

Schaltungen

rund um die

Audiotechnik

Elektor-Verlag, Aachen

© 2004 Elektor-Verlag GmbH, 52072 Aachen

Die in diesem Buch veröffentlichten Beiträge, insbesondere alle Aufsätze und Artikel sowie alle Entwürfe, Pläne, Zeichnungen und Illustrationen sind urheberrechtlich geschützt. Ihre auch auszugsweise Vervielfältigung und Verbreitung ist grundsätzlich nur mit schriftlicher Zustimmung des Herausgebers gestattet.

Die Informationen im vorliegenden Buch werden ohne Rücksicht auf einen eventuellen Patentschutz veröffentlicht. Die in diesem Buch erwähnten Software- und Hardwarebezeichnungen können auch dann eingetragene Warenzeichen sein, wenn darauf nicht hingewiesen wird. Sie gehören den jeweiligen Warenzeicheninhabern und unterliegen gesetzlichen Bestimmungen.

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag, Herausgeber und Autor können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen. Für die Mitteilung eventueller Fehler sind Verlag und Autor dankbar.

Umschlaggestaltung: Ton Gulikers, Segment, Beek (NL)

Satz und Aufmachung: Jürgen Treutler, Headline, Aachen

Druck: Veiters, Riga (LV)

Printed in Latvia
049005-1/D

ISBN 3-89576-152-4

1. Auflage, 2004

Elektor-Verlag GmbH, Aachen

www.elektor.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1. Vorverstärker	7
1.1 Mikrofonverstärker mit Röhren (klassischer Aufbau, der HiFi-Kriterien genügt)	9
1.2 Stereo-Mikrofonvorverstärker (für den professionellen Einsatz im Tonstudio)	12
1.3 Rauscharmer Mikrofonvorverstärker (geringer Aufwand – hoher Rauschabstand)	22
1.4 Symmetrischer Mikrofonvorverstärker (speziell für dynamische Mikrofone)	24
1.5 MD/MC-Vorverstärker für PC-Soundkarten (vom Plattenspieler zum CD-Brenner)	26
1.6 Audio-Eingangsmodule (Alternative zu konventionellen Drehschaltern)	39
2. Endstufen	41
2.1 Gigant 2000 (Hochleistungs-PA-Endstufe in HiFi-Qualität)	43
2.2 50-W-Klasse-H-Endstufe (hohe Leistung für den portablen Einsatz)	104
2.3 100-W-Endstufe (leistungsfähige Endstufe mit einem IC)	114
2.4 Kleine Qualitätsendstufe (schneller, kompakter 50-W-High-Endverstärker)	118
2.5 Surround-Sound-Endverstärker (PC-Karte mit sechs Kanälen)	133
2.6 Carbooster-Adapter (Audio-Kleinkraftwerk mit optimalem Klang)	145
2.7 NF-Verstärker 2 × 11 W Stereo oder 22 W Mono (einfacher Aufbau mit dem TDA1519C)	149
2.8 MC-Wiedergabeverstärker (HiFi-tauglich für hochwertige Kassettenlaufwerke)	152
2.9 PC-SoundAmp (Mini-Verstärker mit 2 mal 180 W _{PMPO})	155

3. Sonstiges	165
3.1 OSCAR (hochwertiger Stand-alone-MP3-Player)	167
3.2 Filter für aktive Subwoofer (einfach, aber effizient)	211
3.3 Einfaches Zweiwegesystem (vereinigt ein Minimum an Material mit guten Klangeigenschaften)	213
3.4 Wall Box (unauffällige Wandbox in guter Qualität)	216
3.5 A4-Monitor (kompakt gebaut, für optimalen Hörgenuss)	225
3.6 AGC für Multimedia-Boxen (verhindert große Pegelsprünge)	238
3.7 Stereo-Mikrofon für Soundkarte (ermöglicht den Anschluss eines Stereo-Mikrofons an die Line-Eingänge der Soundkarte)	247
3.8 Sprachfilter (verändert die Qualität der menschlichen Stimme)	254
3.9 Präsenzfilter (hebt und senkt den Präsenzbereich eines Signals)	256
3.10 Panoramasteller mit konstanter Lautstärke (verteilt ein Monosignal auf zwei Ausgangskanäle)	258
3.11 Übersteuerungssicherung (einfache, aber effektive Überspannungssicherung für Endstufen und aktive Lautsprecher)	260
3.12 IR-Receiver für Glasfaser-Leitung (Empfänger dieses alternativen Signaltransports)	262
3.13 IR-Transmitter für Glasfaser-Leitung (Sender dieses alternativen Signaltransports)	265

Vorwort

Der Begriff „Audio“ leitet sich vom lateinischen Wort *audire* (= hören) ab. Und konsequenterweise versteht man unter Audiotechnik alles, was sich mit der (qualitativ möglichst hochwertigen) Klangwiedergabe beschäftigt. Im vorliegenden Buch wollen wir diesen Begriff weiter fassen und in erster Linie Dinge zur Sprache bringen, die notwendig sind, damit hörenswerte Aufnahmen überhaupt entstehen können.

Mikrofone und Verstärker müssen zueinander passen oder aneinander angepasst werden. In den meisten Fällen geht das am einfachsten mit speziellen Mikrofon-Vorverstärkern, die den Signalpegel soweit anheben, dass er mit einem gewöhnlichen Line-In-Eingang des Verstärkers oder der Soundkarte weiterverarbeitet werden kann. Hier finden Sie bezahlbare und anspruchsvolle Lösungen für *Mikrofon-Vorverstärker*.

Ergänzungen zu Soundkarten beheben einen prinzipiellen Widerspruch, den viele Klangbastler beim Experimentieren mit Soundkarten wohl schon selbst erlebt haben. Zum einen bietet der PC mit seiner Soundkarte kreative Möglichkeiten, für die vor nicht allzu langer Zeit der Besuch eines professionellen Tonstudios unumgänglich gewesen ist. So kann man allein per Software das Tempo eines Musikstücks beschleunigen oder verlangsamen, ohne die Tonhöhe zu verändern (und umgekehrt). Ein weiteres Beispiel ist das Ausfiltern von Störgeräuschen per Software. Auf der anderen Seite bringen es Kostendruck und Massenfertigung mit sich, dass gewöhnliche Soundkarten nur mit einfachsten Verstärkern und Wandlern ausgestattet sind. Der Vielzahl der kreativen Möglichkeiten steht deshalb schnell ein dickes Fragezeichen bei der Qualität gegenüber. Zusatzschaltungen für Ein- oder Ausgangsverstärker können hier Abhilfe schaffen.

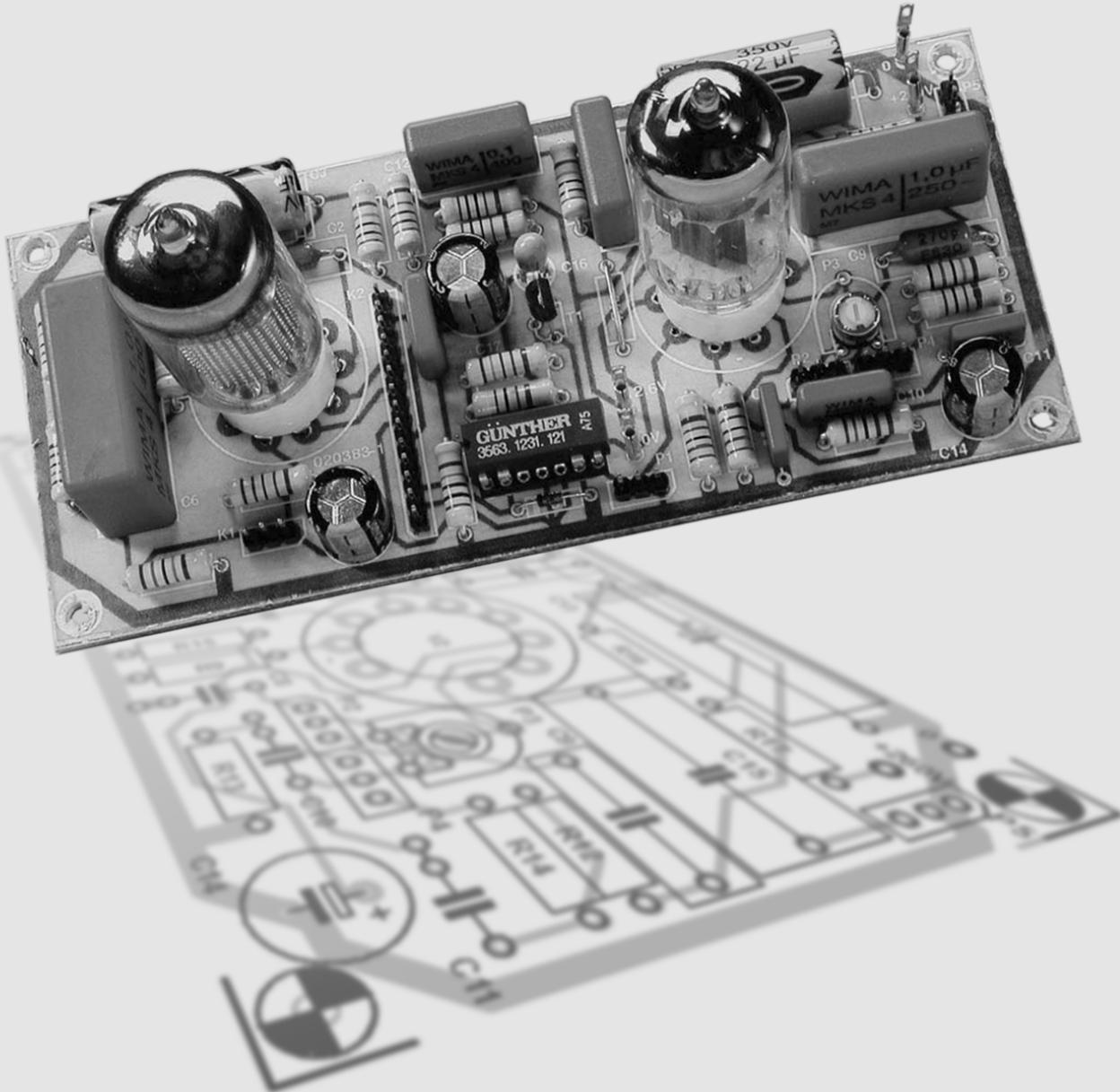
Während bei der häuslichen Audio-Anlage Wohlklang und Hörgenuss im Mittelpunkt stehen, geht es beim Testhören von Aufnahmen um Genauigkeit und Transparenz; kurz gesagt: Gnadenlosigkeit geht vor Wohlklang, damit bei der Hörkontrolle auch kleine Ungenauigkeiten wahrgenommen werden. In vielen Fällen will man das Aufnahme-Equipment auch leicht transportieren können, deswegen dürfen Monitorboxen nicht zu unhandlich sein. In dieses Buch haben wir Bauvorschläge für *Endverstärker* und *Boxen* aufgenommen, die sich für derartige *Monitor*-Anwendungen besonders eignen. Der Leistungsverstärker Gigant 2000, der genügend Power für *Veranstaltungssäle*, *Diskos* und *Theater* bietet, rundet das Angebot ab.

Das vorliegende Buch enthält eine Sammlung von Artikeln aus der Monatszeitschrift Elektor. Eingeteilt in die drei Rubriken „Vorverstärker“, „Endstufen“ und „Sonstiges“ (darunter Boxen-Bauvorschläge), werden sehr vielfältige technische Ansätze beschrieben und diskutiert, und wer Elektor kennt, der weiß, dass dies in sehr konkreter Weise geschieht: Die Theorie kommt nur soweit zu Wort, wie sie für das Verständnis erforderlich ist. Schnell folgt alles, was zur Verwirklichung der Idee notwendig ist, genaue Baupläne mit Platinenlayout, Stückliste und Bestückungsplan, Aufbauanleitung, Beschaffungshinweise für schwer erhältliche Bauteile, Abgleichhinweise usw. Da bleibt kein Gedanke im Grundsätzlichen stecken; jedes der angesprochenen Themen wird bis zum getesteten Bauplan weiterverfolgt.

Und gerade im oben angesprochenen Bereich sind Fertiggeräte wegen ihrer vergleichsweise geringen Stückzahlen recht teuer. Insofern lohnt der Selbstbau hier ganz besonders, und so manche Initiative einer jungen Band, eines Schultheaters oder Kammermusikensembles ist überhaupt nur auf diese Weise zu finanzieren.

Kapitel 1

Vorverstärker



1.1 Mikrofonverstärker mit Röhren

Dr. Götz Corinth

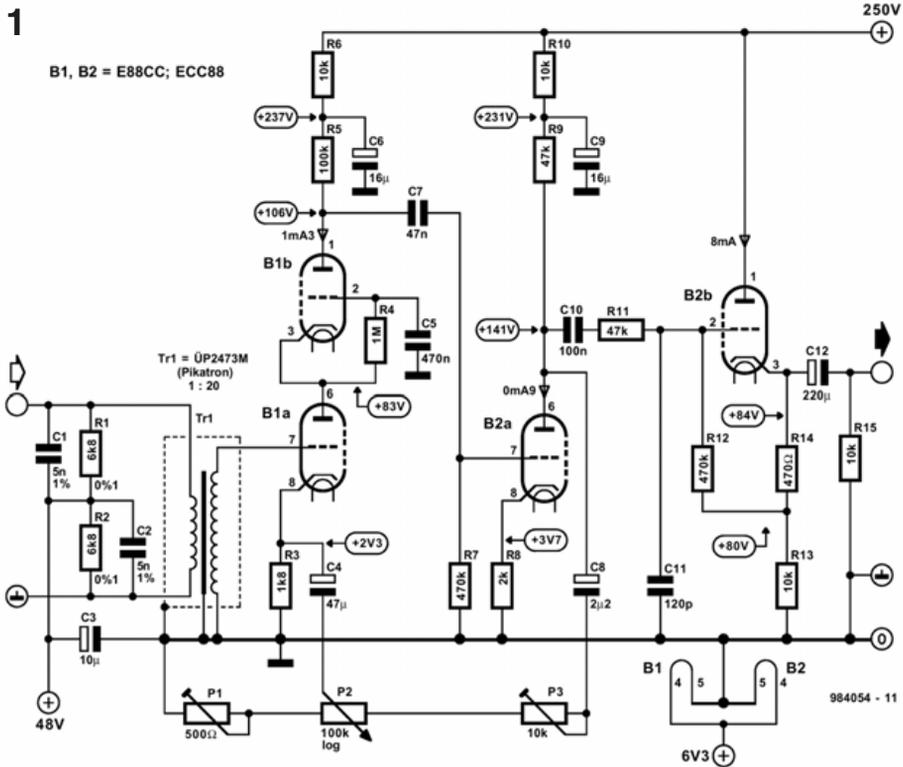
Es ist schon ein merkwürdiges Phänomen, dass in Zeiten hochentwickelter Halbleitertechnik und digitaler Tonaufzeichnung röhrenbestückte Audiogeräte einen Aufschwung erleben. Eine Bauanleitung mit Röhren sollte allerdings auch die Vorteile dieser Bauteile ausnutzen und sich um mehr als nur der Höhe der Versorgungsspannung von einer Transistorschaltung unterscheiden.

Bei der Schaltung in *Bild 1* handelt es sich um einen Verstärker zum Anschluss eines Studiomikrofons mit oder ohne Phantomspeisung. Das Eingangssignal gelangt vom Mikrofon zur Primärwicklung eines hochwertigen Eingangsübertragers der Firma Pikatron (in 61250 Usingen) mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:20.

Die Sekundärwicklung steuert die erste Verstärkerstufe mit B1a/1b. Die als Kaskode geschaltete Serienröhre E88C (oder ECC88) vereinigt den Vorteil der hohen Verstärkung einer Pentode mit dem niedrigen Eigenrauschen einer Triode. Die Gittervorspannung des „oberen“ Systems entsteht durch den Anlaufstrom an einem sehr hohen Gitterableitwiderstand, so dass die Probleme der oftmals schwierigen Arbeitspunkteinstellung derartiger Stufen entfallen. B2a wirkt als Nachverstärker und gibt das Signal an die Ausgangsstufe B2b weiter. Dieser Kathodenverstärker sorgt für einen sehr niedrigen Ausgangswiderstand.

Die Spannungsversorgung erfolgt durch ein klassisch ausgelegtes Röhrennetzteil, wobei für die Röhrenheizungen eine von einem dreibeinigen einstellbaren Spannungsregler auf 6,3 V stabilisierte Gleichspannung (Strom 0,6 A) vorzusehen ist. Die nicht unbedingt stabilisierte, aber gut gesiebte Anodenspannung beträgt 250 V bei 15 mA.

Der Aufbau des Röhrenvorverstärkers ist unkritisch, wenn die üblichen Gesichtspunkte für hochverstärkende NF-Geräte wie korrekte Nullung, kapazitätsarme Verbindung zur Sekundärseite des Übertragers und somit zum Gitter von B1a eingehalten werden. Die Anforderungen hinsichtlich der Belastbarkeit der Widerstände und Kondensatoren ergeben sich aus den Spannungs- und Stromangaben im Schaltbild. Die errechneten Werte nicht zu knapp auslegen! Mit dem Trimpoti P1 wird eine Verstärkung von $A = 80$ dB eingestellt, mit P3 von $A = 40$ dB, jeweils am entsprechenden Endanschlag von P2.



Der Widerstandsteiler lässt sich auch durch Festwiderstände ersetzen, und zwar durch 130 W für P1, 8640 W für P3 und 549 W, 9760 W, 68100 W und 24100 W für P2. An den Knoten kann man dann feste 10-dB-Verstärkungsstufen zwischen 40 dB und 80 dB wählen. Der Mikrofonverstärker genügt nicht nur den eher laschen Bewertungskriterien der HiFi-Branche, es wurden bei der Entwicklung und der Schlussmessung am Mustergerät (Quellimpedanz 200 W, Lastwiderstand 5 kW) die strengen Regeln der kommerziellen Elektroakustik angewandt. Das Ergebnis: Siehe folgende Messwertetabelle.

