

kleineren Endverstärkern mit dem Lautstärksteller eingestellt werden.

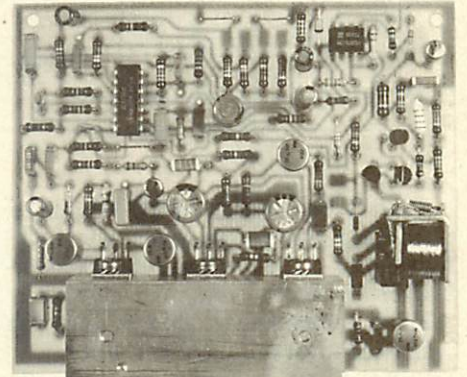
Eine Besonderheit dieser Eingangsschaltung: Der Masseanschluß der Buchse führt über eine Brücke B zur Schaltungsmasse. Bleibt diese Verbindung offen, können Mikrofone mit symmetrischer Zuleitung (wie sie überwiegend in der Studioteknik verwendet werden) ohne Schaltungsänderung angeschlossen werden. Diese Symmetrie hat den Vorteil, daß Störeinstreuungen in beiden Leitungen des Mikrofonkabels phasengleiche Spannungen erzeugen. Da beide Leitungen auf den Differenzeingang des Operationsverstärkers führen, werden durch diese Schaltung solche Störungen eliminiert.

Das Signal nimmt vom Ausgang des ersten OPs von IC1 zwei getrennte Wege. Es führt einmal direkt zu dem Eingang des ersten OPs von IC2 (LM1458), der das NF-Signal hoch verstärkt. Der fol-

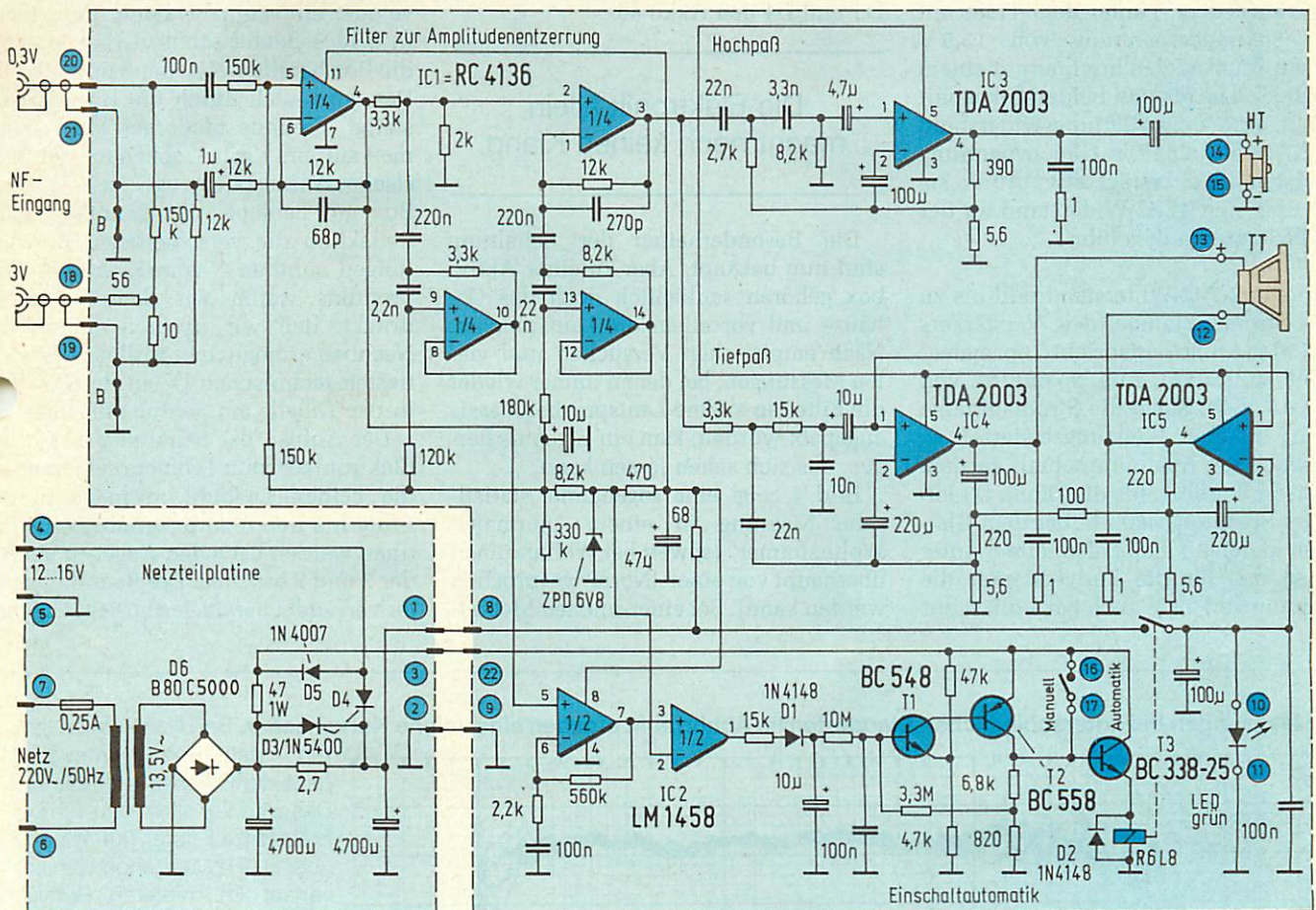
gende OP ist als Komparator geschaltet. Wenn die Spannung an Pin 3 größer wird als an Eingang 2, dann kippt der Ausgang von Low- auf High-Signal. Eingang 2 ist durch die Z-Diode auf 6,8 V gelegt, das entspricht etwa der halben Betriebsspannung. Über die Diode D1 lädt der Komparator den 10- $\mu$ F-Elko auf. Wird die Schaltschwelle für den Schmitt-Trigger (gebildet aus T1 und T2) erreicht, wird T3 leitend, und das Relais zieht an. Ein Schalter kann die Basis von T3 auf das positive Potential legen, so daß die Verstärker dauernd mit Spannung versorgt werden; die Ausschaltautomatik ist damit lahmgelegt.

Der andere Signalweg führt auf ein Filternetzwerk, bestehend aus drei OPs mit der zugehörigen Außenbeschaltung. Dieses Filter ist so ausgelegt, daß unerwünschte Abweichungen im Schalldruckverlauf ausgeglichen werden. Diese aktive Entzerrung ist der größte Vor-

teil von Aktivboxen, da hier die Möglichkeit besteht, Unlinearitäten im Frequenzgang der Lautsprecher elektronisch auszugleichen.

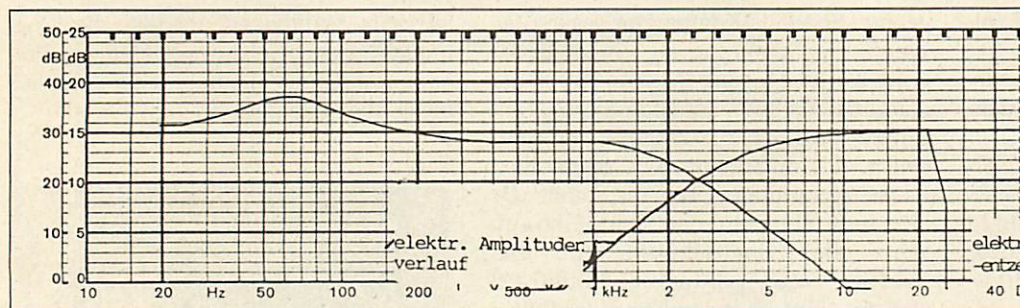


① Baugruppe mit Verstärker und Einschaltautomatik – alles auf einer Platine, einschließlich Kühlkörper



② Gesamtschaltung der Junior-Aktivbox: Die beiden Lautsprecher werden je von einem passend zugeschnittenen Verstärker betrieben. Das Netzteil ist so ausgelegt, daß die Box wahlweise mit 220 V aus dem Netz oder mit Gleichspannung gespeist werden kann





③ Aktive Filter gleichen Unlinearitäten der Lautsprecher aus. Nach dieser Kurve wird das NF-Signal entzerrt. Der Vorteil: keine passive Frequenzweiche – und damit keine Verluste wie bei Passiv-Boxen

Nach dem Filter gelangt das Signal über einen aktiven Hochpaß zum Hochtonverstärker IC3, und zum Brückenverstärker aus IC4 und IC5, der als aktiver Tiefpaß geschaltet ist. Bild 3 zeigt den Amplitudenverlauf nach den Filtern.

### Netzteil mit Pfiff

Der Netzanschluß erfolgt über einen Kaltgerätestecker. Hinter dem Trafo mit einer Sekundärspannung von 13,5 V liegt ein Brückengleichrichter mit einem Siebglied, das aus den beiden Elkos mit 4700  $\mu$ F und dem Glättungswiderstand mit 2,7  $\Omega$  besteht. Die Gleichspannung am ersten Elko beträgt etwa 19 V; sie wird über den 47- $\Omega$ -Widerstand zu der Einschaltautomatik geführt.

An dem 2,7- $\Omega$ -Widerstand fällt bis zu einer Stromaufnahme des Verstärkers von 250 mA (das entspricht „normaler“ Zimmerlautstärke) eine Spannung von unter 0,7 V ab. Steigt die Stromaufnahme wegen höheren Leistungsbedarfs, so wird auch der Spannungsabfall an dem Widerstand größer, bis die Diode D3 leitet. Der Spannungsabfall über dem Glättungswiderstand bleibt also immer unter 1 V, so daß für die Endverstärker die Spannung von 18 V auch bei Vollast zur

Verfügung steht. So erreicht die Box eine Ausgangsleistung von 40 W.

Auch ein Gleichspannungsanschluß steht zur Verfügung. Hier kann man aus dem Bordnetz von Autos, Schiffen, Campingwagen eine Spannung von 12 V bis maximal 16 V über Polklemmen einspeisen. Oder man nimmt eine Autobatterie mit in den Garten für ein Sommer-nachtsfest. Ein vollgeladener Autoakku liefert für einen Abend genug Strom für die Box. Und sobald wieder das Netz angeschlossen wird, schalten die Dioden D5 und D4 den Akku ab.

### Die Elektronik allein macht noch keinen Klang

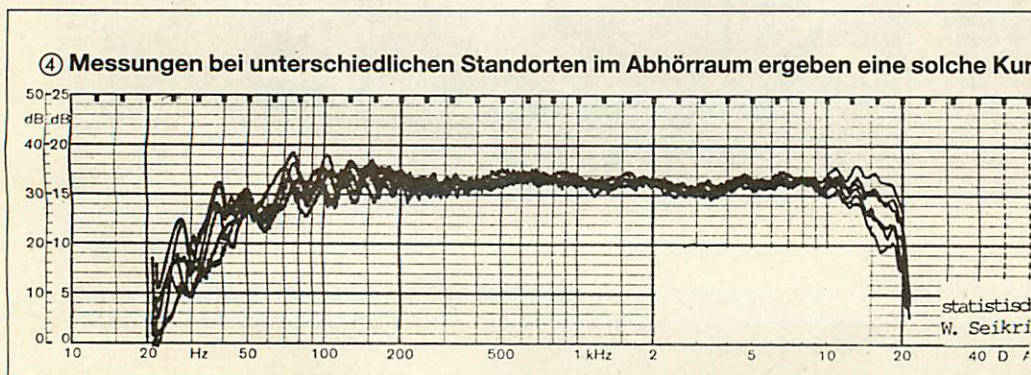
Die Besonderheiten der Schaltung sind nun bekannt. Aber zu einer Aktivbox gehören schließlich noch das Gehäuse und vor allem die Lautsprecher. Nach empirischen Versuchen und vielen Messungen, bei denen immer wieder die Filter an andere Lautsprecherchassis angepaßt wurden, kam ein Ergebnis heraus, das sich sehen lassen kann.

Bild 4 zeigt eine sogenannte statistische Messung in einem „normalen Wohnzimmer“ (soweit bei Wohnräumen überhaupt von einer „Norm“ gesprochen werden kann). Bei einer solchen Meßrei-

he steht das Meßmikrofon nacheinander an unterschiedlichen Orten im Wohnraum mit verschiedenen Abständen und Winkeln zu den Boxen. Daraus ergeben sich die verschiedenen Kurven in dem Diagramm, da die akustischen Eigenschaften des Wohnraums dabei in die Messung eingehen. Deutlich wird das vor allem im Frequenzbereich unter 100 Hz und über 10 kHz.

Ein „idealer Lautsprecher“ in einem „idealen Wohnzimmer“ hätte über den gesamten Frequenzbereich nur eine Kurve oder ein schmales Band. Der Verlauf in Bild 4 deutet schon darauf hin, daß die Box bereits weitgehend optimiert ist. Das wird auch durch die Hörprobe bestätigt. Freunde moderner Musik kommen auf ihre Kosten, aber auch wer klassische Werke bevorzugt, ist mit dieser Box gut bedient. Wir konnten in der Redaktion die verschiedenen Entwicklungen anhören – vom Klang des Endprodukts waren wir dann so beeindruckt, daß wir unseren Lesern den Nachbau ermöglichen wollen. Die wichtigsten technischen Daten der Box sind in der Tabelle am Schluß aufgelistet.

Der Aufbau der Schaltung ist für den Elektroniker kein Problem, wenn er auf die beiden Layout-Vorschläge in den Bildern 5 und 6 zurückgreift. Beide Platinen werden nach den Angaben der Bilder 7 und 8 bestückt. Der Bausatzhersteller versendet bereits fertig bestückte und



④ Messungen bei unterschiedlichen Standorten im Abhörraum ergeben eine solche Kurvenschar. Bei dieser sogenannten statistischen Messung geht die Raumakustik mit ein. Das wird vor allem deutlich bei Frequenzen unter 200 Hz und über 8 kHz. Der enge Kurvenverlauf im mittleren Bereich deutet auf ein ausgeglichenes Klangbild der Box hin – das bestätigt auch die Hörprobe



geprüfte Platinen, so daß diese Arbeit entfällt. Bild 9 zeigt die beiden Platinen bereits fertig montiert auf der Grundplatte mit den Verbindungen zum Anschlußfeld. Die Außenansicht des Anschlußfeldes auf der Rückseite der Box zeigt Bild 10.

### Aufbau der Elektronik bereitet keine Schwierigkeiten

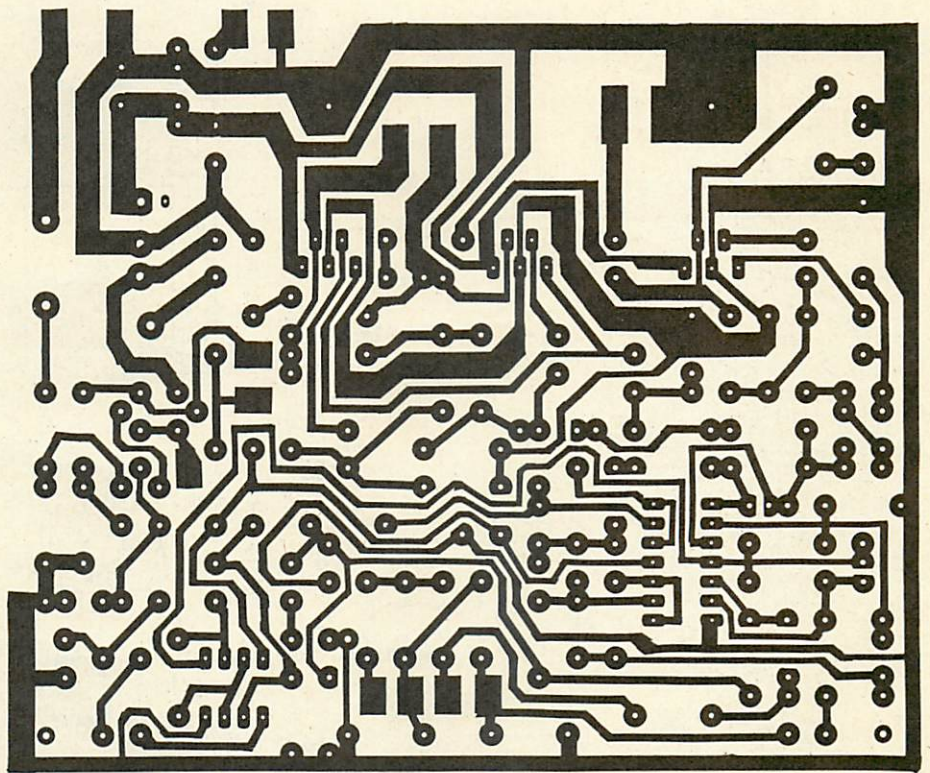
Da die Verstärkerplatine auch den Kühlkörper trägt, wird er mit zur Befestigung dieser Baugruppe verwendet. Auf der gegenüberliegenden Seite werden zwei Abstandsbolzen benötigt. Die Bauteilseite zeigt zur Grundplatte. Das hat den Vorteil, daß man für die Verdrahtung ohne Schwierigkeiten an die Lötunkte gelangt.

Bei dem Netzteil sind zum Anschließen der externen Verbindungen Lötösen vorgesehen. Diese Platine wird mit 10-mm-Abstandsbolzen so auf die Grundplatte geschraubt, daß die Lötseite zur Grundplatte weist. Alle erforderlichen Verbindungen können aus der Schaltung in Bild 2 ersehen werden. Die Bezeichnungen der Verbindungspunkte sind auch im Bestückungsplan angegeben.

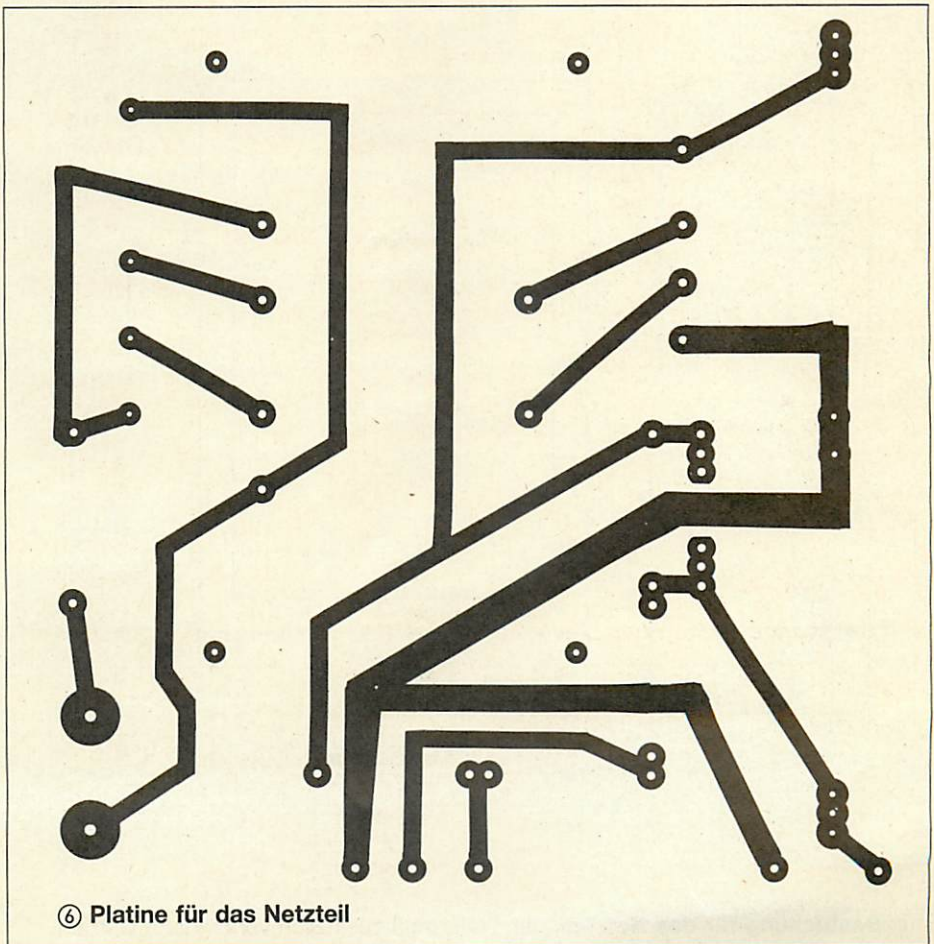
Die Netzleitung vom Steckanschluß zur Netzteilplatine wird ein paar Zentimeter neben den Platinen mit zwei Schellen fixiert, wie Bild 9 zeigt. Dieser Abstand verhindert das Einstreuen von Zerstörungen in die Verstärkerschaltung. Wie die NF-Verbindungen von den Cinchbuchsen zu der Platine mit abgeschirmten Leitungen hergestellt werden, ist in Bild 11 gezeigt.

### Keine Angst vor den Holzarbeiten

Zur Box gehört natürlich das Gehäuse. Für die Schallwand werden die Maße 24 cm × 41 cm empfohlen, für die Tiefe 20 cm. Es gibt sogenannte Faltgehäuse in dieser Größe zu kaufen; auch der Bausatz enthält ein solches Gehäuse, das rasch und einfach zusammengeleimt werden kann (der Vorteil beim Bausatzgehäuse: alle Durchbrüche für die Lautsprecher und die Anschlußplatte sind paßgenau ausgeführt).

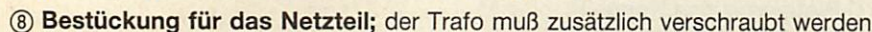
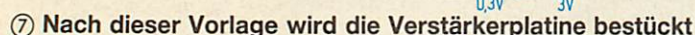


⑤ Leiterbahnbild für die Verstärkerplatine

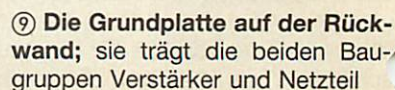


⑥ Platine für das Netzteil

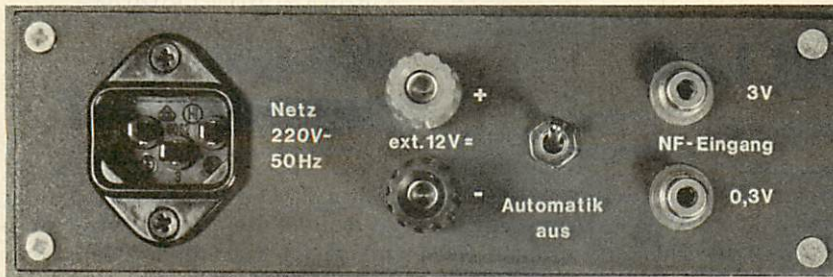




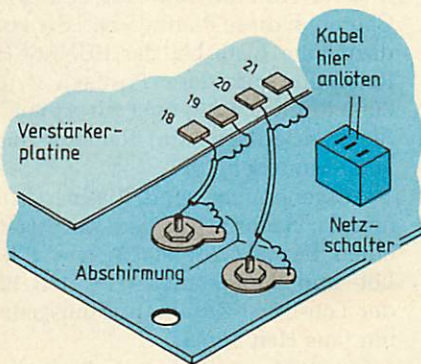
Nach dem Austrocknen des Leims wird in die Gehäusevorderseite die LED (zur Einschaltkontrolle) samt Fassung eingeklebt. Danach können die Lautsprecher befestigt werden. Dabei ist für den optimalen Klangeindruck der Hochtöner so zu versenken, daß die Oberfläche der Befestigungsplatte bündig mit der Oberkante des Gehäuses abschließt. Der Baßlautsprecher wird einfach von vorne auf die Schallwand geschraubt. Für den festen Sitz sind Spanplatten-schrauben (keine Holzschrauben!) zu verwenden. Einen Blick in die Box mit den Lautsprechern zeigt *Bild 13*.



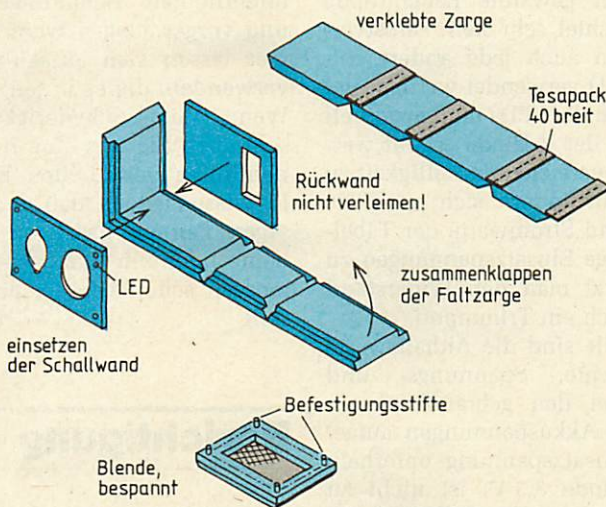




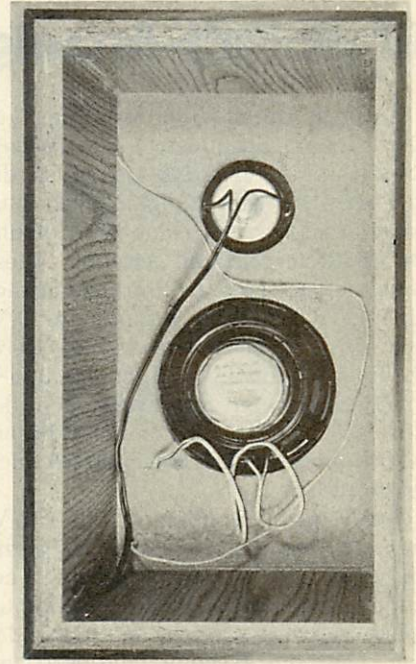
⑩ **Fertig montierte Anschlußplatte;** die beiden Cinch-Buchsen müssen mit einer Kunststoffscheibe gegen das Blech isoliert werden



⑪ **Verdrahtung der NF-Eingänge.** Verwendet wird einfache, abgeschirmte NF-Leitung



⑫ **Einfach und problemlos kann ein Faltgehäuse zusammengebaut werden.** Bei dem Bausatz von Akomp sind auch schon alle erforderlichen Ausschnitte ausgesägt



⑬ **Das Innere der Box** mit den beiden Lautsprechern

Damit die Box luftdicht abgeschlossen ist, werden die Kanten des Anschlußfeldes mit Haushaltskleber bestrichen und die Cinch-Buchsen von der Rückseite her mit Dichtungskitt zugestopft. Nicht vergessen: Die Lautsprecher sind noch an der Verstärkerplatte anzuschließen (Kennzeichnung auf den Chassis für die richtige Polung beachten)!

Bevor die Rückwand endgültig angeschraubt wird, muß noch Dämmmaterial eingelegt werden. Drei Matten in der Größe von etwa 25 cm × 45 cm und einer Stärke von ca. 4 cm reichen dazu. Dann wird die Rückwand an den Innenrändern noch mit Dichtungstreifen versehen und mit acht Schrauben befestigt. Die Netzverbindung sollte erst dann hergestellt werden, wenn die Box „dicht“ ist und damit die Gefahr ausgeschlossen ist, daß man versehentlich Teile berührt, die Netzspannung führen. Damit ist die Box fertig und bereit fürs erste Einschalten.

Dazu die Box mit einem Kassettenrecorder oder dem Kopfhörerausgang eines Radios verbinden (abgeschirmte Leitung verwenden) und ein Netzkabel anschließen – Einschaltautomatik ein, Band ab: Schon hat man den ersehnten Musikgenuß. Ekkehard Scholz

#### Die wichtigsten technischen Daten der Junior-Aktivbox

Spannungsversorgung:	12...18 V/220 V
Ausgangsleistung:	40 W
Übertragungsbereich:	25 Hz...30 kHz
Hochtonlautsprecher:	Kalotte (Titan), 19 mm Ø
Tief-/Mitteltonlautsprecher:	Langhub, Konusmembran 160 mm Ø
Gehäuse-Ausführung (Bausatz):	Esche natur
Maße:	Front = 24 × 41 cm, Tiefe = 20 cm



## Stromsparen bei Batteriegeräten

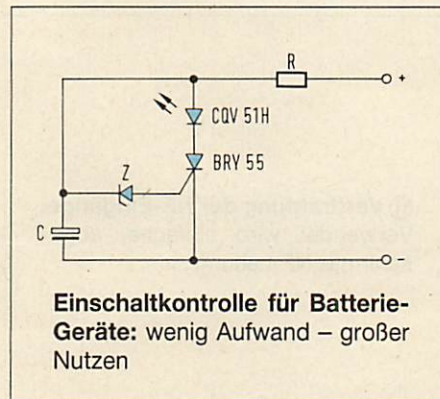
### Einschalt-Anzeige mit LED

Angeregt durch eine Schaltung aus den Siemens-Schaltbeispielen 1980/81 habe ich eine Schaltung konzipiert, die mit sehr wenigen Bauelementen auskommt und zusätzlich eine Abschätzung der Batteriespannung erlaubt. Diese Schaltung entstand als Einschaltanzeige für ein FET-Voltmeter, das mit zwei 9-V-Blockbatterien betrieben wird. Das Gerät hat einen Stromverbrauch von ca. 3 mA, somit mußte der Stromverbrauch der Anzeigeschaltung deutlich unter diesem Wert liegen, was mit 200...300  $\mu$ A auch gelungen ist.

Der Elektrolytkondensator C (10 V) lädt sich über den Widerstand R, der die Einsatzspannung der Schaltung bestimmt, auf. Sobald ein bestimmter Spannungswert erreicht ist, wird das Gate über die Z-Diode (500-mW-Typ) angesteuert. Der Thyristor schaltet durch und entlädt den Kondensator über die Leuchtdiode. Dadurch bricht die Spannung am Kondensator zusammen – der Thyristor sperrt, weil der Strom (begrenzt durch R) nicht ausreicht, den Thyristor durchgesteuert zu halten. Daraufhin wiederholt sich der Vorgang.

Die Blinkfrequenz liegt bei Nennspannung zwischen 3 und 4 Hz. Mit abnehmender Batteriespannung nimmt auch die Blinkfrequenz ab, bis die LED unterhalb der Spannung  $U_{min}$  aufhört zu blinken und dunkel bleibt. Aufgrund der Kennlinie des Thyristors ist diese Einsatzspannung temperaturabhängig. Mit fallender Temperatur erhöht sich die Einsatzspannung. Die in der Tabelle aufgeführten Werte beziehen sich auf Raumtemperatur. Will man auf diese „Batteriekontrolle“ verzichten, so muß der Widerstand verkleinert werden, damit auch bei kleinen Spannungen und

niedrigen Temperaturen die Schaltung sicher arbeitet. Dadurch ist ein höherer mittlerer Strom I bedingt. Außerdem kann bei zu hoher Batteriespannung der Haltestrom des Thyristors erreicht werden – dann funktioniert die Schaltung nicht mehr.



Die von mir gewählte Leuchtdiode CQV 51H leuchtet sehr hell, selbstverständlich kann auch jede andere rot-leuchtende LED verwendet werden. Bei gelben oder grünen LEDs muß eventuell die Spannung der Z-Diode erhöht werden, um eine ausreichende Helligkeit zu erreichen; dann ändern sich auch die Spannungs- und Stromwerte der Tabelle. Um beliebige Einsatzspannungen zu erhalten, ersetzt man den Widerstand am besten durch ein Trimpoti.

In der Tabelle sind die Anhaltswerte für Bauelemente, Spannungs- und Stromwerte bei den gebräuchlichsten Batterie- bzw. Akkuspannungen aufgeführt. Eine Einsatzspannung unterhalb von 4 V (Z-Diode 3,3 V) ist nicht zu empfehlen, da dann die Helligkeit der LED stark abnimmt. M. Schreiber

R	C	Z	$I_{LED}$	$U_{Nenn}$	$I_{Nenn}$	$U_{min}$	$I_{min}$	$U_{max}$	$I_{max}$
k $\Omega$	$\mu$ F	V	mA	V	$\mu$ A	V	$\mu$ A	V	$\mu$ A
8,2	100	3,9	20	6	320	4,5	200	7,25	500
15	47	3,9	80	9	360	7	200	10	430
27	47	3,9	80	12	320	9	200	14,5	420
47 + 47	47	4,7	80	18	270	14	200	20	320
47 + 47	47	4,7	80	24	280	18	200	29	350

Tabelle der Bauteilewerte für die gebräuchlichsten Spannungen

## Platinen und Bauteile:

### Wo gibt es eigentlich...?

Zu vielen Bauanleitungen in der FUNKSCHAU werden Platinen-Layouts abgebildet, um den Nachbau der Schaltungen zu erleichtern. Viele Leser haben die Möglichkeit, nach diesen Vorlagen selbst Platinen zu erstellen. Anderen ist der Aufwand zu groß, sie wollen lieber eine fertig geätzte Platine kaufen. Einer unserer Autoren stellt für den privaten Gebrauch diese Platinen her. Sie können dazu eine Liste bei der FUNKSCHAU-Redaktion anfordern (Postfach 37 01 20, 8000 München 37) oder direkt bei Siegfried Kilgenstein, Ramannstraße 3, 8000 München 50.

Ausgenommen sind Platinen, zu denen der Autor selbst oder ein Hersteller einen Bausatz anbietet – wie z. B. die Löt- und Entlötstation (aus Heft 12/85), der Ton-Burst-Zusatz für Sinusgeneratoren (aus Heft 16/85).

Ein weiteres Problem ist oft die Beschaffung von Bauteilen, die in den veröffentlichten Schaltungen verwendet und vorgeschlagen werden – nicht immer lassen sich ausschließlich Typen verwenden, die es in jedem Laden gibt. Wenn Sie Schwierigkeiten haben, schreiben Sie uns eine Karte: Wir können Ihnen weiterhelfen. Erfahrene Bastler wissen jedoch, daß auch bei Lieferzusagen Pannen passieren können: Was heute noch ein Standard-Typ ist, kann morgen schon veraltet und ausrangt sein. Ihre Redaktion

## Berichtigung

### Rauschsperr

FUNKSCHAU 1985, Heft 15, Seite 72

Aufmerksamen Lesern wird aufgefallen sein, daß zwischen der Schaltung und dem Bestückungsplan Differenzen bestehen. Nicht unbedingt ist zu erkennen, welcher Wert korrekt ist. Der R5 muß 100 k $\Omega$  betragen, R10 3,3 k $\Omega$ ; C5 dient zur Siebung der Versorgungsspannung und hat deshalb 22  $\mu$ F – der Elko ist in der Bestückung jedoch falsch gepolt gezeichnet. Und nun viel Vergnügen ohne störendes Rauschen beim Zuhören der Rundfunksender.