

# Bauanleitung für Transistor-HiFi-Verstärker 35 W

(Z 70)

Best.-Nr. 67 121

6. Auflage

von Dr. Rainer Böhm, D 4950 Minden, Kühlenstr. 130 - 132

## Allgemeines

Unser Transistorverstärker 35 W ist durchweg mit modernen Siliciumtransistoren bestückt. Gegenüber den Katalogangaben haben wir die Ausgangsleistung durch Verwendung noch stärkerer Endstufentransistoren weiter erhöht. Sie beträgt jetzt bei gleichem Preis 25 Watt (Sinusdauerleistung) bzw. 30 – 35 Watt (Musikleistung, music-power, MP).

Art und Auslegung der Schaltung ergeben bestmögliche Klangeigenschaften, Brumm- und Verzerrungsfreiheit, guten Frequenzgang, geringe Abmessungen und geringes Gewicht. Ein neuer Feldeffekttransistor am Eingang sichert zusammen mit weiteren, rauscharmen Transistoren und Widerständen bestmögliche Rauschfreiheit. Schalter für "leise", "mittel" und "laut" passen den Verstärker den verschiedenen Betriebsbedingungen auf Wunsch optimal an. Gedruckte Schaltung mit aufgedrucktem Bestückungsplan sichert einfachsten, schnellsten und sichersten Aufbau.

## Technische Daten

Sinusdauerleistung an 4 $\Omega$ .....	25 Watt
Musikleistung (MP) an 4 $\Omega$ .....	30 – 35 Watt
Klirrfaktor bei 20 Watt, 30 Hz .....	unter 0,2 %
Klirrfaktor bei 20 Watt, 1000 Hz .....	unter 0,2 %
Klirrfaktor bei 20 Watt, 10 000 Hz .....	unter 0,3 %
Klirrfaktor bei 25 Watt, 1000 Hz .....	unter 0,6 %
Frequenzgang bei 3 db Abfall .....	6 Hz ... 80 kHz
Frequenzgang bei 1 db Abfall .....	15 Hz ... 45 kHz
Anschlußwert des Lautsprechers .....	4 $\Omega$
Eingangsempfindlichkeit (einstellbar) .....	bis 2 mV
Eingangswiderstand .....	1 M $\Omega$

Sonstiges: für den Orgeleingang getrennte Höhen- und Tiefeneinstellung und Hallpegelinstellung durch Trimpotis. Schalter für "leise", "mittel" und "laut". Anschlußmöglichkeit von Mikrofonen, Plattenspielern, Tonband- und Rundfunkgeräten. Die thermische Stabilität ist bei allen vorkommenden Umgebungstemperaturen bis zu + 80° C gewährleistet.

## Wirkungsweise

Das vom Fußschweller kommende Tonsignal der Orgel gelangt zum Feldeffekttransistor (FET) E 6, der übrigens weitgehend unempfindlich gegen statische Aufladung ist. Für Spezialanwendungen dieses Verstärkers könnte der Eingangswiderstand durch Verändern des Widerstandes 1 M $\Omega$  beliebig vergrößert oder auch verkleinert werden.

Über den Kondensator 0,1  $\mu$ F gelangt das verstärkte Tonsignal zum zweiten Transistor. Mit dem Trimpoti 5 k $\Omega$  in dessen Emitterleitung kann die Eingangsempfindlichkeit des Verstärkers verändert werden.

Das Tonsignal gelangt, nochmals verstärkt, über den Elko 10  $\mu$ F zum Trimpoti 50 k $\Omega$ , das zur Einstellung des Hallpegels dient und einen Teil des Tonsignals zum Hallgerät abzweigt.

Das direkte Tonsignal gelangt im Verstärker weiter zu zwei Trimpotis, mit denen die Bässe und Höhen dem

Geschmack des Kunden und der Akustik des Raumes angepaßt werden können. Einmalige Einstellung mit Trimpotis genügt vollauf, weil die Orgel selbst durch die vielen Register weitgehende Variationsmöglichkeiten bietet.

Vor dem Eingang des dritten Transistors (BC 107) wird das direkte Tonsignal mit dem aus dem Hallgerät kommenden verhallten Signal vereinigt. Hier kann, ebenfalls über einen Entkopplungswiderstand, ein Mischpult mit weiteren Eingängen angeschlossen werden. Die Gesamtlautstärke kann durch zwei Widerstände und Schalter reduziert werden. Dies ist z.B. für das Spiel in den Abendstunden eine wertvolle Möglichkeit. Auch für den Gebrauch in Kirchen sind diese Schalter günstig, weil der Fußschweller dann einfach in Maximalstellung verbleiben und somit die Lautstärke sicher vor Spielbeginn festgelegt werden kann. Auf Wunsch können diese Schalter aber auch weggelassen oder durch Drahtbrücken ersetzt werden, zumindest der am wenigsten gebrauchte.

Nach weiterer Verstärkung gelangt das Tonsignal zu den Komplementär - Treibertransistoren 40361 und 40362 und schließlich zu den End - Transistoren E 11. Diese sind reichlich dimensioniert (Verlustleistung bei 25° je 83 Watt) und würden bei einer Erhöhung der Betriebsspannung eine Sinusdauerleistung von über 30 Watt an 8  $\Omega$  zulassen. Großzügig dimensionierte Kühlkörper sichern thermisch sicheren Betrieb. Die beiden mit den End-Transistoren verbundenen Dioden verbessern die

**Verstärkung und Verzerrungsfreiheit bei großen Lautstärken.**

Das Tonsignal gelangt schließlich über den Auskoppelkondensator 2500  $\mu\text{F}$  zum Lautsprecher. Eine starke, frequenzunabhängige Gegenkopplung (1 k $\Omega$ , 47 k $\Omega$ ) trägt zum guten Klang bei.

Die reichliche Siebung der Betriebsspannung (43 V) mit 2 x 2500  $\mu\text{F}$  dient der Brummfreiheit und bewirkt, daß die Betriebsspannung bei lautesten Tönen nur wenig und sehr langsam absinkt, so daß ein stabilisiertes Netzteil nicht erforderlich ist.

Die Vorstufen-Betriebsspannung (20 V) wird mit Hilfe einer "Transistor-Siebung" erzeugt. Diese besitzt die gleiche Siebwirkung wie ein Elko mit etwa 20 000  $\mu\text{F}$  und spart Platz und Gewicht.

Der Schaltplan in dieser Anleitung zeigt dem Techniker Näheres. Zum Bau des Verstärkers ist er nicht erforderlich.

### Der Aufbau des Verstärkers

Der Bau des Verstärkers ist sehr einfach durchzuführen. Wie beim Tongenerator werden die Bauteile lediglich in die Platine gesteckt und festgelötet. Eine genaue Zeichnung, die auf der Platine aufgedruckt ist, zeigt eindeutig, wo jedes Teil hingehört.

Zuerst legt man je einen Endstufen-Transistor laut Bild 1 in einen der beiden großen Kühlkörper, legt die Metall-Andruckplatte darauf und schraubt das Ganze mit den Schrauben M 4 x 12 und Muttern gut an der Platine fest. Unter eine der Schrauben legt man eine Lötflanne. Die Anschlußstifte des Transistors sollen den Kühlkörper nicht berühren. Man kann sie vorher mit Klebeband umwickeln.

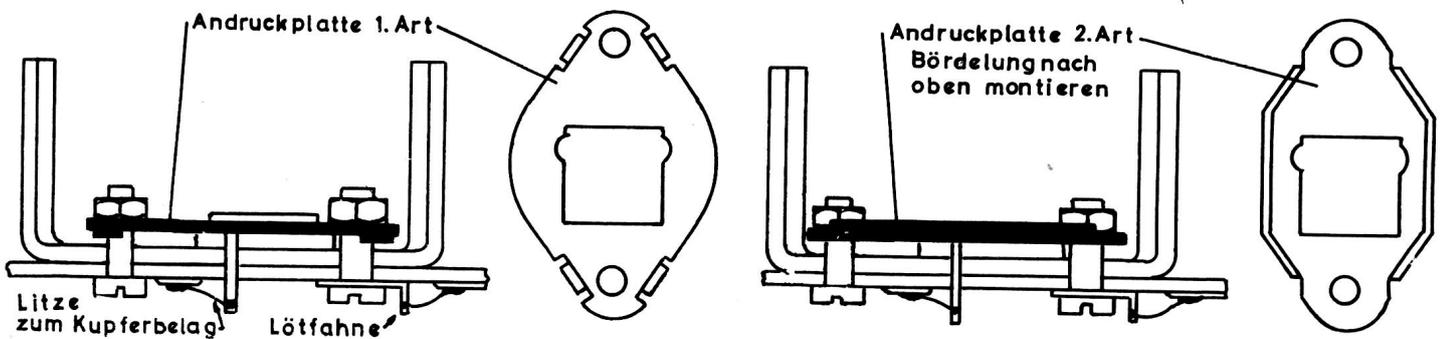


Bild 1. Befestigung der Transistoren E 11 und Kühlkörper

Lötflanne und Anschlußstifte werden laut Platinaufdruck mit flexiblen Litzen mit der Platine verbunden. Das Löten an den Stiften erfolgt kurz aber gründlich.

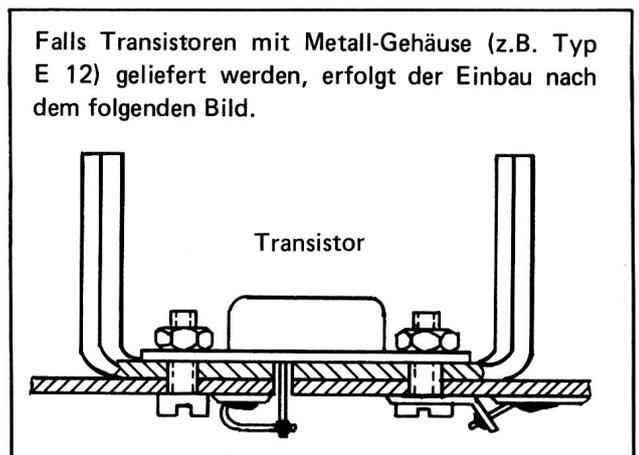
Für die übrigen Transistoren werden die mitgelieferten Steckfassungen in die Platine gesteckt und festgelötet. Die größeren dieser Fassungen sind für die Transistoren 40360, 40361 und 40362 bestimmt. Diese Transistoren werden nach Kürzung der Anschlußdrähte auf etwa 10 mm genau am vorgeschriebenen Platz (!) in die Fassungen gesteckt. Die kleineren Transistoren werden nicht gekürzt. (Die Transistorfassungen können vorher durch Einstecken eines Drahtes von gleichem Durchmesser etwas gelockert werden.) – Die richtige Polung der Transistoren ergibt sich von selbst, wenn man beachtet, daß ihre Anschlußdrähte und die Löcher in der Fassung die gleiche, langgestreckt-dreieckige Anordnung besitzen.

Die auf den gelieferten Transistoren hinter der Typennummer aufgedruckten Buchstaben kennzeichnen die Stromverstärkungsgruppe und brauchen beim Bau nicht beachtet zu werden.

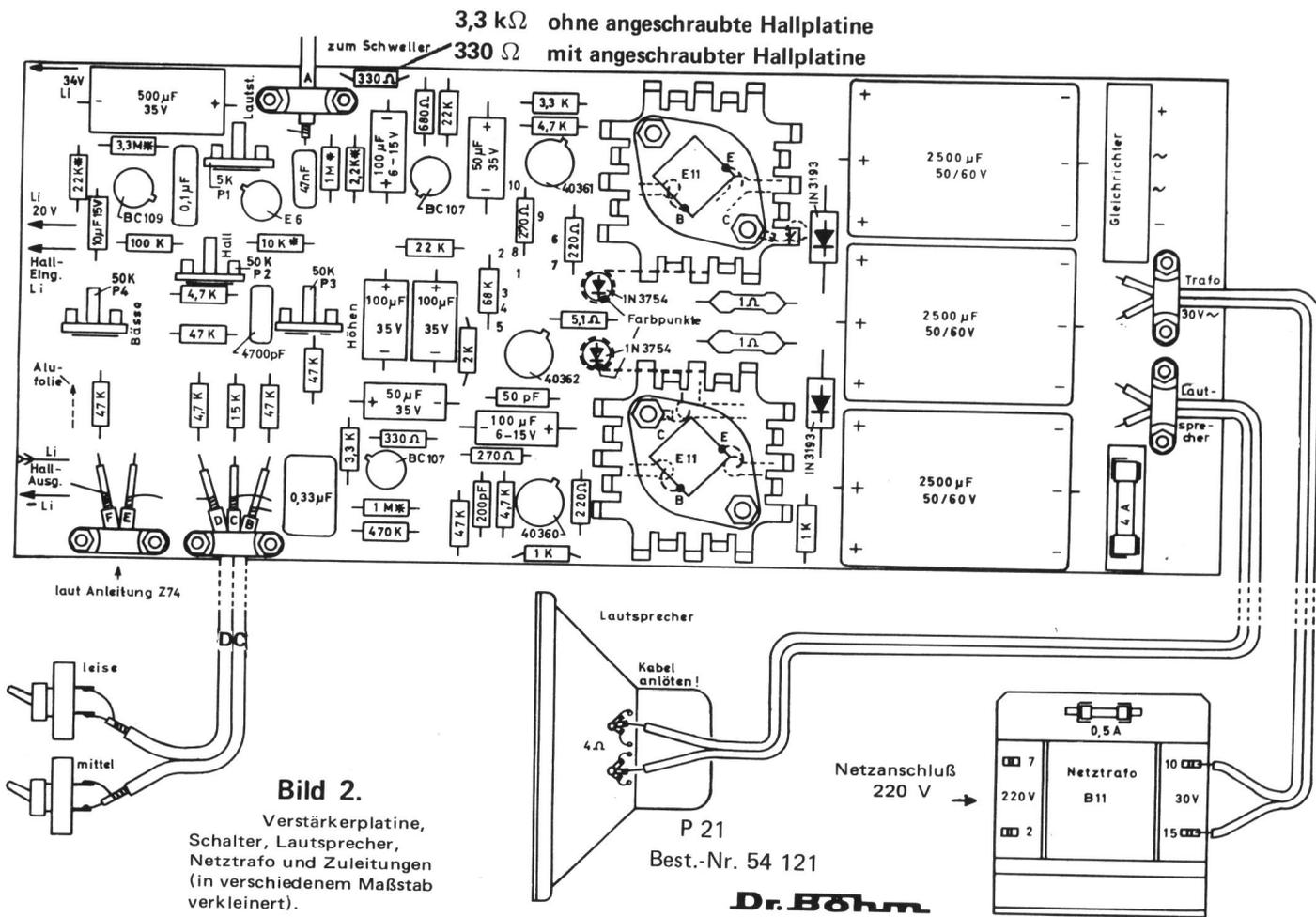
Die übrigen Teile werden in bekannter Weise eingesteckt und festgelötet. Bei Elkos und Dioden (1N . . .) muß die durch Aufdruck oder Farbpunkt bezeichnete Polung mit dem Platinaufdruck übereinstimmen. Die im Platinenbild gestrichelt gezeichneten Kühlschellen der beiden ste-

hend zu montierenden Dioden 1N3754 werden nur dann gebraucht, wenn sie dem Bausatz beiliegen. Sie werden erst auf die Dioden und danach zwischen die Rippen der Kühlkörper gesteckt. Erst dann lötet man die Dioden (richtig gepolt) fest. Die Drähte der 4 Dioden können beim Einlöten durch Festhalten mit einer Zange gekühlt werden.

Alle Widerstände und Kondensatoren können liegend eingebaut werden. Rauscharme Widerstände sind durch Sternchen bezeichnet. Die Löcher 1, 3, 4, 6, 7 und 9 bleiben frei.



Falls Transistoren mit Metall-Gehäuse (z.B. Typ E 12) geliefert werden, erfolgt der Einbau nach dem folgenden Bild.



**Bild 2.**  
Verstärkerplatine,  
Schalter, Lautsprecher,  
Netztrafo und Zuleitungen  
(in verschiedenem Maßstab  
verkleinert).

### Kabelanschlüsse

Als Zuleitung vom 30 V - Anschluß des Netztrafos zur Platine dient das mitgelieferte Netz-Kabel (Polung beliebig), ebenso als Zuleitung zum Lautsprecher. Diese Kabel werden zuerst festgelötet und danach mit je einer Zugentlastungsschelle auf der Platine befestigt, genau wie auch das vom Schweller kommende Abschirmkabel A, das zu einem eventuell zuzuschaltenden Mischpult führende Abschirmkabel B, das zu den Schaltern für "leise", "mittel" und "laut" führende Stereokabel C - D und das zu den Hallanschlüssen eventuell vorhandener weiterer Verstärker führende Stereokabel E - F. Außer im Bild 2 sind diese Kabel, Anschlußpunkte und Schellen auch auf der Platine abgebildet.

Alle Kabel läßt man genügend lang. Wünscht man, daß das Kabel A auf derselben Seite von der Platine abgeht wie die anderen Abschirmkabel, so legt man es auf der Kupferseite in die entsprechende Richtung und kann es hier mit einer weiteren Schelle unter den Kabeln B - C - D befestigen. Die gewählte Kabelbefestigungsart ist einfacher anzubringen und sicherer als die hier unnötigen Steckverbindungen.

Die beiden Schalter für "leise", "mittel" und "laut" montiert man wahlweise am Klangformungsbrett, auf einem Seitenbrettchen, am unteren Boden des Orgeloberteils, an der Rückwand oder oben im Schwellerfach.

### Anschluß des Lautsprechers

Der Lautsprecher darf nur angeschlossen und betrieben werden, wenn er in ein Gehäuse eingebaut ist. Sein Anschlußwert (Impedanz) soll 4 Ω betragen. Zur Erzielung noch höherer Tonqualität können zwei **Lautsprecher P 21** mit je 4 Ω an den gleichen Verstärker 35 W angeschlossen werden. Die Musikleistung erhöht sich dadurch auf ca. 60 Watt. Der Anschluß erfolgt laut Bild 4. Auf richtige Polung ist zwecks bester Baßwiedergabe unbedingt zu achten (rot an rot, schwarz an schwarz). Eine Erhöhung über 4 - 5 Ω ist ungefährlich, vermindert aber die Maximallautstärke.

Der von uns empfohlene Speziallautsprecher P 21 ist, falls vom Werk auf 16 Ω geschaltet, laut aufgeklebtem Etikett oder Bild 2 auf 4 Ω umgeschaltet. Wird eine noch brillantere Wiedergabe gewünscht, zum Beispiel in akustisch ungünstigen Räumen, so kann dem normalen Lautsprecher P 21 ein kleiner Hochtonlautsprecher P 11 (Best.-Nr. 54 145) zugeschaltet werden.

Der elektrische Anschluß erfolgt laut Bild 5 unter Zwischenschaltung eines Polyesterkondensators von 3,3 µF.

Wird die Orgel mit mehreren Verstärkern betrieben, so ist es zweckmäßig, die Lautsprecher in gleicher Polungsart (z.B. immer rot an Kondensator, schwarz an Sicherung) an die zugehörigen Verstärker anzuschließen. Die Klangwiedergabe ist dann besser.

Kurzschlüsse in den Lautsprecherzuleitungen sind zu ver-

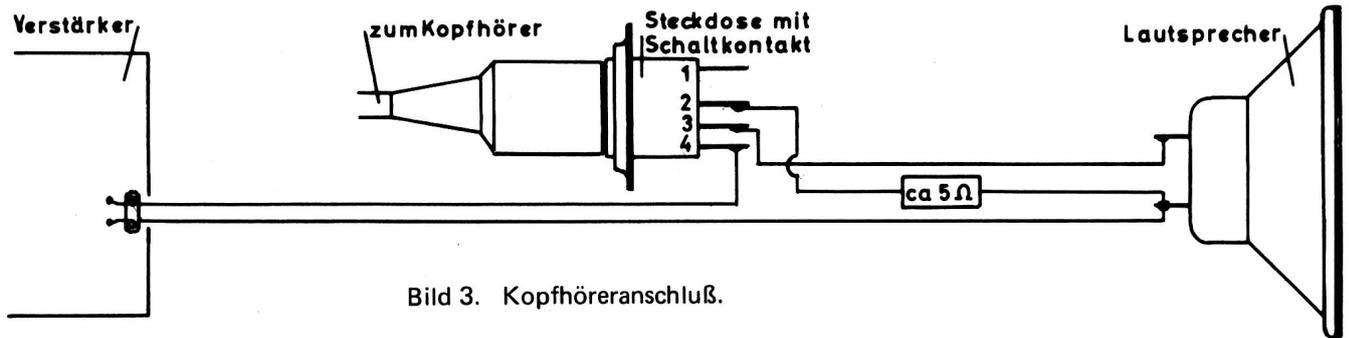


Bild 3. Kopfhöreranschluß.

meiden. Zwar ist der Verstärker, wie jeder andere Transistorverstärker, bei geringer und sogar mittlerer Lautstärke kurzschlußfest. Ein Dauerkurzschluß der Lautsprecherleitung bei größter Lautstärke kann aber trotz eingebauter Sicherung die Transistoren gefährden.

Die Kabel werden daher am Lautsprecher sorgfältig festgelötet. Von dem im Gehäuseunterteil der Orgel eingebauten Lautsprecher führt das Kabel natürlich direkt zum Verstärker. Bei Zusatzlautsprechern im separaten Gehäuse vermeidet man bei ortsfesten Orgeln nach Möglichkeit Steckverbindungen und schließt das Kabel im Lautsprechergehäuse mit einer Zugentlastungsschelle, im Orgelgehäuse mit einer Zugentlastungsschelle und einer Lüsterklemme an. — Bei transportablen Orgeln wird das Kabel, am besten ein Starkstromkabel mit rundem Kunststoff-Außenmantel, am Zusatzgehäuse nach Umwickeln mit reichlich Isolierband oder Aufschieben einer Gummitülle mit einer Zugentlastungsschelle befestigt. Am anderen Ende sitzt ein Lautsprecherstecker, den man sehr sorgfältig anlötet und innen dann ganz mit UHU-plus (Zweikomponentenkleber) ausfüllt. Am Orgelunterteil wird die zugehörige Lautsprechersteckdose angebracht. — Eine Unterbrechung des Kabels ist ungefährlich.

### Kopfhöreranschluß

Unsere Kopfhörer lassen sich an den Verstärker ohne weiteres anschließen. Die dem Kopfhörer beiliegende Anschluß-Steckdose mit Schaltkontakt wird an der Vorderseite des Gehäuseunterteils festgeschraubt und laut Bild 3 angeschlossen. Bei Einstöpseln des Kopfhörers schaltet sich der Lautsprecher automatisch ab. Der ebenfalls mitgelieferte Vorwiderstand schützt den Verstärker bei eventuell kurzgeschlossener Kopfhörerzuleitung.

Etwa vorhandene niederohmige Kopfhörer müssen einen größeren Vorwiderstand erhalten, da sie sonst überlastet werden bzw. zu laut sind.

### Einbau des Verstärkers in die Orgel

Der Verstärker wird normalerweise im Gehäuseunterteil befestigt. (In Ausnahmefällen kann er auf Wunsch mitunter auch im Oberteil Platz finden.)

Den Netztrafo schraubt man im Unterteil auf der Diskantseite an beliebiger Stelle fest. Holzschrauben 4 x 20 dazu liegen dem Bausatz bei.

Die Starkstromanschlüsse werden unter Beachtung der VDE-Vorschriften fachmännisch angebracht. Dies gilt besonders auch dann, wenn an die Orgel Kopfhörer oder andere Zusatzgeräte angeschlossen werden und somit besondere Berührungsfahr besteht.

Die Platine befestigt man mit den Distanzröhrchen und Holzschrauben 4 x 25 etwas entfernt vom Trafo auf dem Zwischenboden, der Seiten- oder besser der Vorderwand. Der Abstand zum Output des Federsystems eines unserer Hallgeräte soll mindestens 25 cm betragen. Bei senkrechter Montage sollen die drei großen Elkos unten liegen. Ein Stück der dem Oberteil beiliegenden selbstklebenden Alu-Folie wird vorher unter der Platine auf das Gehäuse geklebt und mittels Lötflamme, Holzschraube und flexibler Litze mit der Platine verbunden.

Die Alu-Folie kann man an der Eingangsseite (Kabel A) länger lassen und mit aufgeklebter Isolier- und Schutzfolie über das Kabel und den Transistor E 6 biegen. Stattdessen kann auch ein passendes Abschirmblech, das wir den Bausätzen, soweit lieferbar, beilegen, über der Schelle des Kabels A mit zusätzlichen Muttern befestigt werden.

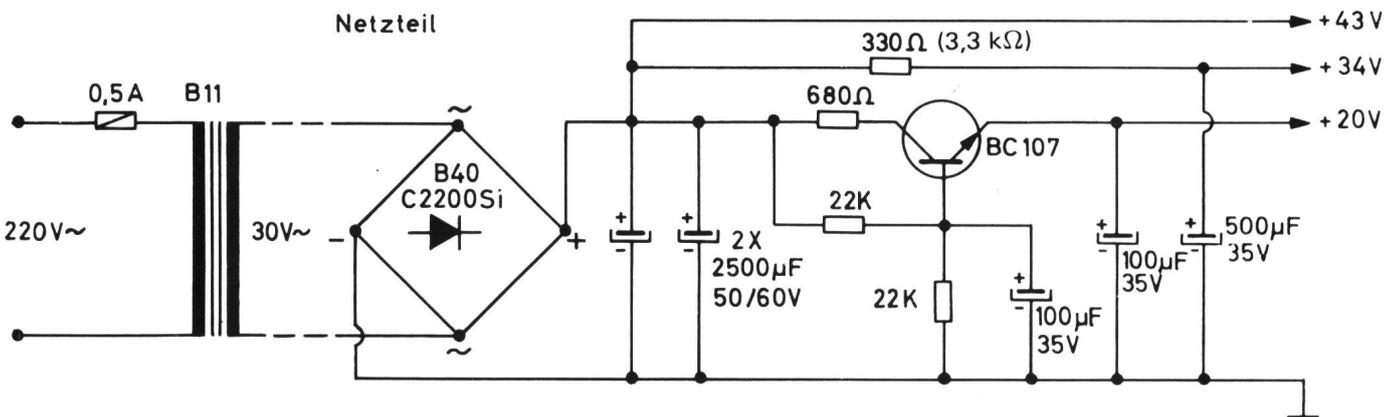
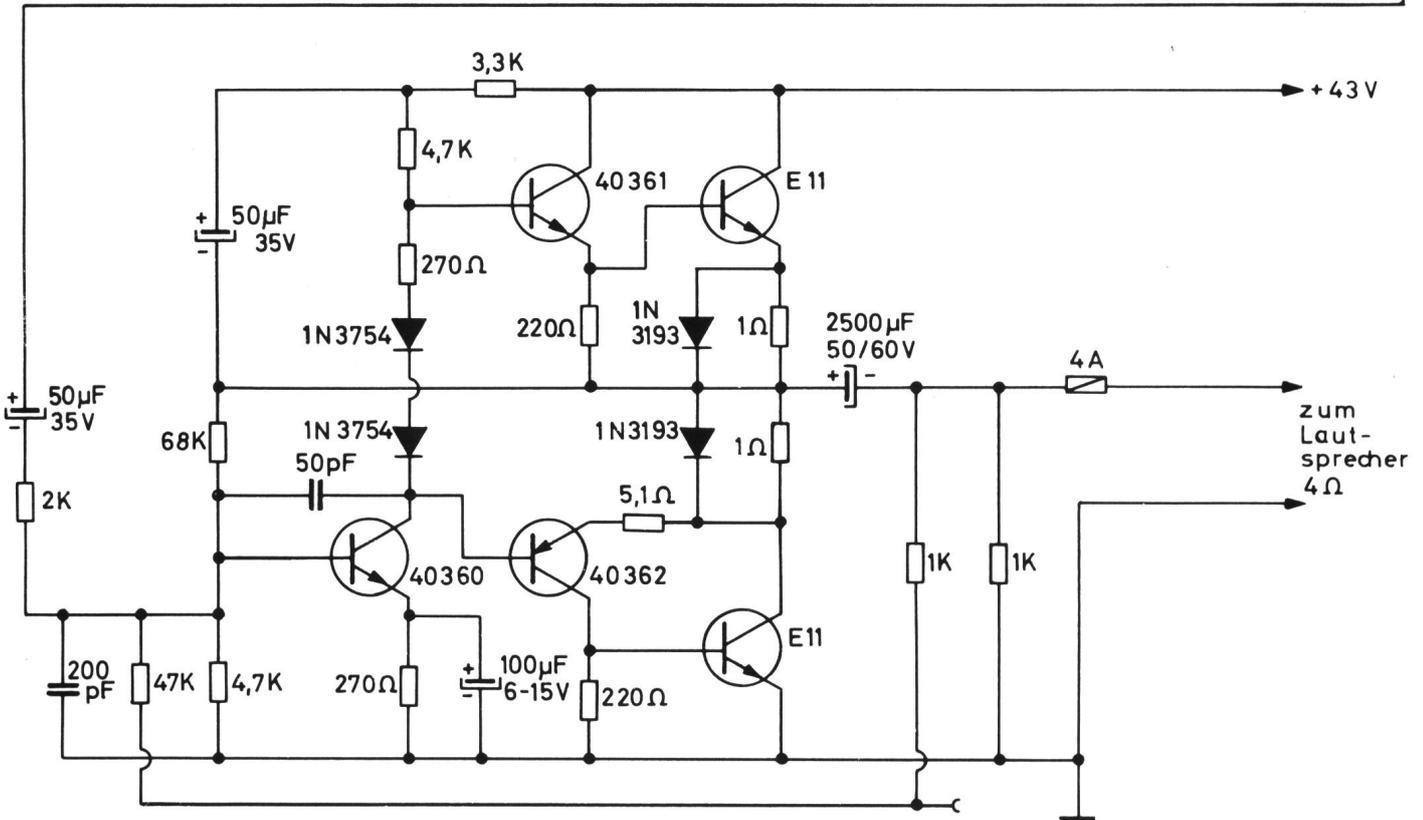
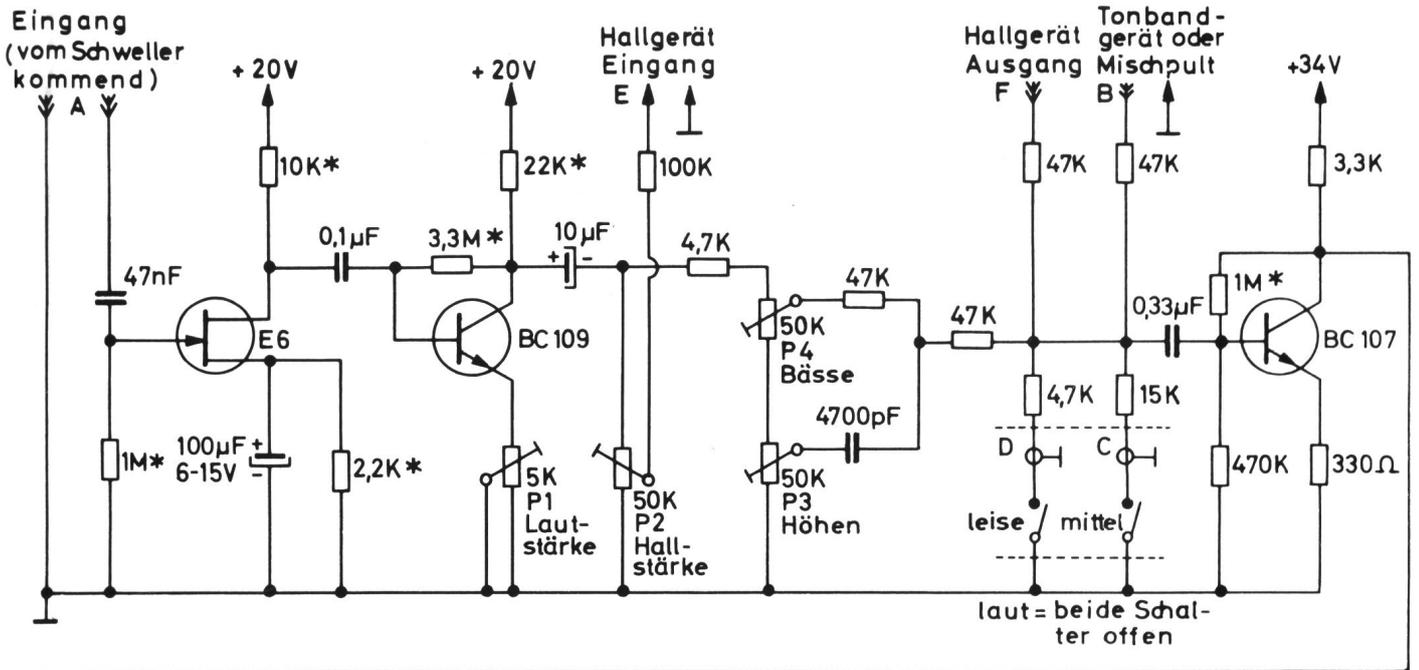
### Besonderheiten beim Einbau mehrerer Verstärker in die Orgel

Die Alu-Folie unter den Verstärkern darf nicht durchgehen. Jeder Verstärker erhält eine separate Alu-Folie. Doppelte Masseverbindungen sind ja stets zu vermeiden, da sie Brummschleifen bilden.

Eine Aufhebung des Stereoeffektes kann in großen Räumen, Sälen und Kirchen günstig sein, ferner auch bei Kopfhöreranschluß. Dazu bringt man am Klangformungsbrett bei zweikanaliger Wiedergabe einen Spezialeffektschalter zwischen den beiden Klangformungsausgängen an, bei dreikanaliger Wiedergabe einen zwischen Ausgang 1 und 2 und einen zwischen Ausgang 2 und 3, bei vierkanaliger Wiedergabe dementsprechend drei solcher Schalter.

Die Schalter für "leise", "mittel" und "laut" sollten gemäß Bauanleitung 67 123 (Z 74) / Bild 1 bei mehreren Verstärkern durch einen einzigen gemeinsamen Umschalter 8 x 3 (Best.-Nr. 85 131) und Drehknopf laut Katalog ersetzt werden. Auch hierbei müssen die Masseanschlüsse der Verstärker getrennt bleiben. Die Masseanschlüsse der Verstärker werden nur einmal, und zwar über das Kabel A am Fußschweller, verbunden.





Der genaue Bestückungsplan ist auf den Platinen aufgedruckt !

-Schaltplan-  
Transistor Hi-Fi Verstärker  
-25 W-