen $0,5\ \text{mm}^2$ Kabeln angeschlossen werden. In Reihe zur Erregerwicklung des Relais wird ein einfacher Ein/Aus-Schalter mit einigen Metern dünner Schaltlitze gelötet. So ist es möglich, ganz bequem vom Hörplatz aus umzuschalten. Das Relais kann man z.B. mit einem 12 V Akku, oder einem kleinen 12 V Steckernetzteil betreiben. Fast immer funktioniert auch eine 9 V Blockbatterie, zumindest für ein paar Stunden.

Um beim Abschalten des Relais die recht hohe Induktionsspannung der Erregerspule zu eliminieren, sollte eine Diode (z.B. 1N 4148) parallel zur Spule gelötet werden. Die Kathode (schwarzer Strich) der Diode muss dabei unbedingt an den Spulenanschluss gelötet werden, der mit dem Pluspol des 9 V- oder 12 V Akkus verbunden ist, bzw. mit dem Pluspol des Steckernetzteils. Die Anode kommt also folglich an den Spulenanschluss, an dem der Minusanschluss anliegt (siehe dazu auch das Verdrahtungsschema auf der nächsten Seite).

Es ist durchaus möglich, auch $8\ \Omega$ Lautsprecher an den $16\ \Omega$ Anschluss zu betreiben. Da die Ausgangsleistung dann aber auf ein Drittel, also 4 Watt abfällt, ist dies nur bei Lautsprechern mit mindestens 96 dB/W/m Wirkungsgrad empfehlenswert. Nur Mut - es kann grundsätzlich nichts kaputt gehen! Es ist durchaus möglich, dass dies der klanglich bessere Anschluss darstellt.

Hat man die optimale Position gefunden, so sollten die entsprechenden beiden Lötstifte in jedem Kanal mit einem kurzen Stück blanken Drahtes (ca. $0,3\ \text{mm}^2$) verbunden werden.

Es ist allerdings auch möglich, z.B. an die Rückseite des Verstärkergehäuses einen zweipoligen Umschalter zu platzieren, um jederzeit bei Bedarf umschalten zu können. Da dieser Schalter aber im Signalweg liegt, sollte ein hochwertiger Typ verwendet werden. Achten Sie auf eine ausreichende Strombelastbarkeit von mindestens 3 A pro Schaltkontakt. Außerdem sollten die Kabellängen vom Schalter zu den Lötstiften möglichst kurz sein (nicht länger als ca. 25 cm) und einen Mindestquerschnitt von $0,5\ \text{mm}^2$ aufweisen.

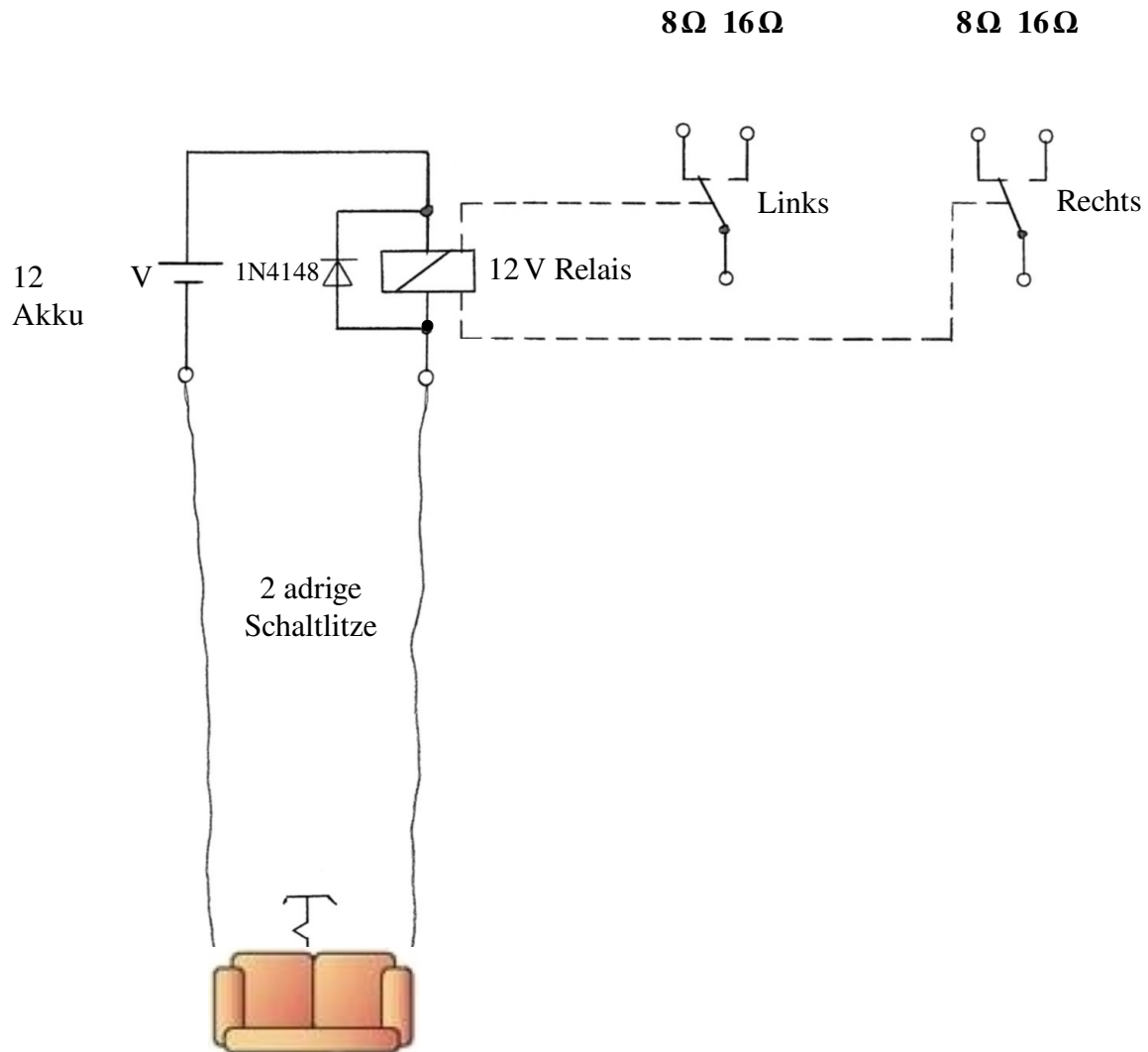


Fig. 6 Verdrahtungsschema für die Impedanzanpassung mittels Relais

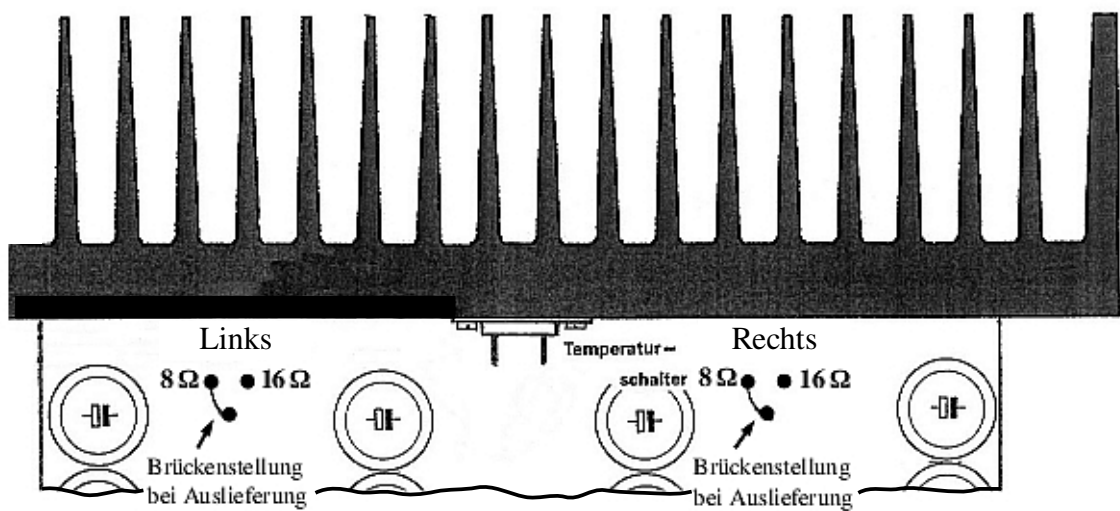


Fig. 7 Position der Lötstifte zur Impedanzanpassung

Lieferumfang und Preis

Zum Lieferumfang gehört eine vollständig aufgebaute und getestete Platine mit Kühlkörper, kompletter Spannungsversorgung, Temperaturüberwachung mittels Thermofühler, sowie einer „Anti-Plopp“ Schaltung (Einschaltverzögerung).

Die Spannungsversorgung besteht kanalgetrennt aus jeweils vier schnellen sogenannten soft recovery Dioden, 20 parallel geschalteten 2.200 μF Elkos (pro Kanal jeweils 10 Stück), sowie einem 225 VA Ringkerntransformator. Da der Spannungsversorgung eine besonders wichtige Bedeutung zukommt, werden dort ausschließlich schaltfeste Elkos mit sehr niedrigem Scheinwiderstand, speziell im Hochfrequenzbereich, verwendet (Panasonic - Typ „FC“). Aufgrund der hohen Wärme-entwicklung des Verstärkers haben die Elkos einen erhöhten Temperaturbereich bis 105°C.

Als Widerstände kommen ausschließlich hochwertige 1%-ige Metallfilm- sowie Metallbandtypen (Futaba - Typ „MPC 70“) zum Einsatz. Die im Signalweg liegenden Widerstände wurden nach klanglichen Aspekten ausgesucht (Dale - Typ „CMF 55“, amagnetisch).

Die Leistungstransistoren sind mit einer Verlustleistung von 150W und einem maximalen Drainstrom von 72 A mehrfach überdimensioniert und daher besonders betriebssicher.

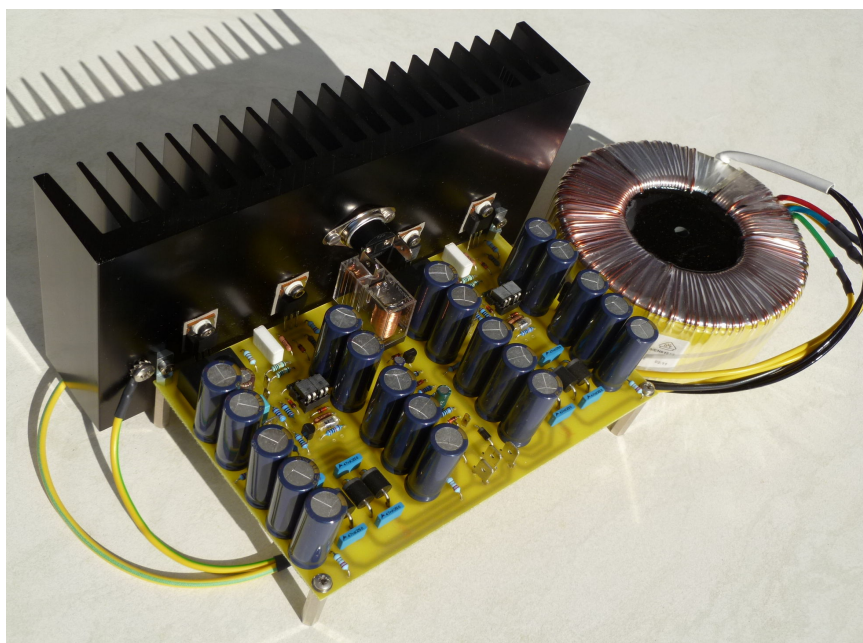
Jede Platine wird einem 24-stündigen Dauertest ausgesetzt, und es werden alle relevanten Parameter in Intervallen gemessen.

Zum Lieferumfang gehört ferner ein Kabelsatz mit Flachsteckhülsen für die Netzspannungsverkabelung, sowie Schrumpfschlauchabschnitte zur Isolierung.

Der Trafo ist sekundärseitig schon mit Kabeln und Flachsteckhülsen vorverdrahtet. Die Kabel zu den Lautsprecheranschlüssen, sowie zu den Cinch-Buchsen sind auf der Platine schon fest verlötet, ebenso ist die Betriebsanzeige-LED mit zwei Kabeln versehen.

Die ganze Platine ruht auf vier kräftigen Sechskantbolzen, mit denen sie fest mit dem Bodenblech verschraubt werden kann.

Der Preis pro Verstärkermodule inklusive der Kabelsätze und des vergossenen Ringkerntransformators beträgt **EUR 268,00** (inkl. MwSt.) - Stand 01.05.2015.



SE 12 Stereo-Modul mit vergossenem 225 VA Ringkerntrafo

Was es zu beachten gibt

Bevor Sie sich zum Kauf und Aufbau dieses Verstärkers entschließen, sollten Sie die nachfolgenden Hinweise beachten um keine Enttäuschung zu erleben.

Aufgrund der begrenzten Ausgangsleistung des Verstärkermoduls müssen die Lautsprecher ähnliche Voraussetzungen erfüllen wie leistungsmäßig entsprechende (Eintakt)Röhrenendstufen:

1. Hoher Wirkungsgrad von mindestens „echten“ 93 dB/W/m.
Je höher der Wirkungsgrad des angeschlossenen Lautsprechers, desto besser. Sehr gut harmoniert SE 12 z.B. mit Breitbandlautsprechern. Dies müssen nicht zwangsläufig Hörner sein, auch Bassreflexsysteme mit hohem Wirkungsgrad können sehr gut funktionieren.
2. Impedanzunkritische 8 Ω , 12 Ω oder 16 Ω Lautsprecher.
Aufgrund der begrenzten Möglichkeit hohen Ausgangsstrom zu liefern, sollten die Lautsprecher eine Impedanz von 8 Ω nicht wesentlich unterschreiten.
3. Nur zum Betrieb von Rear - Lautsprecher in einer Surround-Anlage, können auch 4 Ω - Typen Verwendung finden.
Wegen der Beschneidung tiefer Frequenzen wird der Verstärker strommäßig nicht sonderlich stark belastet, sodass SE 12 in diesem Fall auch mit den niederohmigeren Lautsprechern gut harmonieren kann.

Geeignet sind also alle Lautsprecher mit einem Wirkungsgrad ab ca. 93 dB/W/m sowie einem unkritischen Impedanzverlauf von ca. 8 Ω aufwärts. Natürlich sollten die angeschlossenen Lautsprecher von guter Qualität sein, die 350W Disco-Power-Box ist wohl nicht der richtige Partner. Ebenso verbieten sich selbstverständlich 75 Euro Aldi-CD-Spieler als Signalquelle.

Zu beachten ist außerdem, dass der Ausgang des angeschlossenen Vorverstärkers gleichspannungsfrei ist! Da keinerlei Koppelkondensatoren im Signalweg liegen, wird eine eventuell vorhandene Gleichspannung ebenfalls verstärkt und kann die einwandfreie Funktion des Verstärkermoduls beeinträchtigen. Glücklicherweise erfüllen aber praktisch alle auf dem Markt erhältliche Vorverstärker diese Bedingung. Im Zweifelsfall sollte man aber mit einem Multimeter nachmessen. Ein Gleichspannungsanteil von 10 ... 15mV bei vollaufgedrehtem Lautstärkeinsteller ist noch nicht kritisch.

Das Eintakt-Verstärkermodul SE 12 ist nach Anschluss des Trafos, der Cinchbuchsen und der Lautsprecherklemmen sofort betriebsbereit und bedarf keinerlei Abgleich- oder Einstellmaßnahmen. Dies ist im Prinzip auch von einem Laien zu bewerkstelligen. Trotzdem sollten Sie in der Lage sein, einige Lötstellen korrekt auszuführen, weil Eingangsbuchsen und Lautsprecherklemmen mit den entsprechenden Kabeln verlötet werden müssen. Auch der Netzanschluss und die Verdrahtung zum Netzschalter verlangen größte Sorgfalt. Obwohl in der Aufbauanleitung auf diesen Punkt sehr genau eingegangen wird, sollten Sie lieber einen Fachmann zu Rate ziehen, wenn Sie sich diese Arbeiten nicht selber zutrauen. Vielleicht kennen Sie ja auch jemanden aus dem Bekanntenkreis, der gegen eine Flasche Wein oder ein Abendessen, diese Arbeiten für Sie erledigt.

!!! Sicherheitshinweise !!!

Hier nun einige Sicherheitshinweise, die beim Aufbau des Verstärkers auf jeden Fall beachtet werden müssen!

- **Die Berührung mit Netzspannung kann tödlich sein!!**
Sollten Sie sich nicht 100 prozentig sicher sein, alle netzspannungsführenden Verdrahtungen absolut korrekt zu erledigen, so lassen Sie diese Arbeit unbedingt von einem Fachmann ausführen.
- Alle netzspannungsführenden Teile und Kabel müssen absolut berührungssicher mit den Schrumpfschlauchabschnitten verschrumpft werden.
- Alle Netzkabel müssen einen Querschnitt von mindestens 0,75mm² aufweisen (besser sind 1.5mm²).
- Sämtliche Gehäuseteile müssen mit dem Schutzkontakt des Kaltgeräteeinbausteckers verbunden sein. Mit Ohmmeter überprüfen!
- Korrekten Sicherungswert verwenden: 2,5 A träge
- **Doppelpoligen** Netzschalter mit mindestens 4 A Strombelastbarkeit verwenden.
- Für ausreichende Wärmeabfuhr sorgen. Lüftungsschlitze unbedingt freihalten.
- Verstärker niemals direkter Sonneneinstrahlung aussetzen. Ihn niemals in die Nähe von Heizkörpern oder Öfen stellen.
- Keine Gefäße mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten auf den Gehäusedeckel stellen. Gefahr von Kurzschluss!
- Nur einwandfreie, fertig konfektionierte Netzkabel mit Schutzkontaktstecker verwenden.

Wichtiger Hinweis

Bei der Inbetriebnahme des Verstärkermoduls bzw. bei Aufbau und Verdrahtung können, bei unsachgemäßem Umgang, lebensgefährliche Elektroschocks auftreten!

Es muss daher jede Verantwortung für etwaige Schäden oder Folgeschäden oder Verletzungen abgelehnt werden.

Jeder Aufbau und jede Inbetriebnahme geschieht auf eigene Gefahr.

Aufbau- und Verdrahtungsanleitung

Zu erst gilt es ein geeignetes Gehäuse zu finden. Achten Sie darauf, dass die Innen-Höhe mindestens 120 mm beträgt, sonst passen Kühlkörper und Trafo nicht hinein. Absolut notwendig ist es auch, dass Bodenblech und Oberteil ausreichende Lüftungsschlitze haben, um die entstehende Wärme aus dem Gehäuseinneren abzuführen! Gut geeignet sind auch 4 mm Lochbleche als Boden und Deckel. Der Fachhandel bietet hier einige Möglichkeiten an.

Wer das handwerkliche Geschick und die nötigen Werkzeuge hat, kann sich natürlich sein maßgeschneidertes Gehäuse nach eigenem Gusto selber bauen. Der Kreativität sind dabei keine Grenzen gesetzt. Wichtig sind lediglich ein stabiler Aufbau und eine ausreichende Wärmeabfuhr.

Beginnen Sie mit der Bearbeitung des Bodenblechs. Zuerst sollte das Verstärkermodule so verschoben werden, dass der Kühlkörper später genau unter die Lüftungsschlitze des Oberteils platziert ist. Sollte das Gehäuseoberteil ganzflächig als Lochblech ausgeführt sein, spielt die exakte Platzierung keine so große Rolle. Halten Sie dann einfach 4...5cm Abstand zur Rückwand ein.

Als nächstes bringen Sie den Trafo so in Position, dass die drei Kabel (2x gelb, 1x schwarz) später problemlos aufgesteckt werden können (siehe Verdrahtungsplan). Markieren Sie nun mit einem Bleistift die zentrale Lochposition für die Trafobefestigung. Entfernen Sie den Trafo und zeichnen nun die 4 Löcher für das Verstärkermodule an. Dabei zeichnet man um die Sechskantbolzen herum und bohrt dann später genau mittig. Als letztes wird noch links vom Kühlkörper, in der Nähe des Kaltgeräteeinbausteckers, eine Bleistiftmarkierung angebracht. Bringen Sie diese Markierung so an, dass das grün/gelbe Kabel, welches am Kühlkörper verschraubt, ist später ohne Probleme mit dem Bodenblech verschraubt werden kann. Entfernen Sie nun das Verstärkermodule, können Sie alle sechs Markierungen mittig an und bohren danach ein 4,2 mm Loch und vier 3,2 mm Löcher für die Sechskantbolzen der Platine in das Blech, sowie mit einem 6,5mm Bohrer die Bohrung für den Trafo. Entgraten nicht vergessen! Das Bodenblech ist nun fertig bearbeitet und kann zur Seite gelegt werden. Diese Arbeiten entfallen, falls der Boden ein 4mm-Lochblech ist. Eventuelle Maßstimmigkeiten werden dann einfach mit einer kleinen Rundfeile ausgeglichen.

Als nächstes wird die Rückwand ins Visier genommen. Deren Bearbeitung ist etwas schwieriger, da nun ein Ausschnitt für den Kaltgeräteeinbaustecker vorgenommen werden muss. Dazu wird der entsprechende Ausschnitt mit einer Reißnadel oder einem Nagel auf die Rückwand eingeritzt. Danach bohrt man ringsherum mehrere 4 mm Löcher und sägt dann mit einem feinen Metallsägeblatt den Ausschnitt grob aus. Nun wird alles mit einer Schlüsselfeile auf Maß gefeilt und die Kanten entgratet. Als letztes wird eine Passprobe gemacht und die noch fehlenden beiden Befestigungslöcher mit einem Bleistift oder der Reißnadel angezeichnet und mittig gekörnt. Übrigens sollte sich der Ausschnitt für den Kaltgerätestecker, wie auf dem Verdrahtungsplan gezeigt, unten links vom Kühlkörper befinden. Darüber kann man nun die vier Körnungen für die Lautsprecheranschlüsse anbringen. Rechts vom Kühlkörper kommen die beiden Cinchbuchsen hin. Auch deren gewünschte Position sollte jetzt festgelegt und gekörnt werden. Nun geht es wieder ans Bohren. Die beiden Befestigungsbohrungen für den Kaltgeräteeinbaustecker werden auf 3,2mm gebohrt und die Bohrungen für Lautsprecher- und Cinchbuchsen entsprechend den benötigten Einbaudurchmessern der entsprechenden Buchsen. Nach dem Bohren bitte wieder sorgfältig entgraten.

Noch ein Wort zum Kaltgerätestecker. Dieser muss ein Typ mit integriertem Sicherungshalter sein, und es wird eine 2,5 A träge Sicherung benötigt. Verwenden Sie niemals einen stärkeren Sicherungstyp oder verzichten ganz auf eine Sicherung! Bedenken Sie, dies ist die einzige Schmelzsicherung des kompletten Gerätes, und sie darf auf keinen Fall überbrückt oder anderweitig nicht in Funktion genommen werden!

Weiterhin müssen Lautsprecher- und Cinchbuchsen isoliert von der Rückwand eingebaut werden. Auf keinen Fall sollte man unisolierte Cinchbuchsen verwenden, da es sonst zu Brummproblemen kommen kann. Die Lautsprecherbuchsen müssen natürlich ebenfalls isoliert eingebaut werden, da ansonsten der Verstärkerausgang kurzgeschlossen würde.

Nachdem die Rückwand nun fertig gebohrt ist, kann man sie noch mit Abreibbuchstaben beschriften und anschließend zum Schutz mit Klarlack aus der Sprühdose behandeln.

Als letztes wird jetzt noch die Vorderfront bearbeitet. Dazu muss ein Ausschnitt für den zweipoligen Netzschalter hergestellt werden, sowie eine Bohrung für die 3mm LED. Den Netzschalterausschnitt stellt man genauso her wie den schon beschriebenen Ausschnitt für den Kaltgerätestecker. Nur sollte man hier sehr genau arbeiten, da die meisten Netzrippenschalter eine Snap-In Montage aufweisen, die einen entsprechend genauen Ausschnitt benötigen. Wer einen Kippschalter mit Zentralbefestigung verwendet, hat es natürlich einfacher, da dann nur eine Bohrung für die Befestigung benötigt wird. Der verwendete Netzschalter, egal ob Wippen- oder Kipphebelausführung, muss zweipolig und für **mindestens 250V** und **4A** ausgelegt sein. Auf keinen Fall darf ein Niederspannungsschalter verwendet werden, oder ein Netzschalter mit einer zu geringen Strombelastbarkeit! Was jetzt noch fehlt, ist die 3mm Bohrung für die LED. Wer will kann die Frontplatte nun noch mit Abreibbuchstaben beschriften und zum Schutz mit Klarlack behandeln.

Wenn Sie präzise genug gearbeitet haben, werden nun alle Teile genau in ihre entsprechenden Bohrungen und Ausschnitte passen. Beginnen Sie mit der Bestückung der Vorderfront. Nach Montage des Netzschalters wird die LED von hinten in die 3mm Bohrung gedrückt und allseitig mit UHU oder schnellabbindenden Zweikomponenten-Kleber versehen. Frontplatte zur Seite legen und Kleber abbinden lassen.

Nun wird die Rückwand bestückt. Dabei auf isolierten Einbau der Cinchbuchsen und der Lautsprecher - Anschlussbuchsen achten! Außerdem verschraubt man nun noch den Trafo und das Verstärkermodule fest mit dem Bodenblech und befestigt noch Rückwand und Vorderfront.

Was jetzt noch fehlt ist die Verdrahtung. Da es sich hier um Netzspannung handelt, muss äußerst gewissenhaft vorgegangen werden! Bedenken Sie, dass die Berührung mit Netzspannung tödlich sein kann! Alle Lötanschlüsse des Kaltgerätesteckers und des Netzschalters müssen mit den mitgelieferten Schrumpfschlauch-Abschnitten berührungssicher isoliert werden! Das Gehäuse sowie der Kühlkörper müssen unbedingt mit dem grün/gelben Kabel des Kaltgerätesteckers verbunden sein! Alle Kabel und die Schrumpfschlauchabschnitte werden mitgeliefert. Möchte man aus irgendeinem Grund andere Kabel für die Netzverdrahtung verwenden, muss beachtet werden, dass der Querschnitt mindestens 0,75 mm² beträgt – besser sind 1,5 mm².

Beginnen sollte man mit dem kurzen Verbindungskabel des Kaltgerätesteckers zum integrierten Sicherungshalter. Dieses wird diagonal vom rechten Netzspannungslötanschluss zum linken Lötanschluss des Sicherungshalters gelötet. Vorher zwei Stücke Schrumpfschlauch über das Kabel ziehen und beide Enden damit isolieren. Als nächstes wird das braune Kabel des Temperaturschalters auf die passende Länge geschnitten, abisoliert, verzinnt, mit einem Stück Schrumpfschlauch versehen und mit dem anderen Lötanschluss des Sicherungshalters verlötet. Genauso verfährt man mit dem zweiten braunen Kabel des Temperaturschalters und mit dem blauen Kabel vom Kaltgerätestecker zum Netzschalter, ebenso mit den beiden Kabeln vom Netzschalter zum Trafo hin. Nun werden die beiden grün/gelben Kabel mit dem Bodenblech fest verschraubt. Darauf achten, dass die Zahnscheibe fest ins Bodenblech eingedrückt ist und somit einen sicheren Kontakt herstellt. Das freie Ende des grün/gelben Kabels wird wieder auf Maß geschnitten, abisoliert, verzinnt und mit dem mittleren Anschluss (Schutzkontakt) des Kaltgerätesteckers verlötet. Diese Verbindung muss nicht mit Schrumpfschlauch isoliert werden. Die Netzspannungsverdrahtung ist nun abgeschlossen, ab jetzt muss nur noch Niederspannung verdrahtet werden.

Beginnen Sie mit der LED. Sie kennen das ja schon - ablängen, abisolieren, verzinnen und anlöten. Rotes Kabel an den rechten Lötstift, blaues Kabel an den linken. Danach werden die Cinchbuchsen verdrahtet; die beiden Kabel des linken und rechten Kanals jeweils verdrehen, kanalrichtig werden die weißen Kabel an die Außenkontakte (Masse) und die roten Kabel an die Innenkontakte (Signal) gelötet. Anschließend die Lautsprecherbuchsen; wiederum beide Kabel verdrehen, kanalrichtig die schwarzen Kabel an die Minusanschlüsse, und die roten Kabel an die Plusanschlüsse löten.

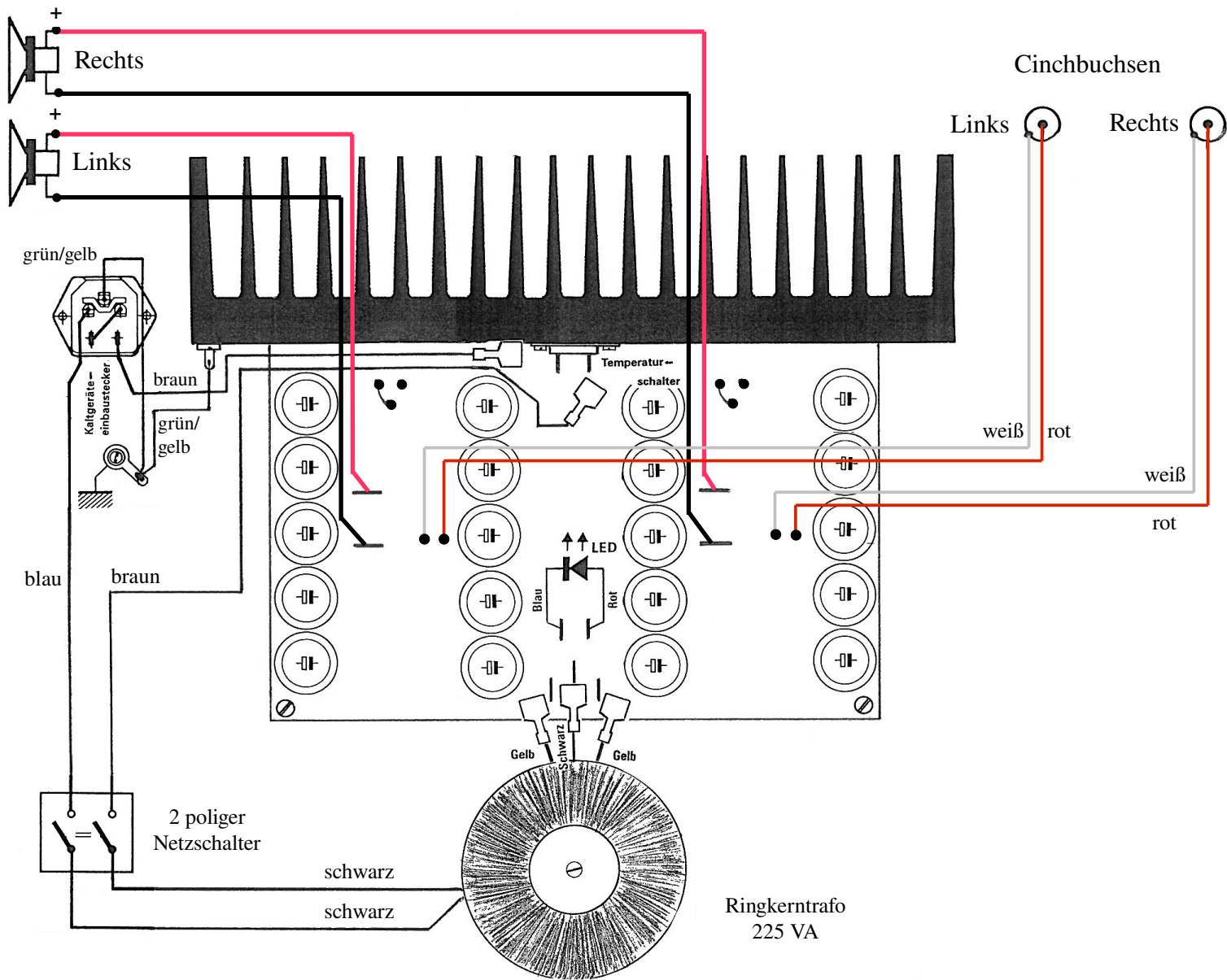
Achten Sie auch darauf, dass Eingangsleitung und Lautsprecherleitung nicht parallel geführt werden. Allenfalls dürfen sie sich in einigen Zentimeter Entfernung in einem Winkel von ca. 90° kreuzen.

Als letztes werden nun noch die drei Kabel des Trafos an die entsprechenden Stellen der Platine aufgesteckt. Dabei spielt es keine Rolle, ob die beiden gelben Kabel untereinander vertauscht aufgesteckt werden, wichtig ist nur, dass das schwarze Kabel mittig sitzt! Die Verdrahtung ist nun beendet und der Verstärker nach Einsetzen der Sicherung (2,5 A träge) betriebsbereit. Bevor man nun den Verstärker zum ersten Mal einschaltet, sollten Sie vorher noch einmal die gesamte Verdrahtung anhand des Verdrahtungsplanes kontrollieren. Ergeben sich dabei keine Unstimmigkeiten, schließen Sie als nächstes ein Netzkabel an und betätigen den Netzschalter. Sofort muss die LED leuchten und nach etwa 5 Sekunden sollte das Relais die Lautsprecher hörbar freigeben. Schalten Sie wieder aus, ziehen das Netzkabel ab und verschrumpfen alle netzspannungsführenden Teile berührungssicher mit den Schrumpfschlauchabschnitten. Dazu nimmt man am besten einen Heißluftfön. Steht dieser nicht zur Verfügung, kann man sich eventuell mit einem normalen Haarfön behelfen, der auf volle Heizleistung gestellt wird (funktioniert häufig, aber nicht immer). Schließen Sie nun die Lautsprecher an und verbinden die Cinch-Eingänge mit einem Vorverstärker, oder mit dem regelbaren Ausgang eines CD-Spielers. Zuerst Vorstufe bzw. CD-Spieler einschalten, danach den Endverstärker. Bei normalem Hörabstand dürfen nun keinerlei Störgeräusche, wie Brummen oder Rauschen, hörbar sein.

Zum Schluss wird abschließend noch das Gehäuse verschraubt.

Einer ersten Hörprobe steht nun nichts mehr im Wege.

Verdrahtungsplan



Ein paar wichtige Tipps

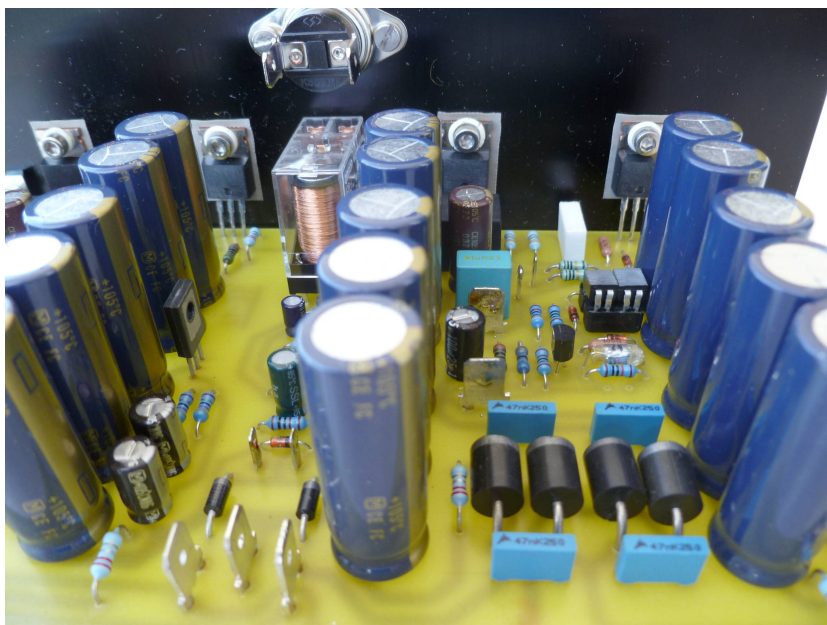
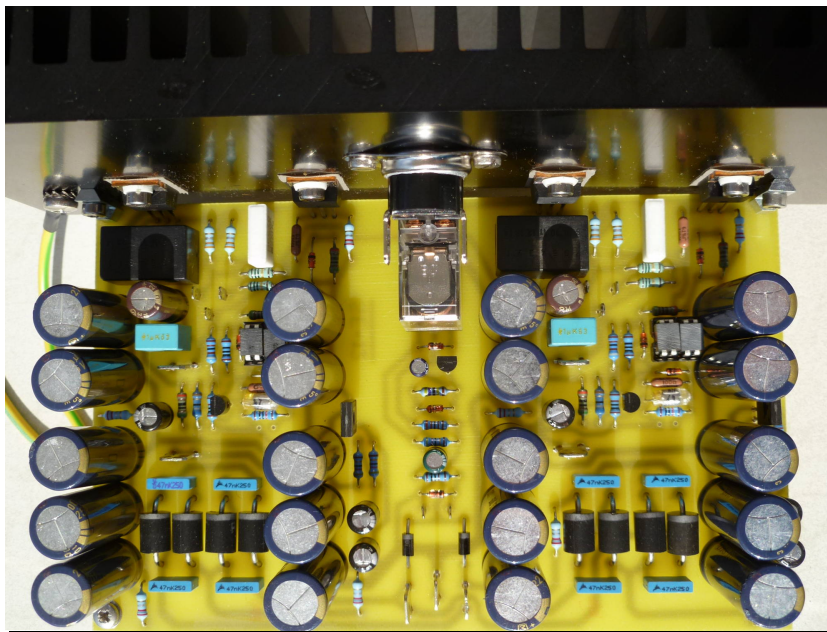
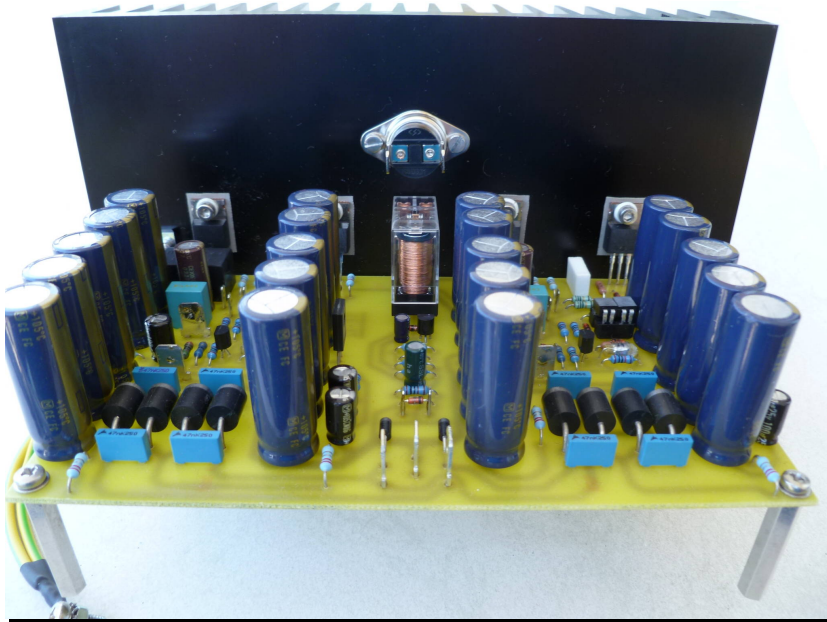
- Verwenden Sie hochwertige Buchsen! Nach Möglichkeit vergoldete und teflonisierte Cinchbuchsen und kräftige, vergoldete Lautsprecherbuchsen. Vermeiden Sie die minderwertigen Plastik- Lautsprecherklemmanschlüsse.
- Verwenden Sie hochwertige NF-Verbindungskabel und Lautsprecherkabel! Sehen Sie von billigen „Beipackstrippen“ ab, bzw. ersetzen Sie diese sobald als möglich. Außerdem sollten alle Kabel für linken und rechten Kanal immer gleiche Länge haben.
- Verwenden Sie gute Netzkabel und versorgen Sie die komplette Anlage nach Möglichkeit zentral über eine Steckerleiste!
- Um eventuelle Ein- und Ausschaltgeräusche des Vorverstärkers zu unterbinden, sollte beim Einschalten der Anlage zuerst der Vorverstärker und dann erst die Endstufe in Betrieb genommen werden. Beim Ausschalten ist es genau umgekehrt - zuerst wird der Endverstärker abgeschaltet, dann der Vorverstärker.
- Wie jeder hochwertige Verstärker, so benötigt auch dieser eine gewisse Zeit, um sein klangliches Potential voll ausschöpfen zu können. Gönnen Sie ihm also eine gute halbe Stunde Warmlaufzeit.
- Schalten Sie den Verstärker aus, wenn Sie längere Zeit keine Musik mehr hören möchten! Trotz der gut halbstündigen Warmlaufzeit, ist es nicht ratsam den Verstärker permanent am Netz zu lassen. Die jährlichen Stromkosten würden sich auf mehr als 100 Euro summieren, was erstens Ihrem Portemonnaie schadet und zweitens der Umwelt. Statt dessen sollten Sie das so gesparte Geld lieber in einige der nun aufgeführten CDs bzw. Schallplatten investieren.

Einige hochwertige Musikaufnahmen

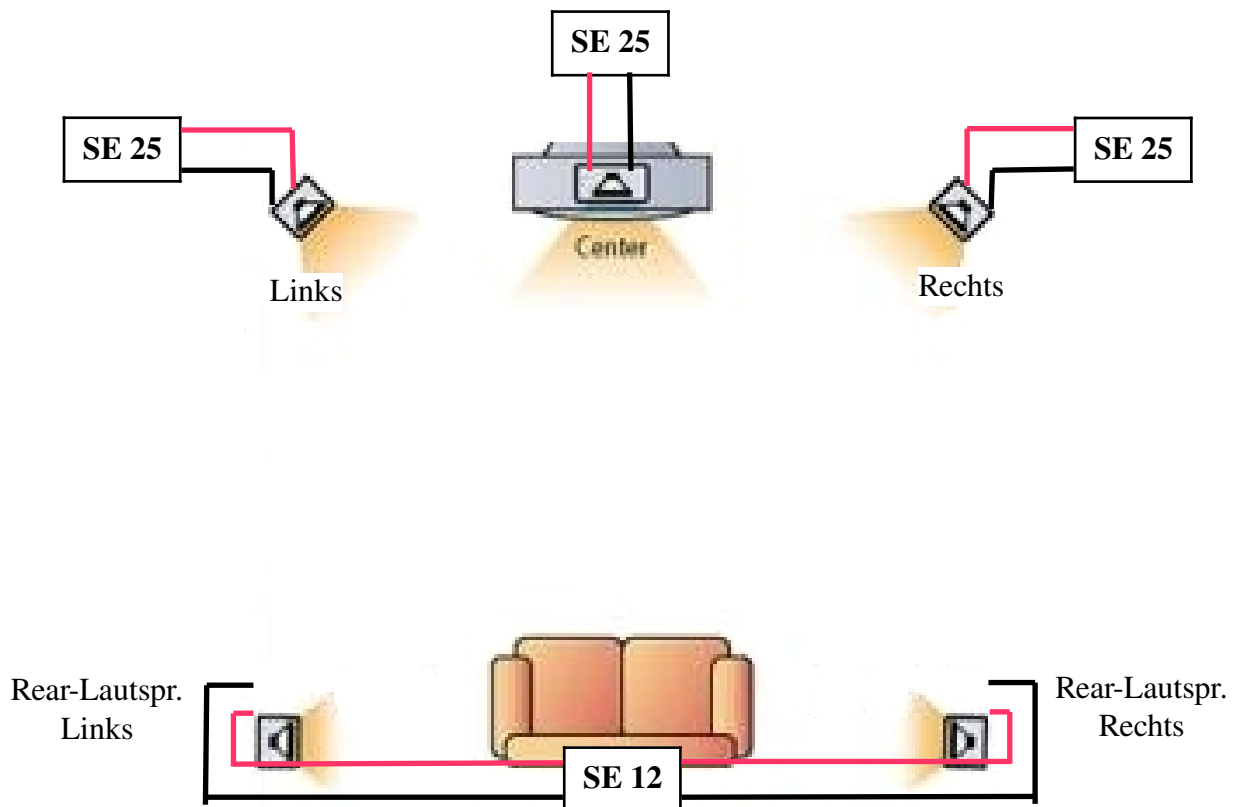
Um die Klangqualität einer Audioanlage ausreichend genau beurteilen zu können, bedarf es natürlich hochwertiger Software, sprich Schallplatte oder CD. Die im Folgenden aufgeführten sehr gut aufgenommenen Schallplatten (CDs) müssen natürlich nicht mit Ihrem Musikgeschmack übereinstimmen. Trotzdem kann sich der ein oder andere Kauf lohnen, da es allesamt sehr hochwertige audiophile* Aufnahmen sind, die es Ihnen erleichtern eine konkrete Aussage über den klanglichen Stand Ihrer Anlage zu treffen.

Kari Bremnes	Norwegian mood
Jim Brock	Tropic affairs
John Campbell	One believer
Bruce Cockburn	Dancing in the dragon's jaws
Pat Coil	Just ahead
Ry Cooder	Bop till you drop
Donald Fagan	Kamakiriad
Bert Kaempfert	A collection of 14 unforg. Master Rec (nur als LP erhältlich)
Massive attack	Heligoland
Chuck Mangione	Children of Sanchez
Nightmares on wax	Smokers delight
Ragnarök	Fata Morgana
Lou Reed	Set the twilight reeling
Michael Ruff	Speaking in melodies
Siri's Svale Band	Blackbird
Raul de Souza	Sweet Lucy
Livingston Taylor	Good friends
Cassandra Wilson	Blue light til dawn
	New moon daughter

* Da ich praktisch ausschließlich den Schallplattenspieler als Signalquelle benutze, kann ich über die Aufnahmequalität der entsprechenden CDs nichts sagen. Ich gehe aber davon aus, dass auch die CDs eine entsprechend hohe Klangqualität aufweisen.



Zusammenstellung einer Surround-Anlage



Da alle SE-Verstärkermodule (SE 12, SE 25, SE 50) die gleiche Schaltungstopologie aufweisen und sich eigentlich nur durch die Ausgangsleistung unterscheiden, klingen sie sehr ähnlich (vom Wirkungsgrad her geeignete Lautsprecher vorausgesetzt). Deswegen ist es problemlos möglich, unterschiedliche Verstärkermodule in einer Surround-Anlage zu verwenden. Sollten z.B. die Stereo-Frontlautsprecher mit den SE 25 nicht harmonieren, können auch die leistungsfähigeren SE 50 eingesetzt werden. In dieser Anordnung kämen dann drei verschiedene Verstärkermodule zum Einsatz. Für den Center-Speaker ein SE 25 Modul, für den „normalen“ Stereokanal zwei SE 50 Module und für die Rear-Lautsprecher ein SE 12 Stereomodul.

Sollten die Front-Lautsprecher über keine ausreichende Basswiedergabe verfügen, kann selbstverständlich auch noch ein aktiver Subwoofer in die Anlage integriert werden.

Allgemeine Geschäftsbedingungen

Widerrufsbelehrung

Widerrufsrecht

Verbrauchern steht ein zweiwöchiges uneingeschränktes Widerrufsrecht gemäß § 355 Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) zu.

Verbraucher können ihre Vertragserklärung innerhalb von zwei Wochen ohne Angabe von Gründen in Textform oder durch Rücksendung der Sache widerrufen. Die Frist beginnt frühestens einen Tag nach Erhalt einer in Textform noch gesondert mitzuteilenden Widerrufsbelehrung, jedoch nicht vor Eingang der Ware (§ 312 d Abs. 2 BGB).

Zur Wahrung der Widerrufsfrist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs oder der Sache. Der Widerruf ist zu richten an:

André Buscher Audiotechnik
Paulinenweg 3a
51149 Köln
eMail: info@buscher-endstufen.de

Widerrufsfolgen

Im Falle eines wirksamen Widerrufs sind die beiderseits empfangenen Leistungen zurückzugewähren. Kann der Kunde die empfangene Leistung ganz oder teilweise nicht oder nur in verschlechtertem Zustand zurückgewähren, muss der Kunde gegebenenfalls Wertersatz leisten. Dies gilt nicht, wenn die Verschlechterung der Ware ausschließlich auf deren Prüfung – wie im Ladengeschäft möglich gewesen wäre – zurückzuführen ist. Die Ware muss sich in jedem Fall in einem wiederverkaufsfähigen Zustand befinden und ist in der Originalverpackung zurückzuschicken. Der Kunde kann die Wertersatzpflicht vermeiden, indem er die Sache nicht wie ein Eigentümer in Gebrauch nimmt und alles unterlässt, was den Wert beeinträchtigt.

Waren die speziell für den Kunden hergestellt wurden oder eindeutig auf die persönlichen Bedürfnisse des Kunden zugeschnitten sind, sind vom Widerruf ausgeschlossen.

Paketversandfähige Produkte sind zurückzuschicken. Der Kunde hat die Rücksendekosten zu tragen, sofern der Wert der gelieferten Waren € 40,00 nicht übersteigt. Ansonsten ist die Rücksendung für den Kunden kostenfrei.

(Wir bitten dabei um Nachricht vor dem Versand der Ware per eMail oder Telefon)

Ende der Widerrufsbelehrung

Preisangaben

Alle Preise verstehen sich in Euro und sind freibleibend. Irrtum vorbehalten.

Die Preise sind Endverbraucherpreise, inklusive der zur Zeit gültigen gesetzlichen Mehrwertsteuer von 19%.

Bei Vorkasse werden 2% Skonto vom Warenwert abgezogen.

Datenschutzinformation

Wir unterrichten Sie hierdurch gemäß Telemediengesetz, dass wir personenbezogene Daten durch elektronische Datenverarbeitung (EDV) in dem zum Zwecke der Begründung, inhaltlichen Ausgestaltung oder Änderung des Kaufvertrages (Kaufabwicklung) erforderlichen Umfang erheben, verarbeiten und nutzen. Darüber hinaus werden Ihre Daten selbstverständlich nicht an Dritte weitergegeben!

Haftungsbeschränkung

Für andere als durch Verletzung von Leben, Körper und Gesundheit entstehende Schäden haften wir nur, soweit diese Schäden auf vorsätzlichem oder grob fahrlässigem Handeln oder auf schuldhafter Verletzung einer wesentlichen Vertragspflicht durch uns oder dessen Erfüllungsgehilfen beruhen. Eine darüber hinausgehende Haftung auf Schadenersatz durch Schäden oder Folgeschäden jeglicher Art ist ausgeschlossen.

Die Bestimmungen des Produkthaftungsgesetzes bleiben hiervon unberührt.

Garantie

Auf Fertigmodule wird eine Garantie von zwei Jahren gewährt. Ausgenommen hiervon sind Schäden, die durch unsachgemäße Behandlung entstanden sind. Jeglicher Garantieanspruch erlischt bei Veränderungen, Reparaturen oder Reparaturversuchen durch den Käufer oder durch Dritte. Eine Garantieleistung führt nicht zum Neubeginn der Garantiezeit. Die Garantiefrist beginnt mit Gefahrübergang.

Urheberrecht

Alle Fertigmodule unterliegen dem Urheberrecht und dürfen nicht in irgendeiner Form nachgeahmt werden, auch nicht in abgewandelter Form.

Gerichtsstand und Erfüllungsort

Alle Streitigkeiten aus diesem Rechtsverhältnis unterliegen dem Recht der Bundesrepublik Deutschland. Die Geltung von UN-Kaufrecht ist ausgeschlossen. Erfüllungsort und Gerichtsstand sind Köln.

Vertragssprache

Vertragssprache ist Deutsch. Der Vertrag kommt durch die von uns erteilte Vertragsbestätigung (Auftragsbestätigung) zu Stande.

Bestellformular

(bitte ausdrucken, ausfüllen und unterschrieben zurücksenden)

André Buscher Audiotechnik
Paulinenweg 3a
51149 Köln

Absender (bitte mit eMail-Adresse):
(bitte deutlich schreiben)

.....
.....
.....
.....

Hiermit bestelle ich, unter Anerkennung Ihrer Geschäftsbedingungen, folgende Artikel:

Menge	Artikel	Einzelpreis	Gesamtpreis
Stk.	MC ONE - Moving Coil-Vorverstärker	98,00 €	Nicht mehr lieferbar!
Stk.	Phono ONE - MM-Phonovorverstärker	318,00 €	Nicht mehr lieferbar!
Stk.	Tube ONE - Röhrenvorverstärker	298,00 €	
Stk.	SE 12 - Eintaktverstärkermodul (2 x 12W / 8 Ω)	268,00 €	
Stk.	SE 25 - Eintaktverstärkermodul (25W / 4 Ω)	248,00 €	
Stk.	SE 50 - Eintaktverstärkermodul (50W / 4 Ω)	548,00 €	
Stk.	Soft-Start - 230 V Einschaltstrombegrenzung	20,00 €	

gewünschte Zahlungsart (bitte ankreuzen)

☐ per Nachnahme zuzüglich 7,00 € Versandkosten und z.Z. 7,00 € Nachnahmegebühr.

☐ per Vorkasse zuzüglich 7,00 € Versandkosten.

Vom Warenwert werden 2% Skonto abgezogen.
Bitte Rechnung abwarten und den Betrag überweisen.

Alle Preise sind inkl. MwSt. Preise für Porto und Zustellung gelten für den Versand innerhalb Deutschland. (Stand 01.05.2015)

.....

Datum

.....

Unterschrift

Bankverbindung: André Buscher Audiotechnik - Postbank Köln - Blz.: 370 100 50 - Ktn.: 224481509

IBAN: DE37370100500224481509 - BIC: PBNKDEFF