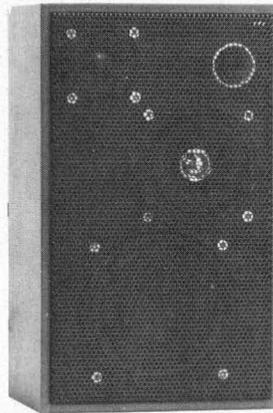


Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30



Drei integrierte Leistungsverstärker mit vorgeschalteten elektronischen Filtern sowie ein eingebautes Leistungsnetzteil, bilden in Verbindung mit drei hochwertigen Lautsprechersystemen die wesentlichen Komponenten dieser im ELV-Labor entwickelten außergewöhnlichen HiFi-Aktivbox mit kompakten Abmessungen.

Durch die Verwendung von modernsten Bauelementen neuester Technologien, die auch in der Industrie in Großserie eingesetzt werden, ist der Nachbau trotz der komfortablen und kompromißlosen Konzeption erstaunlich günstig möglich.

Allgemeines

Auf die Entwicklung der hier vorgestellten Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox darf das ELV-Team wohl zu Recht mit Stolz blicken. Nachfolgend die herausragenden Daten in Kurzform:

- 3 unabhängige HiFi-Lautsprechersysteme,
- 3 unabhängig voneinander arbeitende Leistungsendstufen,
- elektronische aktive Frequenzweiche, bestehend aus 3 hochwertigen elektronischen Filtern,
- zusätzlicher vorgeschalteter Gesamtfrequenzbereichsfilter mit Vorverstärker,
- eingebautes 220 V Leistungsnetzteil,
- Gesamtsinusdauerleistung der Endstufen: ca. 30 W,
- integrierter Überlastungsschutz,
- integrierter Überhitzungsschutz,
- integrierter Kurzschlußschutz,
- Leistungsbandbreite der Gesamtbox: 60 Hz bis 18 kHz,
- eingebauter Baßreflexkanal zur Steigerung der Klangfülle im Baßbereich,
- 3 eingebaute Klangregler zur individuellen Anpassung der Lautstärke von Baß-, Mittel- und Hochtonbereich,
- umschaltbare Eingangsempfindlichkeit zur wahlweisen Ansteuerung, entweder durch einen Lautsprecheranschluss oder durch den Ausgang eines Vorverstärkers,
- Abmessungen: Breite: 155 mm, Höhe: 260 mm, Tiefe: 130 mm,
- Gewicht: ca. 3 kg
- Bruttovolumen: 5,2 l
- Nettovolumen: ca. 3,0 l

Vorstehende Ausführungen lassen erkennen, daß es sich in der Tat um eine außergewöhnliche Lautsprecherbox handelt, bei deren Entwicklung keinerlei Kompromisse eingegangen wurden.

Bevor wir auf die näheren schaltungstechnischen und konstruktiven Einzelheiten eingehen, wollen wir zunächst auf das Prinzip und die Vorteile einer Aktiv-Lautsprecherbox eingehen.

Das Prinzip einer Aktiv-Box

Wie dem engagierten Hobby-Elektro-Akustiker bekannt ist, stellt auch heute noch die Umwandlung des elektrischen NF-Signales in ein akustisches Signal über die Lautsprecherbox, das schwächste Glied in der Übertragungskette von NF-Signalen dar.

Es vergeht kaum ein Jahr, in dem von seiten der Lautsprecherindustrie nicht „sensationsvolle“ Neuentwicklungen angekündigt und vorgestellt werden, die erhebliche Verbesserungen verheißen. Was letztlich davon übrig bleibt, ist vergleichsweise wenig. Schaut man sich die Konstruktion von hochwertigen Lautsprechersystemen einmal näher an, so ist der wesentliche und prinzipielle Aufbau heute nicht nennenswert anders als vor 20 Jahren. Gravierende Veränderungen, die sich zudem am Markt durchgesetzt und bestehende Systeme verdrängt haben, hat es nicht gegeben.

So ist auch heute ein sorgfältig dimensioniertes und präzise gefertigtes elektrodynamisches Lautsprechersystem in konventioneller Bauweise das Kernstück der meisten Lautsprecherboxen. Zur Verbesserung der Übertragungsbandbreite setzt man häufig mehrere Systeme nebeneinander ein. Jedes Lautsprechersystem hat hierbei einen bestimmten eingegrenzten Frequenzbereich zu übertragen, für den es speziell ausgelegt wurde. Neben Systemen mit zwei Wegen dürften die meiste Verbreitung wohl die 3-Wege-Lautsprecherboxen gefunden haben. Hierbei wird das NF-Signal in 3 Frequenzbereiche aufgeteilt. Dem Baßlautsprecher werden nur die Frequenzen unterhalb

1 kHz zugeführt, dem Mitteltonlautsprecher die Frequenzen zwischen 1 kHz und 5 kHz und dem Hochtonlautsprecher die Frequenzen oberhalb 5 kHz. Die Trennfrequenzen können selbstverständlich den Erfordernissen angepaßt werden.

Damit die elektrischen und akustischen Eigenschaften einer HiFi-Box verbessert werden können, ist es erforderlich, die Schwachstelle eines Passiv-Box zu untersuchen, um auf diese Weise zu sinnvollen, d. h. hörbaren Verbesserungen zu gelangen.

Diese Schwachstelle stellt in einer Passiv-Box die Frequenzweiche dar, die trotz modernster Technik, genauester Dimensionierung und sorgfältigster Verarbeitung einer weiteren Verbesserung im Wege steht.

Die zur Aufteilung des NF-Signales in 3 Teilbereiche erforderliche Frequenzweiche, befindet sich nach herkömmlicher Bauweise zwischen dem Ausgang eines Leistungsverstärkers und den drei Lautsprecherchassis. Diese weit verbreitete Konstruktionsweise hat jedoch folgende Nachteile.

1. Erhebliche Verluste in der Weiche, die im Bereich von 50 % und mehr liegen können. Hierdurch wird die nutzbare Verstärkerleistung entsprechend reduziert, so daß von 50 W abgegebener Verstärkerleistung u. U. nicht einmal 25 W tatsächlich an den Lautsprechern anliegen.
2. Keine einwandfreie Trennung des Frequenzbereiches durch die Toleranzen der Komponenten der Frequenzweiche, die durch die zu übertragende Leistung mehr oder weniger stark belastet werden.
3. Keine ausreichende Entkoppelung der verschiedenen Lautsprechersysteme, dadurch unerwünschte Rückwirkungen zwischen den Lautsprechern.

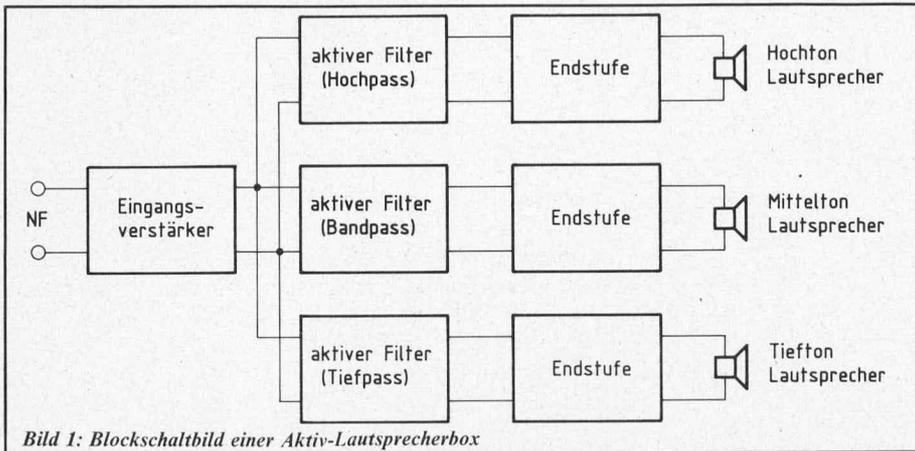


Bild 1: Blockschaltbild einer Aktiv-Lautsprecherbox

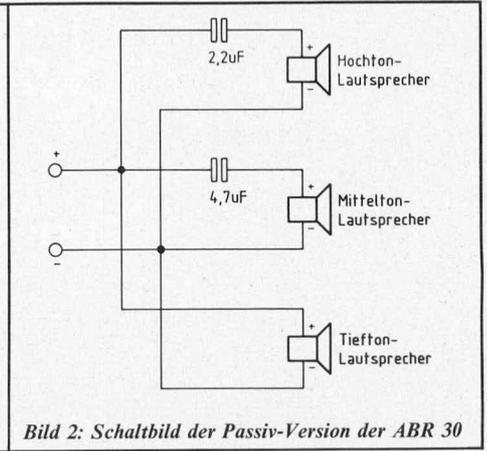


Bild 2: Schaltbild der Passiv-Version der ABR 30

4. Keine optimale Bedämpfung der Lautsprecher durch den Verstärker, da sich die Frequenzweiche zwischen dem Verstärker und den Lautsprechern befindet.
5. Ungünstige Leistungsbilanz, die durch den nicht optimalen, frequenzabhängigen Abschluß des Verstärkers zu erklären ist.
6. Keine sauberen Ein- und Ausschwingvorgänge in dem von den Elementen der Frequenzweiche und den Lautsprechern gebildeten RLC-Netz. Dieses Problem ist besonders gravierend bei der Übertragung von impulsförmigen Klangeffekten.

Vorgenannte Probleme und Nachteile einer passiven Lautsprecherbox sind auf die Tatsache zurückzuführen, daß sich zwischen dem Ausgang des Verstärkers und den Lautsprechern ein RLC-Glied (die Frequenzweiche) befindet. Abhilfe kann dadurch geschafft werden, daß der Lautsprecher direkt am Ausgang des Verstärkers angeschlossen wird. Da wiederum ein einziger Lautsprecher nicht den gesamten Frequenzbereich von 60 bis 18000 Hz abstrahlen kann, wird für jeden Lautsprecher ein separater Verstärker erforderlich. Die Aufteilung der Frequenzbereiche findet dann vor den Leistungsverstärkern, d. h. im Bereich der Vorverstärker statt.

In Bild 1 ist der prinzipielle Aufbau einer hochwertigen Aktiv-Box dargestellt, nach dem auch die ELV ABR 30 arbeitet.

Die aus 3 aktiven elektronischen Filtern bestehende Frequenzweiche befindet sich, wie bereits erwähnt, bei den Aktiv-Boxen im Bereich der Vorverstärker. Da die hier zu verarbeitenden Leistungen vergleichsweise minimal sind, kann der Aufbau von präzisen elektronischen Filtern mit einfachen Mitteln erfolgen.

Jeder der 3 elektronischen Filter steuert eine separate Endstufe an, deren Ausgang wiederum direkt und ohne störende Zwischenglieder jeweils einen eigenen Lautsprecher treibt.

Auf den ersten Blick erscheint diese erhebliche Verbesserung der Wiedergabequalität durch eine Aktiv-Box recht aufwendig; statt einem Verstärker pro Kanal werden 3 Endstufen benötigt! Berücksichtigt man jedoch die außerordentlich günstige Leistungsbilanz einer Aktiv-Box, die sich aus dem direkten und optimalen Anschluß der

Endstufen an die Lautsprecher ergibt, sieht die Frage der Wirtschaftlichkeit viel besser aus. Um den gleichen Schalldruck (Lautstärke) durch eine Aktiv-Box zu erreichen, benötigt man, je nach Art der eingesetzten Frequenzweiche, teilweise nicht einmal 50% der Verstärkerleistung als bei einer Passiv-Box!

Nach diesen Überlegungen erkennt man leicht, daß Aktiv-Boxen nicht nur in der Klangqualität, sondern zum Teil auch in der Wirtschaftlichkeit den Passiv-Boxen deutlich überlegen sind.

Es ist jedoch nicht Aufgabe einer Aktiv-Box, sämtliche Funktionen eines Verstärkers zu übernehmen. Obwohl Lautstärkeregler zur Einstellung des Klangbildes vorhanden sind, werden die Regel- und Einstellvorgänge bezüglich Lautstärke, Balance, Klangbild und Signalquellenumschaltung nach wie vor von den vorgeschalteten Komponenten einer HiFi-Anlage realisiert. Der Anschluß einer Aktiv-Box erfolgt daher an den Ausgang eines speziell dafür ausgelegten Vorverstärkers, der sämtliche erforderlichen Einstellmöglichkeiten besitzt.

Da entsprechende Vorverstärker nicht in jedem Fall vorhanden sind, besitzt die ELV Aktiv-Box ABR 30 eine Umschaltung zur Anpassung der Eingangsempfindlichkeit an „normale“ Endstufenausgänge. Sie kann daher auch ohne weiteres direkt an den Lautsprecherausgang einer bereits bestehenden HiFi-Anlage angeschlossen werden. Auf diese Weise kommt man ohne nennenswerte Änderungen an seiner HiFi-Anlage gleichfalls in den Genuß einer Aktiv-Box. Die Vorteile bleiben auch in letztgenanntem Fall uneingeschränkt erhalten.

Doch kommen wir nun zur detaillierten Beschreibung der ELV Aktiv-Box ABR 30.

Die ELV ABR 30

Der grundsätzliche Aufbau und die prinzipielle Funktionsweise einer hochwertigen Aktiv-Box, wie sie auch die ELV ABR 30 darstellt, wurde weiter vorstehend ausführlich beschrieben. Im wesentlichen besteht die ELV Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30 aus vier Funktionseinheiten.

1. Stabiles verwindungssteifes Lautsprechergehäuse mit kunststoffbeschichteter mattbrauner Oberfläche sowie Front- und Rückplatte mit bereits eingearbeiteten Lautsprecheraussparungen.

2. 3 hochwertige leistungsstarke HiFi-Lautsprecherchassis mit großzügig dimensioniertem Permanentmagneten.
3. Elektronikeinheit mit Vorverstärker, elektronischen Filtern und 3 Leistungsstufen.
4. Leistungs-Netzteil 220 V \approx / 20 V =.

In Bild 2 ist eine kleine Schaltung dargestellt, die zeigt, wie sich aus den vorstehenden Positionen 1 und 2 sowie Hinzufügen von 2 Tonfrequenzkondensatoren, bereits eine konventionelle Passiv-HiFi-Lautsprecherbox aufbauen läßt, die aufgrund der qualitativ hochwertigen Lautsprechersysteme auch gehobenen Ansprüchen genügt.

Der Aufbau wird im weiteren Verlauf dieses Artikels noch näher beschrieben.

Durch Hinzufügen der Filter/Verstärker-einheit sowie des Leistungsnetztes, wird aus der Passiv-Box eine hochwertige Aktiv-Box, die aufgrund der eingangs näher spezifizierten herausragenden Daten, auch hohen Ansprüchen genügt.

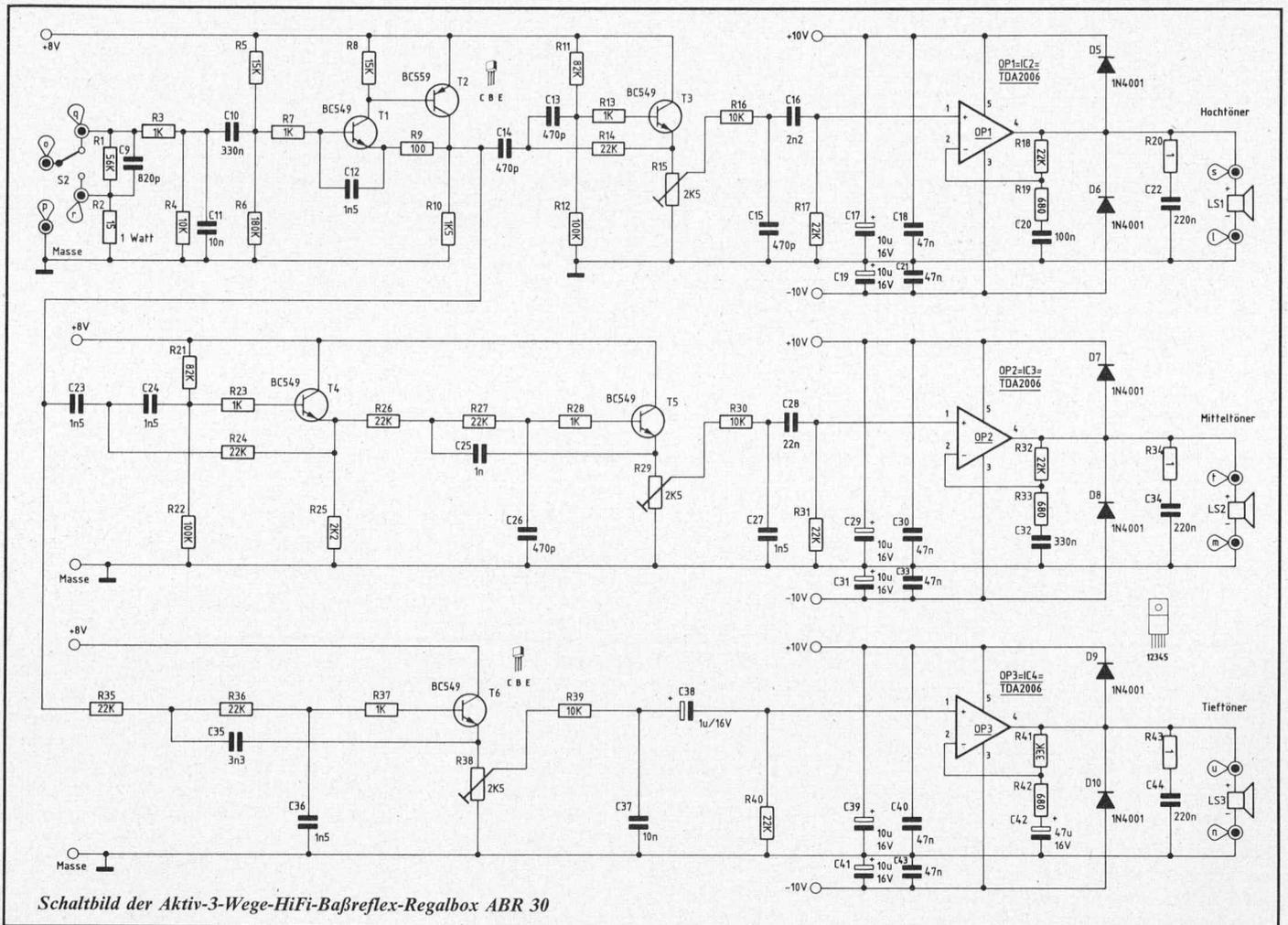
Nachfolgend wollen wir die komfortable elektronische Schaltung von Filter/Verstärker mit dazu passendem Leistungsnetzteil näher beschreiben.

Zur Schaltung

Das NF-Eingangssignal gelangt über den Schalter S 2 (eingezeichnete Schaltstellung) auf den Spannungsteiler R 3/R 4. In Verbindung mit dem Kondensator C 11 wird damit gleichzeitig ein Tiefpaß-Filter realisiert, der die obere Grenzfrequenz des Vorverstärkers festlegt. R 1/C 9 stellen eine zusätzliche geringfügige Eingangslast dar, die zur Stör- und Rauschunterdrückung dient.

Durch den eingebauten rauscharmen Vorverstärker reichen auch kleine Eingangssignale, wie sie von entsprechenden Vorverstärkern abgegeben werden, zur Ansteuerung dieser Aktiv-Box.

Wird der Schalter S 2 in die entgegengesetzte Position gebracht, ist der Eingang der Aktiv-Box für die Ansteuerung über „normale“ Lautsprecherausgänge vorbereitet. R 2 stellt jetzt eine leichte Belastung des Lautsprecherausganges des zur Ansteuerung dienenden Verstärkers dar. Der ursprünglich nur gering abschwächende Spannungsteiler R 3/R 4 wird jetzt um den Reihenwiderstand R 1 erweitert, wodurch sich eine kräftige Signalabschwächung um



Schaltbild der Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30

ca. 20 dB ergibt (die Belastung durch R 5/R 6 darf hierbei nicht vergessen werden).

Über C 10 gelangt anschließend das NF-Signal auf den Eingang des Vorverstärkers. Dieser Verstärker besteht aus den Transistoren T 1, T 2, den Widerständen R 5 bis R 10 sowie dem Kondensator C 12.

In Verbindung mit den beiden Widerständen R 5, R 6 stellt der Kondensator C 10 ein Hochpaß-Filter dar, mit dem die untere Grenzfrequenz des Vorverstärkers festgelegt wird. Zusätzlich dienen R 5/R 6 zur Einstellung des Gleichspannungsarbeitspunktes des Vorverstärkers.

Das um genau 20 dB verstärkte NF-Signal steht anschließend am Kollektor von T 2 gefiltert und rauscharm zur Verfügung.

Von hieraus wird es auf die 3 zur Frequenzaufteilung dienenden elektronischen Filter weiterverteilt.

Bei den einzelnen Filtern handelt es sich um aktive elektronische, in rauscharmer Technik aufgebaute aktive Filter, mit einer Steilheit von 6 dB/Oktave.

R 35 bis R 38, C 35, C 36 sowie T 6 stellen einen Tiefpaß-Filter mit einer oberen Grenzfrequenz von 1 kHz dar, der im Signalweg zum Baßlautsprecher eingefügt wurde. Die tiefen Frequenzen können somit ungehindert mit voller Amplitude den Filter passieren, während oberhalb 1 kHz eine starke Signalabschwächung entsprechend der Filtercharakteristik vorgenommen wird.

Ein ähnlicher Tiefpaß, bestehend aus R 26 bis R 29, C 25, C 26 sowie T 5 befindet sich im Signalweg zum Mitteltonlautsprecher. Der Unterschied liegt lediglich in einer höheren Grenzfrequenz, die im vorliegenden Fall bei 5 kHz angesiedelt ist. Dieser Filter überträgt somit alle Frequenzen unterhalb 5 kHz mit voller Amplitude, während höhere Frequenzen abgeschwächt werden. Diesem Filter ist noch ein weiterer Filter mit Hochpaß-Charakteristik vorgeschaltet, der aus den Bauteilen C 23, C 24, R 21 bis R 25 sowie T 4 besteht. Die Eckfrequenz liegt bei 1 kHz.

Durch die Reihenschaltung der mit T 4 und T 5 sowie Zusatzbeschaltung aufgebauten beiden Filter, wird ein sogenannter Bandpaß realisiert, der im vorliegenden Fall Frequenzen im Bereich von 1 kHz bis 5 kHz ungehindert passieren läßt, während unterhalb 1 kHz und oberhalb 5 kHz eine Signalabschwächung stattfindet.

Im Signalweg zum Hochtöner ist ein Hochpaß-Filter eingefügt, der aus den Bauelementen C 13, C 14, R 11 bis R 15 sowie T 3 besteht. Da die Eckfrequenz bei 5 kHz angesiedelt ist, werden alle Frequenzen oberhalb 5 kHz mit voller Amplitude übertragen, während unterhalb 5 kHz die uns bereits bekannte Signalabschwächung vorgenommen wird.

Dem interessierten Hobby-Elektroniker wird jetzt sicherlich schon aufgefallen sein, daß dort, wo der Übertragungsbereich des Baßbereiches (1 kHz) endet, der Bereich für die Mitten beginnt. Wo dieser wiederum bei 5 kHz endet, fängt der Übertragungsbe-

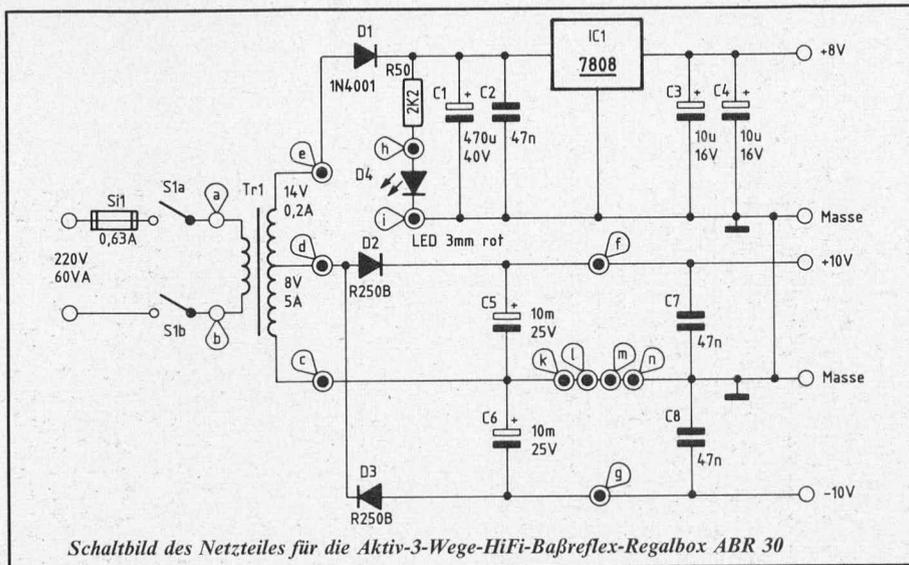
reich des Hochtöners an. Auf diese Weise haben wir eine nahtlose Übertragung des gesamten NF-Spektrums erreicht. Da bei den sogenannten Eckfrequenzen kein abrupter Übertragungsabbruch stattfindet, sondern fließende Übergänge auftreten, können geringfügige, in den üblichen Toleranzen liegende Bauteilabweichungen vernachlässigt werden, so daß ein Abgleich der Filterfrequenzen in der hier vorliegenden Schaltungskonzeption nicht erforderlich ist.

An jedem der drei Filterausgänge befindet sich ein Trimmer zur Lautstärkeeinstellung des betreffenden Signalweges. Auf diese Weise kann die Klangfarbe der ELV-Aktiv-Box ABR 30 in weiten Grenzen eingestellt werden. R 15 dient zur Beeinflussung der Höhen, R 29 der Mitten und R 38 der Tiefen (Bässe).

Bevor das NF-Signal des Tieftonbereiches auf den Eingang des entsprechenden Leistungs-Endverstärkers (Pin 1 des IC 4) gelangt, passiert es vom Mittelabgriff des Trimmers R 38 kommend, zunächst einen weiteren Tiefpaß (R 39, C 37) sowie einen Hochpaß (C 38/R 40). Hier werden zusätzlich unerwünschte Rausch- und Störanteile herausgefiltert.

IC 4 stellt mit seiner Zusatzbeschaltung einen hochwertigen HiFi-Leistungsverstärker dar, der mit nur wenigen externen Bauelementen auskommt.

R 41 und R 42 legen die Verstärkung fest, wobei C 42 zur gleichspannungsmäßigen Entkoppelung dient. Auf diese Weise stellt



Schaltbild des Netzteiles für die Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30

sich der Arbeitspunkt automatisch ein, der über R 40 und den zweiten Differenzgang auf Schaltungsmasse (Mittelpunkt) liegt.

C 39 bis C 43, C 49 sowie D 9 und D 10 dienen zur Schwingneigungsunterdrückung und Stabilisierung der Versorgungsspannung im Hinblick auf hochfrequente Einstreuungen. R 43/C 44 dienen zusätzlich der Schwingneigungsunterdrückung.

Durch die symmetrische Spannungsversorgung kann der Baßlautsprecher ohne Übertrager und ohne Ausgangs-Elko direkt an den Verstärkeranschluss (Pin 4 des IC 4) angeschlossen werden. Auf diese Weise ergibt sich eine optimale Ansteuerung des Lautsprechers durch den Leistungsverstärker.

Die Endstufen zur Ansteuerung des Mittel- und Hochtonlautsprechers sind, von geringfügigen Dimensionierungsunterschieden einmal abgesehen, identisch aufgebaut.

Sie weisen alle die gleiche großzügige Sinusausgangsdauerleistung von ca. 10 W auf. Im Hinblick auf den Mittel-, besonders aber den Hochtonlautsprecher, ist diese Leistung reichlich bemessen. Gerade im Hochtonbereich trägt diese Überdimensionierung jedoch entscheidend zur Reduzierung des Klirrfaktors bei. Bei großen Lautstärken ist allerdings darauf zu achten, daß der Hochtöner nicht überlastet wird. Bei den üblicherweise in der Musik vorkommenden Frequenzverteilungen ist eine Überlastung auch bei großen Lautstärken im allgemeinen nicht zu erwarten, zumal durch die hochwertigen elektronischen Filter schädliche tiefe Frequenzen vom Mittel- und Hochtonlautsprecher zuverlässig ferngehalten werden.

Zum Betrieb der Verstärker ist eine symmetrische Versorgungsspannung erforderlich. Dies hat, besonders im Baßbereich, den entscheidenden Vorteil, daß der Lautsprecher direkt, also ohne Elko bzw. NF-Übertrager, an die Leistungsstufe angeschlossen werden kann. Wie zu Beginn dieses Artikels näher beschrieben, bietet dies eine Vielzahl von Vorteilen, da die Endstufe den Lautsprecher „fest im Griff“ hat.

Die 220 V Netzwechselspannung wird durch einen großzügig bemessenen Trans-

formator auf 8 V herabgesetzt. Durch die anschließende 2fache Einweggleichrichtung wird hieraus über D 2/C 5 eine positive und über D 3/C 6 eine negative Versorgungsspannung von ca. 10 V erzeugt. Die Differenzspannung zwischen positiver und negativer Versorgungsspannung liegt somit bei 20 V. Zur näheren Erläuterung sei hier angemerkt, daß eine Wechselspannung von 8 V_{eff} einen auf Masse bezogenen Scheitelwert von $8 \text{ V} \times 1,414 = 11,3 \text{ V}$ und einen Spitze-Spitze-Wert von $U_{ss} = 22,6 \text{ V}$ aufweist. So ist es zu erklären, daß wir unter Berücksichtigung der Diodenflussspannungen von D 2 und D 3 eine Differenzspannung von rund 20 V erhalten.

Durch die großzügige Dimensionierung des Netzteiles konnte auf eine zusätzliche elektronische Stabilisierung verzichtet werden, da die Spannung auch bei voller Belastung nur geringfügigen Schwankungen unterliegt.

Zur Versorgung des Vorverstärkers und der elektronischen Filter, wird eine weitgehend brummfreie stabilisierte Versorgungsspannung von 8 V benötigt. Damit auch bei größeren Belastungsschwankungen mit Sicherheit kein Brumm eingestreut wird, besitzt der Transformator eine zusätzliche Anzapfung mit einer Spannung von 14 V, die allerdings nur mit einem geringen Strom belastet wird. Über D 1/C 1 erfolgt eine Gleichrichtung und Pufferung. Am Eingang des Festspannungsreglers IC 1 stehen ca. 20 V zur Verfügung, die je nach Belastung des Gesamtnetzteiles um mehrere Volt schwanken dürfen. Am Ausgang des IC 1 kann eine 8 V-Festspannung abgenommen werden.

Zum Nachbau

1. Passiv-Box

Für den Aufbau der Passiv-Box benötigt man folgende Einzelteile:

1. Verwindungssteifes Holzgehäuse mit Rückwand und Frontplatte, in die die Aussparungen für die drei Lautsprecherchassis eingearbeitet wurden. Da das Holzgehäuse bereits eine aparte mattbraune strapazierfähige Kunststoffbeschichtung besitzt, ist eine zusätzliche Oberflächenbehandlung nicht erforderlich.

2. 3 Lautsprecherchassis für Baß-, Mittel- und Hochtonbereich sowie 2 Tonfrequenzkondensatoren.

Zunächst werden die drei Lautsprecherchassis von vorne in die Frontplatte gesetzt. Damit ein möglichst luftdichter Abschluß erfolgt, ist vorher der Rand eines jeden Lautsprechers mit etwas Klebstoff, Silicon oder ähnlicher Dichtmasse, einzustreichen. Die Lautsprechermembranen dürfen keinesfalls mit eingestrichen werden.

Da der Magnet des Hochtonlautsprechers fast die gesamte Fläche der für den Hochtöner vorgesehenen Aussparung abdeckt, sind vor dem Einbau zwei ca. 15 cm lange isolierte flexible Anschlußleitungen an diesen Lautsprecher anzulöten.

Nachdem alle drei Lautsprecherchassis von der Frontseite her mit jeweils 4 Holzschrauben mit der Frontplatte fest verbunden wurden, kann die Verdrahtung der Lautsprecherchassis untereinander vorgenommen werden.

Zu beachten ist hierbei, daß auch die Lautsprecher eine Polarität besitzen. Die beiden Anschlüsse eines jeden Lautsprechers sind entweder mit „+“, „-“ Symbol oder einem roten Punkt gekennzeichnet. Letzterer entspricht dem „+“ Symbol. Bei der Verdrahtung hält man sich genau an das Schaltbild, wobei man zweckmäßigerweise farbige Leitungen verwendet, um ein Verwechseln der Lautsprecherpolarität zu vermeiden. Der Querschnitt sowohl der innerhalb der Lautsprecherbox verwendeten elektrischen Leitungen als auch der Zuleitung vom Verstärkeranschluss zur Lautsprecherbox, sollte möglichst 0,4 mm² oder mehr betragen.

Bei der Aktiv-Box wird für die Zuleitung vom Verstärker zum Eingang der Aktiv-Box eine abgeschirmte isolierte Zuleitung verwendet, deren Querschnitt ohne weiteres auch geringer sein kann.

In die Gehäuserückwand wird an geeigneter Stelle eine Öffnung mit einem Durchmesser von ca. 5 mm gebohrt, durch die das Zuleitungskabel geführt wird. Als Zugentlastung kann im vorliegenden Fall ohne weiteres ein Knoten in der Zuleitung dienen. Damit durch die Öffnung kein unkontrollierter Druckausgleich stattfinden kann, empfiehlt es sich, auch hier etwas Klebstoff oder Dichtmasse zu verwenden.

Als nächstes wird das Baßreflexrohr in die entsprechende Aussparung der Frontplatte eingeklebt, und zwar so, daß es bündig mit der Vorderseite der Frontplatte abschließt. Es sollte genau senkrecht nach hinten weisen. Auch hier ist darauf zu achten, daß der Rand des Baßreflex-Rohres gut abgedichtet wird, damit keine Nebenluft zwischen Frontplatte und äußerem Rand des Baßreflex-Rohres hindurchströmen kann. Der Druckausgleich zwischen dem Inneren der Lautsprecherbox und der Umgebung, sollte ausschließlich durch die Öffnung des Baßreflex-Rohres stattfinden. Sowohl Durchmesser als auch Länge wurden exakt dimensioniert, um ein optimales Klangbild dieser hochwertigen Lautsprecherbox zu erreichen.

Nun kann die Frontplatte in das Gehäuse eingesetzt werden. Die Verbindung erfolgt

mit Holzleim oder Zweikomponenten-Kleber, der nicht zu sparsam aufzutragen ist. Wichtig ist auch hier, daß die Verbindung luftdicht erfolgt. Zusätzliche Holzschrauben sind nicht erforderlich. Der Klebstoff wird zweckmäßigerweise nicht auf der Frontplatte aufgetragen, sondern auf den Innenseiten der Lautsprecherbox, damit beim Einsetzen der Frontplatte die sichtbaren kunststoffbeschichteten Kanten „sauber“ bleiben.

Die Box kann jetzt auf der Rückseite liegend bis zur Aushärtung der Klebestellen ruhen. Je nach Art des verwendeten Klebers kann dies 30 Minuten oder auch mehrere Stunden in Anspruch nehmen.

Bevor die Rückwand eingesetzt wird, ist die Box mit geringer Ansteuerleistung zunächst auf ihre einwandfreie Funktion hin zu testen.

Ist die Prüfung zur Zufriedenheit ausgefallen, kann die Rückwand mit sechs Holzschrauben montiert werden. Hierzu bohrt man an jeder der beiden Längsseiten drei Löcher mit einem Durchmesser von 1,5 mm leicht schräg nach außen weisend durch die Rückplatte, um so das Einschrauben der Holzschrauben zu erleichtern. Diese Verbindungsart hat den Vorteil, daß auch zu einem späteren Zeitpunkt eine Erweiterung zur Aktiv-Box problemlos vorgenommen werden kann, da hierzu der Austausch der Rückwand erforderlich ist. Eine bessere Verbindung ergibt sich allerdings, wenn man statt der Holzschrauben die Rückwand mit reichlich Klebstoff einsetzt, da hierdurch eine ganzflächige Verklebung der Berührungsstellen erfolgt. Der Nachteil liegt allerdings darin, daß ein Öffnen der Box nun nicht mehr möglich ist. Sollte einmal der Austausch eines Lautsprecherchassis erforderlich werden, ergibt sich hier allerdings kein Nachteil, da die Lautsprecherchassis ohnehin von der Frontseite eingesetzt werden.

Zum Gehäuse passend ist zusätzlich eine gelochte Metallabdeckung lieferbar, die je nach persönlichem Geschmack zum Schutz der Lautsprecher eingesetzt werden kann. Damit ist der Nachbau der Passiv-Box bereits beendet.

2. Aktiv-Box

Für die Erweiterung der Passiv-Box zur Aktiv-Box werden folgende Einheiten zusätzlich benötigt:

1. Verstärker/Filter-Einheit mit Leiterplatte und vollständig bearbeiteter und bedruckter Metallrückwand (wird gegen die Holzrückwand der Passiv-Box ausgetauscht und dient gleichzeitig als Kühlkörper).
2. Stromversorgungseinheit (Netzteil).

Beginnen wir zunächst mit der Beschreibung des Aufbaues der Verstärker/Filter-Platine:

Auf dieser Platine finden sämtliche Bauelemente, die für Vorverstärker, Filter und Endverstärker erforderlich sind, Platz. Die Bestückung wird in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes vorgenommen. Zunächst werden die passiven und anschließend die aktiven Bauelemente auf die Leiterplatte gesetzt und verlötet.

Zwei Besonderheiten sind hierbei allerdings zu beachten:

1. Der Schalter S 2 wird auf die Leiterbahnseite gesetzt. Die beiden Lötstifte der Punkte „q“ und „n“ werden umgebogen (in Richtung Schalteranschlüsse). Dies ist leicht möglich, da hierfür zwei dünne Lötstifte mit einem Durchmesser von 1 mm verwendet werden. Anschließend erfolgt die Verbindung zwischen Lötstiften und den beiden zugehörigen Schalteranschlüssen mit etwas Lötzinn, und zwar auf der Bestückungsseite der Leiterplatte.
2. Die drei Leistungsverstärker-IC's 2, 3 und 4 werden ebenfalls auf die Leiterbahnseite der Platine gesetzt und dort verlötet. Die genaue Positionierung ergibt sich aus der Lage der 3 Befestigungsbohrungen in der Gehäuserückwand sowie aus dem Bestückungsplan.

Über die drei in den Kühlfahnen der Leistungsverstärker-IC's befindlichen Bohrungen wird anschließend die Verbindung zwischen Verstärker/Filter-Platine und Metallrückwand vorgenommen. Da keine elektrisch leitende Verbindung bestehen darf, sind zusätzlich Glimmerscheiben und Isoliernippel entsprechend Bild 3 zu verwenden.

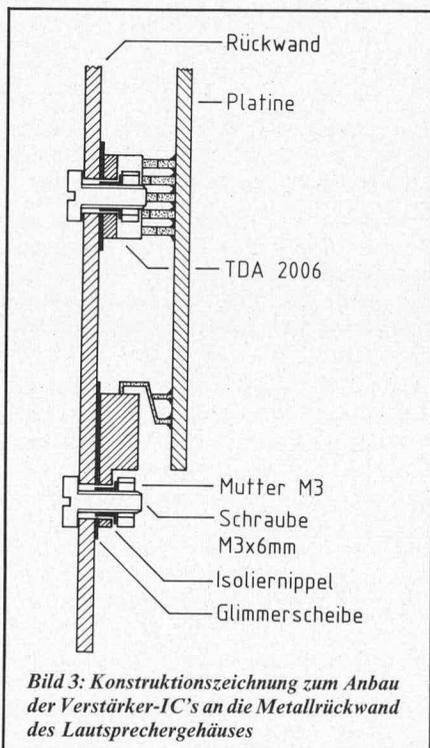


Bild 3: Konstruktionszeichnung zum Anbau der Verstärker-IC's an die Metallrückwand des Lautsprechergehäuses

Kommen wir nun zum Aufbau des Netzteiles:

Zunächst werden die beiden großen Siebelkos an der Metallrückwand befestigt. Hierzu werden von der Außenseite für jeden Elko zwei Schrauben durch die Metallrückwand gesteckt. Auf der Innenseite wird anschließend die Befestigungsschelle eines jeden Elkos darübersetzt und mit einer Mutter festgezogen.

Als nächstes wird der Netztransformator mit 4 Schrauben M 4 x 40 mm mit der Rückwand verbunden. Hierzu werden die Schrauben von der Außenseite durch die Metallrückwand geführt und von innen mit je einer Mutter M 4 festgesetzt. Eine weitere Mutter wird nun über jede der vier Schrau-

ben gedreht. Jetzt kann der Transformator über die Schrauben gesetzt werden. Die zuvor aufgesetzten Muttern M 4 werden soweit zurückgedreht, daß sie an der Unterseite des Transformatorblechpaketes fest anliegen. Der Abstand zwischen der Unterseite des Transformator-Wicklungspaketes und der Metallrückwand sollte hierbei ca. 1 mm betragen. Abschließend werden 4 weitere Muttern M 4 auf die Schrauben gedreht und dadurch der Transformator endgültig befestigt.

Dann werden Sicherungshalter und Netzschalter in die Metallrückwand eingesetzt. Die dreiadrige Netzzuleitung wird unter Verwendung einer Netzkabeldurchführung mit Zugentlastung durch die Metallrückwand geführt. Der gelb-grüne Schutzleiter ist an eine mit der Rückplatte direkt in Kontakt stehenden Lötöse anzulöten.

Die beiden anderen Adern gelangen auf den zweipoligen Netzschalter, wobei eine Ader zuvor den Einbausicherungshalter passiert, wie dies auch im Netzteilschaltbild angegeben ist.

Vom Netzschalter werden zwei weitere flexible isolierte Verbindungen mit einem Querschnitt von mind. 0,4 mm² zur Primärseite (220 V-Seite) des Netztransformators gezogen. Die Leitungen sollten kurz, jedoch nicht straff sein.

Nachdem die netzseitige Verdrahtung fertiggestellt und nochmals überprüft wurde, wenden wir uns jetzt der Verkabelung von Transformatorausgang und Gleichrichter zu.

Die im Netzteilschaltbild mit „c“, „d“ und „e“ bezeichneten Punkte, finden wir auf der Sekundärseite (Niederspannungsseite) des Transformators leicht wieder. Der im Schaltbild mit „c“ gekennzeichnete Punkt ist der Anfangspunkt der 8 V/5 A-Wicklung, die mit dickem Kupfer-Lackdraht ausgeführt wurde. Der Schaltungspunkt „d“ stellt den Endpunkt der 8 V/5 A-Wicklung dar und gleichzeitig den Anfangspunkt einer zweiten Wicklung mit einer Spannung von 6 V/0,2 A. Am Transformator ist dies leicht dadurch zu erkennen, daß zwei Kupfer-Lackdrähte unterschiedlichen Durchmessers an einen Lötstützpunkt gelegt wurden (ein dicker Draht, der 5 A-Wicklung und ein dünner Draht der 0,2 A-Wicklung). Der Anschlußpunkt „e“ stellt den Endpunkt der 6 V/0,2 A-Wicklung dar. Es ist derjenige Transformatoranschlußpunkt, an den ein einzelner, verhältnismäßig dünner Kupfer-Lackdraht der Sekundärwicklung gelötet wurde.

Im Netzteilschaltbild steht hier die Spannungsangabe 14 V/0,2 A. Dies beruht darauf, daß die 6 V-Wicklung in Fortführung zur 8 V-Wicklung zu sehen ist, so daß eine Gesamtspannung von 14 V (8 V + 6 V = 14 V) zur Verfügung steht.

Obwohl es sich um Wechselspannung handelt, dürfen trotzdem die Anschlüsse des Transformators nicht vertauscht werden, da die Phasenlage eine wichtige Rolle spielt. Würde man z. B. die Punkte „c“ und „d“ miteinander vertauschen, ergäbe sich am Eingang des IC 1 nicht die erforderliche Spannung von ca. 20 V, sondern lediglich

10 V. Bemerkbar macht sich dies durch starkes Brummen der Verstärker.

Der Platinenanschlußpunkt „k“ wird jetzt mit einer kurzen isolierten flexiblen Leitung mit dem entsprechenden Anschlußpunkt des Transformators verbunden.

Der Querschnitt aller innerhalb der Aktiv-Box verwendeten Leitungen sollte mindestens $0,4 \text{ mm}^2$ betragen.

Jetzt wird der Minuspol des Kondensators C 5 mit dem Pluspol des Kondensators C 6 und zusätzlich mit dem Platinenanschlußpunkt „k“ verbunden.

Von der Transformatormittelanzapfung (Verbindungspunkt 8 V/6 V-Wicklung — = Schaltungspunkt „d“), wird jeweils eine Diode des Typs R 250 B zum Plusanschluß von C 5 (D 2) sowie Minusanschluß von C 6 (D 3) gelegt. Hierbei ist unbedingt auf die richtige Polarität der Dioden zu achten. Die Katode, d. h. die Seite, zu der die Pfeilspitze des Schaltungssymbolen der Diode weist, ist mit einem weißen oder hellgrauen Ring gekennzeichnet. Bei falschem Einbau von D 2 und/oder D 3 kann größerer Schaden angerichtet werden. Sofort nach Inbetriebnahme würden die Kondensatoren extrem heiß und könnten explodieren. Auf den korrekten Anschluß von D 2, D 3 sowie C 5 und C 6 ist daher größter Wert zu legen.

Nun wird vom Pluspol des Siebkondensators C 5 eine Verbindung mit Platinenanschlußpunkt „f“ und vom Minuspol des Siebelkos C 6 zum Platinenanschlußpunkt „g“ gezogen. Auch hier spielt die Polarität eine wesentliche Rolle, da bei Falschpolung alle drei Endstufen sofort nach dem Einschalten defekt werden.

Eine weitere Verbindung wird vom Platinenanschlußpunkt „e“ zum entsprechenden Anschlußpunkt des Transformators gezogen.

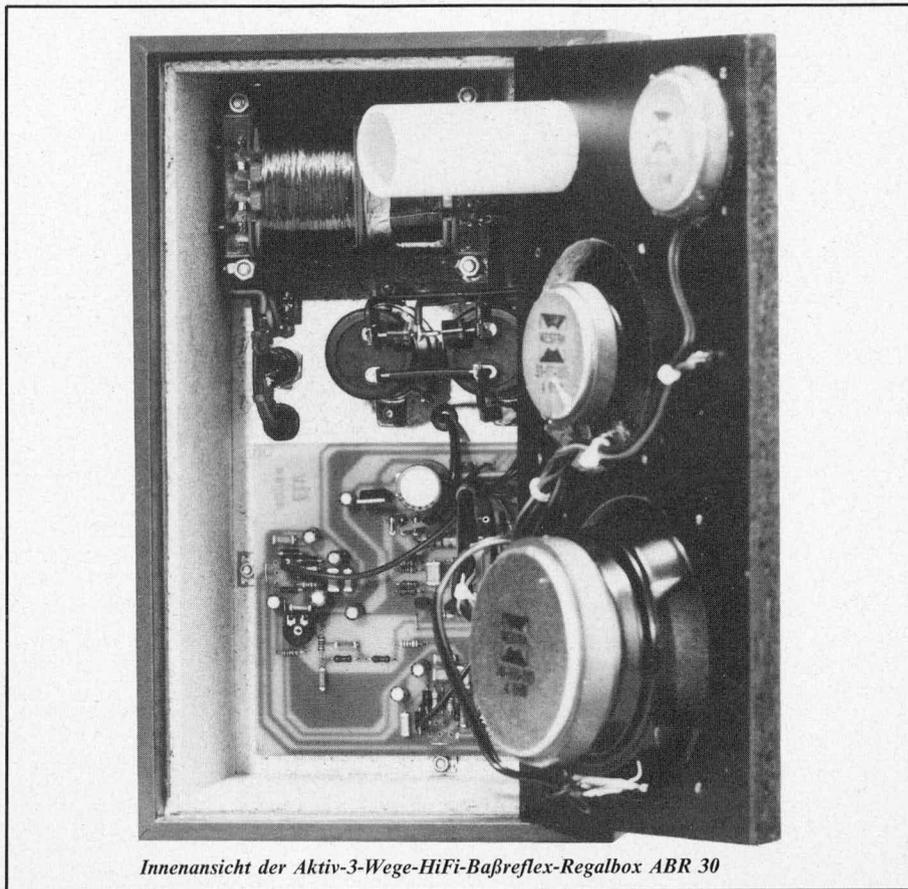
Die Bauelemente IC 1, D 1, C 1 bis C 4 sowie R 50, gehören zwar zum Netzteil, finden jedoch zusätzlich auf der Verstärker/Filterplatine Platz.

Wünscht man eine zusätzliche optische Einschaltkontrolle, kann in die Frontplatte an geeigneter Stelle eine 3-mm-Bohrung eingebracht werden, in die die rote Leuchtdiode D 4 von der Innenseite einzustecken ist. Die Verbindung erfolgt über zwei ca. 20 mm lange flexible isolierte Leitungen, mit den entsprechenden Anschlußpunkten der Platine (h, i).

Zuletzt werden die drei Lautsprecher über drei ca. 30 cm lange Zuleitungen mit den entsprechenden Punkten der Verstärker/Filterplatine verbunden. Der Hochtonlautsprecher wird an die Platinenanschlußpunkte „l“ und „s“ angeschlossen, der Mitteltonlautsprecher an „t“ und „m“ und der Tieftonlautsprecher an „n“ und „u“.

Auch hier ist auf die richtige Polarität zu achten, wie dies auch unter dem Nachbau der Passiv-Box beschrieben wurde.

Die in den Zuleitungen zum Hoch- und Mitteltonlautsprecher bei der Passiv-Box eingefügten Tonfrequenzkondensatoren sind bei der Aktiv-Version zu entfernen, da sämtliche erforderlichen Bauelemente auf der Verstärker/Filterplatine untergebracht sind.



Innenansicht der Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30

Mit dem Einsetzen der Metallrückwand in das Lautsprechergehäuse und dem anschließenden Verschrauben, ist der Nachbau dieser besonderen Lautsprecherbox beendet.

Inbetriebnahme

Bevor die ELV Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30 das erste Mal eingeschaltet wird, ist die Bestückung der Leiterplatte nochmals sorgfältig zu kontrollieren. Ebenso ist die gesamte weitere Verdrahtung anhand des Schaltbildes genau zu überprüfen. Besonderes Augenmerk ist auf die korrekte Polarität der Gleichrichterdiolen (D 1 bis D 3) sowie der Siebelkos (C 1, C 5, C 6) zu legen.

Außerdem ist vor der ersten Inbetriebnahme sicherheitshalber über ein Ohmmeter zu überprüfen, daß die IC's 2 bis 4 auch tatsächlich galvanisch von der Metallrückplatte getrennt, d. h. isoliert eingebaut wurden. Zu diesem Zweck wird ein Anschluß des Ohmmeters an die Metallrückplatte angeklemt und der zweite Anschluß an jede der drei Kühlfahnen der IC's gehalten. Es darf keinesfalls eine leitende Verbindung auftreten. Der Übergangswiderstand muß deutlich über $1 \text{ M}\Omega$ liegen.

Ist die Überprüfung zur Zufriedenheit verlaufen, kann ein erstes kurzes Einschalten für etwa 30 Sekunden erfolgen. Treten starke Stör- und Brummgeräusche auf, ist die Box vorzeitiger vom Netz zu trennen.

Nachdem der Netzstecker gezogen wurde, wird die Box möglichst schnell geöffnet. Man prüft jetzt die Temperatur der Dioden D 1 bis D 3, der Siebelkos C 1, C 5 und C 6 sowie der IC's 1 bis 4. Ist hier innerhalb der 30 sekundigen Betriebsdauer keinerlei Erwärmung aufgetreten und auch die Siche-

rung Si 1 nicht defekt, kann davon ausgegangen werden, daß die wesentlichen Komponenten der Box einwandfrei arbeiten.

Als dann sind die wichtigsten Betriebsspannungen zu überprüfen.

Hierzu ist die Lautsprecherbox über einen Trenn-Trafo in Betrieb zu nehmen, d. h. der Netzstecker ist nicht direkt an 220 V zu legen, sondern über einen Transformator, dessen Ausgangsspannung ebenfalls 220 V beträgt, der jedoch eine galvanische Trennung vom Netz bewirkt.

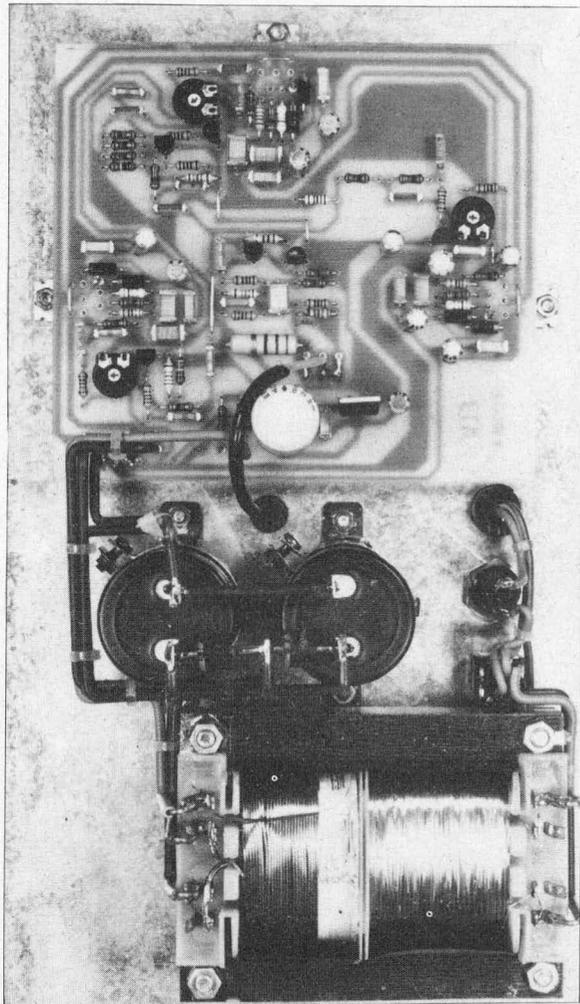
Jetzt können mit einem Multimeter oder einem Vielfachmeßinstrument die Betriebsspannungen gemessen werden. Der Minuspol des Multimeters wird hierzu an die Schaltungsmasse gelegt (0 V). Folgende Spannungen sind jetzt zu messen:

1. Pin 1 des IC 1: +18 V bis +22 V
2. Pin 3 des IC 1: +7,5 V bis +8,5 V
3. Pluspol von C 5: +10 V bis +12 V
4. Minuspol von C 6: -10 V bis -12 V
5. Pin 4 des IC 2: 0 V bis $\pm 0,1 \text{ V}$
6. Pin 4 des IC 3: 0 V bis $\pm 0,1 \text{ V}$
7. Pin 4 des IC 4: 0 V bis $\pm 0,1 \text{ V}$

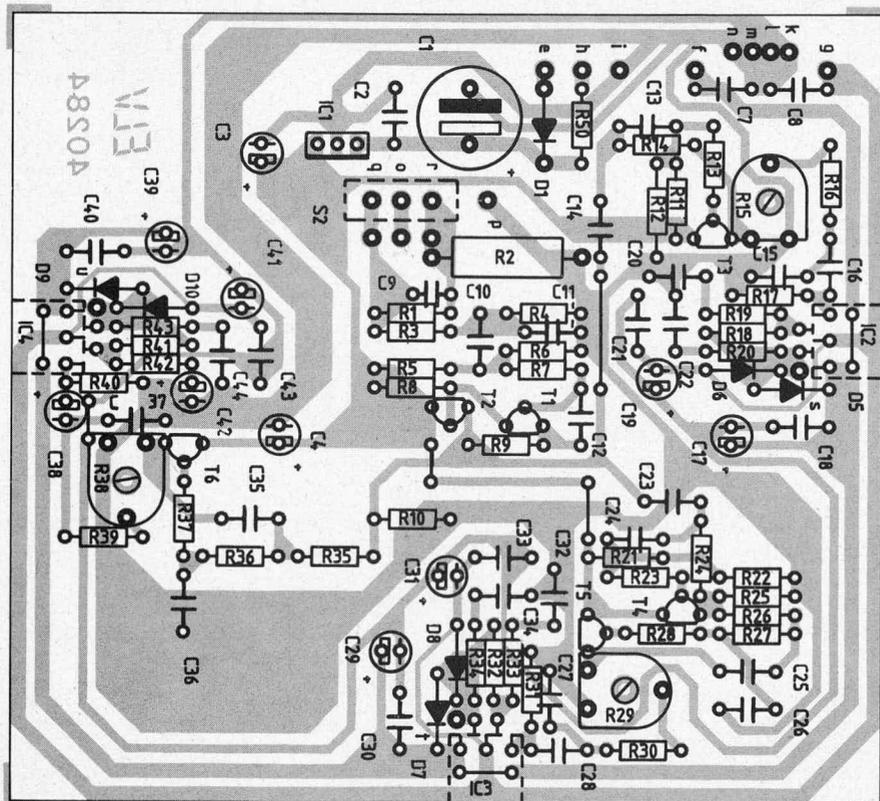
Bei vorstehenden Messungen ist der Eingang der Aktiv-Box kurzzuschließen.

Mit den Trimmern R 15, R 29 und R 38 kann die Verstärkung der drei Frequenzbereiche individuell eingestellt werden. Zunächst sind sie jedoch auf Linksanschlag zu bringen (volle Verstärkung).

Nachdem das Gehäuse wieder sorgfältig verschlossen wurde, kann der Kurzschluß am Verstärkereingang der Aktiv-Box beseitigt werden und die Ansteuerung über eine Signalquelle erfolgen. Dem Einsatz dieser hochwertigen Aktiv-Box steht nun nichts mehr im Wege.



Ansicht der fertig aufgebauten Metallrückwand der Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30 vor dem Einbau ins Gehäuse



Bestückungsseite der Platine der Aktiv-3-Wege-HiFi-Baßreflex-Regalbox ABR 30

Stückliste Aktiv-3-Wege-HiFi- Baßreflex-Regalbox ABR30

Halbleiter

IC 1	.....	μ A 7808
IC 2-IC 4	.....	TDA 2006
T 1, T 3-T 6	.....	BC 549
T 2	.....	BC 559
D 1, D 5-D 10	.....	1 N 4001
D 2, D 3	.....	R 250 B
D 4	.....	LED 3 mm rot

Kondensatoren

C 1	.....	470 μ F/40 V
C 2	.....	47 nF
C 3, C 4, C 17, C 19	...	10 μ F/16 V
C 5, C 6	.....	10 000 μ F/25 V
C 7, C 8, C 18, C 21	.....	47 nF
C 9	.....	820 pF
C 10, C 32	.....	330 nF
C 11, C 37	.....	10 nF
C 12	.....	1,5 nF
C 13-C 15, C 26	.....	470 pF
C 16	.....	2,2 nF
C 20	.....	100 nF
C 22, C 34, C 44	.....	220 nF
C 23, C 24, C 27, C 36	.....	1,5 nF
C 25	.....	1 nF
C 28	.....	22 nF
C 29, C 31	.....	10 μ F/16 V
C 30, C 33	.....	47 nF
C 35	.....	3,3 nF
C 38	.....	1 μ F/16 V
C 39, C 41	.....	10 μ F/16 V
C 40, C 43	.....	47 nF
C 42	.....	47 μ F/16 V

Widerstände

R 1	.....	56 K Ω
R 2	.....	15 Ω 1 Watt
R 3, R 7, R 13	.....	1 K Ω
R 4, R 16	.....	10 K Ω
R 5, R 8	.....	15 K Ω
R 6	.....	180 K Ω
R 9	.....	100 Ω
R 10	.....	1,5 K Ω
R 11, R 21	.....	82 K Ω
R 12, R 22	.....	100 K Ω
R 14, R 17, R 18	.....	22 K Ω
R 15, R 29, R 38	.....	2,5 K Ω
Trimmer liegend		
R 19, R 33, R 42	.....	680 Ω
R 20, R 34, R 43	.....	1 Ω
R 23, R 28, R 37	.....	1 K Ω
R 24, R 26, R 27	.....	22 K Ω
R 25	.....	2,2 K Ω
R 30, R 39	.....	10 K Ω
R 31, R 32, R 35, R 36, R 40	.....	22 K Ω
R 41	.....	33 K Ω

Sonstiges

- Tr 1 Trafo ... prim.: 220 V/45 VA
sek.: 14 V/0,2 A + 8 V/5 A
- S 1 Schalter 2 x um
- S 2 Schiebeschalter 1 x um
- Si 1 Sicherung 0,63 A
- 1 Einbausicherungshalter
- 1 Zugenlastung
- 7 Schrauben M 3 x 8
- 4 Schrauben M 4 x 40
- 12 Holzschrauben
- 7 M 3 Muttern
- 12 M 4 Muttern
- 3 Glimmerscheiben
- 3 Isoliernippel
- 1 Netzkabel 3-adrig m. Schuko-Stecker
- 5 m abgeschirmte Leitung, 1adrig
- 1 m 2-adrige Leitung
- 1 gestanzte und bedruckte Rückplatte
- 16 Lötstifte
- 1 Lötöse 4,2 mm
- 1 Neoprentülle