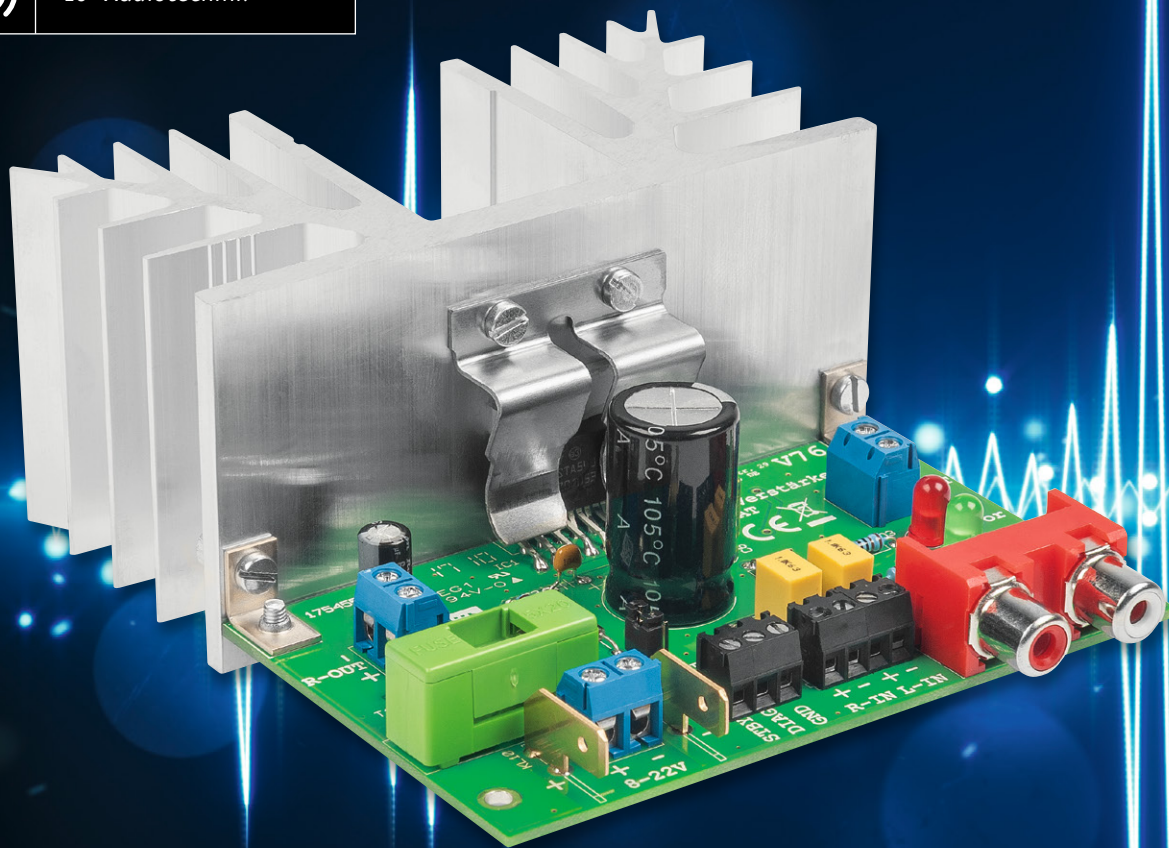




Analog, kompakt und mit Power 2x38-W-Audio-Verstärker

Infos zum Bausatz

im ELV Shop

#10120

Auch im Zeitalter der Digitalverstärker, die für viele Aufgaben sehr anwendungsfreundlich sind, macht in vielen Fällen der Griff zum Analog-Verstärker durchaus Sinn. Gegenüber dem einfachen Digitalverstärker ergibt sich ein ausgewogeneres Klangbild, aktuelle Verstärkerchips erlauben eine relativ kompakten Aufbau und verfügen über die gleichen Zusatzfunktionen wie digitale Verstärkerchips.

Geräte-Kurzbezeichnung:	V76
Versorgungsspannung:	8 V–22 V _{DC}
Stromaufnahme:	max. 5,7 A (Vollast) 0,14 A (ohne Signal) 2 mA (Stand-by)
Eingang:	Cinch oder Schraubklemme
Nenn-Eingangspegel:	max. 680 mV (U _B = 12 V) max. 370 mV (U _B = 22 V)
Frequenzgang:	10 Hz – 22 kHz (–3dB)
Ausgang:	Schraubklemmen
Ausgangsleistung:	2x 38 W _{RMS} @ U _B = 22 V R _L = 4 Ω THD = 3 % 2x 10 W _{RMS} @ U _B = 12 V R _L = 4 Ω THD = 3 %
Audio-Ausgangsimpedanz:	2–16 Ω/2 Ω nur bei U _B < 14 V
Klirrfaktor(THD)	0,6 % @ 38 W/4 Ω 0,1 % @ 10 W/4 Ω 0,02 % @ 8 W/4 Ω
Umgebungstemperatur:	5–35 °C
Abmessungen Platine (B x T):	100 x 65 mm
Gewicht (ohne Kühlkörper):	60 g

Technische Daten

AB oder D?

Audioverstärker in Class-AB-Technik erfreuen sich immer noch großer Beliebtheit, obwohl diese von den modernen Class-D-Verstärkern immer weiter verdrängt werden. Class-D-Endstufen haben den Vorteil, dass der Wirkungsgrad sehr hoch ist und somit in der Regel ein Kühlkörper entfallen kann. Auch wenn der Wirkungsgrad einer „altmodischen“ Class-AB-Endstufe bei nur 50 % liegt, sind diese Verstärker damit noch nicht vom Markt verdrängt, denn sie haben auch einige Vorteile. Klanglich gesehen ist nach objektiver Empfindung der Class-AB-Verstärker im Vorteil. Bässe klingen „satter“ und „voller“ im Vergleich zu Class-D-Verstärkern. Bei kommerziell aufgebauten Verstärkern in Class-D ist der Unterschied nicht mehr so groß, da hier viel Aufwand in die Ausgangsfilter gesteckt wird.

Da die Auswahl an noch lieferbaren Class-AB-Verstärkerbausteinen immer geringer wird, haben wir uns für eine Neuauflage eines analogen Verstärkers entschieden, um die Fans dieser Technik zu bedienen.

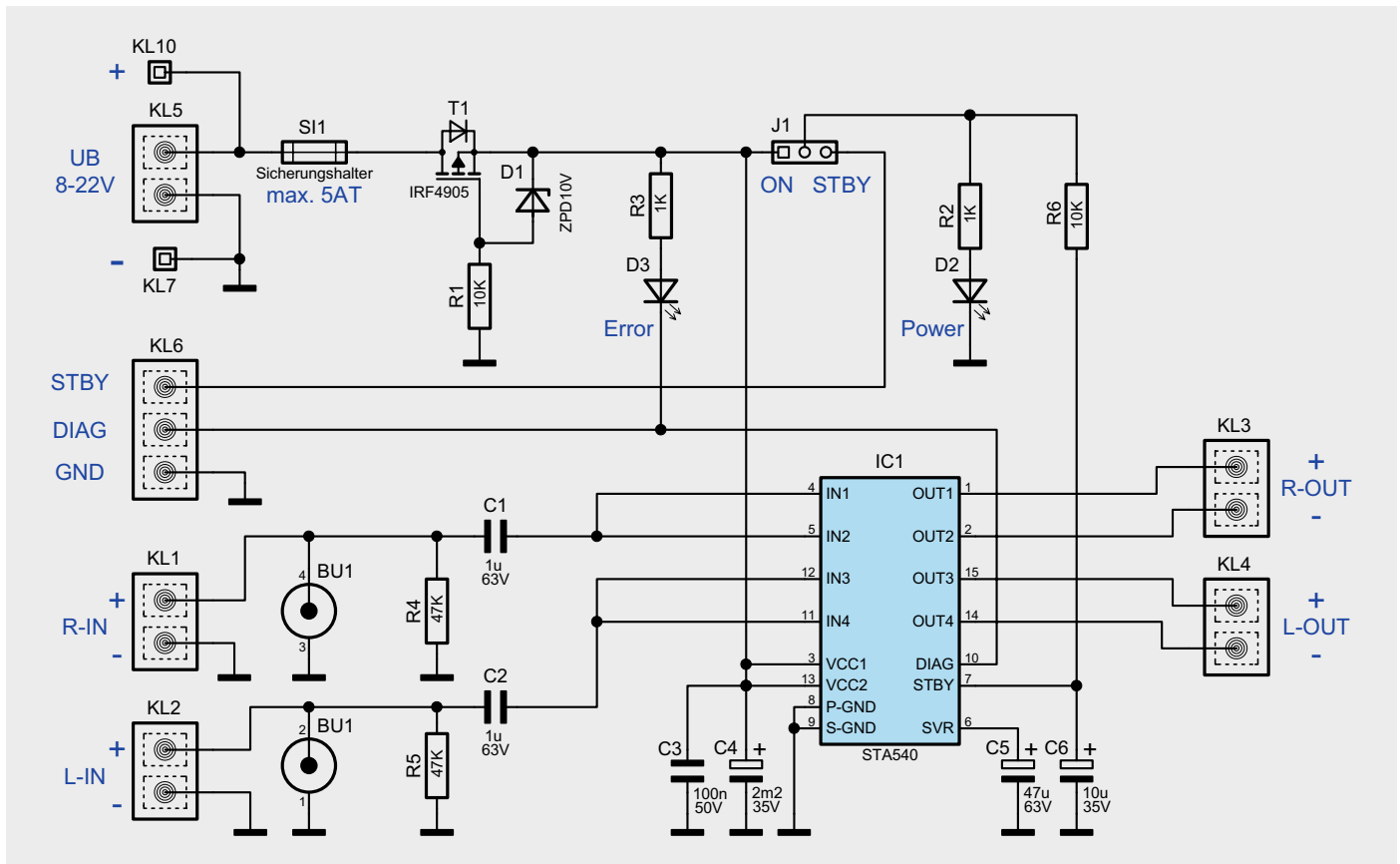


Bild 1: Schaltbild des V76

Nebenbei sind Selbstbau-Audioschaltungen immer noch sehr beliebt, und eben dazu zählt der selbst gebaute Verstärker!

Zum Einsatz kommt hier ein als Stereo-Brücken-Verstärker (siehe Blockschaltbild im [Elektronikwissen](#)) genutzter 4-Kanal-Verstärkerchip, der über die Zusatzfunktionen „Stand-by-Modus“ zum stromsparenden Bereitschaftsbetrieb und zur Einschaltklick-Unterdrückung, über eine Fehleranzeige für Fehlfunktionen und Störungen sowie über einen Ausgang verfügt, der Lautsprecherimpedanzen zwischen 2 und 16 Ω erlaubt.

Durch den Aufbau mit bedrahteten Bauteilen eignet sich der Verstärker auch für Elektronik-Einsteiger.

Schaltung

Das Schaltbild des Verstärkers ist in [Bild 1](#) dargestellt. IC1, ein STA540 von ST Microelectronics, ist eine Stereo-Endstufe mit vier Kanälen, die in Brückenschaltung betrieben werden. In [Bild 2](#) ist das Blockschaltbild des STA540 zu sehen. Durch die Brückenschaltung, bei der jeder Anschluss des Lautsprechers an einen Verstärkerausgang führt, wird eine relativ hohe Ausgangsleistung erzielt (siehe auch [Elektronikwissen](#)). Außerdem entfallen die sonst einzusetzenden voluminösen Ausgangskondensatoren.

Die NF-Signale werden an den Klemmen KL1 und KL2 bzw. den Buchsen BU1 und BU2 zugeführt und gelangen über die Koppelkondensatoren C1 und C2 auf die Eingänge des IC1 (Pin 4/5 und Pin 11/12). Mithilfe des STBY-Eingangs (Pin 7) von IC1 kann der Stand-by-Modus aktiviert werden. Liegt dieser Pin an Masse (Low-Pegel), sind alle Lautsprecher-

ausgänge abgeschaltet und der Stromverbrauch sinkt auf 2 mA. Diese Funktion wird auch zur Unterdrückung des „Einschaltklicks“ benutzt, indem STBY verzögert gegenüber der Versorgungsspannung auf High-Pegel gelegt wird. Diese Verzögerung wird mit dem RC-Glied R6/C6 erreicht. Möchte man die Stand-by-Funktion für eigene Zwecke nutzen, kann mit dem Jumper J1 der STBY auf den externen Anschluss KL6 (STBY) gelegt werden. Hierbei ist zu beachten, dass dieser Eingang auf High liegen muss, damit der Verstärker aktiv ist.

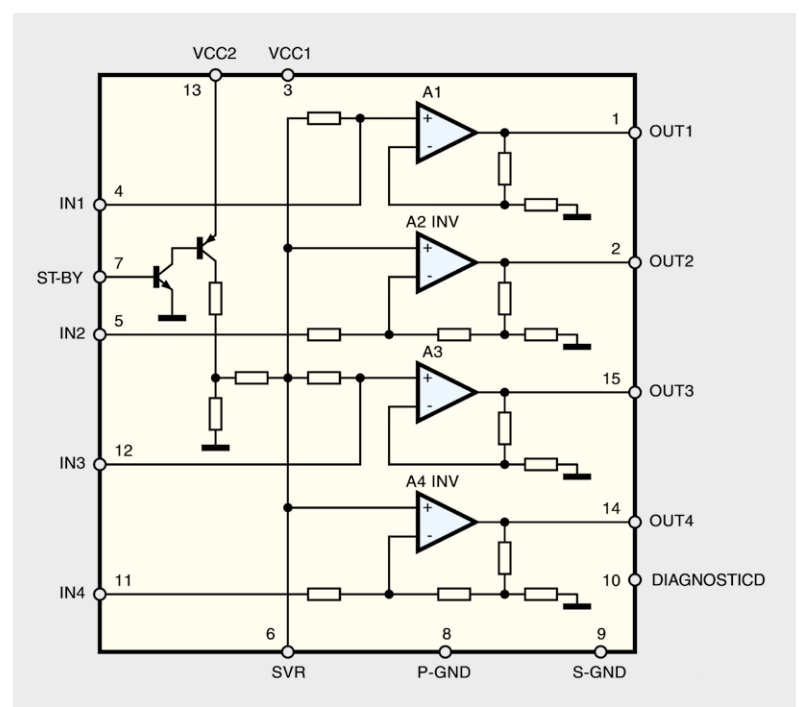


Bild 2: Blockschaltbild STA540

Der Ausgang DIAG (Pin 10) ist ein Open-Collector-Ausgang, der in unserem Fall eine Leuchtdiode D3 ansteuert. Tritt ein Fehler auf, wie z. B. eine thermische Überlastung oder ein Kurzschluss am Ausgang, spricht die interne Schutzschaltung an. Dieser Zustand wird durch Aufleuchten der LED signalisiert. Auch wenn eine Übersteuerung (Clipping) auftritt, wird dies durch die LED angezeigt. Diese Diagnose-

funktion kann am Ausgang DIAG von KL6 für eigene weitere Funktionen verwendet werden.

Die beiden Lautsprecher mit einer Impedanz im Bereich von 2 Ω bis 16 Ω werden über KL3 und KL4 direkt an die Verstärkerausgänge angeschlossen. An KL5 bzw. KL7/10 ist die Betriebsspannung, eine unregelte Gleichspannung zwischen 8 V und 22 V, anzuschließen. Die Glassicherung SI1 (5 A) löst im Fehlerfall aus und unterbricht die Versorgungsspannung. Der MOSFET-Transistor T1 dient als Verpolungs-

Audio-Brückenschaltung (BTL)

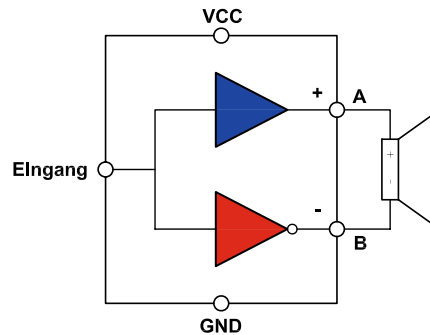
Die Ausgangsleistung eines Audioverstärkers ist durch die Versorgungsspannung begrenzt. Dies wird in der Formel für die Leistung deutlich:

$$P = \frac{U^2}{RL}$$

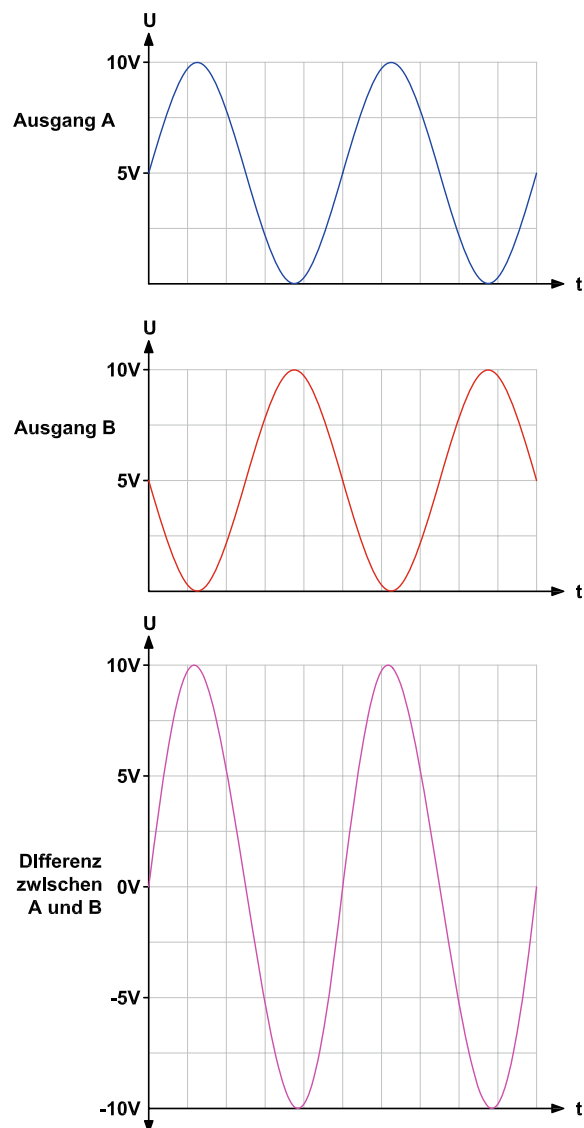
Möchte man die Ausgangsleistung erhöhen, gibt es zwei Möglichkeiten: Verringerung der Lautsprecherimpedanz RL oder eine Erhöhung der Betriebsspannung. Da der Lautsprecher einen konstanten Wert hat, bleibt nur der Weg über die Betriebsspannung.

Es gibt aber noch einen Trick, wie man bei gleichbleibender Spannung die Ausgangsleistung erhöht. Diese Schaltungstechnik wird als Brückenschaltung oder im Englischen als BTL (Bridge Terminated Load) bezeichnet. Die Last, in diesem Fall der Lautsprecher, liegt nicht einseitig an Masse oder VCC (UB), sondern „hängt“ zwischen zwei Ausgängen. Die beiden Ausgänge sind gegenphasig, wie im Bild oben zu sehen (die untere Endstufe ist invertiert). Darunter sind die Ausgangssignale dargestellt. An der Last (Lautsprecher) liegt nun die Differenzspannung der beiden Ausgänge A und B. Wie man erkennt, ist die Amplitude am Lautsprecher doppelt so groß wie am Ausgang A oder B. Warum ist das so? Man kann sich die Funktion vereinfacht so vorstellen: Man misst die Spannung an einem Netzteilaustrag (z. B. 10 V) mit einem Multimeter oder Oszilloskop. Verpolt man die Messspitzen in periodischer Folge, erhält man einen Ausschlag in positiver bzw. negativer Richtung von 10 V. Dies wäre zwar nur eine Rechteckspannung, aber es zeigt die Funktionsweise vereinfacht. Bei einer Wechselspannung ergibt sich somit eine doppelte Amplitude.

Anhand der oben genannten Formel wird deutlich, dass eine Verdopplung der Ausgangsspannung eine Vervierfachung der Ausgangsleistung an einer Endstufe bedeutet.



Blockschaltbild einer Audio-Endstufe in Brückenschaltung



Spannungen an der Brückenschaltung



schutz. Der relativ große Kondensator C4 ist für die Pufferung der Betriebsspannung nötig.

Nachbau

Der Nachbau erfolgt auf einer doppelseitigen Platine. Durch die relativ große Massefläche der Platine wird der Einfluss von Störeinstrahlungen vermindert. Die Bestückung erfolgt in gewohnter Weise anhand der Stückliste und des Bestückungsplans sowie des Platinenfotos (Bild 3). Wir beginnen mit der Bestückung der niedrigen Bauteile, also der Widerstände und Dioden, gefolgt von den nächsthöheren Bauteilen. Die Bauteilanschlüsse werden entsprechend dem Rastermaß abgewinkelt und durch die im Bestückungsdruck vorgegebenen Bohrungen geführt. Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Platinenunterseite (Lötseite) werden die überstehenden Drahtenden mit einem Seitenschneider sauber abgeschnitten, ohne dabei die Lötstelle selbst zu beschädigen. Bei der Diode und den LEDs sowie den gepolten Kondensatoren (Elkos) ist unbedingt auf die richtige Einbaulage bzw. die richtige Polung zu achten (siehe auch Platinenfoto Bild 3).

Die Diode D1 ist an der Katodenseite durch einen Farbring gekennzeichnet, die Elkos sind typischerweise auf der Minusseite markiert. Ist die Polung am Gehäuse nicht eindeutig erkennbar, hilft auch die Länge der Anschlussdrähte weiter. Der Pluspol ist durch den etwas längeren Anschlussdraht erkennbar, dies gilt auch für LEDs (längerer Anschluss = Anode +). Zudem ist die Einbaulage der LEDs auch durch eine abgeflachte Gehäuse-seite gekennzeichnet.

Im nächsten Arbeitsschritt erfolgt das Bestücken der Anschlussklemmen und Steckkontakte. Hierbei ist darauf zu achten, dass diese exakt plan auf der Platine aufliegen, bevor man ihre Anschlüsse mit reichlich Lötzinn verlötet.

Der Transistor T1 wird liegend montiert, sodass die Anschlüsse um 90° abzuwinkeln sind. Anschließend wird T1 eingesetzt, und mit einer M3x6-mm-Schraube, Fächerscheibe und Mutter festgeschraubt (siehe Bild 3). Der Sicherungshalter besteht aus zwei Teilen, dem eigentlichen Halter und der Kappe. Ist der Halter bestückt und verlötet, kann die Glassicherung in die Kappe eingelegt und auf den Halter gesetzt werden.

Zum Schluss wird der Verstärkerchip IC1 bestückt. Hier kommt es auf den exakten Abstand des ICs (IC-Rückseite) zum Platinenrand an (in einer Flucht). Die Kühlfläche von IC1 muss exakt plan auf dem Kühlkörper aufliegen. Es empfiehlt sich folgende Vorgehensweise: IC1 wird nur bestückt, ohne die Anschlüsse zu verlöten. Erst nachdem die Platine am Kühlkörper montiert ist, werden die Anschlüsse von IC1 verlötet.

Montage des Kühlkörpers

Nachdem damit alle Bauteile bestückt sind, erfolgt die Montage des Kühlkörpers. Der Kühlkörper ist nicht Bestandteil des Bausatzes! So hat man die freie Wahl, z. B. eines bereits vorhandenen Kühlkörpers, und der Bausatz wird preiswerter. Der Kühlkörper sollte einen Wärmewiderstand von kleiner 1,7 K/W aufweisen, wie z. B. der zum Bausatz angebotene Typ SK88. Es können selbstverständlich auch andere Kühlkörperformen (unter Beachtung des Wärmewiderstands) verwendet werden. Wie in Bild 4 zu sehen, kann der Kühlkörper auch an einer Gehäuserückplatte montiert werden, sodass sich zwischen Kühlkörper und Verstärkerbaustein eine Alurückplatte befindet. Wichtig hierbei ist, dass auf dem Kühlkörper großflächig Wärmeleitpaste aufgetragen wird. Die Wärmeleitpaste gleicht feinste Unebenheiten auf der Oberfläche aus. Hier heißt das Motto: „weniger ist mehr“. Wärmeleitpaste sollte immer hauchdünn aufgetragen werden, denn nur so ergibt sich ein sehr kleiner Wärmewiderstand.

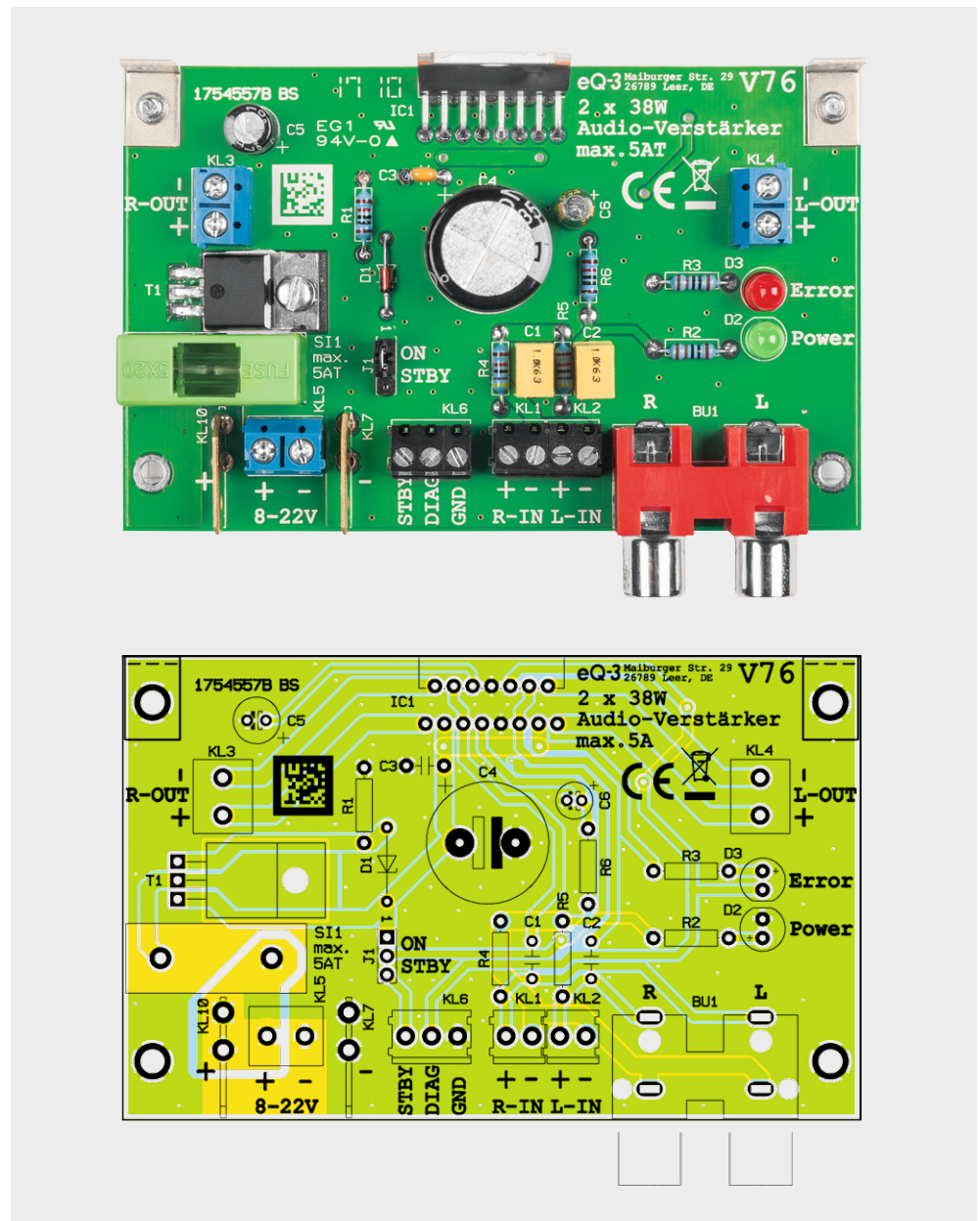


Bild 3: Platinenfoto der bestückten Platine des V76 mit zugehörigem Bestückungsplan

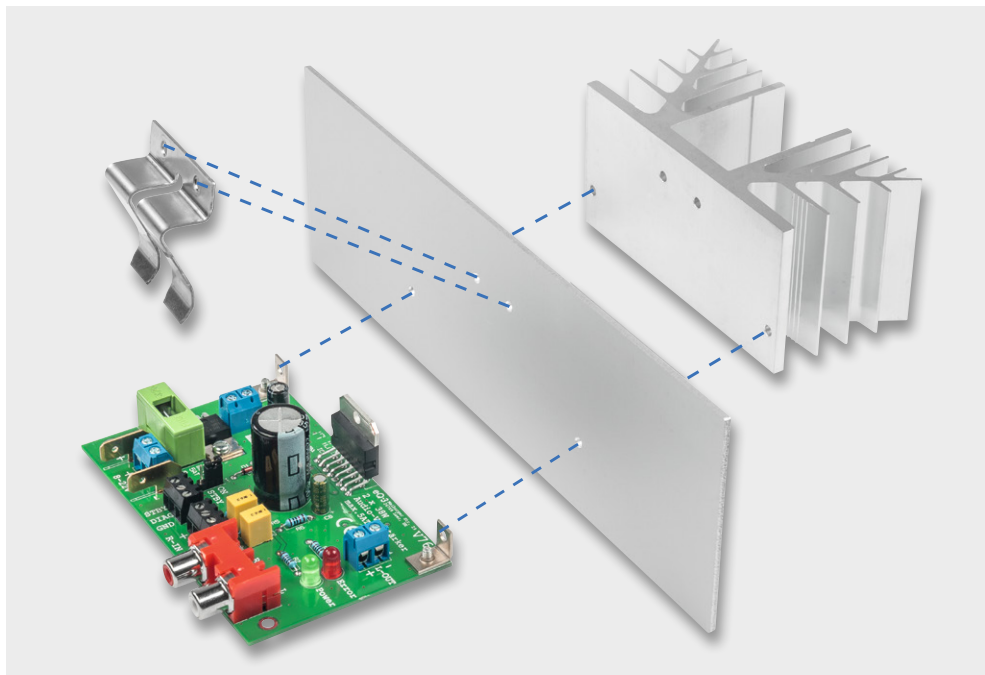


Bild 4: So kann der Kühlkörper an einer Gehäuserückwand montiert werden.



Bild 5: Haltefeder, im Bild unten fertig montiert

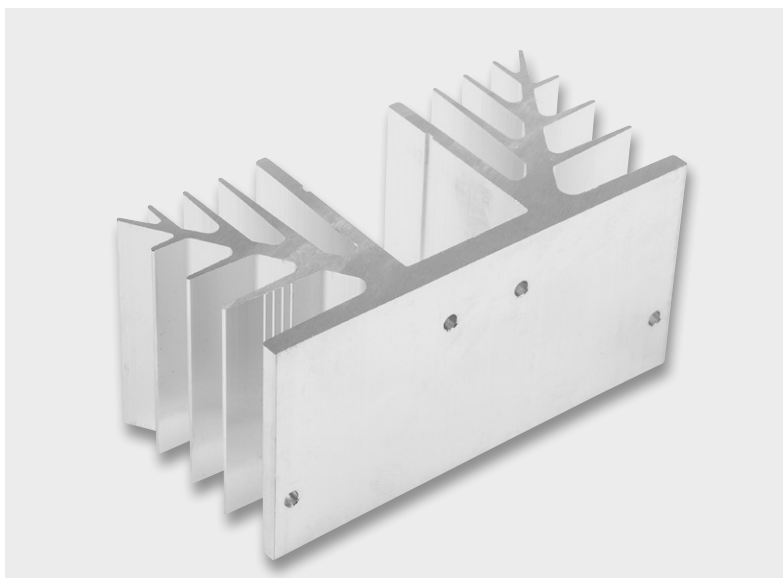


Bild 6: Der Kühlkörper SK88 (gebohrt)

**Widerstände:**

1 k Ω	R2, R3
10 k Ω	R1, R6
47 k Ω	R4, R5

Kondensatoren:

100 nF/ker	C3
1 μ F/63 V/MKT	C1, C2
10 μ F/35 V/105 °C	C6
47 μ F/63 V/105 °C	C5
2200 μ F/35 V	C4

Halbleiter:

STA540	IC1
IRF4905	T1
ZPD10V/0,4 W	D1
LED/5 mm/grün	D2
LED/5 mm/rot	D3

Sonstiges:

Sicherungshalter für 5x20-mm-Sicherung, THT	SI1
Abdeckung für Sicherungshalter	SI1
Sicherung, 5 A, träge	SI1
Cinchbuchse, 2-polig, liegend	BU1
Schraubklemmen, 2-polig, RM=3,5 mm	KL1, KL2
Schraubklemmleisten, 2-polig, RM=5 mm	KL3-KL5
Schraubklemme, 3-polig, RM=3,5 mm	KL6
Kfz-Flachstecker, 6,3 x 0,8 mm, winkelprint	KL10, KL7
Stiftleiste, 1x 3-polig, gerade, print	J1
Jumper	J1
Befestigungswinkel	
3 x Zylinderkopfschrauben, M3 x 6 mm	
4 x Zylinderkopfschrauben, M3 x 12 mm	
7 x Fächerscheiben, M3	
5 x Muttern, M3	
Transistorhaltefeder, 2fach, Metall	
Tube Wärmeleitpaste	



IC1 wird nicht direkt am Kühlkörper angeschraubt sondern mittels einer Haltefeder (Bild 5).

Die Haltefeder drückt den zu kühlenden Baustein fest an den Kühlkörper und erleichtert zudem die Montage.

Die Verstärkerplatine wird im Normalfall mittels Aluwinkel direkt an dem Kühlkörper montiert. Für die Befestigung der Platine und von IC1 am Kühlkörper sind in den optional angebotenen Kühlkörper (SK88 gebohrt, Art.-Nr. CP-065153) bereits entsprechende Gewindebohrungen eingebracht (Bild 6).

Wer einen anderen Kühlkörper verwenden möchte und hier Bohrungen einbringen muss, kann sich den Bohrplan als PDF von der Produktseite [1] herunterladen (Bild 7).

Die Platine kann mit zwei Montagewinkeln und den entsprechenden Schrauben (Bild 8) direkt am Kühlkörper befestigt werden. Die Haltefeder wird mit zwei Gewindeschrauben M3 x 12 mm und jeweils einer Fächerscheibe am Kühlkörper angeschraubt (Bild 5). Zuvor ist die Kühlfläche von IC1 mit ein wenig Wärmeleitpaste zu bestreichen.

Inbetriebnahme

Das „A und O“ einer Verstärkerschaltung ist das Netzteil, denn ein Verstärker ist nur so stark, wie sein schwächstes Glied. Die Leistung, die ein Verstärker abgeben soll, muss auch irgendwo herkommen. Deshalb ist ein ausreichend dimensioniertes Netzteil sehr wichtig.

Bei der Auswahl des Transformators ist die Ausgangsspannung zu beachten, die sich nach der Gleichrichtung ergibt. Der V76 ist für eine maximale Spannung von 22 V ausgelegt, und diese darf nicht überschritten werden. Die Leerlaufspannung nach einer Gleichrichterschaltung ergibt sich aus der Formel

$$U_{\text{Gleichrichter}} = U_{\text{Trafo}} \times 1,4.$$

Die Trafospannung sollte deshalb nicht über ca. 16 V liegen. Preisgünstig sind z. B. alte Halogentrafos mit 12 V (keine elektronischen Trafos) einsetzbar. Diese zeichnen sich zum einen durch eine sehr genaue Ausgangsspannung (11,5 V) und zum anderen durch den günstigen Preis aus. Ein weiterer positiver Aspekt ist die Gerätesicherheit, denn im Allgemeinen sind Halogentrafos primärseitig (230 V) vergossen und eine Berührung mit der lebensgefährlichen Netzspannung ist damit ausgeschlossen.

Optimal ist die Verwendung eines Ringkerntrafos. Das kann z. B. der als Zubehör angebotene Ringkerntrafo RT050-2015 (Art.-Nr. CP-112862) mit einer Ausgangsspannung von 15 V sein. Hiermit steht eine Ausgangsleistung 2 x 25 W zur Verfügung. Da dieser Trafo zwei Sekundärwicklungen hat, müssen die beiden Ausgänge (Sekundärwicklungen) parallel geschaltet werden. Hierbei ist auf die richtige Polung der beiden Wicklungen zu achten.

Wer sich keine Gleichrichterschaltung bauen möchte, kann auf die Netzteilplatine V42N [3] (siehe Bild 9) zurückgreifen. Diese ist mit hochwertigen Bauteilen aufgebaut und garantiert eine einwandfreie Funktion und eine entsprechende Kühlung der Gleichrichterioden. Zudem sorgen zwei Elkos hoher Kapazität für eine gute Pufferung der Versorgungsspannung.

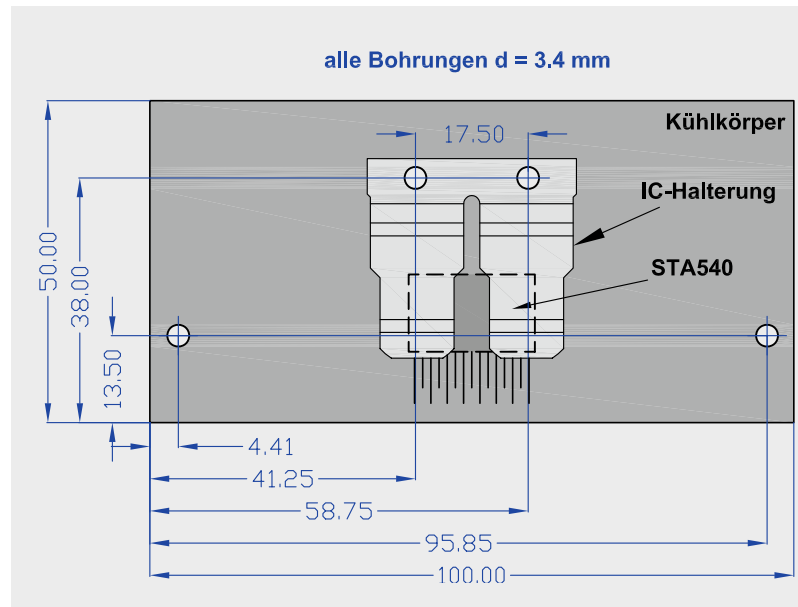


Bild 7: Bohrplan für den Kühlkörper

Die Verbindungskabel vom Netzteil zum Verstärker sollten einen minimalen Querschnitt von 1,5 mm² aufweisen. Da sowohl am Verstärker als auch am Netzteil (V42N) die Anschlüsse für die Betriebsspannung über 6,3-mm-Flachstecker zur Verfügung stehen, können die Verbindungsleitungen auch steckbar ausgeführt werden.

Hier werden die Kabelenden mit einer entsprechenden 6,3-mm-Flachsteckerbuchse versehen. Es ist darauf zu achten, dass die Buchsen fest auf dem Flachstecker sitzen. Für die Lautsprecherkabel sind Kabelquerschnitte von mindestens 0,75 mm² einzusetzen.

Die gesamte Baugruppe ist so zu installieren, dass der Kühlkörper mit genügend Frischluft versorgt wird, bei einem Gehäuseeinbau sind deshalb ausreichend große Öffnungen für Zu- und Abluft vorzusehen. Bei der Beschaltung der Eingänge ist zu beachten, dass hier abgeschirmte Leitungen einzusetzen sind, deren Abschirmung jeweils an die Klemme „-“ von KL1/2 anzuschließen ist. Bei Verwendung von fertigen Cinch-Zuleitungen ist die Abschirmung automatisch gegeben.

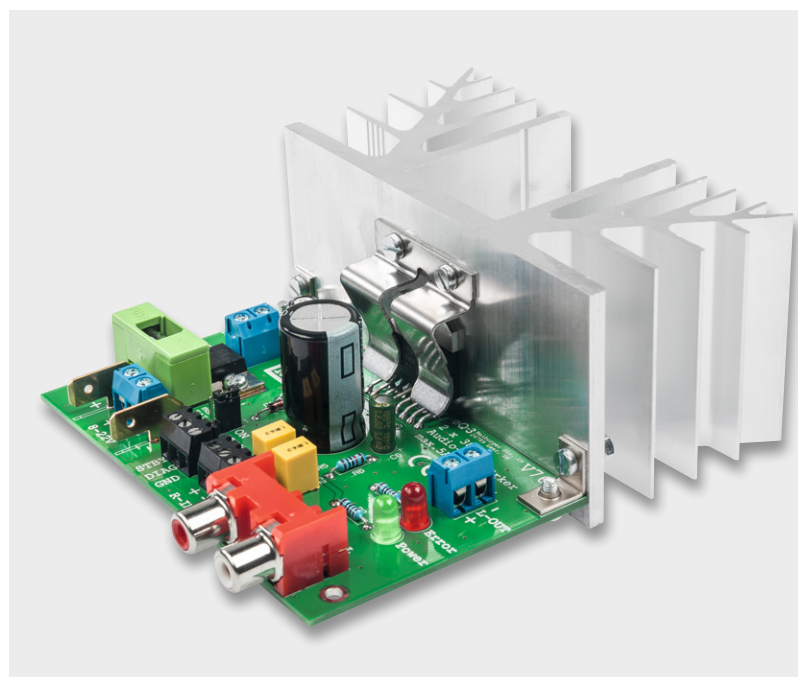


Bild 8: Fertig aufgebaute Schaltung des V76. Hier sieht man auch die Montagewinkel, die Kühlkörper und Platine verbinden.

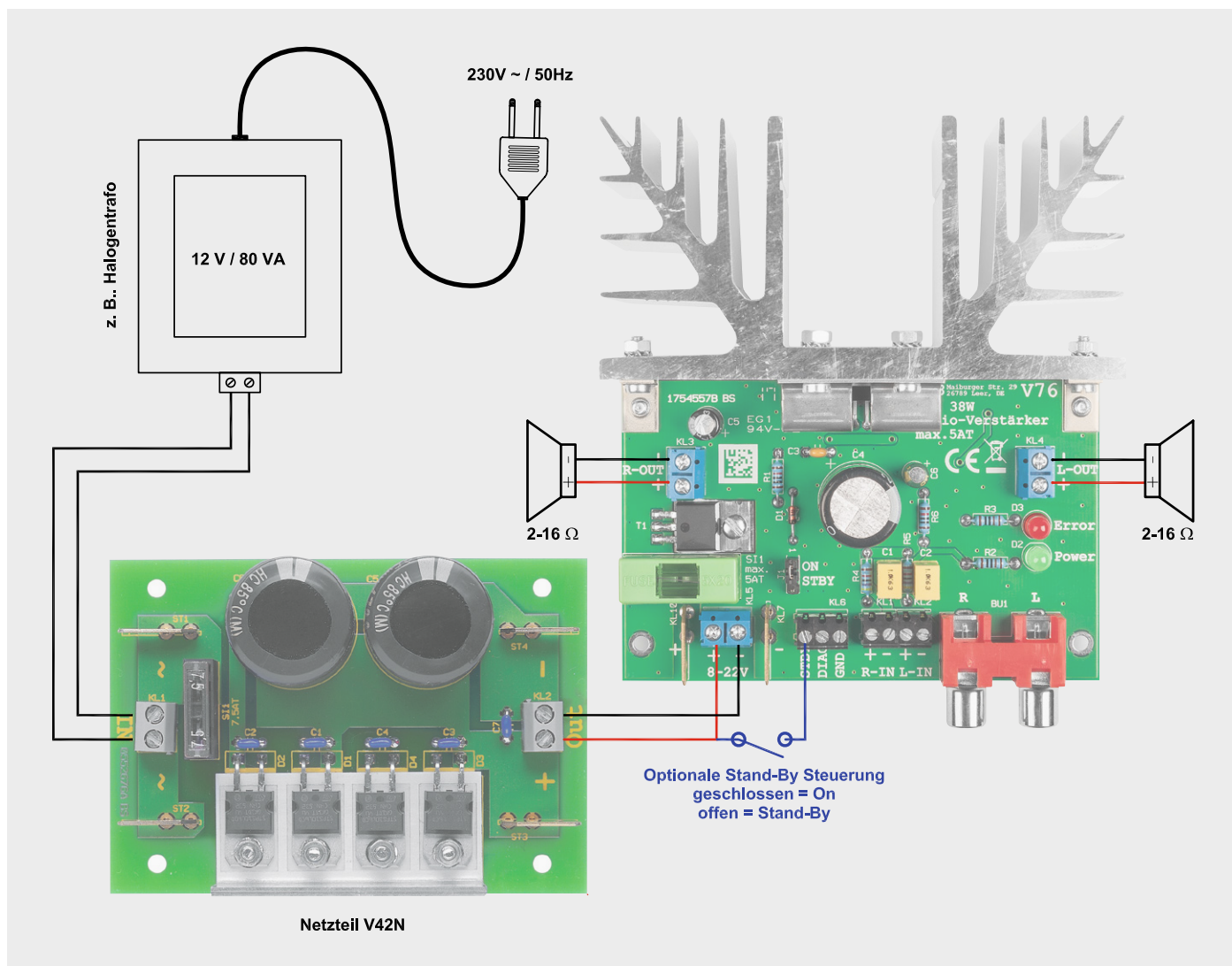


Bild 9: Anschlussbeispiel mit der Netzteilplatine V42N



Bild 10: Jumper J1 und die externe Klemme KL6

Wie schon beschrieben, kann der Verstärker über einen externen Anschluss (STBY) in den Stand-by-Modus versetzt werden. Hierzu muss der Jumper J1 auf Stellung „STBY“ gebracht werden (Bild 10).

Im Normalfall ist J1 auf „ON“ gebrückt. Jetzt lässt sich der Verstärker über eine externe Spannung aktivieren bzw. in den Stand-by-Mode versetzen. Keine Spannung an STBY bedeutet Stand-by-Mode.

Der DIAG-Ausgang, ebenfalls an Klemme KL6, kann zur Erkennung einer Fehlfunktion genutzt werden. Im Fehlerfall ist dieser „Open-Collector-Ausgang“ low-aktiv, schaltet also gegen Masse (GND).

Ein Fehlerfall tritt ein

- bei Überhitzung („thermal shutdown warning“)
- bei Kurzschluss am Ausgang
- bei Übersteuerung (Clipping); nur Anzeige, keine Abschaltung

ELV



Weitere Infos:

- [1] Produktseite V76: <http://www.elv.de>: Webcode #10120
- [2] Datenblatt STA540: <http://www.st.com/resource/en/datasheet/sta540.pdf>
- [3] Produktseite V42N: <http://www.elv.de>: Webcode #10139