

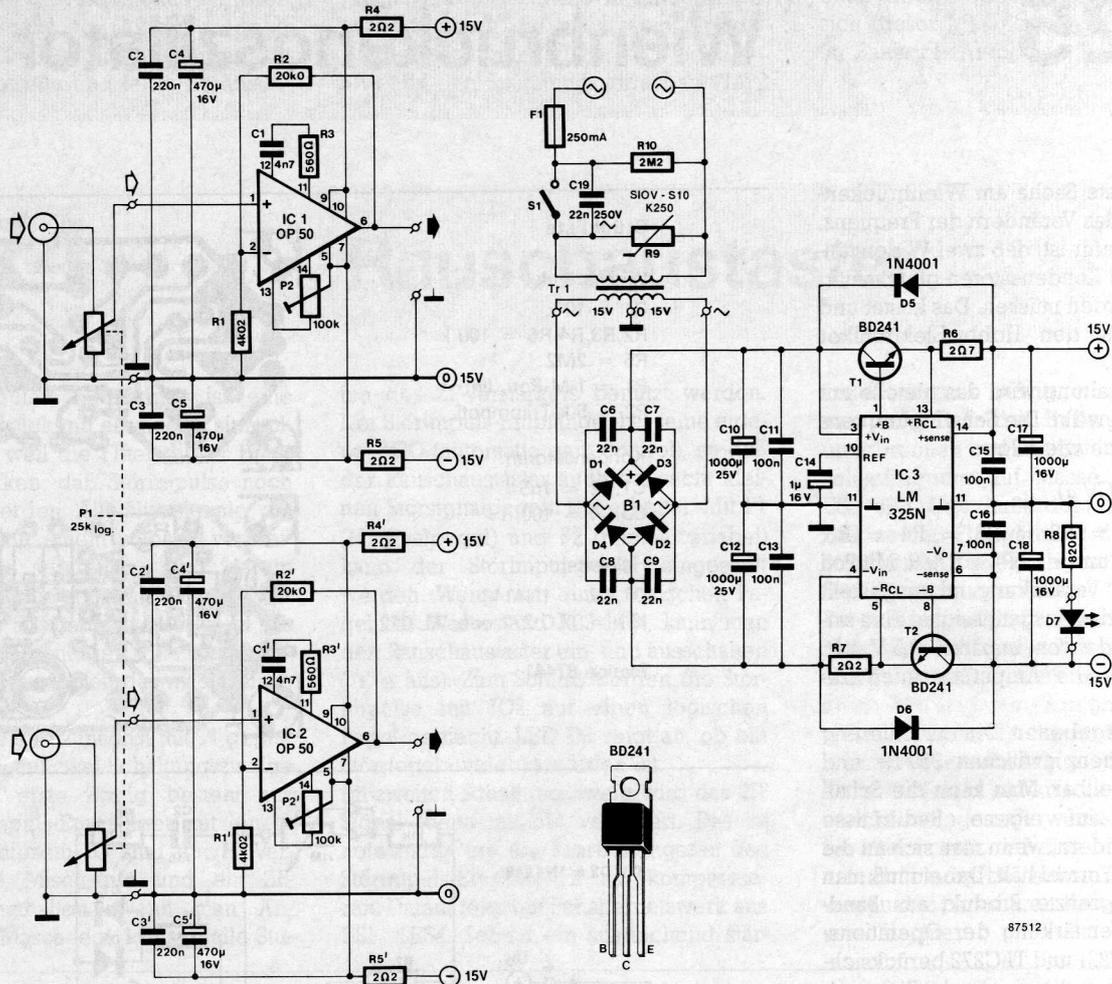
Obwohl wir mit dem Begriff High-End eher vorsichtig umgehen, müssen wir ihn für diesen Kopfhörerverstärker doch einmal verwenden. Er kann seine überragende Qualität sowohl als eigenständiges Gerät als auch als Zusatz für den PREAMP beweisen.

Die Schaltung des Kopfhörerverstärkers ist in Bild 1 skizziert. Sie beruht auf einem Operationsverstärker namens OP-50, dessen technische Daten in Tabelle 1 aufgelistet sind. Offensichtlich hat der Hersteller

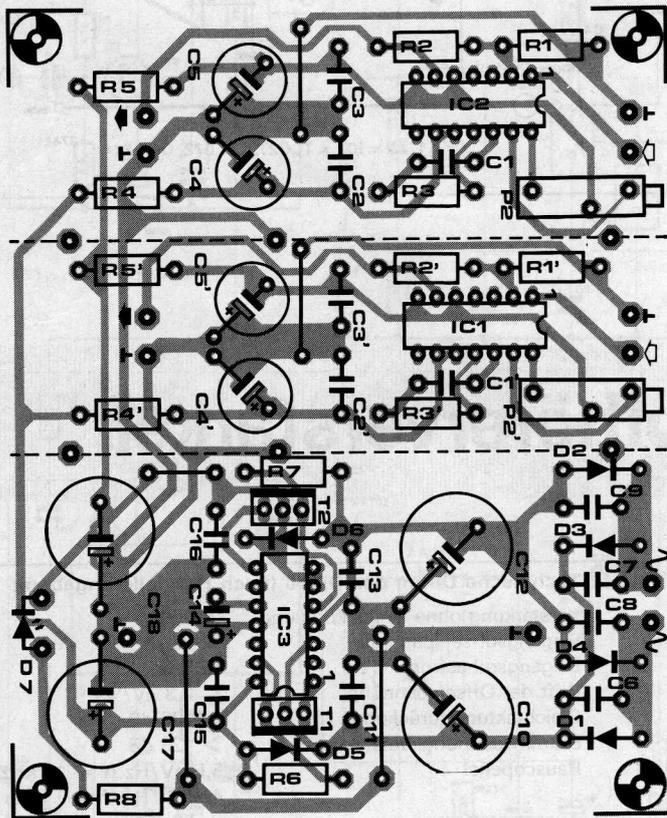
Tabelle 1.

## Technische Daten des OP-50 (nach Herstellerangaben):

Verstärkung ohne Gegenkopplung	> 10 <sup>6</sup> V/V
Eingangsoffsetspannung	< 25 $\mu$ V
Eingangsruhestrom	< 5 nA
Drift der Offsetspannung	< 0,3 $\mu$ V/°C
Gleichtaktunterdrückung	> 126 dB
Brummspannungsunterdrückung	> 126 dB
Rauschpegel	5,5 nV/Hz (f = 10 kHz) 4,5 nV/Hz (f = 1 kHz)
Ausgangsstrom	$\pm$ 50 mA
Zulässige kapazitive Last	< 10 nF
Temperaturschutzschaltung integriert	



87512



(PMI) alles getan, damit ein Leistungsoperationsverstärker auch optimal in Bezug auf Rauschen arbeitet.

Beide Betriebsspannungsleitungen für die ICs sind angemessen entkoppelt und gesiebt. Dazu dienen die Reihenwiderstände R4 und R5 und die parallelgeschalteten Kondensatoren C4/C2 und C3/C5. Mit dem Trimpoti P2 kann man die ohnehin schon geringe Offsetspannung am Ausgang auf ein Minimum reduzieren. Die Reihenschaltung C1/R3 bildet ein Kompensationsnetzwerk für den OP-50 bei einer bestimmten Verstärkung. In diesem Fall ist die Verstärkung mit R1 und R2 auf 6 eingestellt.

Soll die Verstärkung geändert werden, dann muß man darauf achten, daß R2 den Wert von 20 k behält. Außerdem ist zu beachten, daß die angegebene Kompensation für Verstärkungen von 5 bis 20 gilt. Für Verstärkungen größer als 50 kann man R2 und C1 weglassen. Zwischen 20 und 50 gelten folgende Werte: R3 = 3,3 k und C1 = 1 n.

Das ±15-V-Netzteil für den Gesamtverstärker in Stereo-Version ist relativ aufwendig mit einem Präzisionsstabilisator aufgebaut. Der LM 325N zeichnet sich durch ausgezeichnete Rauschunterdrückung aus und fährt die Ausgangsspannungen nach Einschalten der Netzspannung

**Stückliste**

## Widerstände:

R1, R1' = 4k02/1%  
 R2, R2' = 20k0/1%  
 R3, R3' = 560  $\Omega$   
 R4, R4', R5, R5', R7 = 2 $\Omega$   
 R6 = 2 $\Omega$   
 R8 = 820  $\Omega$ /0,5 W  
 R9 = Varistor SIOV-SIOK250 (Siemens)  
 R10 = 2M2  
 P1 = 25-k-Stereo-Poti log.  
 P2, P2' = 100-k-Mehrgang-Trimmpoti

## Kondensatoren:

C1, C1' = 4n7  
 C2, C2', C3, C3' = 220 nF  
 C4, C4', C5, C5' = 470  $\mu$ F/16 V

C6...C9 = 22 nF  
 C10, C12 = 1000  $\mu$ F/25 V  
 C11, C13, C15, C16 = 100 nF  
 C14 = 1  $\mu$ F/16 V  
 C17, C18 = 1000  $\mu$ F/16 V  
 C19 = 22 nF/250 V~

## Halbleiter:

D1...D6 = 1N4001  
 D7 = LED rot  
 IC1, IC2 = OP-50 (PMI)  
 IC3 = LM325N (!)  
 T1, T2 = BD241

## außerdem:

S1 = einpoliger Netzschalter  
 Tr1 = Netztrafo 2  $\times$  15 V sek./  
 10 VA (= etwa 2  $\times$  0,33 A).

zum Beispiel ILP 01013  
 F1 = Feinsicherung 250 mA träge  
 mit Sicherungshalter  
 Kühlkörper zum Aufkleben für IC1  
 und IC2  
 6,3-mm-Stereo-Klinkenbuchse  
 Eingangssignalebene(n)  
 Metallgehäuse  
 Platine 87512

gleichzeitig und langsam hoch.

Störungen vom Netz und Einschaltspitzen von S1 werden vom Varistor R9 und dem Hochspannungskondensator C19 unterdrückt. Außerdem sind die vier Gleichrichterioden mit Kondensatoren überbrückt, so daß die Betriebsspannungsleitungen für die OpAmps sozusagen vom Rauschen befreit sind.

Der Kopfhörerverstärker kann nur dann optimal funktionieren, wenn sowohl die Bauteile als auch das Platinen-Layout von allererster Sahne sind.

Den Bestückungsplan finden Sie in Bild 2. Das Layout befindet sich im Layout-Extrablatt.

Wie schon erwähnt, kann man den Kopfhörerverstärker in den PREAMP einbauen. Dann wird das  $\pm 15$ -V-Netzteil aus den

Rohspannungen des PREAMP-Netzteils gefüttert ( $\pm 18,5$  V über C9/C10). Die Eingangspotis des Kopfhörerverstärkers können an die Ausgänge der ICs 4 und 4' des PREAMP gelegt werden.

Die Leistungsoperationsverstärker IC1 und IC2 im Kopfhörerverstärker sollte man kühlen. Dazu gibt es spezielle Kühlkörper, die einfach auf die Kunststoffgehäuse geklebt werden. Die Serienregler T1 und T2 kommen ohne Kühlkörper aus. Außerdem schirmt man die beiden Kanäle gegeneinander und gegen das Netzteil ab. Dazu werden zwei Stücke aus Messing oder Weißblech zurechtgeschnitten, auf die gestrichelten Linien gesetzt und an den Lötstiften festgelötet.

Schließlich einige Daten unseres Prototyps bei einer Verstärkung von 6 und

einer Ausgangsspannung von 6 V<sub>eff</sub>:  
 Gesamtklirrfaktor: 0,0025% (100 Hz);  
 0,003% (1 kHz); 0,011% (10 kHz)  
 Rauschabstand: > 80 dB  
 Frequenzgang:  $\pm 0,4$  dB von 10 Hz bis  
 20 kHz

