

# HiFiBoxen

selbstgemacht

## Bauanleitungen

Mikro TML MK II / Mc Entire  
Pro 24 TI / Audax  
Forte 1010 / Celestion  
Xennon 2 / Dynaudio  
Standpunkt / Electrovoice  
Start / Procus  
Volt + Scan  
Maxim / Goodmans  
Gamma / Heco  
440 / Mivoc  
Nodis / Peerless  
MS 5 / Seas  
Toccata / KEF  
SBR 200 / Sipe  
Gamma / Vifa  
Roma / Visaton

## Grundlagen

S. Linkwitz:  
Schalldruck und Membranhub  
Prof. R. A. Greiner:  
Vom Verstärker zum Lautsprecher ...  
... das Kabel dazwischen  
D. J. Schulz:  
Mechanische Equalizer





# LAUTSPRECHER

für HIFI, MUSIKER, DISCOS, BESCHALLUNG



Dipl.-Ing. P. Goldt · Bödekerstraße 43 · 3000 Hannover 1

Verlag Heinz Heise GmbH  
Anzeigenverwaltung  
Bissendorfer Str. 8  
3000 Hannover 61

Ingenieurbüro:  
Oskar-Winter-Straße 8

Einzelhandel:  
Kl. Pfahlstraße 15

Großhandel und Versand:  
Bödekerstraße 43

3000 Hannover 1  
Telefon ☎ (05 11) 33 26 15

Datum  
9/87

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen  
PG

Unsere Nachricht

Sehr geehrter ELRAD-EXTRA-Leser,

in diesem Heft veröffentlichen wir die brandneue McEntire **MINI-TML**, deren Basswiedergabe und Belastbarkeit in der Klasse der Kleinboxen Maßstäbe setzen wird.

Das exzellente Design, die Möglichkeit nachträglich einen passiven oder aktiven Subwoofer zu ergänzen, und der günstige Preis von 198.-/Bausatz (lackierte Fertiggehäuse in jeder Farbe 129.- bis 169.-) machen dieses hochwertige Lautsprecherkonzept universell geeignet für HiFi - Aufsteiger, -einsteiger, -umsteiger und Autohifi.

Das McEntire - **HYBRID - HORN** aus ELRAD EXTRA 4 hat sich zum Preis-/Leistungsknüller im Powerboxenangebot entwickelt! Insbesondere die universelle Eignung auch bei geringer Lautstärke und mit kleineren Endstufen hat dieser Box viele begeisterte Kunden gebracht: Bausatz ab 725.-. Als Ergänzung des Hybrid - Horns neu im Programm: Supertweeter 1205 (3,5 kg!!) 390.- und eine Stereo - Basselektronik, anschließbar an jeder Stereoanlage, die die enorme Dynamik im Tiefbass um weitere 10 dB steigert (398.-)!

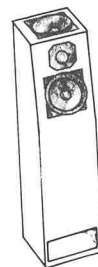
Unser High - End - Konzept **Goldt-Horn** wird jetzt mit nachrüstbarer Aktivelektronik angeboten.  
Passive - Versionen von 798.- bis 1980.-/Box, 3-Weg - Aktivelektronik betriebsfertig 2490.-/Box.  
Damit ist das **GOLDT - HORN** passiv und aktiv zum Vergleich mit jeder „Referenzbox“ zu empfehlen!!  
Fertigboxen in Marmor und anderen exklusiven Materialien auf Anfrage.

Alles weitere in unserem kostenlosen Gesamtkatalog!

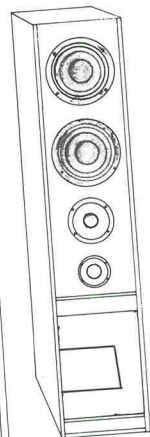
Viel Spaß mit unseren Bauvorschlägen wünscht Ihnen

Ihr

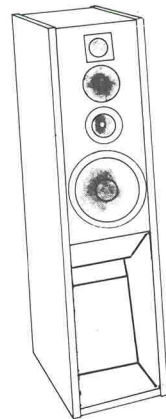
*Peter Goldt*



Mini-TML 198.-



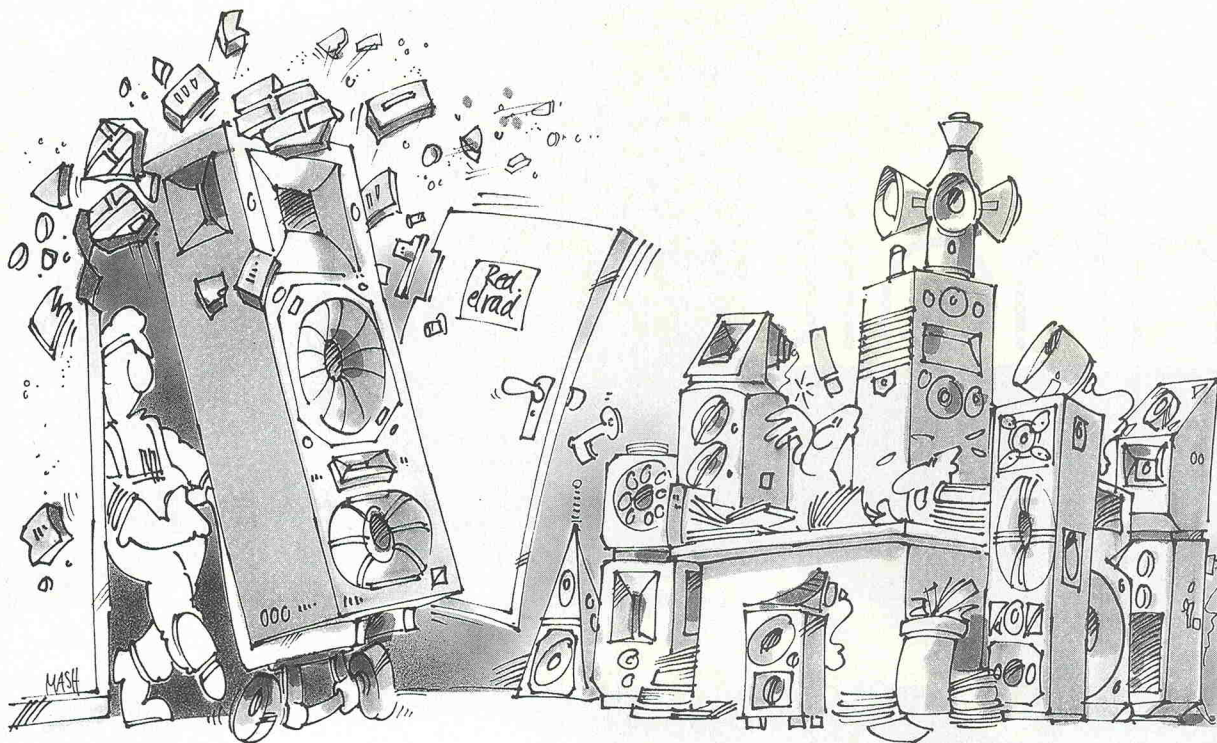
Hybrid-Horn 725.-



Goldt-Horn aktiv 4470.-

**McENTIRE**  
professional audio equipment





# Große Boxen, kleine Boxen

‘Mit 26 cm Bauhöhe kaum größer als ein Buch ist auch das ‘Handling‘ während des Gehäusebaus sehr angenehm’. Dieses Zitat aus der Maxim-Bauanleitung ließ mich wehmütig an meine ursprünglichen Vorstellungen von der für dieses Heft anzustrebenden Boxengröße zurückdenken.

Klein und schnuckelig wollte ich sie haben, jeweils zwei Stück sollte man bequem auf einmal tragen können. Ich dachte an die langen Wege vom Abhörraum über die Meßwiese, zurück zum Fotostudio und dann wieder in den Abhörraum. Und ich dachte an die anderen Boxenhefte, für die wir oft zu zweit ein Teil so manche Treppe hoch- und wieder runtergewuchtet haben.

Und wenn man dann die fünfzehnte Standbox durch ein enges Gartentor balanciert hat, so ist es einem fürchterlich egal, ob die Gehäuseresonanzen nun durch ein mit Sand gefülltes Sandwichgehäuse oder überhaupt nicht unterdrückt werden. Dann sind die Dinge einfach nur noch schwer.

Nun gut, klein und schnuckelig sollten sie diesmal werden. Die Entwickler meinten auch, daß sich das wohl machen ließe. Und so wartete ich auf die Musterboxen. Als dann die ersten Kartons per Bahnexpress angeliefert wurden (die Eingeweihten wissen jetzt natürlich schon, warum per Express und nicht per Post — die Post hat nämlich ein Gewichtslimit nach oben!), da dachte ich zuerst, da müsse irgendwo ein Irrtum ... oder jedenfalls so ähnlich.

Aber nein — alles hatte seine Richtigkeit. Die Boxen waren für dieses Heft — und auch für diesen Verlag.

Nachdem dann alle fünfzehn Boxenpaare versammelt waren, litt der Abhörraum unter der gleichen Verstopfung wie alle Jahre zuvor auch — und wir hatten die gleichen langen Arme.

Die heftigste Aktion ergab sich bei den größten Boxen aus diesem Heft. Diese — ausgerechnet diese — wurden als Paar verpackt in einem einzigen Lat-

tenverschlag geliefert, in dem auch ein ausgewachsener Puma sich fast hätte verlaufen können. Stundenlang versperrte dieses ‘Möbel’ unseren Versand, bis geeignete Rollwege für den Hubwagen freigemacht worden waren.

Natürlich sind später auch noch ein paar kleine Lautsprecher angekommen, so daß insgesamt gesehen doch eine solide Mischung von großen und kleinen Boxen zustande gekommen ist.

*Peter Röbbke*

Peter Röbbke

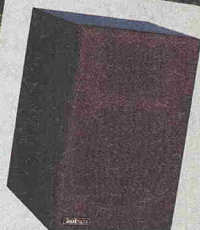
PS. Aber eigentlich hatte ich doch so kleine schnuckelige haben wollen...



# Inhalt



Seite 30



Seite 80



# Bauanleitungen

McEntire / Mikro TML II	Seite 14
Audax / Pro 24 TI	Seite 20
Vifa / Gamma	Seite 24
Sipe / SBR 200	Seite 30
Mivoc / System 440	Seite 42
Celestion / Forte 1010	Seite 48
Dynaudio / Xennon 2	Seite 54
Volt + Scan	Seite 62
Electrovoice / Standpunkt	Seite 68
Seas / MS 5	Seite 74
Goodmans / Maxim	Seite 80
Procus / Start	Seite 84
Heco / Gamma	Seite 88
KEF / Toccata	Seite 94
Visaton / Roma	Seite 100
Peerless / Nodis	Seite 112

Seite 14

Seite 20

Seite 24

Seite 42

Seite 48

Seite 54

Seite 62

Seite 68

Seite 74

Seite 84

Seite 88

Seite 94

Seite 100

Seite 112

# Magazin

News	Seite 4
Lautsprecherkabel	Seite 36
Schalldruck + Membranhub	Seite 59
Mechanische Equalizer	Seite 106
Kostenfaktor Lautsprecher	Seite 122





## Wenn Händler ruhig schlafen wollen

Anfang April bezog die Firma Profisound die neuen Räume in der Schillerstraße. Alles sollte größer, besser und schöner werden, und nach einigen Anfangsschwierigkeiten hat das auch geklappt. Angeboten werden nahezu alle Markenprodukte der Selbstbau-Branche mit allen möglichen Oberflächen. Hier reicht die Spannweite von Spanplatte bis Marmor. Besonders bemerkenswert und gut fanden wir einen Spruch des Eigentümers Dieter Hieske, '... daß er lieber auf den Verkauf eines minderwertigen Bausatzes verzichte, als sich des Nachts mit Gewissensbissen unruhig im Bett zu wälzen...'

Profisound Lautsprecherbau, Schillerstr.36, 6700 Ludwigshafen.

## Damit der Fiesta nicht zum Fiasko wird

Die ab Werk in die meisten Autos eingebauten Lautsprecher genügen in den seltensten Fällen den Qualitätsansprüchen des musikbegeisterten Hörers.

Der Entschluß, sein Auto mit guten Lautsprechern auszustatten, wird zur Qual der Wahl. Welche Lautsprecher sind für meinen Wagen geeignet? Wo

kann ich sie einbauen? Visaton hilft hier mit fahrzeugspezifischen Einbauempfehlungen für alle gängigen Typen.

Alle Einbauempfehlungen (pro Fahrzeugtyp mindestens drei für jeden Geldbeutel) sind in dem jeweiligen Autotyp gemessen und optimiert. Für Ford Fiesta, Opel Kadett, VW Golf und VW Passat Kombi sind druckfrische Unterlagen gegen eine Schutzgebühr von 1,50 DM beim Fachhändler erhältlich. In Kürze folgen: Peugeot 205, BMW 3er Reihe, Audi 80.

Visaton, Postfach 1652, 5657 Haan 1.



## Morel in Deutschland

Die englische Lautsprecherfirma Morel gibt es schon seit 1975; sie produzierte eine Zeitlang für Dynaudio. Seit der Trennung vor einigen Jahren hat sich das innovationsfreudige Team eine gesicherte Position unter den Hifi-Liebhabern erobert. Bisher wurde jedoch hauptsächlich der amerikanische und englische Markt mit Erfolg bedient. Viele High-End Hersteller in den USA arbeiten bereits mit Morel-Lautsprechern. Die Neuentwicklungen '88 sind an der oberen Preisgrenze angesiedelt.

Geplant für die nahe Zukunft sind Baßlautsprecher mit Sandwich-Wabenmembranen; bereits ab Herbst '87 gibt es eine

Hochtonkalotte mit folgenden Daten: 1,5-20 kHz  $\pm$  0,6 dB; 94 dB/1 m/1 W;  $F_r$  650 Hz. Der Preis soll bei ca. DM 300.- liegen.

Das z.Zt. lieferbare Programm besteht aus Bässen mit innenliegenden Magneten (z.T. Doppelmagnete) und 75 mm-Alu-Schwingspulen, einer 75-mm Mitteltonkalotte (0,5-4 kHz), hoch belastbar, mit Ferrofluid und einer fünf Typen umfassenden Hochtonpalette, alle mit 28 mm-Gewebekalotten im Preisbereich von DM 95.- bis DM 300.-.

Das Foto zeigt Morel Modell 1, den kleinsten Komplettbausatz des deutschen Vertriebs mit 160 mm-Doppelmagnetbaß und Hochtonkalotte.

Morel Vertrieb Manfred Zoller Bahnhofstr.7 6967 Buchen/Hainstadt.

HiFi-Boxen selbstgemacht 6



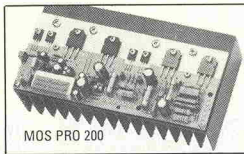
## Professionelle High-End-Verstärker-Module in neuester Power-MOS-Technik von 20-800 W in echtem A- und A/B-Betrieb.

Neueste Power-MOS-T's. Viel niedrigerer  $R_{DS(on)}$ . Slew rates bis  $> 400 \text{ V}/\mu\text{s}$ . Grenzf. bis  $> 2,2 \text{ MHz}$ ! Extrem phasen- und amplitudenlinear. Kein TIM, SID. Klirr  $< 0,003\%$ . Rauschabstand  $> 120 \text{ dB}$ . Eing.-Imp.  $30 \text{ k}\Omega$ , weiter Betr.-Sp.-Bereich. Extrem kurze recovery time! DC-Koppl. und DC-Beitrieb möglich. Stabil an allen Lasten, für jede Lautspr.-Imp. Kurzschl. ges., Leerl. fest, thermisch stabil. High-End-Klang mit überragender Dauer- und Überlastfestigkeit. Die 1. Wahl fürs audiophile Heimlabor und den harten Profi- und Industrieinsatz. Alle Verbindungen steckbar. Probehören in max. 5 Min. Alle MOS-PRO-Verst. ohne Zusatzteile in Brücke schaltbar! **Echte Class-A-Verst. 20/40/80 W, A/B-Verst. mit 100/200/500/800 W.** Ruhestrom extr. stabil u. frei wählbar! (Quasi Class A). **Netzteile** liefern 4 Spannungen für Vor- und Treiberstufe. 3 kompl. aufgebaute Netzteile wahlweise: NT1 =  $20.000 \mu\text{F}/63 \text{ V}$  DM 58,- / NT2 =  $40.000 \mu\text{F}$  DM 89,- / NT3 =  $80.000 \mu\text{F}$  DM 147,-. **Kabelsatz KS1** = DM 16,90. Neueste **Kompaktkelos** stehend

(Print)  $40 \times 50 \text{ mm}$ ,  $10000 \mu\text{F}$  63 V: 1-9 Stck. DM 12,50 p. Stck., ab 10 Stck. DM 11,90 p. Stck.

Außerdem im KLEIN-ELEKTRONIK-Lieferprogramm: Diverse Kühlkörper, Ringkerntrafos in Leistungsstufen von 150-1200 VA, Gehäuse in verschiedenen Ausführungen (19"), Chinchstecker und Einbaubuchsen vergoldet, Audiostecker und Buchsen XLR. Fertigeräte nach Kundenwunsch. Komplett aufgebaute **Aktivmodule**. **Softstarter**, 2- und 3-Weg 12 und 24 dB Weiche PHW 2.

**LS-DC Lautsprecher-Schutzmodul** mit Einschaltverzögerung. Überwacht 2 Ausgänge (Stereo-Verstärker oder Aktivbox). An jedem Verstärker anschließbar (NT).  $U_B = 16-60 \text{ V}$ . Mit Hochrelais. 10/16 A Umschaltkontakte. Erweiterbar. Anschlußfertiges Modul DM 39,-



MOS PRO 200

## Aktive Allpaß-Frequenzweiche AFW1 m. 24 dB/Okt.

Butterworth 4. Ord. Allpaß-Char. Unhörb. Laufzeitverzerr. Kein „ringing“, exzell. Impulsverh., unerreichte räuml. Auflösung u. Tiefenstaffelung. Trennfreq. variabel. Aufwendiges Netzteil. Rauscharme schnelle FET-OpAmps, Pegelregler, verlustarme C's, Subsonic-Filter. Baßanhebung mögl. Beliebig anreihbar d. Stecken! DC-700 kHz, Klirr  $< 0,008\%$ , Rausch. A-bew.  $-108 \text{ dBV}$  ( $126 \text{ dB}/10 \text{ V}$ ), max.  $U_{Batt}$  10 V eff.  $R_{in}$  100 k $\Omega$ ,  $R_{aus}$   $< 100 \Omega$ .  $U_B \pm 15$  bis  $\pm 35 \text{ V}$ . Maße:  $80 \times 80 \text{ mm}$ . 1 Modul = 2-Weg-System, 2 Module = 3-Weg-System usw. Typ angeben: **AFW-SW** 28-375 Hz, **AFW-TT** 270 Hz-3,8 kHz, **AFW-HT** 600 Hz-8 kHz. Fertiges Modul je DM 67,-.

## NEU! PHW 2 Aktive Frequenzweiche mit Phasenkompensation und Baßkorrektur

2/3-Weg wählbar. 12/24 dB steckbar. Keine Phasendifferenz. 3 versch. Baßausgänge: normal, invertiert, korrigiert. Übersteuerungsfest. IC-spannungsstabilisiert. Erleben Sie Ungewöhnliches durch die neue PHW 2: Außergewöhnliche Ortungsschärfe. Höchste Transparenz. Beste Raumauflösung. Deutlich wahrnehm. Tiefenstaffelung. Kpl. aufgebautes Modul DM 114,50.

Durch hohen Fertigungsstandard gewähren wir

### 3 Jahre Garantie

High TecProduct Made in West-Germany  
Gesamtkatalog gratis anfordern!  
Lieferung p. N. lt. Lieferbedingungen.

M. Klein Elektronik · Schubertstraße 7  
7531 Neuhausen/Hamburg b. Pförz.  
Tel. (07234) 7783 · Tx 783478 klein

**M. KLEIN ELEKTRONIK**

## Erfolgreich im Lautsprecherelbstbau

Sie wählen durch Hörtest aus unserem umfangreichen Angebot fast sämtlicher Hersteller  
Wir beraten Sie bei der Abstimmung des Lautsprechers mit HiFi Anlage und Wohnraum  
Wir unterstützen Sie durch Komplettbausätze und praktische Tips beim Zusammenbau  
Wir prüfen Ihren Lautsprecher mit unserem neuen Meßcomputer und stellen Ihnen den Frequenzgangschrieb zur Verfügung

Ihr  
Lautsprecherspezialist  
Dipl.-Ing.  
Leo Kirchner

## HiFi Manufaktur

BRAUNSCHWEIG  
Wendenstr. 53, Tel.: 0531/46412

**SymOS + PAM-10**  
die Testsieger in

**Stereoplay 9/86**  
„Spitzenklasse“

albs

Die Hi-End-Alternative  
mit dem hörbar besseren Klang  
als bei vielen Geräten, die Sie nicht  
bezahlen können.

Wir fordern auf zum Hörvergleich – testen Sie uns!

Hi-End Module für den Selbstbau Ihrer individuellen HiFi-Anlage.

- Symmetrischer Linearvorverstärker mit 1-Watt-Class-A-Kabeltreiber
- 3stufiger RIAA-Entzerrervorverstärker
- MOS-Fet-Leistungsendstufen von 100 bis fast 1000 Watt Sinus
- Stahlblech- und Acrylglasgehäuse mit allem Zubehör
- Netzteile von 10.000  $\mu\text{F}$  bis mehrere 100.000  $\mu\text{F}$
- Ringkerntransformatoren von 150 VA bis 1200 VA
- Aktive Frequenzweichen mit 6 dB bis 24 dB in 2-/3-Weg
- Reichhaltiges Zubehör wie vergoldete Buchsen + Stecker, Kabel, ALPS-Potentiometer, Drehschalter u.v.a.m.

Ausf. Infos EL6 gegen DM 5,- (Rückerstattung bei Bestellung mit unserer Bestellkarte). Änderungen sind vorbehalten. Nur gegen Nachnahme oder Vorkasse.

albs-Alltronic

B. Schmidt · Max-Eyth-Straße 1 (Industriegebiet)  
7136 Otisheim · Tel. 07041/2747 · Tx. 7263738 albs

Lautsprecher-  
Bausätze  
Zubehör  
Audio-Komponenten  
Auto-Lautsprecher

LAUTSPRECHERBAUSÄTZE vorführbereit

**FOCAL** 100 · 200 · 250 · DB 25 · 400 · 600 · Surprise · Success · Onyx · Solution · Audiom\* · Opal · Suspense · Impression

**ETON** 100 hex · 200 hex · 300 hex · 500 hex

**DYNAUDIO** Pentamyd 2 · jadee · Pentamyd 3/75 · Xenon 3/100 Profil 4 · Axis 5 · OCOS

**LAUTSPRECHER-TEUFEL** LT 22 · LT 33 · LT 55 · LT 66

**KLANGBAU** Pan · Metrum · Variation · Sequenz\* · Veena\*

**AUDAX** TPX21 · **CELESTION** Ars Nova · **SEAS** MS 3 · **CORAL** Monitor\*

**CORONA** Ionenhohtöner\* · TDL\* RSTL

AUDIO-KOMPONENTEN

**REGA-PLANAR** · **CAMTECH** · **ACT** · **SAC-MEDIATORE** · **DATAKUSTIK**

**SCHÄFER&ROMPF** Emittor I · Colector II

Alle mit \* gekennzeichneten Systeme können wir in unseren Studio 2 präsentieren

## klangbau

Breite Str. 23 · 4800 Bielefeld 1 · Tel. (0521) 64640

Ganz schön  
großspulig

Aus guten Gründen. Denn die Schwingspule ist der Triebwerkskern des Lautsprechers. Sie setzt magnetische Kraft in Bewegung um. Und je größer die Schwingspule ist, desto verlustfreier geschieht die Übertragung der Magnetenergie auf die Membrane. Gleichzeitig führt der riesige belüftete Aluminium-Schwingspulenträger die bei hoher Betriebsleistung entstehende Wärme optimal ab. Aber nicht allein die Größe der Schwingspule entscheidet über die Qualität des Lautsprechers allein, sondern die harmonische Feinabstimmung aller Parameter.

Alles gute Gründe, die **DYNAUDIO** weltweit so erfolgreich gemacht haben und die Ihnen die Sicherheit geben, für Ihr gutes Geld auch beste Leistung zu erhalten.

Winsbergring 28 · 2000 Hamburg 54  
Telefon 040/85 80 66

DYNAUDIO. Oder nichts.





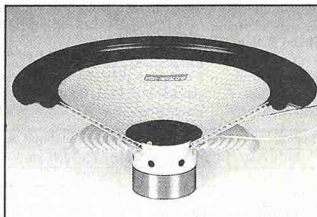
## Legitimes Kind

IMF, der englische Transmission-Line-Spezialist, stellte die Geschäftstätigkeit vor geraumer Zeit ein. Für Kunden und

IMF-Fans war dies überraschende Ende ein schmerzlicher Verlust. Da aber die Lautsprecher-Chassis schon immer von Fremdfirmen gefertigt wurden — zu Anfang von KEF, Audax, Celstion u.a., später von TDL (Transducer Developments Limited) — gab es IMF-Chassis weiterhin zu kaufen. Nachdem John Wright (der technische Geist in den alten IMF-Labors) zu TDL wechselte, gab es dann bei TDL zu kaufen, was IMF hätte produzieren sollen.

Ab September ist nun das neue Selbstbau-Programm von TDL erhältlich. Es umfaßt kleine geschlossene Systeme, Baßreflexboxen und verschiedene Transmission-Line-Modelle von 30 Litern bis ca. 200 Litern Volumen. Den neuen Katalog '88 erhält man vom Vertrieb gegen DM 5,— in Briefmarken:

a + o electronics, Postfach 1562, 8130 Starnberg.



## Gepflegte Produkte

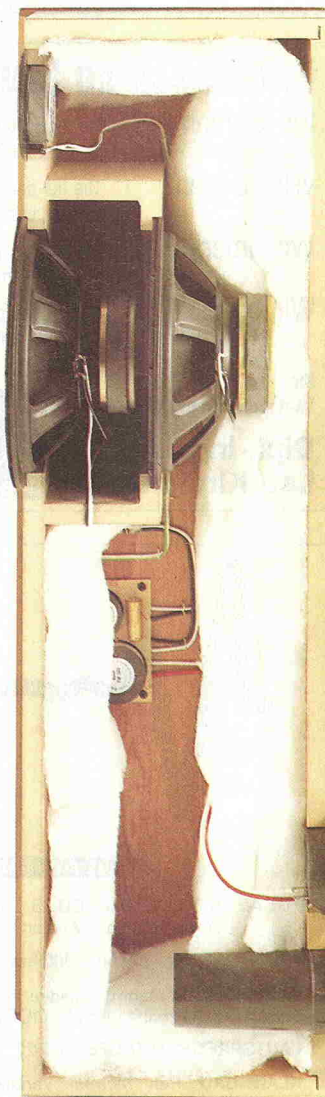
So mancher wird sich nach einem Blick ins Inhaltsverzeichnis fragen, ob denn Eton vielleicht... und warum keine Bauanleitung in diesem Heft?

Nun, Eton treibt nach einer recht heftigen Expansionsphase (die übrigens bis in die USA schwappte) in den letzten Monaten Modellpflege, was soviel heißt wie: Hexacone-Chassis mit neuer Beschichtung, Frequenzweichen optimiert und angepaßt, die Kalotte 25DT 190C mit Ferrofluid. Alles in allem aber keine so weltbewegenden Veränderungen, daß eine neue Typenbezeichnung und eine neue Bauanleitung fällig gewesen wäre. Und außerdem scheint man mit den schon vorhandenen Produkten so gut zu tun zu haben, daß an neuen — zumindest bis Ende des Jahres — kein Bedarf besteht. Unser Bild zeigt einen Querschnitt durch eine der verbesserten Hexacone-Membranen.

Eton Deutschland, Postfach 1321, 2860 Osterholz-Scharmbeck.

## Fertige Compound-Box

Ungewöhnlich ist es schon, wenn ein Fertigboxenhersteller das Innere seiner Gehäuse zur Schau stellt. Normalerweise versucht man nämlich, die Geheimnisse des guten Tons auch geheim bleiben zu lassen und der Konkurrenz nur ja nichts zu verraten.



## Mivoc macht sich breit

Ein neues Lautsprecher-Verkaufsstudio in der Stuttgarter City hat Mivoc eröffnet. Lautsprecher und Bausätze können ab August in der Theodor-Heuss-Straße begutachtet und gekauft werden. Nach Solingen und Dortmund ist Mivoc nun auch in Stuttgart vertreten.

Adresse: Mivoc, Theodor-Heuss-Str. 20, 7000 Stuttgart 1.



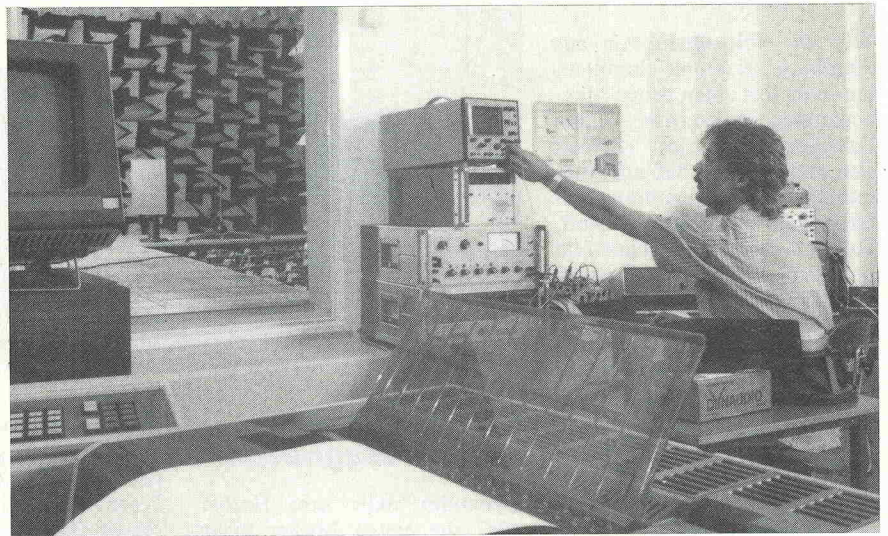
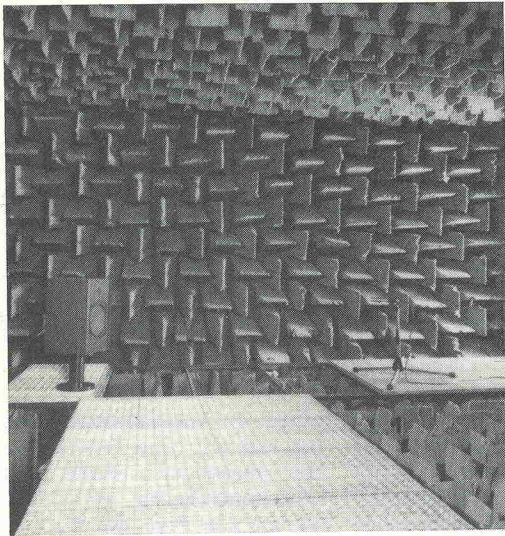
Anders bei Phonar-Akustik: Man zersägt ein Gehäuse und machte davon dann auch noch ein hübsches Bild. Daß allerdings das von Phonar zum 'Membran-Luft-Membran'-System erklärte Baß-Prinzip von 'HiFi-Boxen-selbstgemacht'-Lesern sofort als Compound-Anordnung identifiziert wird, muß von den Phonar-Entwicklern wohl akzeptiert werden.

Phonar-Akustik, Postfach 24, 2399 Tarp.

HiFi-Boxen selbstgemacht 6



# Der größte Bausatzspezialist



## ...unser Forschungs- und Entwicklungs-Labor mit schalltotem Meßraum

### 1. Wir sind die Größten

Die Lautsprecherfactory ist keine niedliche, kleine Tüftler-Bude. Um uns unterzubringen, brauchte es schon eine ganze Fabriketage. Und was wir auf diesen 2000 m<sup>2</sup> für Hi-Fi-Fans und Selberbauer zu bieten haben, kann keiner überbieten. Das ist die absolute Endstufe für Hi-feinschmecker.

### 2. Wir haben die Ruhe weg

Das Herz der Lautsprecherfactory ist der absolut schall-tote Meßraum. Ohne Verzerrung, ohne Echo, ohne Hall finden wir hier den richtigen Ton für Ihre Box. Damit können nur wenige der großen Hersteller aufwarten, geschweige denn irgendwelche Selbstbauläden.

### 3. Wir machen Unerhörtes sichtbar

Mit unserer Computer-gesteuerten Meßelektronik fertigen wir von jeder Box exakte Klang-Diagramme an, die auch den unhörbaren Bereich erfassen.

### 4. Wir sind Profis

Unser Team besteht nicht aus begeisterten Bastlern, sondern aus begeisterten Fachleuten und Berufs-Musikern. Wo sonst berät Sie zum Beispiel ein Diplom Ingenieur für Akustik?

### 5. Wir haben einiges zu bieten

Unsere Palette reicht von Boxen und Bausätzen für 140,- bis 40 000,-, auf Wunsch auch darüber. Ein breiteres Angebot muß Ihnen erst mal einer bieten.

## In unserer Vorführung:

ACR • Audax • Celestion • Dynaudio • Electro Voice  
• Focal • Fostex • Heco • Infinity • Kef • Klipsch •  
Magnet • Procus • SAC • Stage accompany •  
Strathearn • TDL • Teufel • Trinity • Vifa •  
Visaton • WHD •

### 6. Wir scheuen keinen Vergleich

Bei uns kauft keiner den Kater in der Tüte. Jeder Bausatz, jede Fertigbox und jede Sonderanfertigung können direkt nebeneinander verglichen werden.

### 7. Wir sind auf keinem Ohr taub

Auch wenn Sie ausgefallene Wünsche haben, wir fertigen ihre Boxen speziell nach Ihren Sonderwünschen. Aus allen Materialien, wenn Sie wollen auch für Unterwasser-Musik. Nicht einmal im Pool geht der Klang baden.

### 8. Wir bieten Arbeitsplätze

Wer bei uns einen Bausatz kauft, kann ihn auch bei uns zusammenbauen. Dafür gibt es drei spezielle Arbeitsplätze mit guten Werkzeugen und guten Tips.

### 9. Wir lassen uns bei Ihnen blicken

Wenn sie nicht zu uns kommen können, kommen wir zu Ihnen. Sämtliche Lautsprecher gibt es auch per Versand in's ganze Land. und falls Ihr Berber einige Höhen verschluckt, wird der Klang von uns korrekt korrigiert.

### 10. Wir haben einen Plan

Damit Sie von vorne herein wissen, was nachher aus Ihren Lautsprechern rauskommen muß, haben wir einen "Boxen-Planer" entwickelt. Zur Planung und Kalkulation bei Eigenbau und Tuning nach Wohnung, Musikgeschmack und Geldbeutel.

**Der größte Bausatz-Spezialist**  
**Coupon: „Wir haben einen Plan“**  
Schicken Sie mir den Boxen-Planer. DM 5,- Schutz-  
gebühr in Briefmarken sind beigelegt.  
Name \_\_\_\_\_ Adresse \_\_\_\_\_

# HIGH-TECH-Lautsprecher Factory

☎ 02 31/52 80 91

Bremer Straße 28-30 · 4600 Dortmund 1



## Cobalt-Samarium im Hochtöner

Wie wir von Open Air aus Hamburg erfahren konnten, hat man dort einen neuen Magnetostaten im Vertrieb. Diese Lautsprecher-Spezies zeichnet sich dadurch aus, daß auf einer dünnen Folien-Membran Leiterbahnen aufgedampft sind, die sich in einem Magnetfeld befinden. Fließt nun Strom durch die Leiterbahn, so wird (gleiche Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an) auf die Membran eine Kraft ausgeübt: sie schwingt.

Grundsätzliche Probleme gab es bisher mit der maximal möglichen Feldstärke, die je Quadratzentimeter Magnetfläche realisiert werden kann und mit der Stromstärke, die eine aufgedampfte Leiterbahn verträgt.



## Intelligenz mit dicken Magneten?

Dynaudio stellt zum Herbst 1987 die ersten Muster einer neuen Chassis-Serie vor, die mit ihrem Namen 'Esotar' zeigen soll, welche Qualitäten in ihr verborgen sind. In diesen Lautsprecherchassis sind alle Erkenntnisse eingeflossen, die Dynaudio in der Chassis-Produktion hat. Ersten Informa-

tionen nach wird der Wirkungsgrad der gesamten Chassis-Serie bei 92 dB (1 W/1 m) liegen. Die zu dieser Serie gehörenden Baßlautsprecher werden bei diesem Wirkungsgrad einen besonders langen linearen Hub aufweisen. Ob Dynaudio in Zukunft allerdings noch mit dem Spruch 'Intelligenz statt dicker Magnete' weiter werben wird, oder ob nun der Umschwung zur 'Intelligenz mit dicken

Magneten' vorgenommen wird, möchten wir beim Anblick der hier abgebildeten Hoch- und Mitteltoneinheiten gerne abwarten. Der Preis des Hochtöners T 330 D wird sich bei ca. 500 bis 600,- DM bewegen, der Mitteltöner M 1600 C wird im Bereich um die 900,- DM pro Stück liegen.

Dynaudio, Winsbergring 28, 2000 Hamburg 54.

## Gesamte Palette

Nach Bezug der neuen Geschäftsräume in Mannheim, D3 präsentiert die Firma 'Musik und Design' ein außergewöhnlich umfangreiches Angebot an Selbstbaulautsprechern. Auf 180 m<sup>2</sup> Verkaufsfläche in 2 Etagen führt man beinahe die gesamte Produktpalette von

Dynaudio, Eton, Focal, Lautsprecherteufel, Morel u.a. vor. Neben Umschaltanlagen mit Pegelausgleich gibt es auch einen Meßraum, der engagierten Selbstbauern gerne zur Nutzung überlassen wird.

Musik und Design, Plankengalerie D3, 68 Mannheim 1.

Durch den Einsatz von Kobalt-Samarium als Magnetmaterial und durch eine spezielle Membraneinspannung scheint es nun eine japanische Firma geschafft zu haben, die bisherigen Daten von Magnetostat-Lautsprechern zu verbessern. Open Air gibt als mittleren Kennschalldruck 92 dB und als nutzbaren Frequenzbereich 2...40 kHz an. Der Preis soll knapp über 250 DM liegen.

Open Air, Rentzelstr. 34, 2000 Hamburg 13.



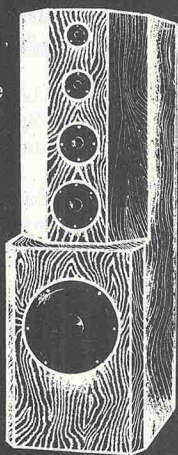
HiFi-Boxen selbstgemacht 6



# AUDIOPHIL GmbH SPITZENBOXEN IM SELBSTBAU

In unserem **neuen** Hörstudio stehen neben ausgewählten HiFi-Produkten von **Harman-Kardon, Quad, Luxman, NAD, Philips, Arcam, Thorens, Proton**, u.a. folgende Referenz-Lautsprecher für Sie zu einem Hörvergleich bereit:

- **DYNAUDIO** Axis 5/II, Jadee aktiv, Profil 4, Pentamyl III, Xenon
- **LAUTSPRECHER TEUFEL** LT 22, LT 33, LT 55, LT 66
- **FOCAL** Onyx, Kit 100
- **MAGNAT** Nebraska, Seattle
- **HECO** Superior 500, 600, 700, 800, Sub 9000
- **QUADRAL** Titan
- **ROGERS** LS 3/5A, LS 5/9
- **STRATEC** System I
- **ETON** 100, 200, 500 ab 12.87
- **QUAD** ESL 63
- **STEREOPLAY**-Spitzenbox nach Berndt Stark



AUDAX ★ BEYMA ★ CORAL  
CELESTION ★ DYNAUDIO  
ETON ★ FOCAL ★ IMF ★ JBL  
HECO SUPERIOR ★ KEF  
LAUTSPRECHER TEUFEL  
LOWTHER ★ MAGNAT  
WHD ★ MB ELECTRONIC  
PEERLESS ★ PODSZUS  
PROCUS ★ TDL ★ ROGERS  
QUAD ★ STRATEC ★ VIFA  
SCAN-SPEAK / TECHNICO  
TANNOY ★ VISATON ★ u.a.

- Ständig über 60 Lautsprecher-Paare vorführbereit
- Wohnraumgemäße Vorführung mit Computer-Umschaltung
- Ausgewählte Hi Fi-Komponenten
- CAR-HiFi
- 24 Std.-Schnellversand, auch ins Ausland
- Super-Info-Paket 10,- DM (wird verrechnet)
- Preisliste 3,- DM (Porto)

N.E.U.E. A.D.R.E.S.S.E

Schlierseestraße 19  
8000 München 90

Tel.: 089 / 692 08 08

Ein Anruf lohnt sich!

4150 Krefeld  
Alte Liner Str. 119  
Tel.: 021 51 / 2 05 15

## Krefeld

Kommen Sie doch gleich zur  
**Matzker + Engels GmbH...**

- **LAUTSPRECHERTEUFEL** LT22, LT33, LT55, LT66
- **PROCUS** Start, Intus, Fidibus
- **M + EN** Pentagon, Impuls
- **VISATON** ● **SEAS** ● **KEF** ● **AUDAX**
- **VIFA** ● **LAUTSPRECHER MANUFAKTUR**

Zu den Lautsprecher-Bausätzen gibt es auch preiswerte Gehäuse-Kits, z.B. Visaton Roma 59,- DM / Stück

**Zubehör: Lautsprecherleitung,**

- 2x2,5 mm<sup>2</sup> transparent 1,00 DM / lfdm ● 2x4 mm<sup>2</sup> hochflexibel 2,90 DM / lfdm
- 2x4 mm<sup>2</sup> transparent 1,60 DM / lfdm ● 2x10 mm<sup>2</sup> hochflexibel 7,90 DM / lfdm

**KOSTENLOSES INFO-PAKET ANFORDERN !**  
Gegen 2,-DM Rückporto

## Köln

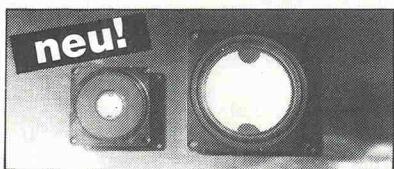
5000 Köln 1  
Jülicher Str. 22  
Tel.: 02 21 / 23 75 05

Unser **Versandservice** läßt Sie nie im Stich

### Aus unserem hochwertigen Zubehörprogramm

- Anschlußklemmen** aus Messing bis 10 mm<sup>2</sup>, 45 mm Achse, gebohrt für Büschelstecker, 4 Stck. 32,00
- Lautsprecherkabel** 2 x 6 mm<sup>2</sup>, transparent, höchstflexibel mtr. 6,60
- RG 214 Kabel** NF und LS-Kabel, Testsieger bei stereoplay-mtr. 9,50
- NF-Stecker** passend zu RG 214-Kabel, 10 mm Durchm., vergoldet, Stck. 9,80
- OFC NF-Kabel** transparent, beste Abschirmung, 8 mm Durchm., mtr. 8,50
- NF-Stecker** passend zu OFC NF-Kabel, Teflon Isol., vergoldet, mit farblicher Kennzeichnung rot/schwarz, Stck. 8,50
- Büschelstecker** versilbert, bis 6 mm<sup>2</sup> lötlbar, Kennzeichnung durch rot/schwarzen Schrumpfschlauch, Stck. 2,90
- dito** vergoldet, Stck. 4,20
- Monster-Lautsprecherklemme** für Kabel bis 10 mm<sup>2</sup>, vergoldet, schwarz/rote Ausföhrung, Stck. 29,50
- Anschlußdose** mit Polklemmen in schwarz/weißer PVC-Ausföhrung, Stck. 9,50

### High-Tech aus Deutschland



**Der Werkstoff, der die HiFi-Technik revolutionieren soll: Keramik.** Die neuen Kalotten (audio 5/87) sind bei uns erhältlich.

**High-End von Hifisound:** Wir führen die wohl interessantesten technischen Lösungen im Bereich der Membrantechnologie, wie **ETON-Hexacone Membrane**, **FOCAL-Kevlar Membrane**, **GÖRLICH-PODSZUS-Hartschaum-Membrane**, **HARBETH-ACOUSTICS-Polypropylen-Membrane**, **E.J. JORDAN DESIGN-Vollmetall-Membrane**, **STRATHEARN AUDIO-Bändchen Membrane**, **THIELE-Keramik-Membrane**. Fordern Sie nähere Unterlagen an.

### elrad-Boxenhits

- Lautsprecher-Jahrbuch**, neueste Fassung 20,- DM
- AUDAX PRO 24** Bausatz kmpl., Stck. 465,- DM
- Audax Pro 24** Gehäuse MDF roh a. Anfrage!
- KEF TOCCATA** Bausatz kmpl., Stck. 378,- DM
- VIFA GAMMA** Bausatz kmpl., Stck. 445,- DM
- Vifa Gamma** Gehäuse MDF glanzlackiert 310,- DM
- CELESTION FORTE 1010** Bausatz kmpl., Stck. 495,- DM
- PROCUS START** Bausatz kmpl., Stck. 225,- DM
- Procus Start** Gehäusebausatz, MDF roh 79,- DM
- Procus Start** Gehäuse Eiche roh 148,- DM
- DYNAUDIO XENNON 2/75** Bausatz kmpl., Stck. 345,- DM
- VISATON ROMA** Bausatz kmpl., Stck. 498,- DM

Alle Hifisound-Bausätze werden mit umfangreichem Zubehör sowie der Original-Frequenzweiche geliefert. Lieferung **per Nachnahme**, bei Vorkasse 3% Skonto. Ab 200,- DM **versandkostenfrei**. Gehäuse unfrei per Bahn. Neue 48seitige **Preisliste '87** kostenlos.

Mo-Fr 10-13 u. 14-18 h



**hifisound** 4400 Münster · 0251 / 4 78 28  
**lautsprechervertrieb** Jüdefelderstraße 35 und 52

Sa 10-13 h



## Wenn Steine singen...

## ...dann kommt das ZDF!



Stein-Akustik-Design-Produkte werden im Herbst 1987 im Fernsehen gezeigt werden. Das ZDF kam im Frühjahr 1987 nach Heinsen um die Aufnahmen zu machen. Sendetermin ist voraussichtlich Oktober 1987 im ZDF in der Sendung 'Freizeit'. (Sendezeit Freitags 16.30 Uhr). Die Fernsehleute interessierten sich hauptsächlich für einen Marmorbausatz, der aus zwei Satellitenboxen mit passenden Marmorständen sowie einem Subwoofer besteht.

Der Subwoofer ist als Tischsockel konzipiert und ergibt mit einer Marmortischplatte, die man in verschiedenen Abmessungen bestellen kann, einen kompletten Couchtisch.

SAD hat sich darauf spezialisiert, zu schon existierenden Boxenbauanleitungen die passenden Marmor- oder Kunststeingehäuse zu liefern.

Stein-Akustik-Design, K.H. Pach, Hauptstr.5, 3451 Heinsen.

## Nun machen Sie auch Kabel



Mivoc bringt ein neues Lautsprecherkabel auf den Markt, das mitnickten den Klang verbessert und auch nicht aus einem einzigen Kupferkristall gezogen wurde. Nur ein simples Kabel? Endlich hat sich einmal ein Hersteller die Mühe gemacht, auch die Herstellungsbedingungen und die Umweltverträglichkeit seiner Produkte zu beachten. Zugegeben, kein Schritt der die Welt verändert, aber einer in die richtige Richtung.

Die transparente Kabelummantelung besteht aus einem hoch-

elastischen, aber trotzdem cadmiumfreien Kunststoff. Oder wußten Sie schon, daß als Weichmacher in den schönen flexiblen und dicken Leitungen das Schwermetall Cadmium verwendet wird?

Mivoc Speaker-Flex ist in den Stärken 2 x 1,5 mm<sup>2</sup>, 2 x 2,5 mm<sup>2</sup> und 2 x 4 mm<sup>2</sup> zum Preis von DM 1,-, DM 1,50 bzw. DM 2,50,- pro Meter erhältlich.

Weitere Informationen bei: Mivoc, Konrad-Adenauer-Straße 11, 5650 Solingen.

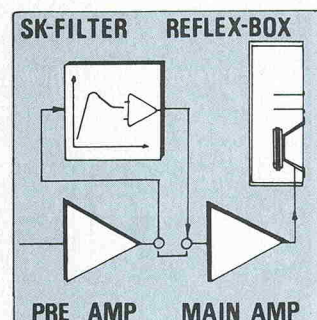
## Individuell korrigiert

Die Fa. AUDIO ART, R. Hormann — Spezialist für Lautsprecher und Verstärkerbau — bietet für Baßreflexboxen ein aktives Sallen-Key-Korrekturfilter an, welches zwischen Vor- und Endstufe geschaltet wird. Jedes Filter wird für eine bestimmte Box berechnet und genau abgeglichen.

Die Vorteile des Filters sind:

- erweiterte Baßwiedergabe
- Linearisierte Tieftonabstrahlung
- höhere Belastbarkeit der Box

Die gleiche Technik wurde unter dem Namen 'Voraus-Regelung' seinerzeit mit recht viel Getöse in den Markt gedrückt. Leider war es damals nicht möglich, vom Erfinder dieser Regelung substantielle technische Informationen zu erhalten.



ten. Um so mehr freut es natürlich eine Redaktion, wenn von anderer Seite unvergossene Technik und unvernebelte Fakten präsentiert werden.

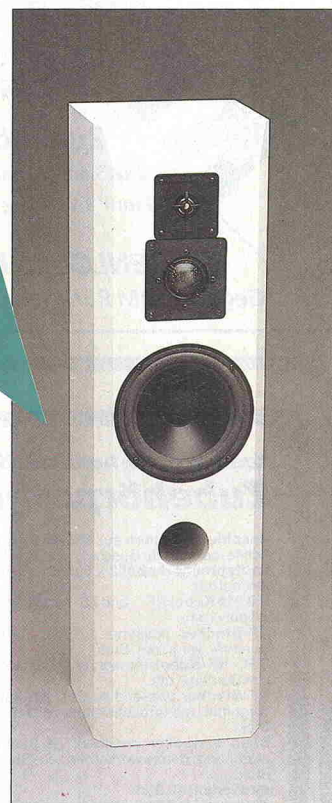
Das Filter wird ausschließlich aus hochwertigen Bauteilen aufgebaut, damit keine Beeinträchtigung des Klangs auftritt und wird sowohl als Platine, als auch als Fertiggerät angeboten.

Info über: Audio Art R. Hormann, Walsroderstraße 286a, 3012 Langenhagen.

## Selbstbau mit 5-Jahre-Garantie

'Die Box', eine Lautsprecherfirma aus Mainz wirbt mit einer fünfjährigen Garantie auch für Bausatzboxen. Dieses erfreuliche Selbstbewußtsein rührt vermutlich vom hohen Qualitätsstandard der Bausätze her, von denen R.D. Behle — der Boß der Firma — versichert, daß bis zur letzten Schraube alles drin sei, und außerdem von ausgesuchter hoher Qualität.

Daß sich die Modelle aus Mainz, neben ihrem guten Klang, auch sehen lassen können, dafür sorgt die eigene Gehäusefertigung. Sie liefert, in bester Schreinerarbeit, je nach Wunsch Holzzuschnitte oder auch fertig aufgebaute Leergehäuse — inklusive aller Aussparungen und Einfräsungen. Dies alles in allen erdenklichen Materialien und Oberflächen — vom Buchenmultiplex zum

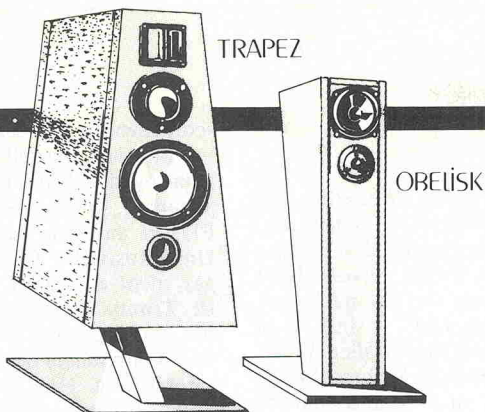


selbst lasieren, bis hin zu Edelhölzern und Lack. Unser Bild zeigt ein Klavierlack-Gehäuse in Weiß.

'die Box', Rochusstraße 11, 6500 Mainz 1.

HiFi-Boxen selbstgemacht 6





## Die neue Linie in Klang und Design

Klein aber fein in neuer Optik.  
Entsprechend dem neuen, farbigen  
Trend beim Hören und Wohnen  
haben wir unsere beiden Vorführ-  
studios komplett neu gestaltet.  
Dazu passend zeigen wir Laut-  
sprecherkonzepte und Ideen für  
farbige Gehäuse im freundlichen  
Look.

Klein aber fein Lautsprecherkonzepte 4100 Duisburg  
Tonhallenstrasse 49 Telefon 0203 · 2 98 98



## vifa GAMMA MIT V-TRANSMISSION

Bei folgenden Händlern vorführbereit:

Boxen-Gross  
Maybachufer 14/15  
1000 Berlin 44

Der Lautsprecherfuchs GmbH  
Weidenstieg 16  
2000 Hamburg 20

Elektroakustik Stade  
Bremervörder Str. 5  
2160 Stade

Kensing Extra  
Knooper Weg 41  
2300 Kiel

Blue Box  
Langemarkstr. 232  
2800 Bremen 1

FL-Elektronik GmbH  
Mühlenfortstr. 18  
3300 Braunschweig

Die Lautsprecherbox  
Untere Karspüle 8-9  
3400 Göttingen

mdL  
Charlottenstr. 49  
4000 Düsseldorf

Czerny Elektronik  
Meerhof 2  
4040 Neuss 1

klein aber fein  
Tonhallenstr. 49  
4100 Duisburg

Matzker + Engels GmbH  
Alte Linner Str. 119  
4100 Krefeld

Audio-Design GmbH & Co KG  
Kurfürstenstr. 53  
4300 Essen

hifisound LSV  
Jüdefelderstr. 35  
4400 Münster

High-Tech Lautsprecher Factory  
Bremer Str. 28-30  
4600 Dortmund 1

audio creative  
Brüderstr. 1  
4900 Herford

Matzker + Engels GmbH  
Jülicher Str. 22  
5000 Köln 1

AB-SOUNDTECHNIK  
Kamekestr. 2-8  
5000 Köln 1

Klangpyramide  
Karlsgraben 35  
5100 Aachen

Pink Noise  
Karistr. 54  
5600 Wuppertal

Audioelektronik + Musikservice  
Bleichstr. 5  
6300 Gießen

Musik & Design  
D 3.4  
6800 Mannheim

Lautsprecher-Studio  
Metzgerstr. 45  
7410 Reutlingen

NF-Laden  
Bergmannstr. 3  
8000 München 2

Der Audioladen  
Valentin-Becker-Str. 8  
8700 Würzburg

STST AKUSTIK  
Haubenschloßstr. 26  
8960 Kempten

Für die Schweiz:

OBI Elektronik GMU  
Fabrikstraße  
CH-9472 Grabe

# vifa®

Audio Design GmbH & Co KG  
4330 Mülheim/Ruhr Düsseldorf Str. 132 Tel. 0208/488789

Die Entwicklung anspruchsvoller  
Lautsprechersysteme im  
Industrie- und High-End-Bereich  
erfordert technische Kompetenz  
und professionelles Equipment.

**AD!**  
LAUTSPRECHERSYSTEME  
AUDIO-DESIGN-TEAM  
KURFÜRSTENSTR. 53  
43000 ESSEN 1  
TELEFON 0201-277427

Lautsprecherkits  
Einzelanfertigungen  
Industrieentwicklungen  
Boxenzubehör  
Wohnraumakustik  
Consulting



## Dämme gegen den Schall

Trinity Electronic GmbH bietet ein komplett neues Programm von akustischen Dämmmaterialien aus Noppenschaumstoff zum Einbau in Lautsprechergehäuse sowie zur Abstimmung der Raumakustik von Wohn-

räumen und Studios an. Durch spezielles Design der Noppenform und -höhe sowie der Plattendicke lassen sich für jeden Anwendungsfall geeignete Lö-

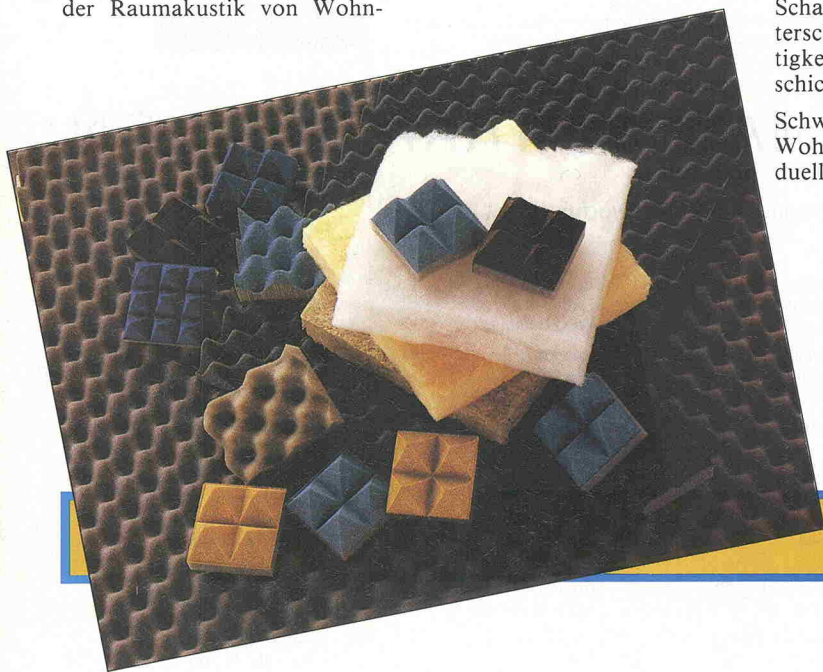
sungen finden. Weiterhin läßt die Wahl des Raumgewichtes eine Veränderung des Einsatzbereiches bei verschiedenen Frequenzen zu. Je nach Verwendungszweck sind die Schaumstoffmaterialien in unterschiedlichen Farben, Feuchtigkeits- und Brandschutzbeschichtungen erhältlich.

Schwierig abzustimmenden Wohnräumen wird mit individuellen Lösungen von schall-

schluckenden Materialien, z.B. in Form von speziell an die Gestaltung des Wohnraumes angepaßten Kegeln, Säulen oder Platten auf den Pelz gerückt. Um akustische Probleme erst gar nicht entstehen zu lassen, ist Trinity Electronic auch in der Planungs- und Bauphase eines Wohnhauses bei Bedarf beratend tätig. Hier können z.B. mit Hilfe von entsprechenden Akustikputzen wirksame Maßnahmen ergriffen werden, die später völlig unsichtbar sind.

Speziell für den Boxenselbstbauer ist weiterhin Mineralwolle, BAF-Wedding und Bailey-Wolle zur Bedämpfung von Lautsprechergehäusen erhältlich.

Trinity Electronic GmbH, Bremer Straße 30, 4600 Dortmund 1.



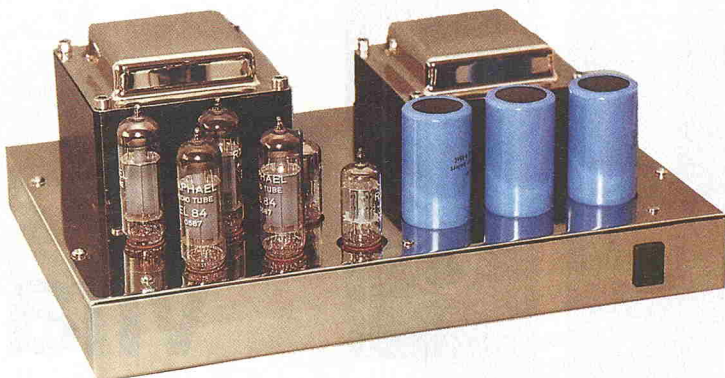
## Zweiter Laden

In Krefeld hat die Matzker + Engels GmbH ihr zweites Fachgeschäft für Lautsprechertechnik eröffnet.

Wie in Köln wird dem HiFi-Enthusiasten ein breit gefächertes Angebot an Lautsprecherbausätzen angeboten. Schwerpunktmäßig vertreten sind Produkte von Procus, Lautsprecherteufel, Lautsprechermanufaktur, Seas, Vifa, Audax und Visaton. Ebenfalls erhältlich sind hochwertige Fertiggehäuse, preiswerte Gehäusekits,

Einzelchassis, Bauteile sowie sinnvolles Zubehör. Darüberhinaus stehen auch für den KFZ-Bereich ausgereifte Konzepte in verschiedenen Preislagen zur Verfügung. Ein umfangreiches Info-Paket gibt es gratis.

Matzker + Engels, 4150 Krefeld, Alte Linner Str. 119, und 5000 Köln, Jülicher Str. 22.



## Frisch geröhrt

Die Firma Audio Workshop war schon des öfteren für einige audiophile Röhrenverstärker gut — im Selbstbau versteht sich.

Außer dem Vorverstärker (RÖH1 aus elrad 10/86) und der Stereo-Endstufe 2x25 W (RÖH2 aus elrad 11/86) gibt es nun auch noch eine 2x12,5 W-Version sowie 35 W-, 45 W- und 50 W-Monoblöcke. Der konventionelle Schaltungsaufbau sollte dem halbwegs erfahrenen Praktiker keine Probleme bereiten, da sich alle Bauteile auf einer Platine be-

finden. Nach Aussagen des Entwicklers gibt es in den Bausätzen nur hochwertige Teile. Elkos sind beispielsweise ausschließlich ins Netzteil verbannt und selbst dort von FKT-Kondensatoren überbrückt. Der für den Klang wichtige Ausgangsübertrager wird bis zu 14-fach verschachtelt und ist mit Korn-orientierten M6X-Bleichen aufgebaut.

Und daß ein Röhrenverstärker nicht nur etwas fürs Ohr, sondern auch fürs Auge bietet, zeigt unser Foto.

Audio-Workshop, Bachstr. 11, 4390 Gladbeck.

HiFi-Boxen selbstgemacht 6



# 2 Kataloge von jpc - für Sammler und Kenner ein Müß!

Der **jazz-pop-classic-courier** ist der monatliche Neuheiten- und Sonderangebotsdienst für die Kunden des jpc-Schallplattenversands. Jeder Musikfreund erhält das 48seitige Heft kostenlos und unverbindlich.

Der **jpc-classic-catalogue** ist mit über 22.000 verzeichneten CDs, LPs und MCs und ca. 450 Seiten Umfang der titelstärkste Klassik-Katalog der Welt. Er erscheint am 1. Oktober eines jeden Jahres und wird an unsere Versandkunden kostenlos mit der ersten Lieferung abgegeben. Interessierte erhalten den Katalog gegen Voreinsendung von DM 3,80 (Briefmarken), die bei der ersten Versandbestellung vergütet werden.

Der **jpc-Compact-Disc-Catalogue** erscheint nach jahrelanger Vorarbeit am 1. Oktober 1987 zum ersten Mal. Mit über 8.000 verzeichneten CDs aus den Bereichen Jazz, Pop, Folklore etc. ist er eine echte Fundgrube für den Kenner. Der Versandkunde erhält diesen Katalog kostenlos mit der ersten Lieferung. Gegen Voreinsendung von DM 4,80 (Briefmarken), die bei der ersten Versandbestellung vergütet werden, kommt der jpc-Compact-Disc-Catalogue umgehend per Post.



Nutzen Sie die Vorteile eines leistungsfähigen Versenders. Denn Informationsservice, Repertoirebreite, Preise und eine erstklassige Lieferfähigkeit sprechen für jpc.

- weil der „jpc-classic-catalogue“ mit weit über 22.000 verzeichneten CDs, LPs und MCs der „größte Klassik-Katalog der Welt“ (J. Kesting im Stern Nr. 46/83) ist.
- weil der „Compact-Disc-Catalogue“ mit über 8.000 CDs aus den Bereichen Jazz, Pop, Folklore, Film- und Unterhaltungsmusik der umfangreichste für diesen Bereich ist.
- weil dem Interessierten mit beiden Katalogen die optimale Marktübersicht jederzeit zur Verfügung steht.
- weil zu jedem Tonträger detaillierte Angaben über die einzelnen Stücke, über Technik (AAD, DDD usw.) und Aufnahmejahr verzeichnet sind. Zahllose Pressestimmen geben Hinweise auf herausragende Produktionen.
- weil die beiden Kataloge monatlich durch den „jazz-pop-classic-courier“ mit den aktuellen Neuerscheinungen, Sonderangeboten, Eigenimporten und -produktionen ergänzt werden.



- ☐ Bitte schicken Sie mir kostenlos und völlig unverbindlich den jazz-pop-classic-courier.
- ☐ Bitte schicken Sie mir den jpc-classic-catalogue, Ausgabe Oktober '87. DM 3,80 (Briefmarken) füge ich bei.
- ☐ Bitte schicken Sie mir den Compact-Disc-Catalogue (Jazz, Pop, Folklore etc.). DM 4,80 (Briefmarken) füge ich bei.

Name/Vorname \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

PLZ/Wohnort \_\_\_\_\_

Coupon oder Postkarte (Referenz bs) einsenden an:

**jpc**-Schallplatten · Ackerstr. 59 · 4500 Osnabrück · Tel. (05 41) 57 10 89

jpc-classic-catalogue  
+ Compact-Disc-Catalogue  
(Jazz, Pop, etc.)

**jpc**  
schallplatten  
Ackerstraße 59  
4500 Osnabrück  
Telefon (05 41) 57 10 89









# Mikro-Transmissionsline

## MK II

P. Goldt

**A**ls im Februar 1984 in der Zeitschrift *el-rad* auf der Titelseite die 'Mikro-Transmissionsline' vorgestellt wurde, zeigte sich eine enorme Resonanz auf diesen 'Platzsparer'. Ein vergleichender Test der in Stuttgart erscheinenden *HIFIVISION* wies jedoch später auf noch vorhandene 'Entwicklungsreserven' hin. Es lag also nahe, durch Optimierung eine extrem kompakte Hifi-Box nach dem Motto: 'Noch kleiner, noch besser, höher belastbar, tiefere Baßwiedergabe' zu realisieren.

Die nun vorgestellte Box ist das Ergebnis einer längeren, kontinuierlichen Entwicklung der Chassis sowie der Gehäusekonstruktion. Für Tiefbaß-Fanatiker wurde die Anlage um einen Subwoofer mit Aktiv-Elektronik erweitert, der über ausreichend 'Wumm' verfügt (180 W) und dessen obere Grenzfrequenz regelbar ist. Daher ist diese Tiefbaß-Erweiterung nicht nur für die Mikro-Transmissionsline verwendbar, sondern auch für andere Kombinationen.



## Die Technik

Prinzip	Hornkehle
Belastbarkeit DIN	100/160 W
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	90 dB/W/m
Übernahme- frequenz	6 kHz
Volumen innen	5 l
Außenmaße	56 cm hoch 13,5 cm breit 15 cm tief
Entwickler	Dipl.-Ing. P. Goldt
Preise für eine Box	Chassis + Weiche ca. 198,- DM Subwoofer(Chassis) ca. 119,- DM

## Subwoofer (Elektronik)

Frequenzbereich regelbar	20-63 Hz...200 Hz
Nennleistung an 8 Ohm	180 W
Eingangsspannung	universell regelbar 50 mV - 20 Volt 8 Ohm - 47 kOhm

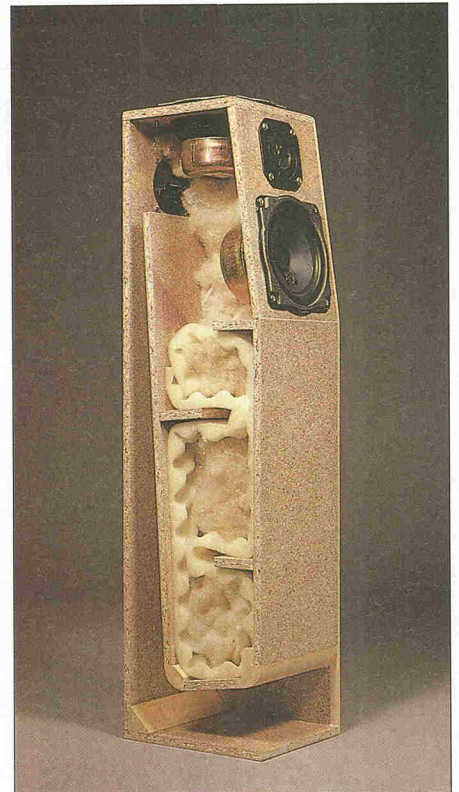
## Die Teile

**Spulen**  
0,2 mH  
0,47 mH

**Kondensatoren**  
10  $\mu$   
9  $\mu$   
3  $\mu$

**Widerstand**  
6R8/5 W

**Lautsprecher**  
McEntire  
2 x M 100  
1 x H 70  
1 x B 200  
(für Subwoofer)



Zwei 10 cm-Minibässe mit vierlagiger Schwingspule arbeiten im Tiefmittelltonbereich bis 6 kHz. Eine Impedanzkorrektur in Verbindung mit der 90°-Anordnung der Chassis-Achsen sorgen für eine außerordentlich verfärbungsfreie Mitteltonwiedergabe.

Die 'Baß'-Membranen dieser Box sind mit ihrem Durchmesser von nur 70 mm und einem Gewicht von nur 1,4 g vielen Konusmitteltönern überlegen. Die hohe Nennbelastbarkeit der Lautsprecherbox von 100 W nach DIN 45.500 ff. verblüfft zunächst beim Anblick dieses Sound-Zwerges. Die vier-

lagige Baß-Schwingspule kann aber kurzfristig hohe Wärmemengen speichern, die bei dem großen Hub der Lautsprecher von max. 10 mm per Luftkühlung aus dem Luftspalt 'gepumpt' werden.

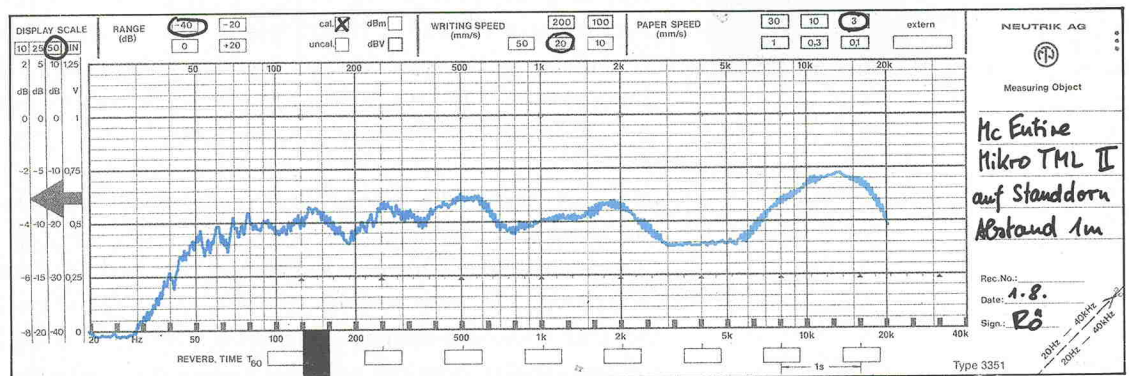
Für die extrem leichte Hochtonkalotte mit federleichter selbsttragender Schwingspule konnte die alte Low-Cost-Weiche in Form eines einzelnen Kondensators nicht wieder verwendet werden, wenn ein Leistungsangebot von 100 W Sinus ohne Rauchzeichen verarbeitet werden sollte: Ein 18 dB-Filter begrenzt steilflankig zum Leistungsspektrum im Mittelltonbereich. Zusätzlich kühlt eine Ferrofluidfüllung des Luftspalts die Spule und optimiert das Impulsverhalten.

Sehr viel unsichtbare Detailarbeit steckt in der Verarbeitung der Chassis: hochwertige Verklebungen, extrem en-

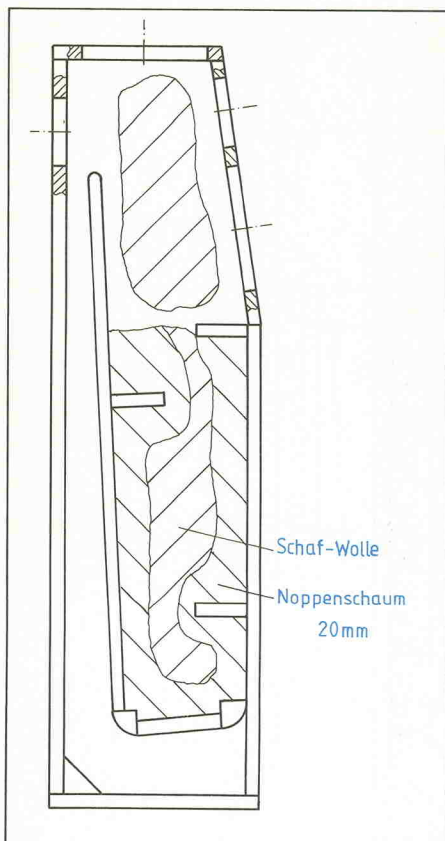
**Für ein Horn zu kurz, als Baß-reflex zu lang, als TL zu 'exponentiell' ist diese Box ein kaum zu berechnendes Mischwesen.**

ge Toleranzen bei der Montage und konstante Fertigungsqualität sieht man nicht, aber all diese Details kosten relativ viel Geld.

Obwohl nur ein schlankes Säulchen, zeigt der Frequenzgang doch erstaunliche Tiefe.





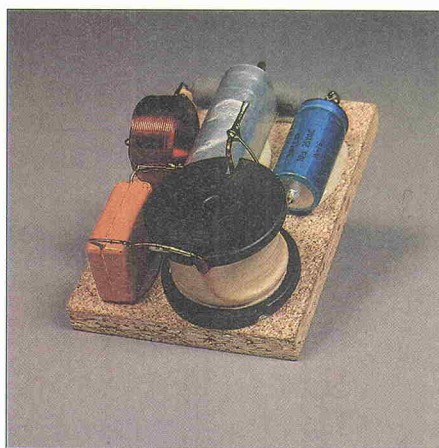


Der Bedämpfungsplan.

Im Laufe der Optimierung wurde die 'Transmissionline' immer kürzer, schließlich öffnete sie sich nach einer Exponentialfunktion und die übriggebliebenen Umleitungen der Line verwandelten sich in einen 'akustischen Sumpf'. Für ein Horn zu kurz, für Baßreflex zu lang, als TL zu 'exponentiell' ist diese Konstruktionsform ein kaum berechenbares, aber akustisch hochinteressantes Mischwesen.

Aber wie manche 'neue Erfindung' ist auch diese Bauweise bei Licht betrachtet ein alter Hut: als 'Isophon-Hornkehle' oder 'Hans-Deutscher-Hornresonator' ist sie in die Boxengeschichte eingegangen. Obwohl beide Konstruktionen einander ähneln, können die Berechnungsgrundlagen für die eine doch nicht für die andere Box herangezogen werden. Daher wollen wir mit der Feststellung der Ähnlichkeit die Theorie abhaken und uns der Praxis zuwenden.

Das Gehäuse wird durchgängig aus 8 mm starken Spanplatten aufgebaut. Eine Stückliste mit den Maßangaben aller Brettchen haben wir uns gespart,



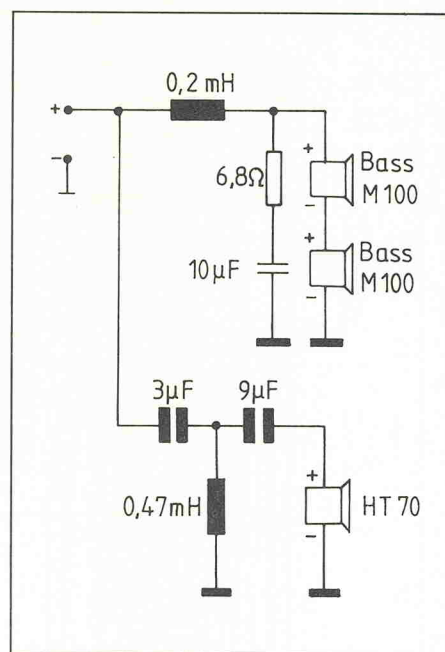
Die Frequenzweiche — hier eine frei verdrahtete Spanplattenversion — wird hinter dem unteren Tieftöner festgeschraubt.

da bei dieser Box ohnehin nicht auf Baumarkt-Zuschnitte zurückgegriffen werden kann (welcher Baumarkt sägt schon Spanplatten mit 120 mm x 40 mm zu) und daher mit Stichsäge und Bandschleifer vom 120 mm breiten Streifen die entsprechend langen Brettchen abgesägt und zugeschliffen werden sollten. Wer das nicht will oder kann, hat die Möglichkeit, auf fertige oder halbfertige Gehäuse zurückzugreifen.

Alle für den Eigenbau wichtigen Maße findet man in den Zeichnungen, ebenso die Angaben zur Bedämpfung des Gehäuses. Im Bedämpfungsplan ist Noppenschaumstoff mit 20 mm Noppenhöhe angegeben. Wir verraten sicher kein allzu großes Geheimnis, wenn wir als Herkunft dieses Materials die Verpackungsindustrie angeben: ganz normaler offenerporiger Verpackungsschaumstoff.

Im Laufe der Entwicklungsarbeiten wurde festgestellt, daß unter 100 Hz doch noch ein gewisser Bedarf an Schalldruck besteht. Wer auch diesen Bereich abdecken will, sollte zu einem zusätzlichen Subwoofer greifen. Das hier vorgeschlagene McEntire-Modell ähnelt in der Anwendung sehr stark

Auch wenn's nur schwer erklärbar ist, die räumliche Ortung im Mitteltonbereich gewinnt durch diese Standdorne.



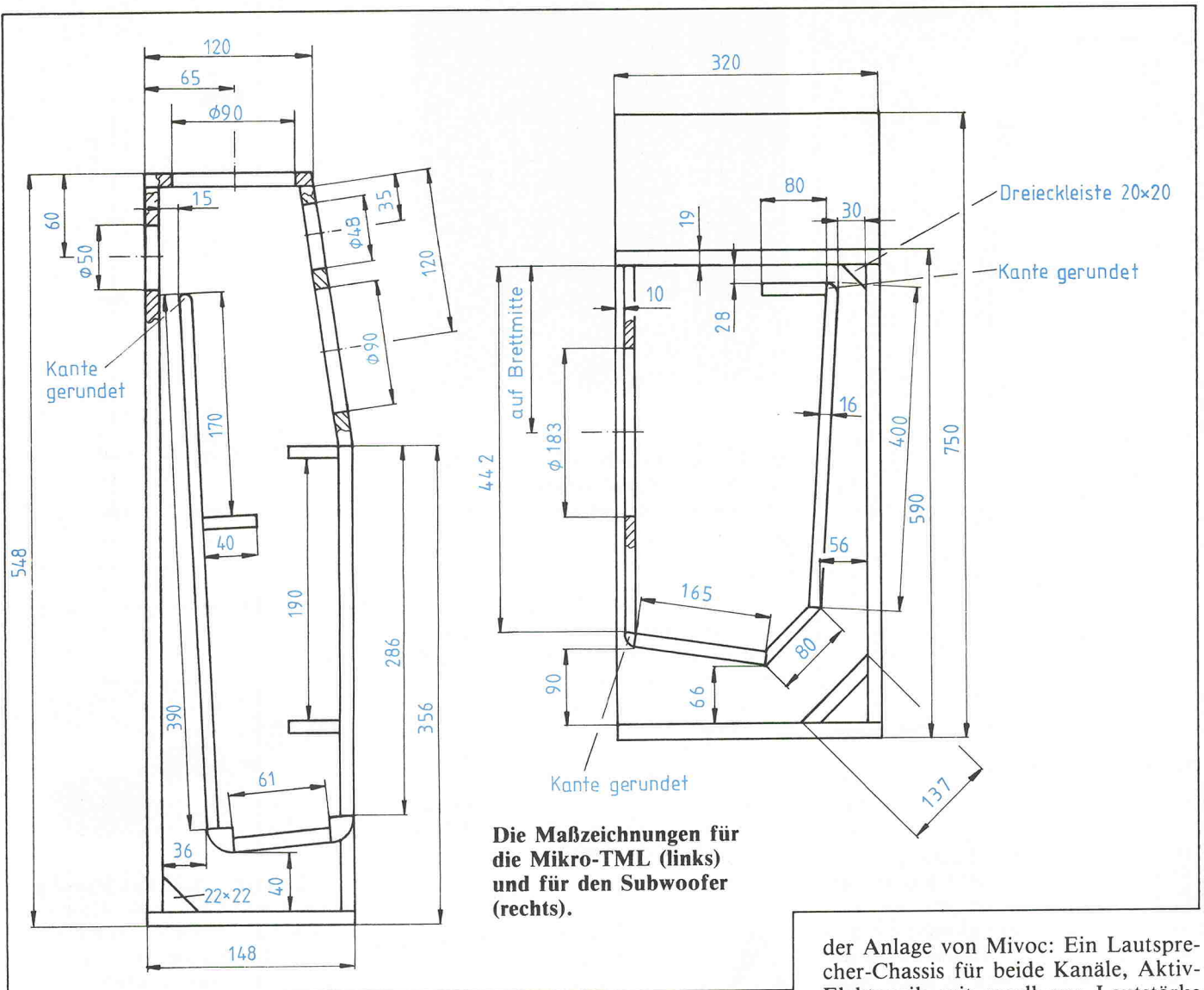
Das Schaltbild der Frequenzweiche.



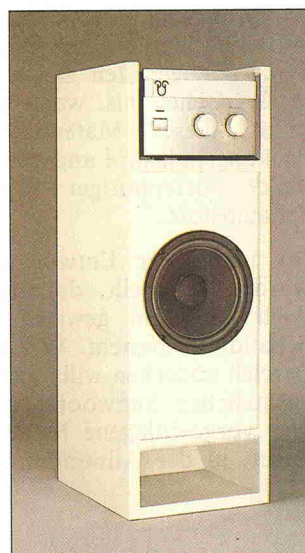
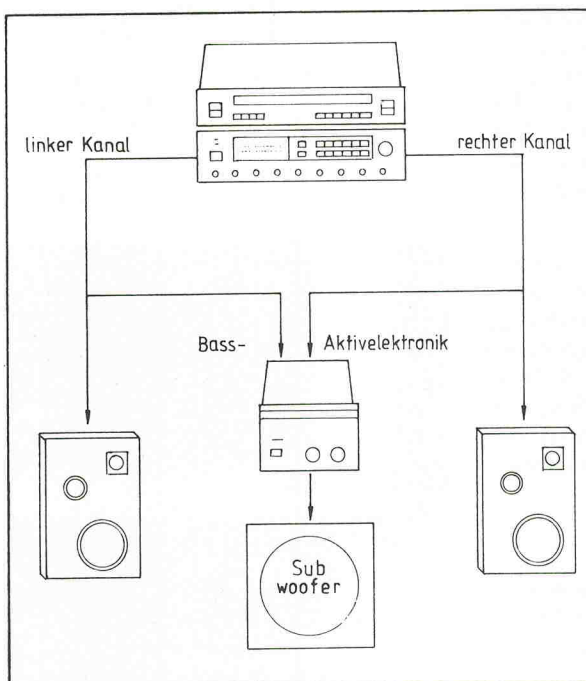
Diese Standdorne sind aus Messingplättchen hergestellt, in die ein Gewinde geschnitten wurde. Die eigentlichen Nägel stammen aus dem Sportgeschäft (Lauf-Schuhe).







der Anlage von Mivoc: Ein Lautsprecher-Chassis für beide Kanäle, Aktiv-Elektronik mit regelbarer Lautstärke und Übernahmefrequenz.



So sieht der fertige Subwoofer aus (oben) und so wird er angeschlossen (links).

Der 20 cm-Langhub-Baß ist besonders impulsfest ausgelegt, so daß die Endstufe mit 180 W Nennleistung an 8 Ohm für knackigen Antrieb sorgen darf. Allerdings sollte man nie vergessen, daß die Lautsprecherbelastbarkeit mit einem Meßspektrum über den Gesamtfrequenzbereich ermittelt wird. Tiefste Baßtöne mit 180 W Dauer-Sinus können jeden Lautsprecher schaffen.

Die Aktiv-Baß-Elektronik wird betriebsfertig geliefert und läßt sich an jeder vorhandenen Hifi-Anlage zuschalten: Bei Vorverstärker/Endstufen-Kombinationen wird der LINE-Eingang benutzt, bei Receivern wird das Baß-Signal über ein spezielles Anschlußkabel aus dem Ausgangs-Signal der vorhandenen Endstufe gewonnen.



# HARD

Test  
**stereoplay**  
Spitzenklasse!

**AUDAX  
SIARE**

**HiFi-Lautsprecher  
Auto-Lautsprecher  
Lautsprecher-  
Bausätze**

● Super in Sound, Styling  
● und Preis — das kann man  
● schon laut sprechen!

Unterlagen gegen DM 5  
in Schein oder Briefmarken.  
Lieferung sofort ab Lager.

Alleinvertreib für die BRD:  
**Proraum Vertriebs GmbH**  
Postfach 101003  
4970 Bad Oeynhausen 1  
Telefon 05221/3061  
Telex 9724842 kro d  
24-Std-Telefon-Service!

## Jetzt ist er da

... der neue **monitor pc**-Katalog '87/'88!  
Mit neuen Lautsprecher- und Phonokabeln,  
hochwertigen Steckverbindungen und viel HiFi-Zubehör.  
Den **monitor pc**-Katalog erhalten Sie  
bei Ihrem **monitor pc**-Fachhändler oder direkt von  
**in-akustik** gegen DM -,80 in Briefmarken (Rückporto).

**in-akustik GmbH**  
Untermarkt 14, 7801 Ballreichen-Dottingen  
Tel. 07634/728, Telex: 772965, Telefax: 07634/6532

Informationen und  
Bestellunterlagen anfordern  
bei Audiobile Elektroakustik GmbH  
5090 Leverkusen I, Postfach 100110, 0214/43400

# SILENT

die **Matte PAD** zur wirksamen  
Flächenentkopplung hochwertiger Lautsprecher und  
Analogaufwerke, Verstärker, CD-Player, Tapedecks...

Quadro-, Surround-, Ambience-, PCM-Prozessoren...  
Multitrack-Bandmaschinen, DAT-Recorder, HiFi-Hard-  
und-Software **AUDIO PUR** Zubehör

**AUDIO PUR**  
das HiFi-Studio  
5090 Leverkusen I, Roomstr. 15, 0214/43400  
Angebotliste anfordern und Hör-  
termin vereinbaren!

- Audax, Beyma, Celestion, Coral, Dynaudio  
EV, Fane, Focal, Isophon, KEF, Magnat  
LM, Peerless, Scan-Speak, Siare, Sipe,  
Technics, Vifa, Visaton (u.a.)
- Umfangreiches Zubehör -u.  
Bauteileprogramm
- Frequenzweichenberechnung u.-  
Sonderanfertigung
- Ständig Sonderangebote

Audax TW74A	16,-
Peerless MT25HFC	9.50
Peerless K25CT	8,-
Peerless K040MRF	42,-
Peerless/MB PMT30V	33,-
Scan-Speak D3B08	42,-
Vifa 21F-GWB	48,-
Vifa M21WG	45,-
Seas 13F-GM	39,-
Vifa M10MD39	39,-
Audax HIF20JSM	37,-
Peerless 25UK0-PP	56,-
Vifa M25W048	86,-
Siare 11MCV-FF	48,-

Katalog u. umfangreiche Info! gegen  
DM 5,- (Bfm., Schein)  
Preisliste u. Sonderliste kostenlos.

## Lautsprecherladen

Dipl. Ing. FH Ronald Schwarz  
Rich.-Wagner-Str. 65-6750 Kaiserslautern  
Tel. 0631/63355

# HIFI & ART

Lautsprecherbausätze  
HIGH END Electronic

Hören & Testen

**AUDAX**  
Pro 24 St. 440,- DM

**SEAS MS 3**

**CELESTION**  
Ars Nova

**ETON**  
Tieftöner Restposten  
8 DC 421 St. 88,- DM

Erwin Brandt  
Theresienstr. 12 · 8900 Augsburg  
Tel. 08 21 · 42 15 91

## Jetzt noch besser! Die Subwoofer-Anlage von Akomp. Absolut im Klang und super im Preis!

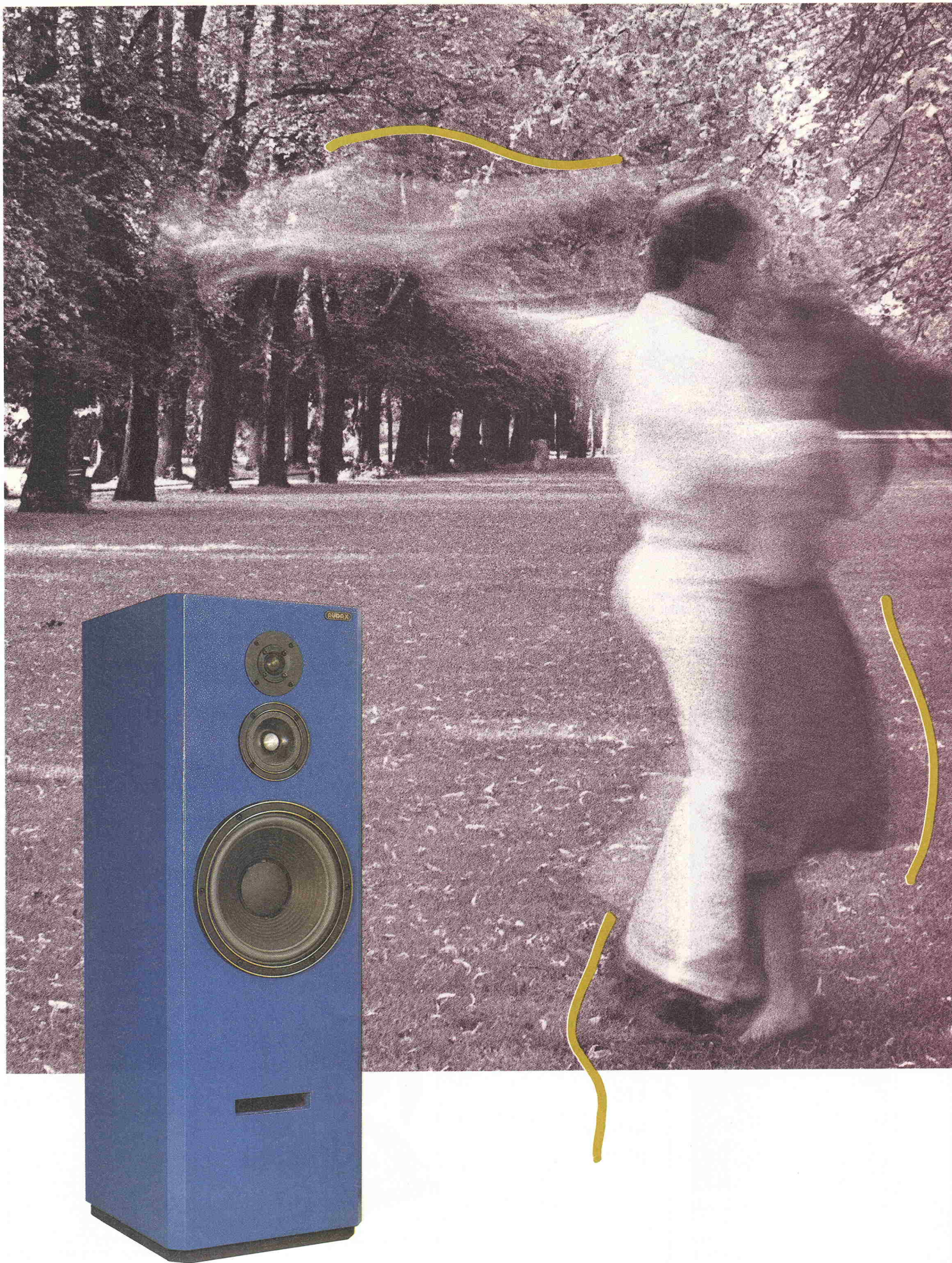
Dieser aktive (250 W starke) Subwoofer-Bau-  
satz (seit 2 Jahren der Renner für musikbe-  
geisterte Selberrmacher) ist jetzt noch  
besser. Eine Reihe von Verfeinerungen sor-  
gen für noch brillantere Höhen, für noch aus-  
gewogenere Mitten, für noch stärker fühlbare  
Bässe. Die ideale Anlage gerade für CDs! Und  
da dieser Schnellbausatz mit fertig bestück-  
ten und geprüften Platinen geliefert wird, gibt  
es keine elektronischen Probleme!

Bitte schnell Informationen.

Name \_\_\_\_\_  
Straße \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort \_\_\_\_\_

**AKOMP** E 6  
Akomp Elektronik GmbH  
Hasselhecker Straße 23  
6352 Ober-Mörlen · Telefon 060 02/14 04









# Titanische Dämpfe

R.Krönke

**D**er neu überarbeitete Audax-Kit PRO24Ti ist eine bewährte 3-Wege Baßreflex-Konstruktion, die nun dem neuesten Stand angepaßt wurde. Erhalten blieb der bekannte 24 cm-Baßlautsprecher MHD 24 P 45 TDSM mit 120 mm TD-Magnet und 46 mm Nomex-Schwingspulenträger.

Nomex ist ein Kunststoff, der über ähnliche mechanische Eigenschaften wie die sonst üblichen Alu-Schwingspulenträger verfügt, aber elektrisch nicht leitet. Daher können auch keine Wirbelströme in den Schwingspulenträger induziert werden — was den geplagten Lautsprecher-Entwickler von einigen Problemen entlastet.

Der Mitteltöner MHD 12 P 25 FSM-K erhielt eine neue Spezialbeschichtung und wird nun ohne Ferrofluid eingesetzt. Beibehalten wurde der Alu-Kegel zur Verbesserung der Dispersion und des Phasenganges sowie der 25 mm Nomex-Schwingspulenträger. Klanglich unterscheidet sich die Version mit Kegel durch ein erheblich offeneres Klangbild von der Standardversion mit normaler Staubschutzkalotte. Eingesetzt werden kann der MHD 12 von 500-6000 Hz.

**I**m Hochtongbereich wird die neue Titan-Kalotte DTW 100 Ti 25 mit Ferrofluid eingesetzt. Dies ist keine reine Titan-Kalotte — wie übrigens in den wenigsten Fällen, denn meist handelt es sich um mit Titan bedampfte Alu-Membranen. Bei der Audax-Kalotte ist das Grundmaterial jedoch Supranyl, welches mit einer Titan-Schicht bedampft wird. Dadurch bleibt eine gewisse innere Dämpfung der Membran erhalten, und die übliche, übertrieben spitze Hochtongwiedergabe wird vermieden. Das Ergebnis ist ein durchsichtiges Klangbild und besseres Impulsverhalten im Vergleich zur Gewebekalotte.

**D**ie Frequenzweiche der PRO 24 wurde als 12 dB Linkwitz-Filter ausgelegt. Die Vorteile sind:

- Einwandfreier Amplituden-Phasengang
- dynamisches Impulsverhalten
- Symmetrisches Strahlungsdiagramm
- Homogenes Klangbild



## Die Technik

Prinzip	3-Weg Baßreflex
Belastbarkeit	180 W (Programm)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	91 dB/1 W/1 m
Übernahme- frequenzen	500/4000 Hz (Linkwitz)
Volumen	85 Liter Baßgehäuse 2 Liter Mitteltongehäuse
Außenmaße	Höhe 1000 mm Breite 350 mm Tiefe 380 mm
Entwickler	R. Krönke
Preise	Bausatz ca. 520,— DM je Box (Chassis, Weiche, Schrauben und An- schlußfeld)  Fertiggehäuse 350,— bis 450,— DM je nach Aus- führung

## Die Teile

### Holz nach Zeichnung

#### Kondensatoren

C1	3 $\mu$ 3 Folie
C2	22 $\mu$ Folie
C3	3 $\mu$ 3 Folie
C4	4 $\mu$ 7 Folie
C5	22 $\mu$ Folie
C6	33 $\mu$ Folie
CB	6 x 0,047 $\mu$ Polypropylen

#### Spulen

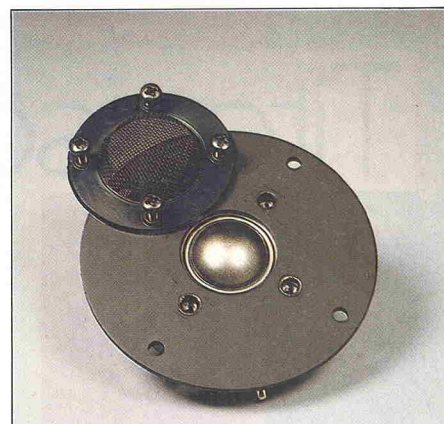
L1	0,64 mH
L2	0,6 mH
L3	4,5 mH
L4	5,7 mH

#### Widerstände

R1	1R5/5 W
R2	22R/5 W
R3	8R2/5 W
R4	6R8/9 W

#### Chassis

Baß	MHD24P45 TDSM
Mitteltöner	MHD12P25 FSM-K
Hochtöner	DTW100T125



Der Hochtöner von vorn mit abmontiertem Schutzgitter ...

Ferrit-Rollenkern verwendet. Auch hier gibt es erhebliche Unterschiede im Sättigungsverhalten des Ferritmateri- als; deshalb wird ein hochwertiger Kern mit einer Belastungsgrenze eingesetzt, die oberhalb der thermischen Grenze des Lautsprechers liegt.

Nicht jeder Lautsprecher arbeitet mit dem Linkwitz-Filter einwandfrei. Die Chassis müssen gut miteinander harmonisieren und ausreichend linear im Frequenzgang sein, da es sonst erhebliche Schwierigkeiten im Übernahmebereich gibt.

Die Frequenzweiche kann nach unserem Schaltbild selbst aufgebaut oder als fertige Platine gekauft werden. Die Fertigversion ist auf einer stabilen Epoxy-Platine mit sudverzinnten Leiterbahnen aufgebaut. Alle Bauteile sind grundsätzlich von höchster Qualität, um den sogenannten 'Modifikanten', oder auch 'Verschlimmbesserern' keine Chance zu lassen.

Es ist nämlich schon des öfteren vorgekommen, daß eine fertige Frequenzweiche — aus Preisgründen mit günstigen, aber richtig zueinander passenden

Teilen aufgebaut — mit teuren, aber eben nicht mehr zueinander passenden Teilen soweit 'modifiziert' wurde, daß die Herstellerfirma ihr eigenes 'Werk' nicht mehr wiedererkannte.

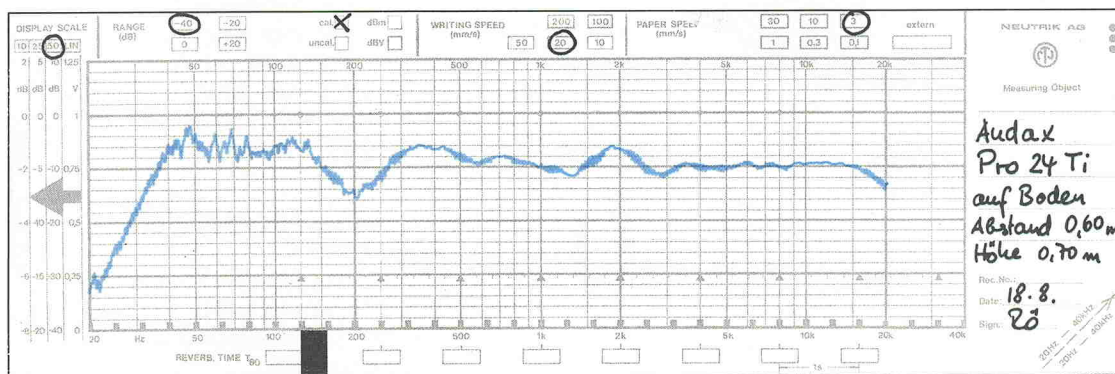
Sämtliche Kondensatoren sind 250 V MKT-Polyester-Typen mit 3% Toleranz, die zusätzlich durch 0,047  $\mu$  Bypass-Kondensatoren aus Polypropylen überbrückt werden. Vor angeblich 'besseren' MP-Kondensatoren sei hier ausdrücklich gewarnt! Diese, aus der allgemeinen Elektrotechnik bekannten Bauformen, sind in diesem Fall nicht geeignet. Alle Spulen außer der Baßdrossel sind Luftspulen mit 2% Toleranz.

Für den Tieftöner jedoch würde eine Luftspule wegen des geforderten niedrigen Innenwiderstands gigantische Ausmaße annehmen. Daher wurde ein

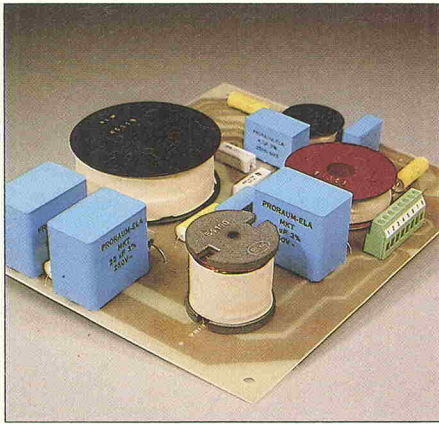
Das Gehäuse für den MHD 24 P 45 TDSM wurde als Baßreflex-Konstruktion ausgeführt und mit Computer-Unterstützung nach Thiele/Small und Snyder optimiert. Als optimales Volumen einschließlich der Güteverschlechterung durch den Widerstand der Drossel ergeben sich 85 Liter Netto-Volumen und ein -3 dB Punkt bei 37 Hz. Um Beugungserscheinungen an den Gehäusekanten zu verhindern, werden die Kanten der Seitenwände im Winkel von 45 Grad abgeschrägt. Daß dieser optische Kniff die Box etwas schmaler werden läßt, ist dabei ein hübscher Nebeneffekt.

Als Gehäusematerial eignen sich 25 mm starke MDF-Platten oder auch hochverdichtete Feinspanplatten. Wer jedoch die Gehäuse nicht selbst bauen möchte, wozu schließlich auch entsprechende Maschinen benötigt werden,

Ein sehr schöner und gleichmäßiger Frequenzgang. Der Amplitudenabfall bei 200 Hz ist auf eine Raumresonanz zurückzuführen — man findet diesen Einbruch bei mehreren Schrieben.



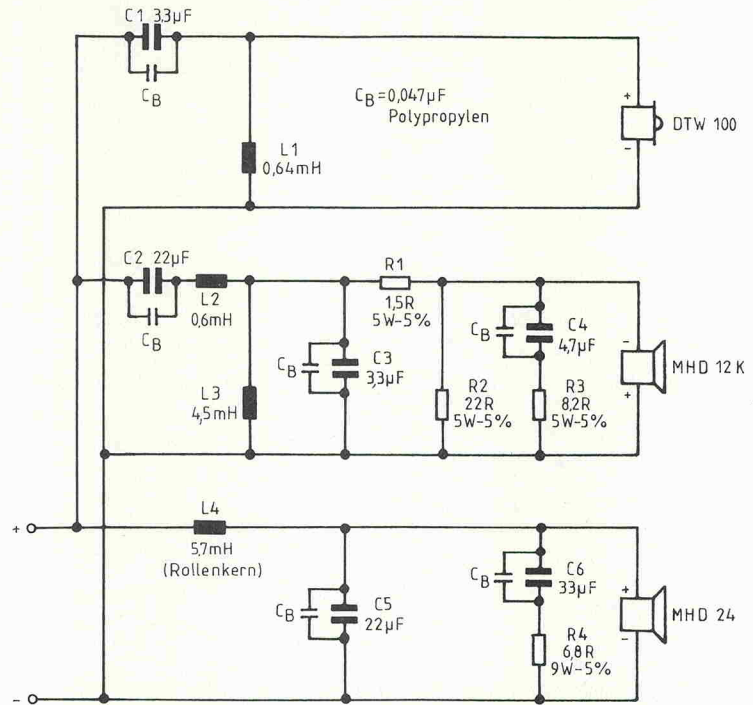




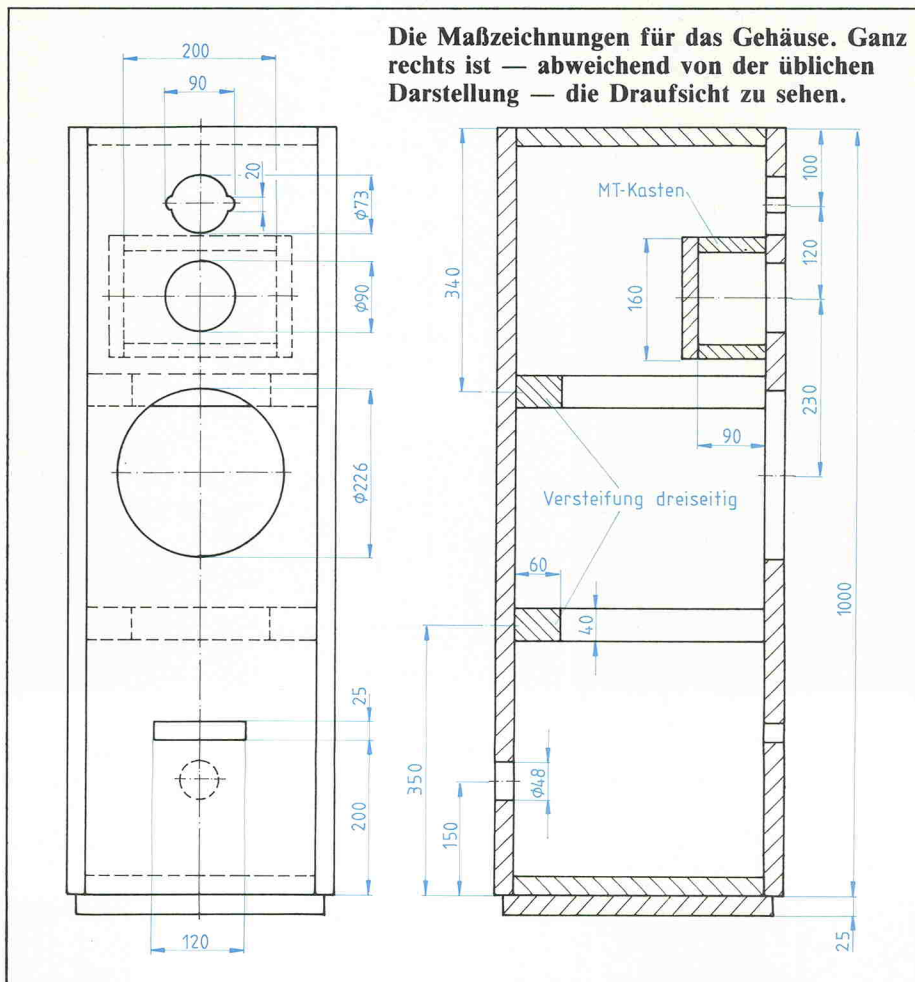
In der Frequenzweiche werden ausschließlich hochwertige Bauteile verwendet.

für den werden diverse Fertiggehäuse in Top-Qualität angeboten.

Die Bedämpfung des Baßgehäuses erfolgt mit 40 mm starker Glaswolle G + H Typ 3 V oder mit hochwertigem, offenporigem Noppenschaumstoff LS 36, mit einer Dichte von 32 kg pro Kubikmeter. Achten Sie unbedingt beim Noppenschaumstoff auf das richtige Raumgewicht, da auf dem Markt

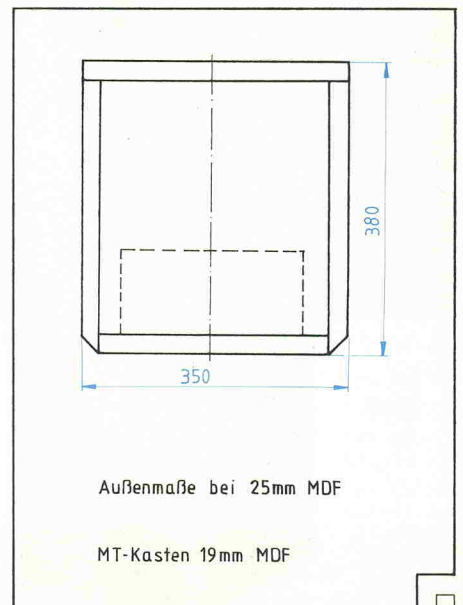


Das Schaltbild für die 12 dB-Linkwitz-Weiche mit ausgefeilter Pegelanpassung und Impedanz-Korrektur.

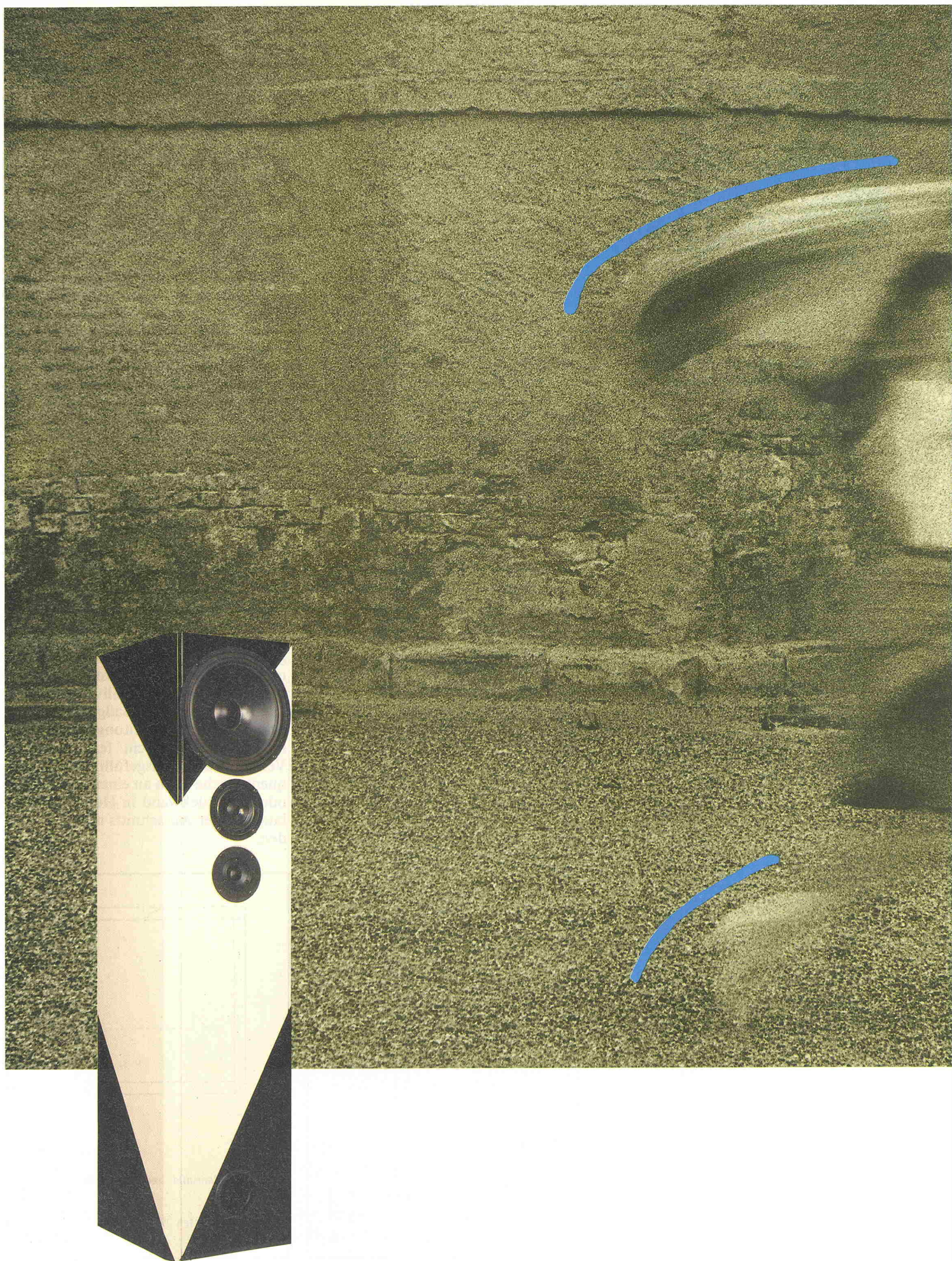


Die Maßzeichnungen für das Gehäuse. Ganz rechts ist — abweichend von der üblichen Darstellung — die Draufsicht zu sehen.

auch manchmal andere Qualitäten angeboten werden. Resonanz- und Dröhnerscheinungen sind dann die Folge. Mit Ausnahme der Schallwand werden alle Innenwände des Baßgehäuses ausgekleidet. Das Mitteltongehäuse wird locker mit ca. 50 cm fein gezupfter Verbandwatte ausgefüllt. Die Frequenzweiche kann an einer Seitenwand oder der Rückwand in Höhe des Baßlautsprecher-Ausschnitts montiert werden.











# . . . innen größer als außen

T. Heinzerling

**K**leiner machen, in der Wand einbauen, im Bücherregal verstecken. Das wär's. Oder haben sie vielleicht eine weitere, neue Idee, wie man seine für teures Geld erworbenen Klangstrahler unsichtbar machen könnte? Empfiehlt sich etwa die Anwendung eines Tarnanstriches oder sollte man nicht besser ganz, ganz viele Boxen ins Wohnzimmer stellen, damit das empfindliche und allzu leicht beleidigte Auge den Wald vor lauter Boxen gar nicht erst wahrnimmt?

Je besser die Box, desto schwerer wird es allerdings, dieses Versteckspiel auf gelungene Weise zu betreiben. Auch wenn die Faustregel 'größere Box ist gleich besser Baß' nicht immer zutreffen muß, so steckt doch ein gutes Maß an Wahrheit in ihr, und die Tarnspezialisten unter den Boxen(-selbst)bauern dürften ihre liebe Not beim Unterbringen des für Baßstreiber mit mehr als 13 cm Ø notwendigen Volumens haben.



## Die Technik

Prinzip	3-Wege Baßreflex mit V-Transmission
Belastbarkeit	120 W Nenn 180 W Musik
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	89 dB/1W/1m
Übernahme- frequenzen	850Hz/4,0 kHz
Volumen	50 l
Entwickler	Rolph Smulders

## Die Teile

### Holz und Dämmmaterial nach Zeichnung

### Frequenzweiche Kondensatoren

C1	47 µF/Elko bipolar
C2	22 µF MKT/5% 250 V
C3	6,8 µF/Elko bipolar
C4	4,7 µF/MKP
C5	10 µF/MKP

### Spulen

L1	3,9 mH/GK2 1,0Ø CuL
L2	2,0 mH/FK36 0,71Ø
L3	0,56 mH/Luft 1,0Ø CuL
L4	0,39 mH/Luft 0,71Ø

### Widerstände

R1	3,9 R/9 W
R2	12 R/9 W
R3	1 R/5 W

### Chassis 21WP250 M110 HT200

Entwickler Rolf Smulders von Vifa beschritt darum genau den entgegengesetzten Weg: 'Auffallen statt verstecken' hieß die Devise bei der neuen Gamma, und er entwickelte ein komplettes Dreiwegesystem mit 20 cm-Baßchassis, das sich durch eine zeitgemäße Bauform harmonisch in entsprechende Umgebungen einfügen läßt.

Die schlanke Standbox mit minimalem Platzbedarf weist wegen der günstigen Proportionen erstaunliche 50 Liter Innenvolumen auf — genug, um dem 20 cm-Baßbetreiber (21 WP 250) der GAMMA ein freizügiges Arbeiten zu ermöglichen.

Sicherlich ist die GAMMA nicht die einzige Box, deren Aussehen sich mit dem Begriff 'schlanke Säule' umschreiben läßt. Ein Problem gibt es aber für alle in dieser nun mal modischen Bauart gestalteten Boxen: Wie erzeugt man einen möglichst druckvollen Tiefbaß, wenn die Gestaltung des Gehäuses die Verwendung eines großen Tieftöners ausschließt?

Zwar bietet sich der Einsatz mehrerer Baßtreiber als naheliegende Lösung

an, aber man rührt damit nun einmal kräftig am Hauptkostenfaktor der Chassisbestückung. Gute Treiber namhafter Hersteller kosten unter Umständen mehr als Weiche, Hoch- und Mitteltöner zusammen. Schlanke Säulen mit fettem Preis also!

Lösungen mit exotischen Rechteck-Chassis verbessern auch nicht unbedingt die Preiswürdigkeit einer Kombination, und von anderen Konstruktionen mit Flächenstrahlern sollte man in diesem Zusammenhang besser Abstand nehmen.

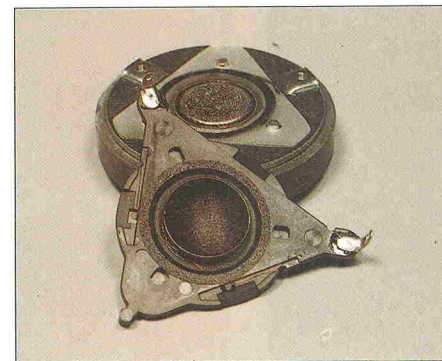
Was bleibt, ist die Anwendung eines einzigen Baßtreibers mit zuverlässigen Eigenschaften in einem Gehäuse, das



Der Gamma-Bausatz mit allen Teilen.

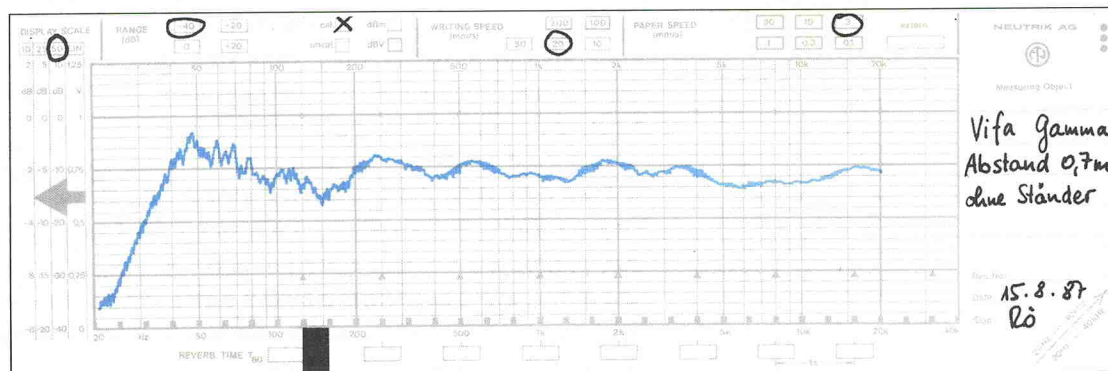


Zuerst wird die runde Deckplatte entfernt ...

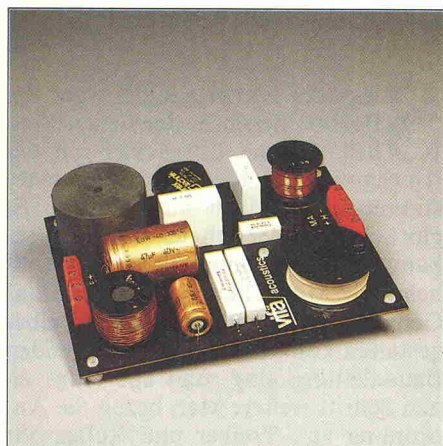


... und dann ist die Kalotte mit Schwingspule sekundenschnell austauschbar.

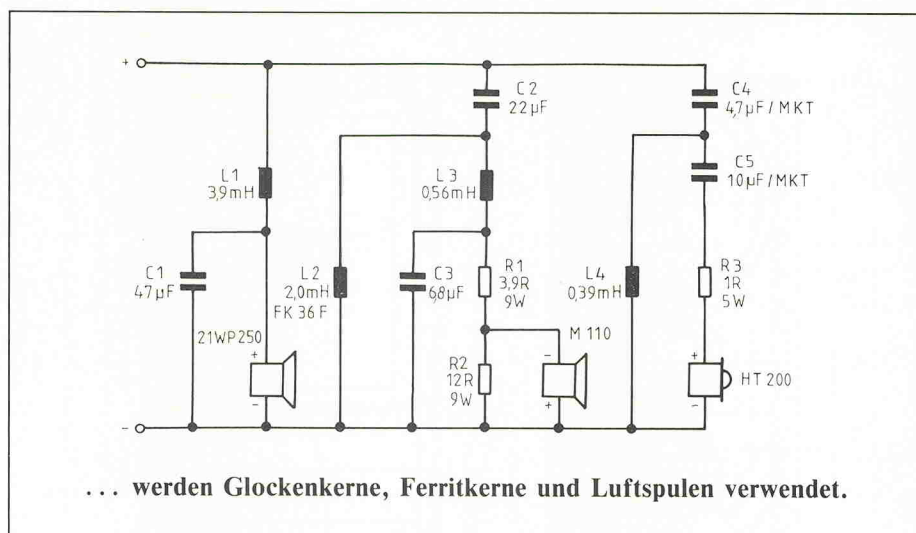
Ein knuffiger Baß mit soliden Mittel-lagen und klassik-geeigneten Höhen!







In der Frequenzweiche ...



die günstigen Parameter des 'nackten' Baßlautsprechers bis ins letzte Detail ausreizt.

**E**inige Hifi-Päpste wissen die angeblichen Vorzüge geschlossener Gehäusekonstruktionen mit starken Worten zu preisen und warnen

immer wieder vor offenen Systemen, und hier besonders vor deutlich hörbaren Phasenverzerrungen.

Was ist von dieser Meinung zu halten? Schon in den bis einschließlich 1970 erschienenen Grundlagenartikeln von A.N.Thiele und R.Small wird postuliert, daß Frequenz-, Amplituden- und

Phasengang eines Baßreflexsystems sich durch ein Hochpaßfilter vierter Ordnung darstellen lassen — siehe dazu auch in ELRAD-EXTRA 2 der wohl erste deutschsprachige Artikel zu diesem Thema.

Folgt man den Theorien der beiden Autoren, dann muß man davon ausge-

## SELBSTBAU !

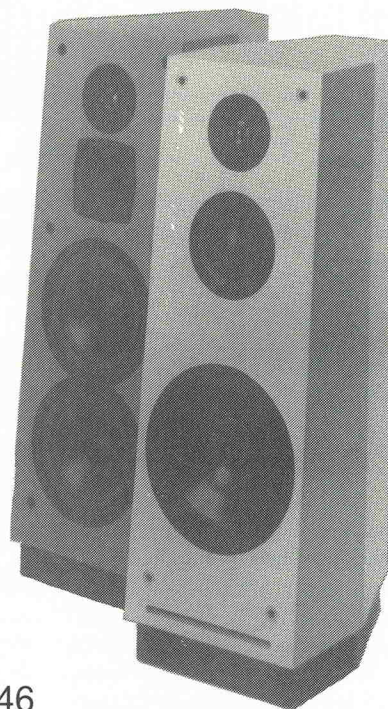
Nur Schraubenzieher und  
Lötkolben

- **Fertige Gehäuse aus MDF**  
gefräst und verleimt
- **Ausführung:**  
roh - braun-metallic - anthrazit - weiß - Klavierlack  
5fache Lackierung, dadurch kratzfest & lichtecht
- **Lautsprecher-Kombinationen**  
mit abgestimmten Weichen
- **MECO-Bausätze**  
HEXAME /4, HEXAME 2/B, MECO 2000
- **Universal-Platinen**
- **Bauanleitungen**
- **hochwertige Bauteile für Frequenzweichen**
- **Entwicklungen im eigenen Labor**
- **Lautsprecherkabel bester Qualität**
- **vergoldete Verbindungsstecker**
- **Dämmstoffe**

fordern Sie Unterlagen an (DM 2,- in Briefmarken)

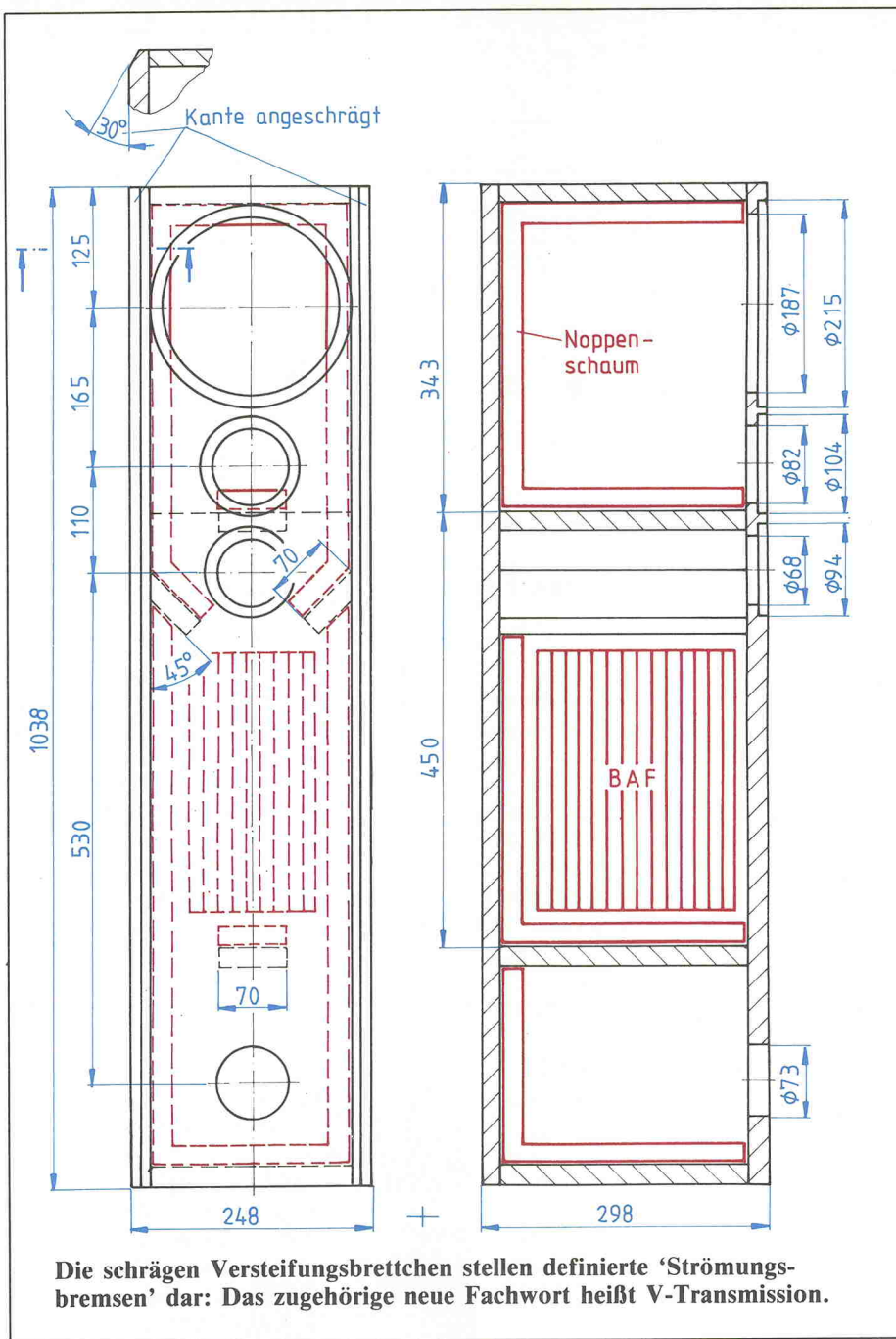
**HAT**

A. Kaup, 4407 Emsdetten  
Borghorster Str. 28, Tel. 025 72/835 46



**Professionelle POWER-MOSFET-ENDSTUFEN-MODULE**  
Speziell optimiert an MECO-Boxen





hen, daß ein Reflexsystem (vom theoretisch idealen Lautsprecher ausgehend), auch nur die für ein solches Filter charakteristischen Verzerrungen aufweisen wird.

Mit anderen Worten: Phasenfehler und Klirrverhalten lassen sich schon in der Vorentwicklung am Computer abfangen und in die für 'hifidele' Ansprüche geltenden Qualitätsgrenzen verweisen. Was — geeignete Software und genügendes Fachwissen vorausgesetzt — bei umsichtiger Planung einer Box am Ende als Klirrfaktor übrig-

bleibt, sind jene Verzerrungen, die das Chassis selbst (unabhängig vom Gehäusotyp) produziert. Bleibt noch zu sagen, daß sich genau diese Unsauberkeiten selbstverständlich auch bei einer geschlossenen Konstruktion nicht unterdrücken lassen.

Faustregel: Wer die — im allgemeinen — größeren Boxenvolumen ventilerter Gehäuse in Kauf nimmt, wird durch eine Tiefbaßerweiterung belohnt. Hand in Hand damit geht zwar eine leichte Verschlechterung des Impulsverhaltens bei kleinen(!) Signalpe-

geln. Aber bei realistischen Lautstärken spricht die bessere Ausnutzung des Treibers und die damit verbundene erhöhte dynamische Leistungsfähigkeit wiederum für das Reflexprinzip.

**S**ieg oder Niederlage bei einer Reflexbox liegen in der neuen Freiheit, die der Entwickler mit der Abwägung verschiedener Gehäuseabstimmungen lediglich nutzen darf. Es gibt schon im Bereich der allgemein bekannten Thiele/Small-Theorie unendlich viele Möglichkeiten, wie man das Gehäuse für einen bestimmten Treiber gestalten könnte. Bei der vorliegenden Bauanleitung ging man allerdings einen Schritt weiter: Man bezog die Anordnung von Treiber und Reflexrohr in eine Computersimulation ein! Schon in den 50iger Jahren wurde durch den Niederländer deBoer dargelegt, daß die geometrische Anordnung der beiden Systemkomponenten einen durchaus wahrnehmbaren Einfluß auf das Übertragungsverhältnis einer Reflexbox hat.

Mit der Berücksichtigung seiner Erkenntnisse ist aber bei weitem noch nicht das letzte Wort über den Baßbereich der GAMMA gefallen, denn die Gehäuse-Innereien sind nach einigen neuen Überlegungen gestaltet. Vom Autor wurde dafür ein Wort geprägt: die V-Transmission.

Hierbei geht die spezielle Anordnung der Innenbretter in die Strömungsverhältnisse im Gehäuse ein, und verbessert ganz ausgeprägt das Impulsverhalten und die Tiefbaßwiedergabe der Treiber/Gehäusekombination. Mit den gezeigten Verengungen und 'Strömungsbremsen' erreicht man außerdem eine symmetrische mechanische Belastung des Treibers, wodurch die Unzulänglichkeiten herkömmlicher Gehäusekonstruktionen verringert werden. Gleichzeitig erhöht sich zwar in geringem Maße das erforderliche Gehäusevolumen, dies kann aber durch spezielle Dämmaterialien kompensiert werden.

Der Mehraufwand beim Gehäusebau wird tatsächlich durch eine gegenüber normalen Reflexgehäusen wesentlich verbesserte Baßwiedergabe belohnt, die allerdings recht stark vom genauen Einhalten der im Dämmplan gemachten Angaben abhängt. Auf keinen Fall sollten andere Materialien verwendet werden, als die dort aufgeführten Dämmstoffe!



**A**ls Baßtreiber findet ein neues Chassis aus dem Vifa-Programm Verwendung: Der neue 21 WP 250 glänzt mit guten Kenndaten. Ein resonanzarmer Gußkorb aus einer Leichtmetalllegierung, wie sie auch an schwingungsempfindlichen Stellen im Flugzeugbau eingesetzt wird, trägt eine Polymer-Membran hoher innerer Dämpfung. Die neuartige Zentrierung sorgt für eine erstaunlich niedrige Resonanzfrequenz von 25 Hz. Auch für die Sicke verwendete man einen neuen Werkstoff, der sich — neben seiner Funktion als Dämpfer für die bei hohen Baßamplituden unweigerlich auftretenden Beugeschwingungen — noch im Tiefbaßbereich mit mindestens 75% aktiv zur effektiven Membranfläche addiert. Viel ist damit zwar nicht gewonnen, aber warum sollte man nicht auch diesen bei den meisten Treibern allenfalls parasitären Effekt optimieren?

**A**ls Mitteltöner findet man in der GAMMA ein 110 mm-Konuschassis vom Typ M110. An wichtigen Features sind hier der Gußkorb und die mit einer speziellen Beschichtung versehene Papiermembrane zu erwähnen, mit der ein lineares und verzerrungsarmes Klangbild bis ca. 6000 Hz erzeugt wird. Weiter ist die Verwendung einer beschichteten Staubschutzkalotte bemerkenswert — ein Feature, das zur Produktion eines verfärbungsfreien Mitteltonklangbildes nicht unwesentlich beiträgt.

Zum Mitteltöner gehört natürlich auch ein entsprechendes Gehäuse, das von Vifa mit der richtigen Menge Dämmmaterial geliefert wird.

Nachdem Vifa lange Zeit ausschließlich das bestehende Chassis-Programm

gepflegt hat, findet man nun in der Kombination GAMMA eine Neuentwicklung in Gestalt des 20 mm-Gewebehochtöners HT200G. Diese Kalotte klingt nicht nur gut (und knüpft damit an die bekannte H 195 an), sondern ist darüber hinaus recht service-freundlich: Leistungsbewußte Naturen brauchen nicht zu bangen, da selbst im Falle des Hochtöner-GAU's der Vertrieb mit kostengünstigem Ersatz zur Seite steht; die komplette Membraneinheit des Kalottenhochtöners ist nämlich austauschbar.

**J**edes Chassis erhält ein Teilchen vom gesamten Frequenzhaufen: Diesen Eindruck erhält man zumindest von den meisten Lautsprecherkombinationen, wenn man sich die Frequenzweiche anschaut. Zwar hat es sich selbst in unbelesensten Fachkreisen mittlerweile herumgesprochen, daß es Linkwitz- oder Bullockfilter tatsächlich gibt, aber anscheinend wollen viele Entwickler noch Weichen bauen, die wirklich nur eine Zuteilung des musikalischen Geschehens ohne Einfluß auf das Gesamtverhalten der Kombination erlauben sollen. Dabei gibt es für Interessierte (oder eher Betroffene) mittlerweile längst fremdsprachlich — über die Einwirkung einer Weichenschaltung auf das Phasen- und Polardiagramm eines Lautsprechers. Wer sich allerdings mit der Mathematik auf Kriegsfuß befindet, wird auf dem Weg zum Durchblick schwer zu kämpfen haben. Auch Computer können hier nicht weiterhelfen, wenn die passende Software fehlt.

Nicht wegen des mangelnden Durchblicks, sondern weil dem Entwickler viel stumpfsinnige Rechenarbeit abgenommen werden kann, hat Vifa sich der Hilfe eines Programmierers versi-

chert, der ein entsprechendes Programm entwickelte und das Gewünschte in Bits und Bytes zu packen vermochte. Wirklich *alle* Parameter konnte auch dieser datennetzerfahrene CPU-Freak nicht in ablauffeste Maschinenprogramme umsetzen, und so blieb letztlich trotz umfangreichster Simulationen nur der intuitive Feinschliff durch das Ohr des Entwicklers selbst: Die allerletzte Abstimmung der GAMMA wurde mittels Musik und LötKolben an einem schon (fast) problemfrei funktionierenden Prototypen durchgeführt.

**M**an benötigt nur sechs Platten zum Aufbau des GAMMA-Gehäuses und damit dürften sich auch wohl keine weiteren Schwierigkeiten für den Hobbyschreiner ergeben. Die im Einzelhandel angebotenen Fertiggehäuse weisen angefasste Kanten auf, wobei man sich über den akustischen Nutzen dieser Maßnahme streiten mag. Dem wohnraumgerechten Aussehen der Box kommt es jedenfalls sehr zugute, und es lohnt sich der Mehraufwand zumindest für diejenigen, die über entsprechende Bearbeitungsmöglichkeiten verfügen. Alle weiteren Details entnehme man der Gehäusezeichnung.

**H**ätten Sie gern eine Box, über die jedermann sagen würde: 'Ausgeglichen, ruhig, stört nicht.'? Allzuleicht könnte man nämlich auch sagen: charakterlos langweilig, ohne besonderen Reiz. Man könnte sich auf eine ellselange Diskussion einlassen, ob der Musik und der 'wahren Kunst' nun eher mit gewissen filigranen Eigenheiten, oder eher mit konsequenter Neutralität gedient ist. Entscheidend ist letztlich aber ein Hörtermin beim Fachhändler... □

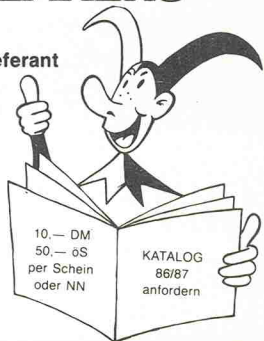
## JOKER. HI-FI-SPEAKERS

Die Firma für Lautsprecher.

IHR zuverlässiger und preiswerter Lieferant

für: AUDAX — BEYMA —  
CELESTION — DYNAUDIO —  
ETON — E. VOICE — FOCAL —  
HECO — KEF — MAGNAT — SEAS  
— SIPE — STRATEC — TDL —  
VIFA — VISATON und vieles  
andere.

Alles Zubehör, individuelle Beratung, viele Boxen ständig vorrätig, Schnellversand ab Lager.



NF-Laden Elektrovertriebs GmbH  
D-8000 München 2, Bergmannstr. 3  
A-5020 Salzburg, Gabelsbergerstr. 29

Tel. (0 89) 5 02 40 91  
Tel. (0 6 62) 7 16 93

Komplett-Selbstbausysteme  
— Garantie für  
Qualität und Dynamik

**Lautsprecher-selbstbau**

**Ev Electro-Voice**

a MARK IV company  
Lärchenstraße 99, 6230 Frankfurt 80

Katalog anfordern gegen DM 5,- in Briefmarken

Name \_\_\_\_\_ Straße \_\_\_\_\_ PLZ/Ort \_\_\_\_\_

EE 6









# 100%-ig gesipt

H.Zitzmann/P.Troitzsch

# W

ar die italienische Lautsprecherfirma 'Sipe elettroacustica' bis vor einigen Jahren nur den Großverbrauchern aus der Rundfunk- und Fernsehindustrie bekannt, so hat sich der Bekanntheitsgrad dieser Firma in den letzten zwei Jahren auch im Hobby-Bereich enorm verbessert — nicht zuletzt dank einiger Bauanleitungen in elrad.

Ebenso war es bisher bei Sipe üblich, daß die Herstellerfirma zwar die Lautsprecher-Chassis lieferte; doch die eigentliche Entwicklung, Gehäuseabstimmung und Frequenzweichendimensionierung wurde sozusagen 'außer Haus' von befreundeten Händlern erledigt.

Diesesmal jedoch griff der deutsche General-Importeur selbst zum Werkzeug und lieferte eine Box ab, von der mit Fug und Recht behauptet werden kann, sie sei komplett 'gesipt'.



## Die Technik

Prinzip	Baßreflexgehäuse, 3-Weg-System
Belastbarkeit	90 Watt Sinus
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	89 dB 1W/1 m
Übernahme-frequenzen	650/3500 Hz
Außenmaße (ohne Fuß)	Breite 260 mm Höhe 735 mm Tiefe ohne Abdeckfront 345 mm
Entwickler	Wirth electronic

## Die Teile

### Lautsprecher

Tieftöner	AS 200/50.8
Mitteltöner	DM 39/80.8
Hochtöner	DT 25/40RT

### Zubehör

Baßreflexrohr	Variabel 78 mm mit Außenflansch
---------------	---------------------------------

### Dämpfungsmaterial

Noppenschaumstoff	30x70 cm 2St. 22x70 cm 1St. 30x20 cm 2St.
BAF Wedding	20x60 cm 1St.
Lautsprecher-schrauben	12St. schwarz
Kabel 2x2,5 mm <sup>2</sup>	2,5lfm.
Holzleim	
Anschlußklemme	

### Frequenzweiche

Spulen	
L1	2,2 mH/Rollenkern
L2	1,0 mH/Luftspule
L3	0,39 mH/Luftspule
L4	0,39 mH/Luftspule

### Kondensatoren

C1	47 µ/60V, bipolar
C2	22 µ/100 V MKP
C3	3,6 µ/100 V MKP

### Widerstand

R1	4R7/9 W
----	---------

Alle Chassis für die Box SBR 200 sind Eigenentwicklungen von Sipe und werden in eigenen Fertigungsstätten in Italien hergestellt. Die Gehäusekonstruktionen, Frequenzweichen und übriges Know How dagegen kommen — wie schon gesagt — aus Deutschland.

Das Entwicklungsziel war, mit der SBR 200 eine möglichst kompakte Lautsprecherbox zu realisieren, die auch einen Musikliebhaber mit hohen Ansprüchen zufriedenstellt. Besonders wohnraumfreundlich sollte der Lautsprecher aussehen, so daß er problemlos mit vielen Einrichtungen harmonisiert. Elegantes Aussehen erzielt man mit einem Lautsprecherfuß, der gleichzeitig auch zur Entkopplung der Tiefertonresonanzen dient.

Der Tieftöner zeichnet sich durch folgende Merkmale aus: Resonanzarmer stabiler Stahlkorb, kräftiger Magnet, Alu-Flachdraht-Schwingspule. Die Resonanzfrequenz liegt bei 30 Hz, der zu verarbeitende Frequenzbereich zwischen 38 Hz

und 2 kHz. Die Sinusbelastbarkeit beträgt 90 W bei einer Impedanz von 8 Ohm. Für die 'Nachrechner' hier auch noch der Qts-Wert: 0,29 bei einer bewegten Masse von 18,3 g.

Dieser Tieftöner AS 200/50.8 hat zum Hochtonbereich hin einen sanft abfallenden Frequenzgang; die Schwingspule hat eine Länge von 15 mm, und das Chassis gehört somit zu den echten Langhubern: ein geeigneter Treiber al-

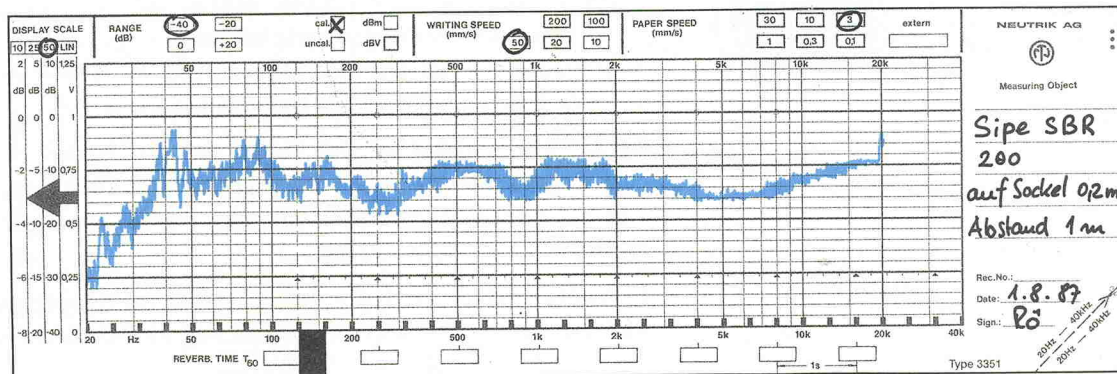


Der Lautsprechersatz für die Sipe SBR 200: Mittel- und Hochtöner sind Kalottenlautsprecher.

so für Baßreflex-Gehäuse. Die Membran besteht aus Papier und ist mit einer dämpfenden Plastikemulsion getränkt.

Der Mitteltonlautsprecher hat eine 39 mm Textilkalotte und einen Ferritmagneten. Durch die auf einen Aluträger gewickelte Schwingspule ergibt sich (über die Frequenzweiche gemessen) eine Sinusbelastbarkeit von 80 W bei einer Impedanz von 8 Ohm. Die Resonanzfrequenz liegt um 480 Hz, bei einem nutzbaren Frequenzbereich von 650 Hz... 4 kHz. Aus einem besonders geformten Textilmaterial entstand die Membran für diesen wichtigen Übertragungsbereich. Bedingt durch die sehr geringe bewegte Masse von nur 2,3 Gramm erzielt man sowohl eine hohe Dynamik als auch gleichzeitig ein hochauflösendes räumliches Klangbild.

Ein gleichmäßiger Frequenzgang mit leichtem Anstieg in Richtung Höhen: der Lautsprecher mehr für die Pop-Musik.





Auch der Hochtonlautsprecher verfügt über eine auf einen Aluträger gewickelte Schwingspule, die eine 25 mm-Textilkalotte antreibt. Die geringe bewegte Masse (0,295 g) ermöglicht schnelle und saubere Impulse.

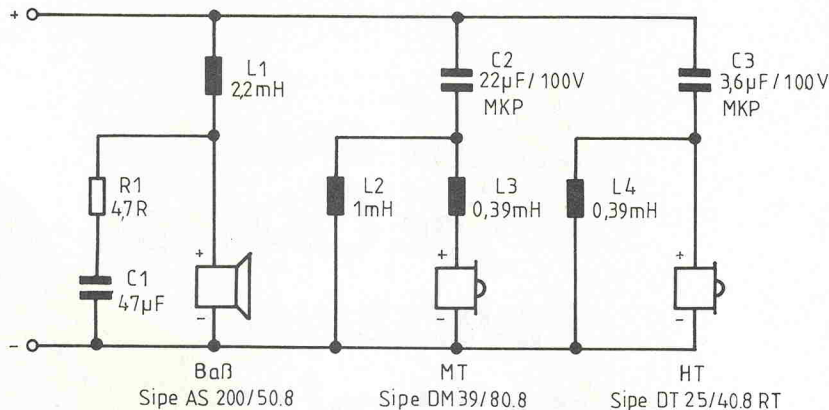
**F**ür das — man kann schon fast sagen: altherwürdige — Baßreflex-Prinzip im Boxenbau entschied man sich bei Sipe nicht nur wegen der damit verbundenen (und physikalisch einfach zu erklärenden) Unterstützung der tiefen Bässe. Wichtiger ist der Umstand, nicht mit einer sehr großen Membran arbeiten zu müssen, da diese — je größer desto schwerer — die Dynamik einschränkt. Das kleinere eingesetzte Chassis spricht schneller an, und zeigt auch bei geringen Pegeln ein deutlich besseres Impulsverhalten. Die Frequenzweiche ist exakt auf die vorgestellte Kombination abgestimmt; sie ist genau auf die Chassis und das Gehäuse zugeschnitten. Hochwertige Weichenbauteile, wie Luftspulen und Folienkondensatoren sind bei der SBR 200 natürlich selbstverständlich. Luftspulen produzieren auch bei hohen Leistungen nicht die Verzerrungen wie übersteuerte Eisenkernspulen, und Folienkondensatoren haben einfach kleinere Verlustwinkel als Elkos.

**Z**ur Bedämpfung wird Noppenschaumstoff auf die Seitenwände, Boden, Deckel und die Rückwand geklebt; in der Höhe des Tieftöners kommt eine Lage BAF-Wedding dazu.

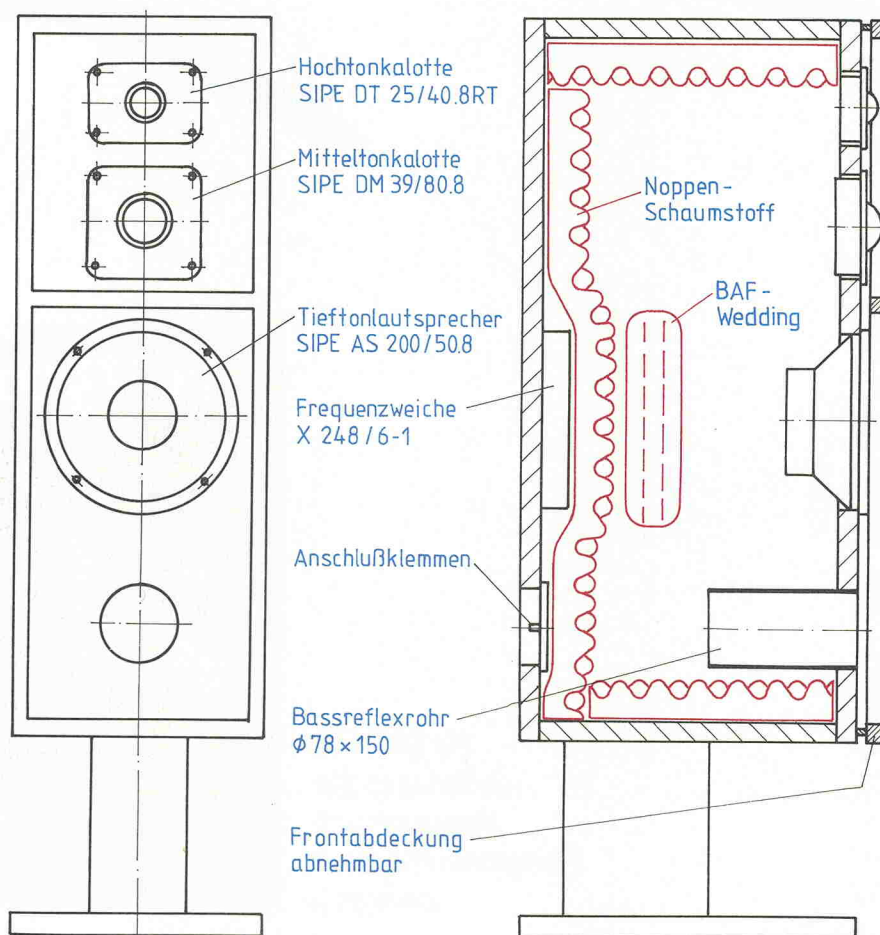
Zur Verkabelung wird 2,5 mm<sup>2</sup> Lautsprecher-Kabel verwendet. Die Anschlußdose ist mit 4 mm Bananenbuchsen ausgestattet.

Das Gehäuse ist auch für Anfänger geeignet. Die Konstruktion ist bewußt einfach gehalten, so daß auch elektronisch und handwerklich weniger versierte Selbstbauer mit ihm ohne Schwierigkeiten zurechtkommen sollten.

Die Gehäuse sind fertig aufgebaut in verschiedenen Versionen lieferbar; sie können jedoch auch in MDF-roh bezogen werden. Für die handwerklich begabten Leser haben wir die Gehäusezeichnungen mit allen Maßen abge-



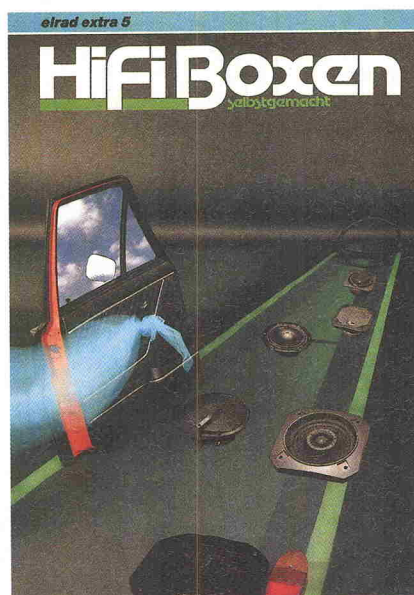
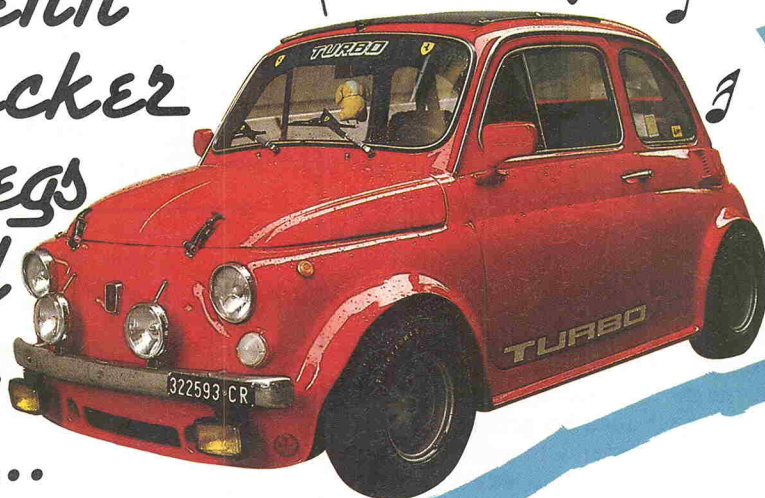
Das Frequenzweichenschaltbild.



Anordnung der Frontabdeckung (links) und Dämmplan (rechts). Der BAF-Streifen klemmt zwischen den Seitenwänden.



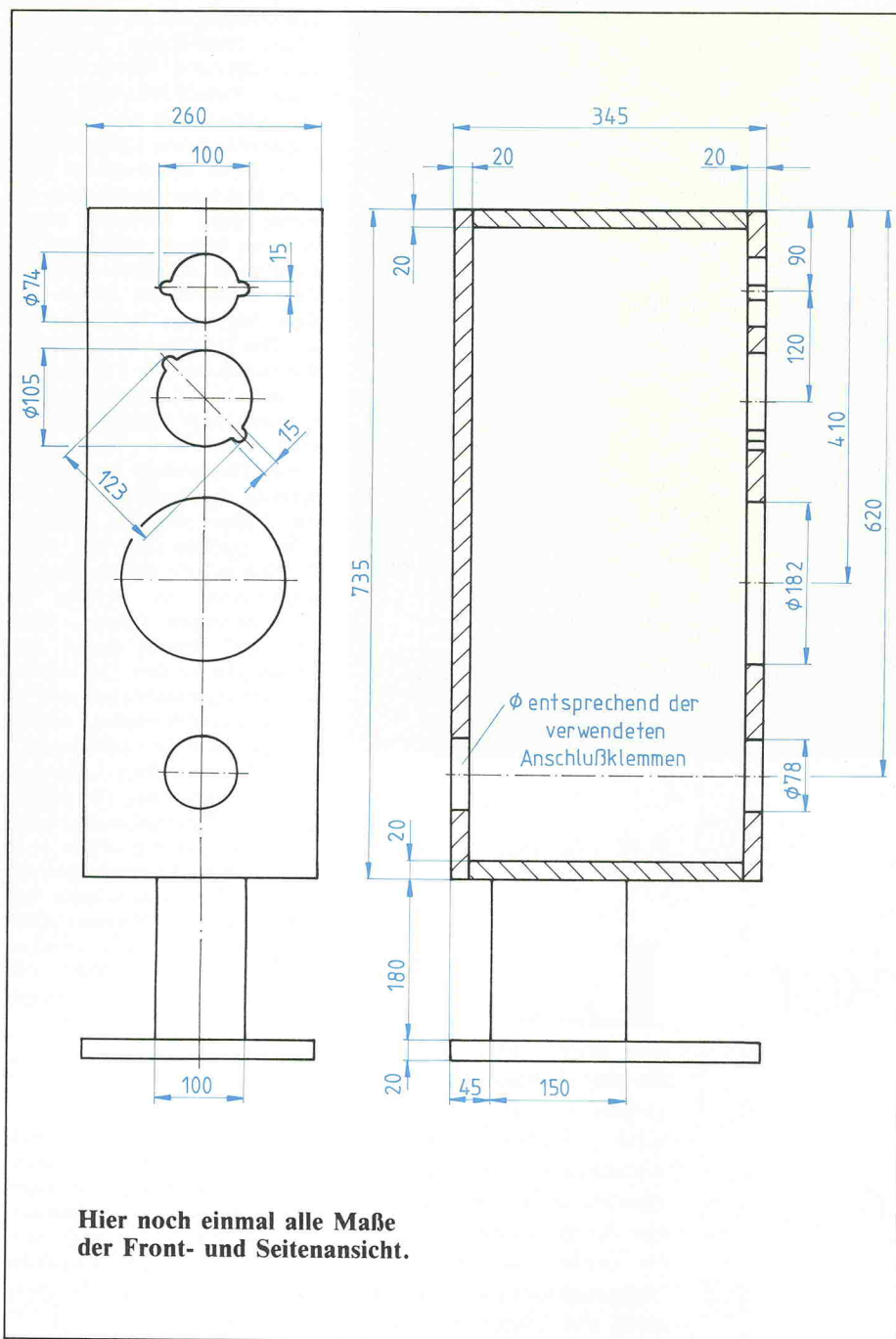
Und wenn  
Joe Cocker  
unterwegs  
so kraftvoll  
wie zuhause  
klingen soll...



Für DM 16,80  
ab Verlag gegen  
Vorauszahlung  
(Verrechnungsscheck  
beilegen).

Vergessen Sie getrost (fast) alles, was Sie über HiFi-Boxen-Selbstbau wissen. Jedenfalls in Ihrem Auto. Und wenn Joe Cocker unterwegs so kraftvoll wie zu Hause klingen soll. ... Denn 'Car-HiFi' hat ihre eigenen Gesetze. Welche, steht im neuen HiFi-Boxen-selbstgemacht. Zusammen mit mehr als einem Dutzend Beschallungsbau- und Einbauvorschlägen am Beispiel der gängigsten Pkw-Modelle.



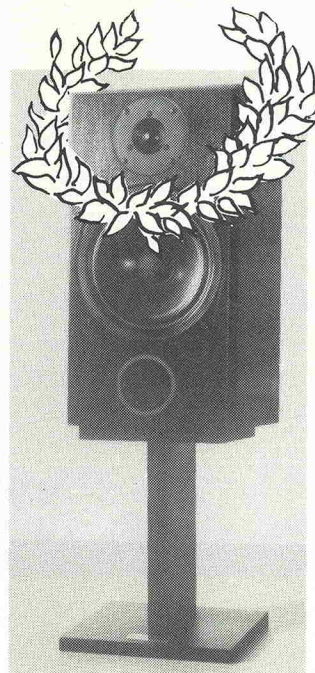


druckt, so daß sich jeder die Gehäuse auch selbst bauen könnte. Der Bausatz enthält alle nötigen Teile, wie Lautsprecherchassis, Frequenzweiche, Dämmmaterial, Schrauben, Terminal und Dichtmasse, welche die Chassis gegen das Gehäuse abdichtet.

Sehr entscheidend ist die Aufstellung der SBR 200: Die Box ist für eine freie Aufstellung konzipiert. Der Mindestabstand zur rückwärtigen Wand sollte 35 cm betragen, zu den Seitenwänden mindestens 60 cm und die Box zum Hörer leicht gedreht sein.

In Verbindung mit der kleinen Endstufe NAD2155 — Vorverstärker 11130 — Plattenspieler REGA PLANAR 2 und einem Grado-System erzielen wir ein ausgewogenes, klangfarbentreues, sehr durchsichtiges Klangbild. Anders als bei anderen Boxen dieser Abmessungen wirkte dabei der Baß nie überzeichnet oder künstlich aufgedickt. Aber auch bei geringen Lautstärken, bei denen manche größeren Boxen dünn klingen, liefert die SBR 200 noch ein straffes Baßfundament.

# Mit START ... im Ziel



**PROCUS<sup>®</sup>**

» **START** «  
2-Weg Bassreflex  
100 Watt

Technik kpl.	DM 228,-
Leergehäuse Kit MDF	DM 79,-
Leergehäuse, Eiche roh	DM 148,-
Leergehäuse, Santopalisander	DM 198,-
Ständer, schwarz	DM 59,-

Unverbindliche  
Preisempfehlungen pro Stück!

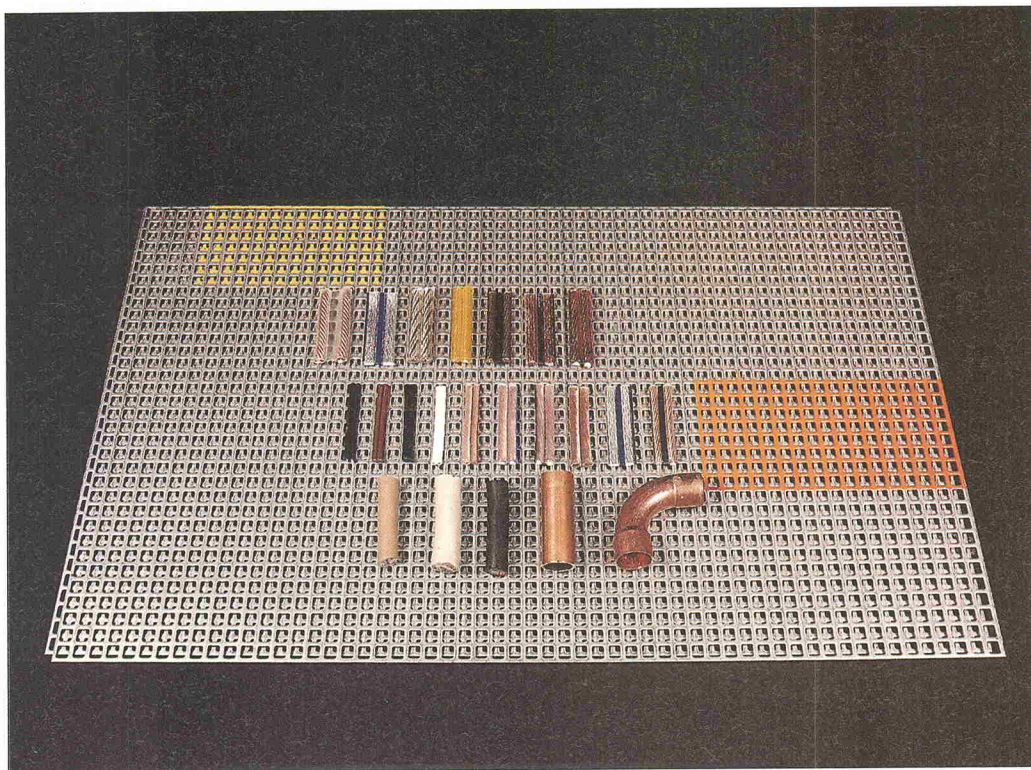
Fordern Sie unser Info an!

Im Westenfeld 22  
Dr. Hubert GmbH

- D-1000 Berlin 44 Boxen-Gross, 030/6246055
- D-2000 Hamburg 20 Lautsprecherfuchs, 040/4918275
- D-2300 Kiel Kensing extra, 0431/94481
- D-2800 Bremen Pro Audio GmbH, 0421/14874
- D-3300 Braunschweig FL-electronic, 0531/342155
- D-4000 Düsseldorf MDL, 0211/362289
- D-4150 Krefeld Matzker & Engels GmbH, 02151/20515
- D-4400 Münster HIFISOUND, 0251/58330
- D-4500 Osnabrück Ton & Technik, 0541/29694
- D-4500 Osnabrück Hifi-Shop, 0541/82734
- D-4600 Dortmund Lautsprecher Arndt, 0231/811227
- D-4630 Bochum Lautsprecher Hubert, 0234/301166
- D-5000 Köln Matzker & Engels GmbH, 0221/237505
- D-5100 Aachen Klangpyramide, 0241/35206
- D-5400 Koblenz Hobby-Electronic-3000, 0261/32083
- D-6522 Osthofen Franz Steinhäuser
- D-7000 Stuttgart ACR-Stuttgart, 0711/6071025
- D-7340 Geislingen/Stg. Das Musikhaus, 07331/44404
- D-7750 Konstanz Phonomotion GmbH, 07531/21843
- CH-5472 Grabs Obi Elektronik GMB, 004185/73841
- NL-2274 JM Voorburg REMO, 003170/868440

D-4630 Bochum-Querenburg Tel. 02 34/70 46 13





R.A. Greiner

# Vom Verstärker zum Lautsprecher- . . .

# das Kabel da- zwischen

**L**autsprecher werden mit höchst unterschiedlicher Sorgfalt an ihre Verstärker angeschlossen. Der Fachmann wählt gewöhnlich eine Anschlußleitung mit passender Qualität und geeignetem Aufbau für die zu lösende Aufgabe. Andere betrachten diese Verbindung aber als bestenfalls lästig und behandeln sie dementsprechend. Seit kurzem hat man dem Problem der Lautsprecherkabel ziemlich viel Aufmerksamkeit gewidmet, und es sind einige 'Spezial'-Kabel mit Eigenschaften erhältlich, die angeblich die Klangqualität der Lautsprecher verbessern sollen. Während die meisten angepriesenen Vorteile reine Fantasieprodukte sind, gibt es doch eine 'Grauzone der Wahrheit', die es nötig macht, die Lautsprecheranschlußleitungen einmal genauer unter die Lupe zu nehmen.

Die Größen, die ein Kabel elektrisch beschreiben, sind: Serienwiderstand, Serieninduktivität, Parallelleitwert (Isolationswiderstand) und Parallelkapazität. Diese Größen kann man durch unmittelbare Messung und/oder Berechnung mit elementaren Formeln ermitteln. Sie hängen völlig von der Geometrie des Kabelaufbaus, dem Material der Leiter und dem benutzten Isoliermaterial ab. Die Durchschnittswerte für die verschiedenen Leitungsmaterialien mit Kupferleitern und Gummi- oder Plastikisolierung sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die genaue Zusammensetzung der Isolation, und ob die Leiter vielleicht verzinnt oder vergoldet sind, hat wenig Einfluß auf die elektrischen Eigenschaften der Leitung bei Tonfrequenzen. Beide, Normal- und 'Spezial'-Kabel, sind untersucht worden. Die normalen Leitungsmaterialien sind typische Zweileiterkabel, wie etwa die übliche Zwillingslitze oder die verdrehten Leitungen mit Vinylisolierung für professionelle Beschallungstechnik. Die Spezialleitungen gibt es in zwei Typen: Koaxialkabel mit großem Leiterquerschnitt und verflochtene Vieladerkabel. Zusätzlich haben wir ein sogenanntes 'Schweißkabel' mit Plastikisolierung aufgenommen.

**E**in Überblick über Tabelle 1 ist interessant, denn er zeigt, daß etwas ungewöhnliches in der Kabelgeometrie vorhanden sein muß, weil die Induktivität oder Kapazität pro Längeneinheit sehr stark schwankt. Die normalen Kabel einschließlich Schweißkabel haben Induktivitäts- und Kapazitätswerte, die um den Faktor 2 schwanken. Der Widerstandswert der dickeren Leitungen geht natürlich drastisch herunter. Der Skineffekt hat bei Kupferleitern im Tonfrequenz-Bereich nur einen geringen Einfluß. Die Eindringtiefe für Kupfer beträgt bei 20 kHz etwa 0,5 mm.

Querschnitte über einem Quadratmillimeter haben daher bei 20 kHz einen leicht höheren Widerstand als bei niedrigeren Frequenzen oder gar bei Gleichstrom. Der Verhältniswert  $R_{ac}/R_{dc}$  dieses Widerstan-

HiFi-Boxen selbstgemacht 6



Tabelle 1. Typische Werte für Lautsprecherleitungen.

Leitungstyp	Querschnitt mm <sup>2</sup>	Induktivität μH/m	Kapazität pF/m	Widerstand Ohm/m	R <sub>ac</sub> / R <sub>dc</sub>	Impedanz Ohm
Zwillingsslitze	0,50	0,52	58	0,042	1,05	95
Zwillingsslitze	0,75	0,60	51	0,026	1,15	108
Lautsprecherlitze	1,00	0,43	57	0,016	1,3	87
Lautsprecherlitze	1,50	0,39	76	0,01	1,5	72
Zwillingsslitze	1,50	0,62	49	0,01	1,5	112
Schweißkabel	16,00	0,32	88	0,001	4,0	60
Flechtleitung	0,75	0,10	1630	0,026	1,0	8
Koax-Doppelzylinder	1,50	0,052	580	0,01	1,0	9
Koaxialkabel RG214	—	0,075	101	0,013	1,0	50

des bei 20 kHz zum Gleichstromwiderstand ist in Tabelle 1 aufgenommen worden.

### Der Autor



**Richard Greiner** ist Professor der Abteilung 'Electrical und Computer Engineering' an der Universität von Wisconsin in Madison (USA). Er erreichte seine ersten akademischen Abschlüsse im Fachbereich Physik 1954/55 und forschte für die Doktorarbeit auf dem Gebiet der Halbleiter. 1957 erhielt er für diese Arbeiten den Dokortitel. Als Hochschullehrer unterrichtet und forscht er seitdem in mehreren Bereichen der Nachrichtentechnik; seine besondere Hinwendung gilt aber allem, was im weitesten Sinn mit Audio/Akustik und den dazu gehörenden Meßtechniken zu tun hat — insbesondere wenn mit soliden physikalischen Grundlagen ein Problem im Audio-Bereich bearbeitet werden soll.

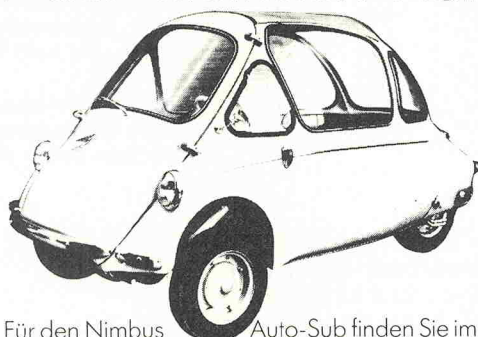
Die Zwillingsslitze mit 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt wird oft als Netzzuleitung bei Haushaltsgeräten verwendet und hat einen etwas größeren Leiterabstand. Deshalb hat sie eine etwas höhere Serieninduktivität im Verhältnis zur Haushaltsqualität (0,75 mm<sup>2</sup>). Dieses und das 'Schweißkabel' liegen leicht außerhalb des Bereiches für normale Leitungen (das eine darüber, das andere darunter).

**E**ine Verringerung des Leiterabstandes bringt den Vorteil der geringeren Serieninduktivität. Unglücklicherweise erhöht diese Veränderung aber auch die Parallelkapazität recht beträchtlich. Verschiedene Flecht Kabel scheinen eine Reduzierung der Induktivität um das 3- bis 4-fache zu erreichen, was aber einhergeht mit einer Vergrößerung der Kapazität auf das 10- bis 20-fache. Ob die Vorteile dieser Konstruktion die Nachteile aufwiegen, wird später betrachtet. Einige Anwender haben nun gedacht, daß bei weit auseinander gelegten Leitungsadern der Klang verbessert werden könnte. Es sollte halt bekannt sein, daß die Induktivität einer Leitung ansteigt, wenn die beiden Leiter voneinander entfernt werden. Dieser Effekt wird in Tabelle 2 gezeigt.

Zweidraht-Leiter mit großen Abständen zeigen aber nicht nur diese unerwünschten Effekte auf, sondern weisen auch Übersprechenflüsse mit danebenliegenden Leitungen auf. Eine Abstandsvergrößerung der Leiter bietet daher keinerlei Vorteile, jedoch einige ernste Nachteile. Diese Leitungsführung sollte man niemals benutzen, und darum wird sie hier auch nicht näher unter-

# BASS

ist in der kleinsten Hütte.



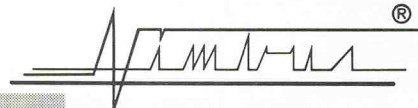
Für den Nimbus Auto-Sub finden Sie immer den richtigen Platz! Der Autosubwoofer, der sich problemlos mit Ihrer eingebauten Anlage kombinieren läßt. Ohne Frequenzweiche. Einfach parallel anschließen.



Autosubwoofer  
CW 200 DVC  
nur 198,-DM

Dr. Hubert GmbH Im Westenfeld 22 D-4630 Bochum-Querenburg Tel. 02 34/70 46 13

# Perfektion von Anfang an.



**NEU**

Exklusive Fertiggehäuse aus MDF!

### Serie "Antik"

4 Pyramiden von 10 l - 60 l Innenvolumen.

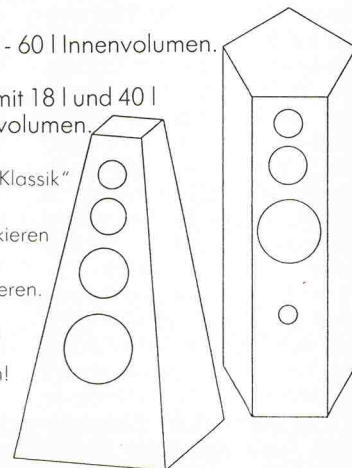
### Serie "Klassik"

2 Fünfeck-Gehäuse mit 18 l und 40 l Innenvolumen.

Wir liefern "Antik" und "Klassik"  
in MDF roh /  
zum selbst lackieren  
in Eiche roh /  
zum beizen oder lasieren.

Made in West-Germany

Fordern Sie unser Info an!



Dr. Hubert GmbH Im Westenfeld 22 D-4630 Bochum-Querenburg Tel. 02 34/70 46 13



Tabelle 2. Induktivität bei zunehmenden Abständen (Litzen von 1,5 mm<sup>2</sup>)

Abstand mm	Induktivität $\mu\text{H/m}$	Kapazität pF/m
0,4	0,39	76
1,0	0,86	34
2,0	1,27	24
4,0	1,67	17
8,0	2,07	14
16,0	2,48	12
3500,0	50,00	1

sucht. Einige handelsübliche HF-Koaxialkabel haben recht attraktive Werte für Induktivität und Kapazität. Aber nur wenige von ihnen haben Leiter mit dem erforderlichen Querschnitt, um sie für eine Verbindung zum Lautsprecher zu nutzen. Das übliche Koaxialkabel RG 214 ist mit in die Tabelle aufgenommen worden. Das Beispiel eines speziellen Koax-kabels, das aus zwei konzentrischen Zylindern aus Kupferfolie besteht, ist ebenfalls in die Tabelle aufgenommen worden. Dieses Kabel hat einen Leiter-Querschnitt von 1,5 mm<sup>2</sup>; es wurde für Leitungen mit niedriger Impedanz entwickelt.

**W**enn man Kabel als Übertragungsleitungen betrachten will, so gibt es einige signifikante Kenngrößen: Impedanz, Anpassung, Abschluß, Reflexionen und Frequenzdispersion (sprich: Laufzeitunterschied). Dies sind alles wichtige Aspekte, aber sie werden üblicherweise nicht bei sehr kurzen Leitungen betrachtet.

Tatsächlich ist jedes Lautsprecherkabel von vernünftiger Länge eine sehr kurze Leitung. Die Wellenlänge eines Signals von 20 kHz liegt bei 15 km: Deshalb hat ein 10-m-Kabel nur 1/1500 der Wellenlänge. Irrendwelche Veränderungen im Signal, die durch Reflexionen verursacht würden, müßten dann schon bei 30 MHz (= 10 m Wellenlänge) stattfinden. Man darf wohl schlußfolgern, daß dabei absolut kein Einfluß auf Tonfrequenzen stattfindet, zumindest was die Reflexionen in Leitungen dieser Länge betrifft. Und weil diese Reflexionen eine so geringe Rolle spielen, hat man auch bisher

über die Anpassung so wenig nachgedacht, weder an der Verstärkerseite noch an der Lautsprecherseite. In der Praxis sind Stromquelle und Last aber ziemlich komplex und frequenzabhängig. Trotzdem ist es interessant, einen Blick auf die charakteristische Impedanz eines Lautsprecherkabels zu werfen, die auch komplex ist.

Die charakteristische Impedanz einer Übertragungsleitung erhält man durch die Formel:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

Für alle üblichen Lautsprecherleitungen ist die Isolierung so gut, daß es am Ausgang keinen Nebenschlußwiderstand gibt; also ist  $G = 0$ . Für hohe Frequenzen, bei denen  $\omega L$  sehr viel größer ist als  $R$ , erhalten wir:

$$Z_{0h} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Dies ist der Widerstand, den wir die Nennimpedanz einer Übertragungsleitung für Hochfrequenz nennen. Aber für tiefe Frequenzen, bei denen  $\omega L$  sehr viel kleiner als  $R$  ist, ergibt sich:

$$Z_{0L} = \sqrt{\frac{R}{j\omega C}}$$

Diese Formel beschreibt die Verhältnisse richtig für Frequenzen, die unter dem Wert von  $f_m = R/2\pi L$  liegen, was im mittleren bis oberen Hörbereich anfängt. Für die dünneren Leitungen unserer Auswahl liegt  $f_m$  bei etwa 13000 Hz, beim Schweißkabel bei etwa 520 Hz, beim Flechtkabel sind es 40000 Hz, beim zylindrischen Koaxialkabel um 30000 Hz und beim üblichen Koaxialkabel um 26000 Hz.

Für Frequenzen reichlich oberhalb von  $f_m$  verhält sich die Übertragungsleitung fast ideal in dem Sinne, daß keine Zerstreuung der Frequenzen auf der Leitung stattfindet, und die Impedanz hat einen Grenzwert

erreicht, der einen ohmschen Wert hat.

Bei niedrigeren Frequenzen als  $f_m$  ist die Impedanz komplex, und die Übertragungsleitung fügt dem Signal eine nennenswerte Frequenzdispersion zu; d.h. es tritt ein Laufzeitunterschied auf. Wenn es zur Dispersion auf der Übertragungsstrecke kommt, dann sind die hohen Frequenzen vor den niedrigen Frequenzen am Ende der Leitung. Dies geschieht, weil der induktive Blindwiderstand der Leitung zu klein ist im Verhältnis zum Widerstand der Leitung. Die Theorie der Übertragungsleitung fordert, daß für eine reine, verzerrungslose Übertragung  $R/L = G/C$  ist. Weil aber  $G = 0$  ist, ist es unmöglich, eine perfekte Übertragungsleitung zu schaffen. Jedoch sollte  $R$  klein gemacht werden und  $C$  ebenfalls. Wenn dies soweit wie möglich geschehen ist, dann sollte  $L$  noch größer gewählt werden. Die Telefontechnik tut gerade dies, indem Ladespulen als Induktivitäten in lange Übertragungsleitungen geschaltet werden, um die Verzerrungen durch Dispersion zu verkleinern.

**E**s könnte so scheinen, daß die Verkleinerung der Serieninduktivität, wie es einige 'Spezial'-Kabel tun, nicht viel Sinn vom Standpunkt einer Übertragungsleitung aus macht. Wenn man Übertragungsleitungen in Ersatzschaltungen überführt, dann gibt es theoretisch gute Gründe, alle beteiligten Größen so klein wie möglich zu halten. Das wollen wir im folgenden untersuchen. Zunächst ist es interessant, die Dispersion für einige typische Leitermaterialien zu berechnen.

Weil alle Lautsprecherverbindungsleitungen einen bestimmten Betrag an Verlust und geringe Dispersion haben, ist die heiße Frage: 'Wieviel ist es, bitte'?

Um die Differenz der Laufzeiten für die hohen und die tiefen Frequenzen zu bestimmen, müssen wir zunächst die Gruppengeschwindigkeit des übertragenden Signals bestimmen:

$$v_p = \frac{2\pi f}{\beta}$$

wobei

$$\beta = \left(\frac{1}{2}\right)^{1/2} [(ZY)^{1/2} + BX - GR]^{1/2}$$

ist und darin sind:

$$\begin{aligned} Z &= R + j\omega L \\ Y &= G + j\omega C \\ B &= \omega C \\ X &= \omega L. \end{aligned}$$

Für  $G = 0$  ergibt sich dann:

$$\beta = \left(\frac{1}{2}\right)^{1/2} [\omega C \{(R^2 + \omega^2 L^2)^{1/2} + \omega L\}]^{1/2}$$

Die Dispersionscharakteristik für die ausgewählten Leitermaterialien bei 100 Hz und 10 kHz ist in Tabelle 3 zu sehen.

Tabelle 3. Dispersionsverhalten ausgewählter Leitermaterialien nach Größen geordnet

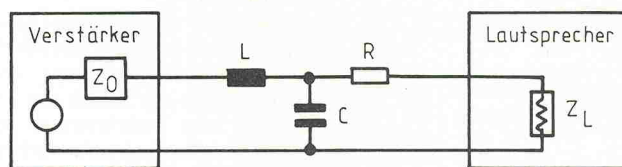
Leiterart	Laufzeitunterschied in Mikrosekunden für 10 m Leitungslänge
Leiter 1,5 1mm mit 40 mm Abstand	0,069
Koaxialkabel RG-214	0,155
Zwillingslitze 1,5 qmm	0,164
Lautsprecherlitze 1,5 qmm	0,192
Zwillingslitze 0,5 qmm	0,376
Koax-Doppelzylinder	0,609
Flechtleitung	1,630

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß für eine 10-m-Leitung der Laufzeitunterschied nur den Bruchteil einer Mikrosekunde beträgt, mit Ausnahme des Flechtkabels, das ein bißchen schlechter ist. In keinem Falle aber ist der Laufzeitunterschied (oder die Dispersion) ein Problem für Lautsprecherleitungen, wenn sie sich in vernünftigen Längen halten. Bevor wir zur weiteren Betrachtung kurzer Leitungen im Ersatzschaltbild kommen, sollten wir eine zusätzliche allgemeine Beobachtung an Übertragungsleitungen machen. Eine Lei-



tung sieht eher wie eine Parallelkapazität aus, wenn sie durch eine Stromquelle mit sehr viel höherer als der Nennimpedanz getrieben wird, und gleicht einer Serieninduktivität, wenn ein Generator mit niedrigerer als der Nennimpedanz auf der Leitung arbeitet. Fast alle Lautsprecherleitungen werden auf die zweite Art betrieben. Im allgemeinen sind Zahlenspieler mit dem Impedanzwert, der für Hochfrequenz wichtig ist, bei kurzen Leitungen und Tonfrequenzen sinnlos.

**E**s sollte klar sein, daß die prinzipielle Behandlung von Lautsprecherleitungen als Übertragungsleitungen nicht von unmittelbarem praktischen Nutzen ist. Die Lautsprecherlast ist ein Scheinwiderstand, die Leitungslänge ist sehr kurz, und die Frequenzen sind zu niedrig für eine leichte und ideale Behandlung. Die exakte Behandlung ist verwickelter, als daß man — bei abgekürzten Rechenwegen — für gute Ergebnisse garantieren könnte. In diesem Abschnitt werden Lautsprecherleitungen einfach als Leiterpaare behandelt, die in einem Ersatzschaltbild mit vergleichbaren Bauelementen dargestellt werden können. Diese Methode gibt vernünftige Richtlinien für eine Berechnung und ermöglicht eine leichtere, menschenmögliche Vorstellbarkeit. Ein hinreichend genaues Schaltbild von Verstärker/Verbindungsleitung/Lautsprecher ist in Bild 1 zu sehen. Um einigermaßen bequeme Zahlengrößen für die Beispiele zu haben, sind die Werte für eine 10-m-Leitung in Tabelle 4 angegeben. Wenn man kürzere oder längere Lei-



**Bild 1. Das System Verstärker-Leitung-Lautsprecher als Ersatzschaltbild. Typische Werte für R, L und C findet man in Tabelle 4.**

tungen braucht, können die Werte entsprechend umgerechnet werden.

Es sind zwei Fälle des Zusammenwirkens in der Schaltung von Bild 1 zu berücksichtigen: erstens der Verstärker mit der Last einschließlich Übertragungsleitung, und zweitens der Lautsprecher mit dem Verstärker einschließlich Übertragungsleitung. Weil das ganze System so eng gekoppelt ist, müssen einige Überlegungen über die Natur von  $Z_0$  und  $Z_L$  angestellt werden. Da wir nicht alle möglichen Fälle betrachten können, sollen nur einige kennzeichnende Fälle besprochen werden. Zunächst geht es um das verstärkerseitige Ende.

Ein idealer Verstärker wäre eine Spannungsquelle mit einem Scheinwiderstand  $Z_0 = 0$ . Tatsächlich kommen viele Qualitätsverstärker diesem Ideal recht nahe. Bei niedrigen und mittleren Frequenzen ist der Innenwiderstand kleiner als 0,05 Ohm mit einem Anstieg auf 0,2 Ohm bei den höchsten Frequenzen. Der Ausgangsscheinwiderstand ist üblicherweise leicht induktiv. Oft wird eine Serieninduktivität von  $2 \mu\text{H}$  benutzt, um die Gegenkopplung des Verstärkers von einer kapazitiven Last zu isolieren. Ein guter Verstärker sollte für jede

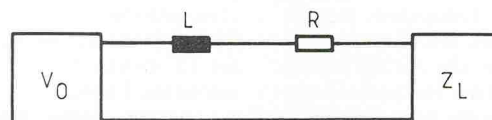
Art von Last stabil sein, einschließlich kapazitiver Lasten.

Weil selbst im schlimmsten (Kabel)-Fall die Kabelkapazität nur  $0,02 \mu\text{F}$  bei 10 m Länge beträgt, sollte eine solche Leitung einen guten Verstärker nicht zur Instabilität oder zum Klingeln bringen. Es würden  $35 \mu\text{F}$  nötig sein, um  $2 \mu\text{H}$  bei 20 kHz in Resonanz zu bringen. Deshalb sind Verstärker/Kabel-Schwierigkeiten im Tonfrequenzbereich kaum wahrscheinlich. Es ist aber bekannt, daß einige Verstärker nicht die geringste kapazitive Last vertragen. Das ist aber ein Problem der Verstärkerkonstruktion und kein Leitungsproblem und sollte deshalb an anderer Stelle behandelt werden. Wir setzen hier also voraus, daß der Verstärker/Kabel-Übergang durch einen 'guten' Verstärker in Ordnung ist. Das Problem der Schutzsicherung in der Lautsprecherleitung ist nicht trivial; es wird später noch besprochen werden.

**M**it einem guten Verstärker ausgestattet geht es an die Probleme, die beim Betrieb der Lautsprecherlast an der Zuleitung entstehen. Es ist möglich, das Ersatzschaltbild mit der Annahme zu vereinfachen, daß der Verstärker die Kabelkapazität treiben kann. Eine angenäherte Ersatzschaltung ist dann in Bild 2 zu sehen. Während die Werte für den Serienwiderstand und die Serieninduktivität der Leitung leicht gemessen werden können, trifft das für die Last nicht

zu. Das einfachste Ersatzschaltbild für einen Lautsprecher ist eine Serienwiderstand/Induktivität-Kombination. Aber real existierende Lautsprecher bestehen aus Frequenzweichen mit Induktivitäten, Kondensatoren, Widerständen, Transformatoren und Schwingspulen — und das in unübersichtlicher Kombination. Glücklicherweise braucht man nicht alle vorkommenden Kombinationen zu betrachten, nur einige Grenzfälle. Bei niedrigen Frequenzen werden die meisten Lautsprecher ohmsche Lasten, und einige haben einen ziemlich kleinen Wirkwiderstandswert. Meistens liegt der niedrigste Wert unterhalb der Nennimpedanz. Wir wollen hier annehmen, daß dieser Wert niemals niedriger als die halbe Nennimpedanz wird. Wenn der Lautsprecher bei höheren Frequenzen induktiv wird, wie es die meisten Konuslautsprecher tun, dann gibt es keine größeren Schwierigkeiten als im Vergleich zu den niedrigen Frequenzen. Es ist jedoch bei kapazitiven Hochtönern, Bändchenlautsprechern und anderen Exoten durchaus möglich, daß Einbrüche in der Impedanz bei höheren Frequenzen vorkommen können. Deshalb ist es weise, Wirkwiderstand, kapazitiven und induktiven Widerstand der Last am hohen Ende des Spektrums zu untersuchen. Das untere Ende des Spektrums liegt bei 20 Hz, das obere bei 20 kHz.

**U**nter Verwendung des Ersatzschaltbildes nach Bild 2 wurden Werte für einige signifikante Frequenzen berechnet. Zunächst die Berechnung der oberen Eckfrequenz für eine Last, die einen niedrigen Wirkwiderstand bei sehr hohen Frequenzen hat. Dies stellt einen recht üblen Grenzfall (Worst case) dar, bei dem die Serieninduktivität der Lautsprecherleitung die einzige Induktivität im Kreis ist. Für jede vorstellbare Belastung mit



**Bild 2. Vereinfachtes Ersatzschaltbild unter der Annahme, daß ein idealer Verstärker verwendet wurde.**

Leitungstyp	Querschnitt mm <sup>2</sup>	Induktivität $\mu\text{H}$	Kapazität pF	Widerstand Ohm	Widerstand bei 20 kHz
Zwillingslitze	0,50	5,2	580	0,42	0,44
Zwillingslitze	0,75	6,0	510	0,26	0,30
Lautsprecherlitze	1,00	4,3	570	0,16	0,21
Lautsprecherlitze	1,50	3,9	760	0,1	0,15
Zwillingslitze	1,50	6,2	490	0,1	0,15
Schweißkabel	16,00	3,2	880	0,01	0,04
Flechtleitung	0,75	1,0	16300	0,26	0,26
Koax-Doppelzylinder	1,50	0,5	5800	0,1	0,10
Koaxialkabel RG-214	—	0,75	1010	0,13	0,13



Tabelle 5. Frequenzgrenzen für eine 10-m-Lautsprecherzuleitung mit verschiedenen Lasten.

Leitungstyp	Querschnitt mm <sup>2</sup>	obere Eckfrequenz für eine Last von		Resonanzfrequenz für eine Last von 4 µF	gemessener Phasenwinkel bei 20 Hz für eine Last von 4 Ohm
		2 Ohm	4 Ohm		
Zwillingslitze	0,50	75 kHz	136 kHz	35 kHz	3 Grad
Zwillingslitze	0,75	61 kHz	114 kHz	32 kHz	2 Grad
Lautsprecherlitze	1,00	82 kHz	156 kHz	38 kHz	2 Grad
Lautsprecherlitze	1,50	88 kHz	169 kHz	40 kHz	1,5 Grad
Zwillingslitze	1,50	55 kHz	106 kHz	32 kHz	4 Grad
Schweißkabel	16,00	100 kHz	200 kHz	44 kHz	1,5 Grad
Flechtleitung	0,75	360 kHz	680 kHz	80 kHz	1 Grad
Koax-Doppelzylinder	1,50	670 kHz	1300 kHz	112 kHz	—
Koaxialkabel RG-214	—	450 kHz	880 kHz	92 kHz	—

induktivem Anteil wird die Leitungsinduktivität von der Last weit übertroffen. Ein weiterer Grenzfall tritt auf, wenn die Leitungsinduktivität und eine hochkapazitive Last in Resonanz kommen. Die kapazitive Last wird mit 4 µF angenommen, was einer Impedanz von 2 Ohm bei 20 kHz entspräche. Weil eine solche Last aber recht ungewöhnlich ist, stellt sie einen weiteren möglichen 'Worst case' dar. Die Frequenzen in Tabelle 5 geben deshalb die niedrigst möglichen Werte für die schlimmsten denkbaren Belastungen an, die man zu betreiben trachtet. Alle Frequenzen sind weit oberhalb des Hörbereiches. Aber sie sind auch wiederum nicht so hoch, als daß sie bei doppelter Leitungslänge außer Betracht bleiben könnten. Wie der gesunde Menschenverstand uns sagt, sollte man nicht versuchen, einen Lautsprecher mit sehr niedriger Impedanz in großer Entfernung zu betreiben. Andernfalls sollte man natürlich Lautsprecher mit höherer Impedanz benutzen, wenn lange Leitungen nötig werden. In den meisten Hörräumen werden die Lautsprecherzuleitungen kurz genug sein, so daß von den Zuleitungen her keine Tonfrequenzprobleme zu erwarten sind.

Es ist interessant zu wissen, daß eine Verlängerung der Leitungen Auswirkungen auf die Resonanzfrequenz oder die Abfallfrequenzen hat. Diese Frequenzen werden durch die Serieninduktivität beeinflusst. Deshalb gibt es einige gute Gründe, Leitungen mit geringer Serieninduktivität

zu benutzen. Normale Koaxialkabelkonstruktionen scheinen den wichtigen Vorzug geringer Serieninduktivität zu bieten ohne den Nachteil hoher Kabelkapazität.

Die meisten Lautsprecher haben ihre geringste Impedanz im Infraschallbereich — wenn vorwiegend der Leitungswiderstand und der Drahtwiderstand der Schwingspule den Stromfluß begrenzen. Deshalb sollte man anstreben, einerseits die Leistungsverluste in der Verbindungsleitung klein zu halten, und damit auch den hohen Dämpfungsfaktor des Verstärkers zu erhalten. Andererseits erscheint es aber unnötig, daß man für Lauflängen unter 10 m bei normalen Lautsprechern Leitungsquerschnitte über 1,5 mm<sup>2</sup> verwenden sollte, denn hier liegt der (schädliche) Widerstand der Leitung um den Faktor 10 niedriger als der Widerstand der Schwingspule selbst.

Eine große Zahl von Leitungstypen mit ohmscher, kapazitiver und echten Lautsprechern als Last sind mit Hilfe empfindlicher Breitband-Differenzverstärkertechnik gemessen worden. Ohmsche Lasten sind schwieriger zu treiben als echte Lautsprecher, kapazitive Lasten sind noch problematischer. Elektrische Nachteile irgendeiner Art (etwa: Phasenverschiebung, Abschwächung, Dispersion u.a.) waren mit einer 10-m-Anschlußleitung und normalen Lautsprechern kaum zu messen, selbst bei dieser Meßtechnik nicht. Die bei weitem beste Maßnahme bei Leitungsproblemen ist also den

Verstärker nahe an die Lautsprecher zu bringen; das macht die Anschlußleitungen sehr kurz. Wenn wir schon die Zuleitung vom Verstärker zu den Lautsprechern untersuchen, dann sollten wir klugerweise den Rest der Verdrahtung innerhalb der Lautsprechergehäuse nicht vergessen. Bei den niedrigen Frequenzen kämpfen wir vorwiegend mit dem Eigenwiderstand der Frequenzweiche in Serie zum Innenwiderstand der Schwingspule. Denn 20 m Draht von 1,0 mm Durchmesser auf der Drosselspule entsprechen schließlich 10 m Anschlußleitung von 0,75 mm<sup>2</sup>. Bei fast allen Lautsprechern, die eingebaute passive Frequenzweichen und/oder auch noch Pegelsteller haben, übertreffen diese inneren Widerstände und die eingebauten Induktivitäten bei weitem die angestrebten niedrigen Werte der Verbindungsleitungen. Der Eigenwiderstand der Frequenzweiche und der Regler in einer

spule des Lautsprechers zu kommen, ist der Einsatz einer aktiven Frequenzweiche vor dem Verstärker und die Verwendung von mehreren Endstufen! In Anlagen für sehr hohe Qualitätsansprüche ist die Umgehung von passiven Frequenzweichen ein Schritt, der den Sound entscheidend steigern kann.

### Sicherung vor dem Lautsprecher kostet mit Sicherheit Sound

Alle bisherigen Probleme hatten mit linearen Bauelementen zu tun. Im Idealfall sollten die Sicherungen im Verstärkerausgang auch lineares Verhalten zeigen. Weil Schmelzsicherungen jedoch heiß werden müssen, um

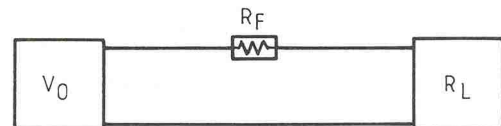


Bild 3. Ersatzschaltbild des Verstärker-Lautsprecher-Kreises, wenn eine Sicherung verwendet wird.

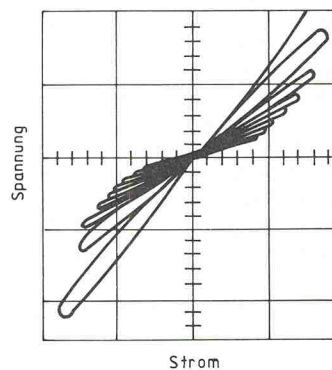


Bild 4. Spannungs- und Stromänderungen an einer Lautsprechersicherung, die durch ein 20 Hz-Signal kurz vor dem Durchbrennen steht.

normalen Lautsprecherbox macht die positive Wirkung eines hohen Dämpfungsfaktors vom Verstärker her zunichte. Der einzige Weg, um mit dem Verstärkerausgang in die unmittelbare Nähe der Schwing-

durchzuschmelzen, sind sie in Wirklichkeit nichtlineare Bauelemente im Leitungszug. Damit Sicherungen nützlich sind, müssen sie durchbrennen, wenn das Gerät um einen bestimmten Betrag über der Maximalleistung betrieben wird. Typisch ist, daß eine Schmelzsicherung kurz vor dem Durchbrennen ihren Widerstandswert um den Faktor 3...4 gegenüber dem Kaltwiderstand erhöht. Aber schon bei 60% der vollen Leistung steigt der Widerstand auf den doppelten Kaltwiderstand an. Ein typischer Fall des Durchbrennens einer Sicherung ist in Bild 4 gezeigt. Wie der Widerstand mit jeder Schwingungsperiode zunimmt, ist deutlich zu sehen. Das Nachrechnen und Messen dieses Bereiches zeigt uns einige mögliche Quellen für Verzerrungen, die durch diese Schwankungen im Verhalten der Schmelzsicherungen schon bei normalen Betrieb verursacht werden können. Mit der einfachen Ersatzschaltung aus



Bild 3 kann gezeigt werden, daß eine normale flinke Sicherung vom Glasrohrtyp die Verzerrungen produzieren kann, die in Tabelle 6 aufgeführt sind.

Tabelle 6. Verzerrungen in Leistungsspitzen verursacht von Schmelzsicherungen kurz vor dem Schmelzpunkt

Last	Sicherungswert		
	5 A	3 A	2 A
8 Ohm	0,5 %	1,0 %	2,0 %
4 Ohm	1,0 %	2,0 %	4,0 %

Diese Zahlen geben die Intermodulations-Verzerrungen bei beliebigen Frequenzen an, wenn der Ausgang mit Leistungsspitzen bis kurz vor dem Durchbrennen der Sicherung belastet wird. Ein Maß für die Verzerrung höherfrequenter Signale bei Ton-Bursts (Rechteckansteuerung für 60% des Durchbrennstroms mit 'aufgesetzten' 5 kHz-Signalen) mag Bild 5 sein. Es zeigt das Schirmbild eines 5-kHz-Signals, das von einem 20-Hz-Burst moduliert wird. Die Bursts sind herausgefiltert worden, um nur das modulierte 5-kHz-Signal zu zeigen. Die Aufheiz- und Abkühlungsphasen der Sicherung sind als Anstiegs- und Abfallzacken klar zu erkennen. Die Zeitkonstanten durchschnittlicher Sicherungen sind so gear- tet, daß Aufheizphasen (und folglich die Widerstandserhöhung) durch normale Musikspitzen niedriger Frequenz stattfinden. Um diese Art der gegenseitigen Beeinflussung von Frequenzen des gesamten Spektrums zu verkleinern, wäre es besser, getrennte Sicherungen für jeden Frequenzbereich

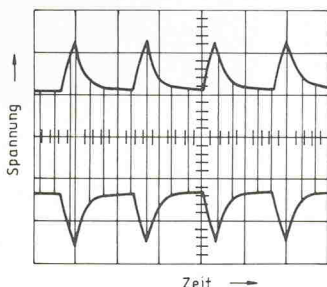


Bild 5. Die Spannungsänderung repräsentiert eine Temperaturänderung der Sicherung.

in Mehrweg-Boxen vorzusehen. Flinke Sicherungen sind dabei schlimmer als träge, weil sie ihre Temperatur zehnmals schneller ändern. Es gibt keine Lösung (außer einer Überdimensionierung der Sicherung — oder eben keine Schmelzsicherung), es sei denn, die Sicherung ist in die Gegenkopplung einbezogen; dieser Weg ist durchaus gangbar. Andererseits wird auch oft die Sicherung in die Spannungsversorgung der Endstufen verlegt, was aber bei den heute üblichen Endstufen mit positiver und negativer Spannungsversorgung wiederum Probleme durch unsynchrones Auslösen mit sich bringen könnte.

**W**ir haben gezeigt, daß Lautsprecherzuleitungen nicht wie angepaßte Übertragungsleitungen betrachtet werden müssen; es kann sogar die Theorie der (hochfrequenten!) Übertragungsleitungen bei den hier verwendeten sehr kurzen Leitungen zu Fehldeutungen führen. Deshalb sollten diese kurzen Leitungen durch passende Ersatzschaltungen ersetzt, und diese dann theoretisch betrachtet werden. Andererseits kann es bei einigen bestimmten Lastfällen und bei längeren Zuleitungen Abweichungen in der Phase und im Frequenzverlauf geben; auch können Resonanzerscheinungen im höchsten Tonfrequenzbereich auftreten.

Es dürfte deutlich geworden sein, daß 'normale' Lautsprecherzuleitungen durchaus angemessen dimensioniert und eigentlich schon perfekt sind, gegenüber anderen Schwachstellen im Übertragungssystem, etwa der Frequenzweiche und den Pegelstellern.

Der Einsatz von 'speziellen' Lautsprecherleitungen, einschließlich handelsüblicher Koaxialkabel, gibt keine Garantie für eine Verbesserung, außer in wenigen Spezialfällen. In jedem Fall ist eine kurze Zuleitung die beste Zuleitung. □

Wir danken dem 'Journal of the Audio Engineering Society' für die freundliche Genehmigung zum Nachdruck dieses Artikels, der unter dem Titel 'Amplifier-Loudspeaker-Interfacing' in der 'Loudspeaker-Anthology II' auf den Seiten 135ff erschienen ist.

## Es ist schade um Ihre Zeit

...wenn Sie beim Boxen-Selbstbau keine Spitzen-Lautsprecher verwenden. Höchste Qualität erzielen Sie nur mit Qualitäts-Lautsprechern. Bestehen Sie also beim Kauf auf PEERLESS-Speaker. Denn Qualität zählt sich aus.

### PEERLESS PROFESSIONAL CAR SPEAKER



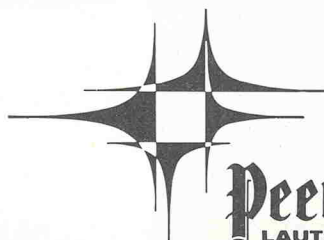
### Das neue, attraktive, leistungsstarke Lautsprecher-Programm '88 für Auto und HiFi.

Dazu die informativen neuen Prospekte mit Fotos, Skizzen, Daten und Kurven. Eine neue Lautsprecher-Generation für Anspruchsvolle.

### PEERLESS: oft kopiert – nie erreicht!

Möchten Sie hochwertige Lautsprecherboxen selbst bauen oder Ihre Boxen mit PEERLESS-Lautsprechern verbessern? Dann wenden Sie sich an unsere „DEPOT-HÄNDLER Lautsprecher“:

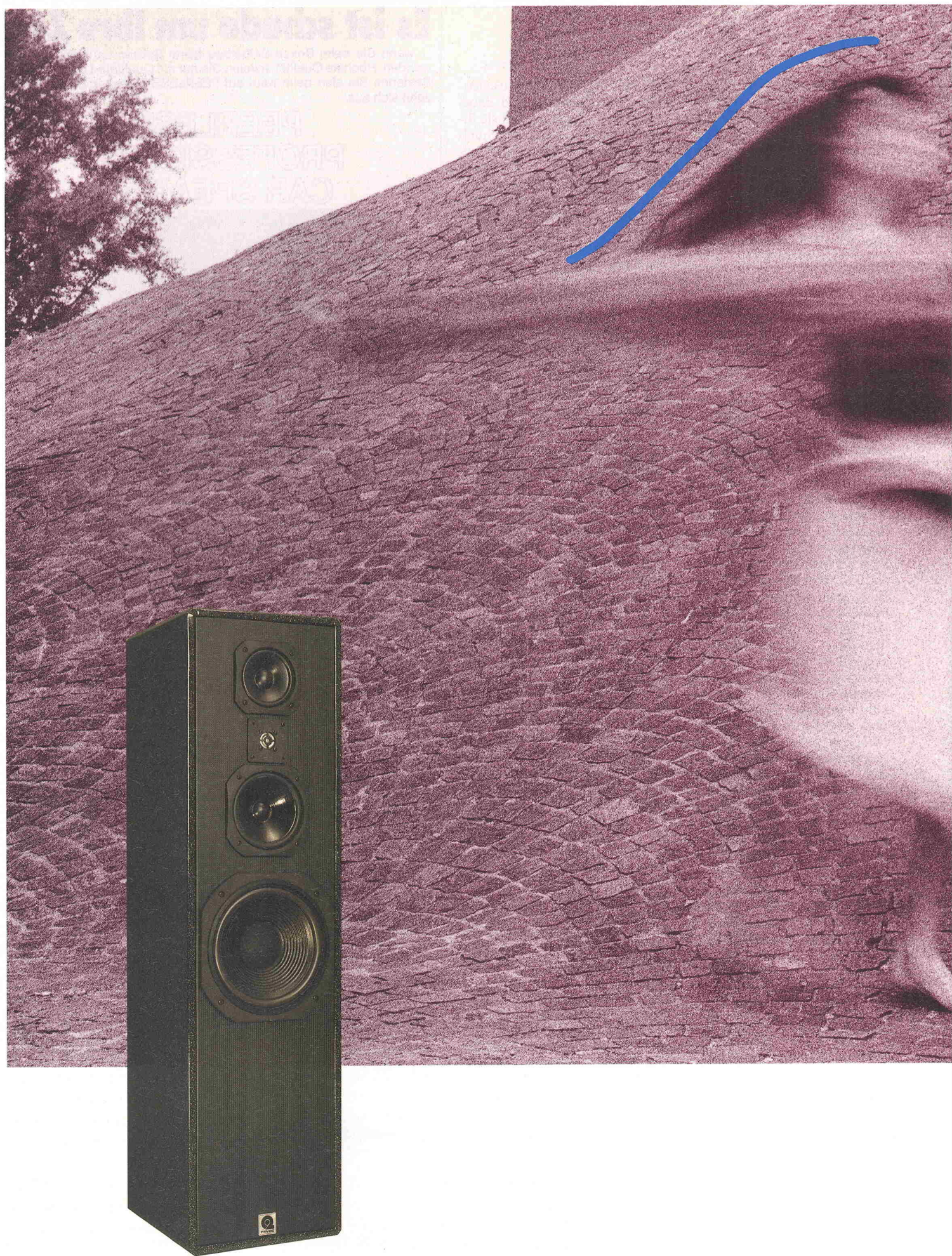
1000 Berlin 10	Arlt Elektr., Kaiser-Friedrich-Str. 17a	030/3 41 66 04
1000 Berlin 44	Arlt, Karl-Marx-Str. 27	030/6 23 40 53
1000 Berlin 44	Strehl-Boxen/Gross, Maybachufer 14	030/6 24 60 55
2800 Bremen 1	pro audio, Am Wall 45	04 21/1 48 74
2843 Dinklage	Ton + Technik, Rombergstr. 8	04 43/44 88
2848 Vechta	Ton + Technik, Große Str. 13	04 41/8 12 22
3300 Braunschweig 1	Völkner electronic, Marienberger Str. 10	05 31/8 76 20
4000 Düsseldorf 1	Arlt-Radio, Am Wehrhahn 75	02 11/35 05 97
4000 Düsseldorf 1	MDL, Charlottenstr. 49	02 11/36 22 89
4270 Dorsten	Lang/PACON, Wiesenstr. 6b	02 32/2 65 06
4400 Münster	GDG Lautsprecher, Steinfurter Str. 37	02 51/27 74 48
4500 Osnabrück	Ton + Technik, Lohstr. 2	05 41/2 96 94
4500 Osnabrück	HiFi Shop, Rosenplatz 14	05 41/8 27 34
4600 Dortmund	City-Elektronik, Güntherstr. 75	02 31/52 75 31
4630 Bochum	Hubert-Lautsprecher, Wasserstr. 172	02 34/30 11 66
5000 Köln	Arlt Elektr., Hansaring 93	02 21/13 22 54
5205 Sankt Augustin	WS electronic, Am Markt 53c (HUMA-Zentr.)	02 24/2 95 12
5400 Koblenz	Hobby-Electronic 3000, Victoriastr. 8-12	02 61/3 20 83
5768 Sundern 1	HESTRI PA, Settmackestr. 76	02 93/17 29
6072 Dreieich-Sprendlingen	HiFi-Laden, Hauptstr. 45	06 103/6 66 57
6500 Mainz	Die Box, Rochusstr. 11	06 31/23 10 25
6800 Mannheim	HS Elektronik, Cannabichstr. 22	06 21/33 26 12
7521 Kronau	audio design, Schulstr. 3	07 253/72 60
7530 Pforzheim	Pelter, Weiherstr. 25	07 231/2 46 65
8000 München 90	AUDIOPHIL, Schlierseestr. 19	089/6 92 08 08
8400 Regensburg	Schütz & Trier, Unter den Schwibbögen 11	09 41/5 46 74
8858 Neuburg/Donau	Top-Sound, Thalheimerweg 3	08 31/4 71 62



PEERLESS Elektronik GmbH

Friedenstr. 30, Postfach 26 01 15, 4000 Düsseldorf 1, Telefon (02 11) 30 53 44









# Passiv und Aktiv?

D.J. Schulz

**G**anz so pauschal kann man die Frage jedoch nicht beantworten. Die neue Box von Mivoc (System 440) kann im Baßteil wahlweise aktiv oder passiv betrieben werden. Eine passende Aktiveinheit liegt fertig im Regal und ist zudem, da sie sich auf einen Mono-Kanal beschränkt, sehr preiswert. Doch hoppla, nicht so schnell, erst mal eins nach dem anderen.

Beim System 440, wie es der Name schon erahnen läßt, handelt es sich um ein 4-Wege-System. Die relativ schlanke Säulenform (Stellbreite 32 cm) und das gefällige Design erleichtern die Diskussion mit dem 'Haushaltsvorstand' über die Beschallung des Wohnzimmers ganz erheblich.



## Die Technik

Prinzip	4-Wege, geschlossen
Belastbarkeit	130 W
Impedanz	4 Ohm
Kennschalldruck	86 dB/1 W, 1 m
Übernahme- frequenz	110 Hz/1,1 kHz/5 kHz
Außenmaße	1200 mm (Höhe)
	320 mm (Tiefe)
	350 mm (Breite)
Entwicklung	Mivoc

Vier Wege und das konsequent: Der absolute Baß gehört dem Tiefton-System bis ca. 100 Hz. Dieser Tieftonlautsprecher ist eine brandneue Konstruktion von Mivoc. Er gehört zur Gattung der 10' = 25 cm Lautsprecher. Auffallend ist zunächst der massive Aludruckgußkorb, der Verwindungsbewegungen von vornherein entgegenwirkt. Erfreulich ist dabei der großzügige Montagerand, der Aussägearbeiten an der Gehäuseschallwand nicht zur millimetergenauen Schnitzerei werden läßt.

Das entscheidende Teil des Lautsprechers ist und bleibt aber der Schwingersatz, im speziellen die Membran. Nach einigen Experimenten und Nachforschungen entschied man sich für die

## Die Teile

### Holz

Schall- und Rückwand	1172 x 292 mm
Seitenwände	1200 x 350 mm
Boden + Decke	320 x 350 mm
Rückwand innen	470 x 282 mm
Trennböden	
(zwei)	160 x 282 mm
Versteifungsring	310 x 282 mm
Versteifung	131 x 100 mm

### Chassis

Tieftöner	WAW 254 FDC
Tief-/Mitteltöner	WAW 164 (beschichtet)
Mitteltöner	WAW 134 (beschichtet)
Hochtöner	HTF 194 S

### Frequenzweiche Spulen

L1	7,5 mH Rollenkern Ri < 0,5 Ohm
L2	2,5 mH Rollenkern Ri < 0,23 Ohm
L3	0,82 mH/Ri < 0,45 Ohm Luftspule
L4	0,22 mH/Ri < 0,13 Ohm Luftspule
L5	0,1 mH/Ri < 0,3 Ohm Luftspule

### Kondensatoren

C1	136 µ/Elko glatt
C2	300 µ/Elko glatt
C3	33 µ/Elko glatt
C4	33 µ/Folie
C5	6,8 µ/Elko glatt
C6	6,8 µ/Elko glatt
C7	3,3 µ/Folie
C8	15 µ/Folie

### Widerstände

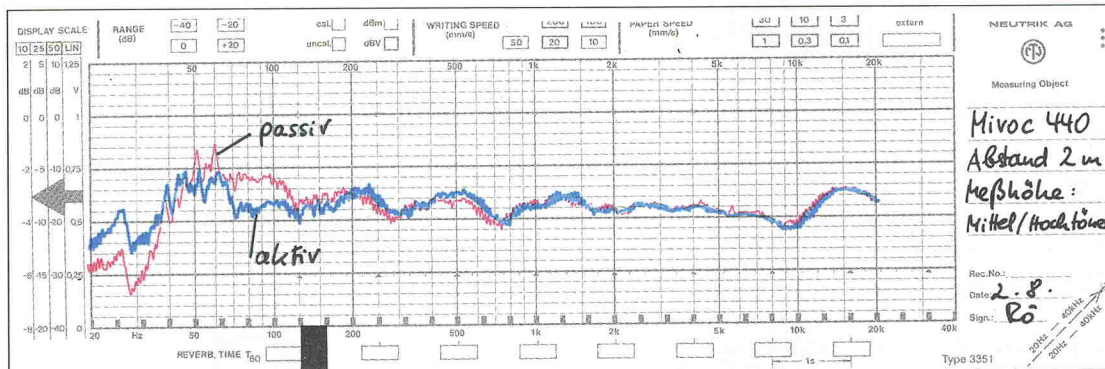
R1	2R2/20 W
R2	1R5/9 W
R3	4R7/9 W
R4	3R9/9 W



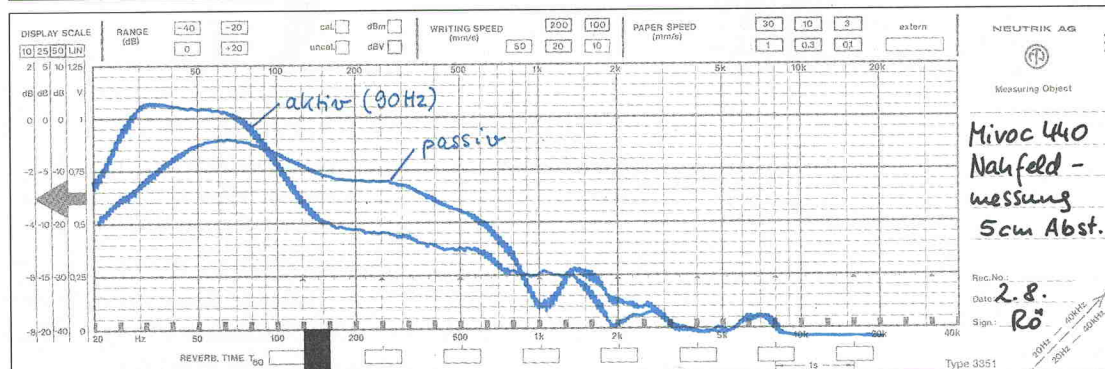
Der Tieftöner WAW 254 FDC kann auch mit einem fertigen Verstärker aktiviert werden.

klassische Papiermembran, die allerdings in aufwendiger Fertigung getrocknet wird und mit einer genau dosierten Kunstoffschicht überzogen ist. Das Ergebnis ist eine Membran, die über eine hohe innere Dämpfung verfügt, äußerst partialschwingungsarm und vor allen Dingen nicht zu leicht ist. Extrem leichte Membranen zeugen zwar auf dem Papier von einem relativ besseren Masse/Antriebsverhältnis, haben aber durch die Bank den Nachteil, schon im unteren Mitteltonbereich im Schalldruck kräftig anzuziehen; ganz zu schweigen ist von der erhöhten

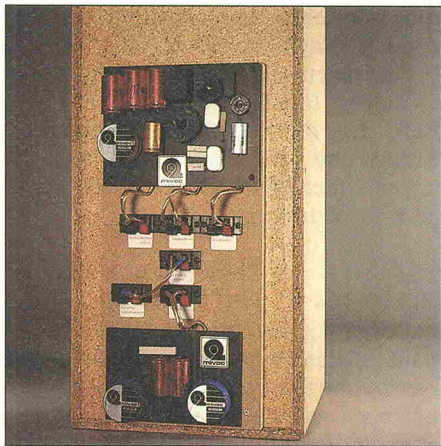
In der Aktivversion (rote Kurve) ist der Frequenzgang ausgeglichener und reicht weiter nach unten.



Diese Nachfeldmessung zeigt deutlich den besseren Frequenzgang des aktivierten Tieftöners.







**Musteraufbau der Frequenzweiche an der Rückwand unseres Prototypen.**

Anfälligkeit für Partialschwingungen. Ein weiteres Qualitätsmerkmal, hier von außen leider nicht sichtbar, ist die einlagige, hochkant gewickelte Schwingspule aus Flachdraht. Gewickelt wurde, und diese Besonderheit findet man ausgesprochen selten, auf einem Kapton-Schwingspulenträger. Kapton ist ein moderner, aber ausgesprochen teurer Werkstoff auf Kunststoffbasis. Die Belastbarkeit der Spule ist dabei genauso hoch wie die bei dem

## Der Autor



**Jörg Schulz** entdeckte schon früh seine Neigung zur Musik und Technik. Nach dem Abitur und dem anschließenden Studium der Fachrichtung Maschinenbau entschloß er sich, sein zuvor jahrelang gepflegtes Hobby Lautsprechertechnik zum Beruf zu wählen. Während sei-

ner Tätigkeit bei Visation schrieb Jörg Schulz mehrere Grundlagenartikel, die in diversen Fachzeitschriften veröffentlicht wurden. Seine spezielle Vorliebe bei den Lautsprechern gehört den Hornsystemen.

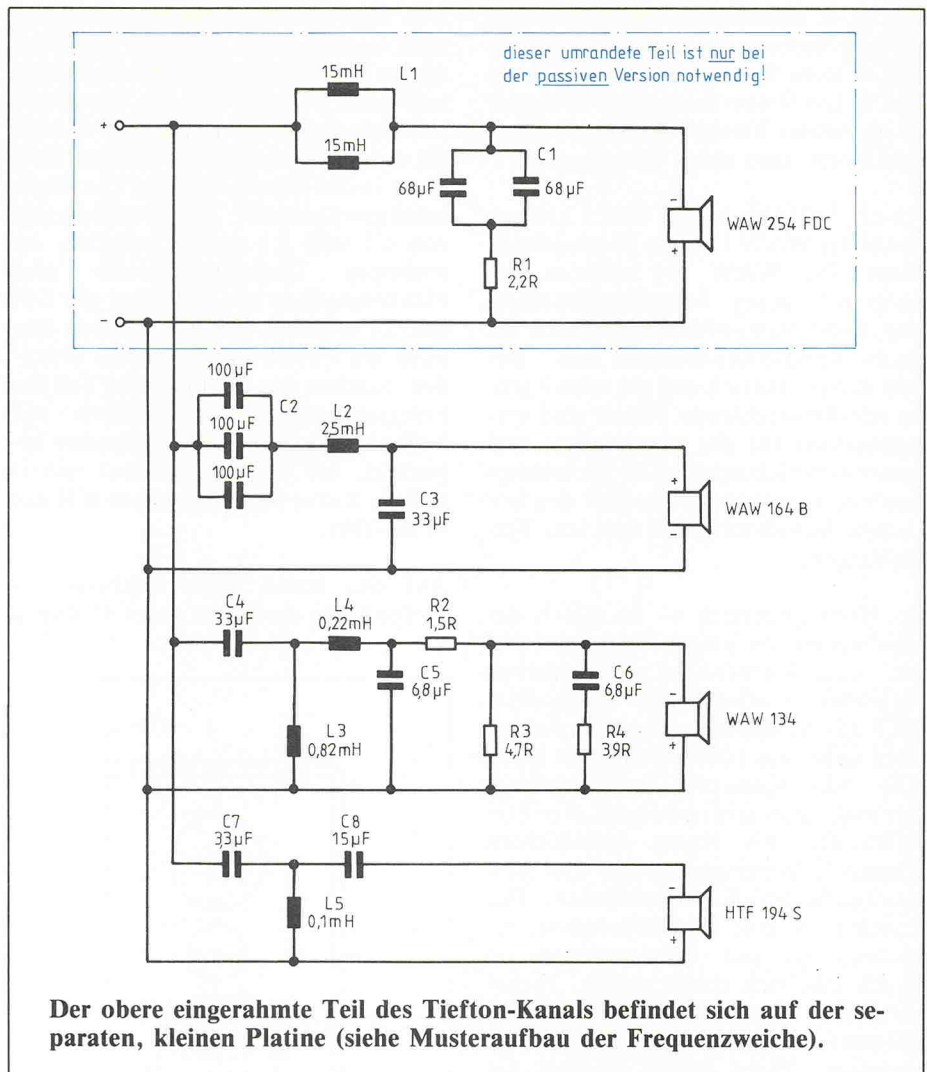
**Jörg Schulz, Jahrgang '61, wechselte am 1.07.'87, nach drei Jahren Entwicklertätigkeit bei dem Lautsprecherhersteller Visation in Haan, zu Mivoc als technischer Leiter. In seiner Freizeit beschäftigt er sich am liebsten mit seinem Surboard und der Fotografie.**

standardmäßigen Aluträger; es können aber aufgrund des Materials keine elektrischen Wirbelströme induziert werden, die in allen elektrisch leitenden Metallträgern zwangsläufig anzutreffen sind. Das Ergebnis ist ein veringertes Klirrfaktor bis in den unteren Mitteltonbereich. Der äußerst nachgiebige und lineare Dämpfer (Zentriermembran) garantiert in Verbindung mit der Wicklungslänge der Schwingspule von 19 mm, bei einer Polplatte von 8 mm Stärke, einen linearen Hub von mindestens  $\pm 5,5$  mm.

Genug technische Details, mit einfachen Worten: ein gutes Tiefton-System, bestens geeignet, um 'tiefste' Frequenzen druckvoll wiederzugeben.

**E**ingebaut ist dieses Tiefton-System mit der Bezeichnung WAW 254 FDC ein ein Nettovolumen von 70 Litern. Unter dem Leit-

gedanken der Aktivierung ist das Gehäuse geschlossen ausgeführt. Aber auch in der preislich günstigeren, passiven Version wird mächtig 'Baß' produziert. Den elektromechanischen Parametern nach ergibt sich eine Einbauresonanz von 43 Hz — mit einem Gesamtgütefaktor von 0,54 für die aktive Version, womit sich ideale Voraussetzungen für eine Entzerrung ergeben. Die passive Version hat aufgrund der 0,5 Ohm Reihenspule eine Gesamtgüte von 0,62. Dieser Gütefaktor ist für hochwertige Standboxen genau richtig, ohne im Baßbereich übertrieben 'dick' aufzutragen. Für die ganz Findigen läßt sich die Box auch in Baßreflexausführung aufbauen, dann allerdings nur passiv und mit Subsonicfilter. Die Abstimmungsfrequenz liegt dann bei 33 Hz, die Güte bei ca. 0,8. Zur Abstimmung ist das Baßreflexrohr Mivoc BK 8035 notwendig, das auf eine Länge von 9,5 cm gestutzt wird. Korrekter Einbauort wäre 30 cm unter dem Mittelpunkt des Tiefton-Systems.



**Der obere eingeramte Teil des Tiefton-Kanals befindet sich auf der separaten, kleinen Platine (siehe Musteraufbau der Frequenzweiche).**



**D**er musikalisch am meisten geforderte Grundtonbereich ist dem bewährten 16 cm-System WAW 164 B überlassen. Die akustisch etwas bessere Version mit Membranbeschichtung kam dabei zum Zuge.

Ab ca. 1 kHz bis hinauf über 5 kHz arbeitet der WAW 134, ein 13 cm-Mitteltöner. Der WAW 134 zeichnet sich aufgrund seiner Membrankonstruktion (eine Nawi-Membran) durch ein gutes Rundstrahlverhalten aus. Der sehr starke Antrieb und die relativ große schallabstrahlende Fläche sind verantwortlich für das transparente und dynamische Klangbild. Die hochdämpfende Kunststoffoberfläche hält den kritischen Mitteltonbereich frei von Verfärbungen.

Im Hochtonbereich — im Reich der Oberwellen, die jedem Instrument erst die charakteristischen Klangfarben verleihen — arbeitet die Titankalotte HTF 194 S. Das Membranmaterial besteht dabei aus 100% Titan, also keine Alu- oder Kunststoff-Titan-Mischung. Erstmals ist es auch gelungen, eine Metallkalotte mit einem ultraleichten Kapton-Schwingenspulenträger und Aluminiumflachdraht zu bestücken. Das Ergebnis ist eine Impulsfestigkeit, die bislang nur mit Hornsystemen im Hochtonbereich erzielt wurde. Ferner verspricht die relativ kleine Kalotte (19 mm) ausgezeichnetes Rundstrahlverhalten. Nicht zuletzt zeichnet der mechanische Equalizer, auch oftmals einfach Streustern genannt, dafür verantwortlich. Ein genaues Abwägen von Materialstärke, Mittellochbohrung und Abstand zur Membran garantieren erst das freie Klangbild und das gute, gleichmäßige Abstrahlverhalten. So verfügt die HFT 194 S über eine außergewöhnlich große (10 mm) Mittellochbohrung. Der Vergleich mit der älteren Ausführung mit kleinerer Bohrung zeigt ein deutlich verbessertes Rundstrahlverhalten und akustisch ein offeneres Klangbild.

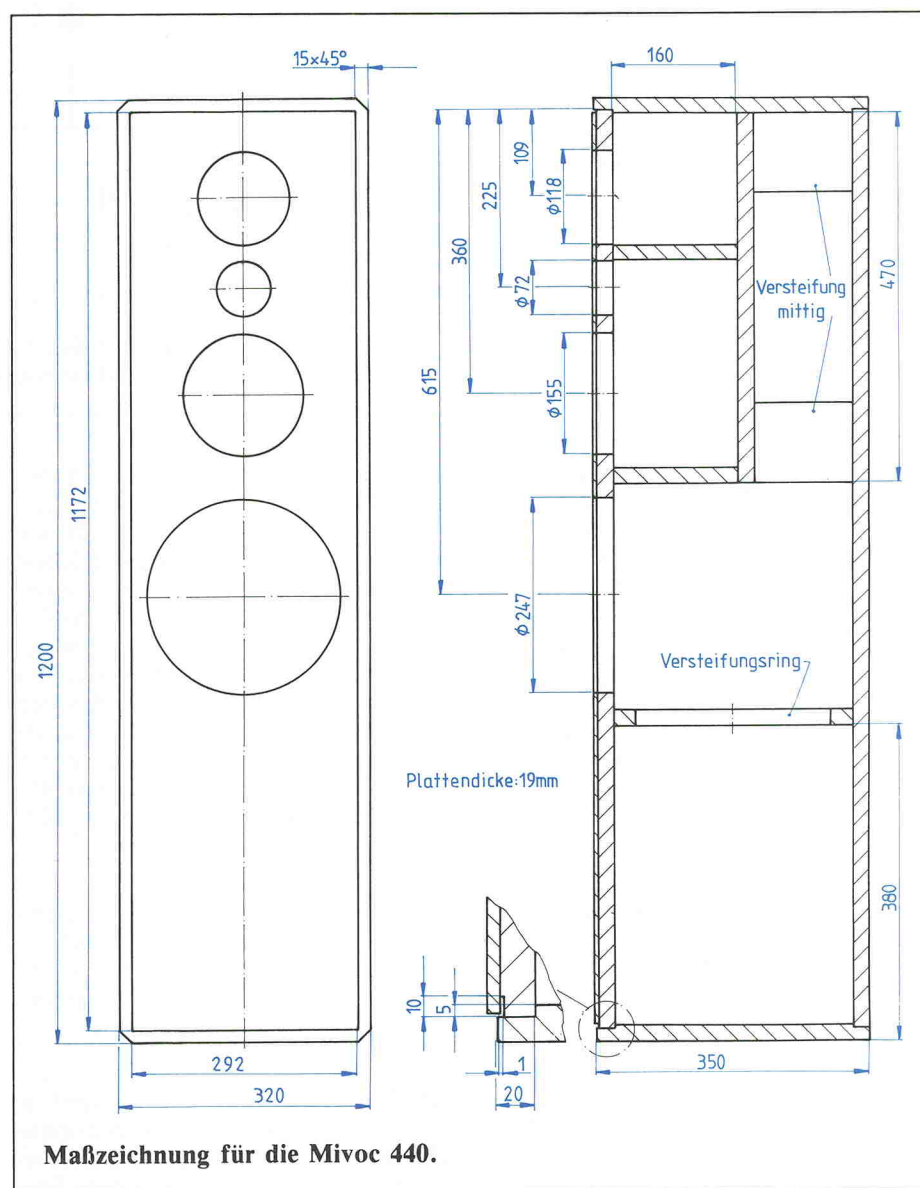
**D**och was nützen die 'besten' Lautsprecher, wenn das Herz der Box, die Frequenzweiche, nichts taugt. Und dort wurde mit Sicherheit nicht gespart. Hier wird der Klang entscheidend bestimmt. Hier kann der Konstrukteur zeigen, was in den Chassis steckt: Die Lautsprecherbox muß klanglich eine Einheit bilden und darf nicht nur aus zwei, drei oder vier Lautsprechern bestehen, die einzeln für sich gut oder schlecht sind.

Wie sich aus der Stückliste ersehen läßt, kommen nur (und das gilt auch für die Fertigweiche) hochwertige Bauteile zum Einsatz. Der im Frequenzweichenschaltbild umrandete Teil zeigt die notwendigen Bauteile für den Tieftöner in der Passiv-Version. Durch die außergewöhnliche Dimensionierung von C1 und R1 war es möglich, im wichtigen Übernahmebereich eine Flankensteilheit von 9 Dezibel pro Oktave zu erzielen. Natürlich wurde hier nicht die Physik der Filter neu erfunden, sondern nur der im ersten Teil der Frequenzgangkurve tatsächlich mit 9 dB abfallende Teil des Tiefpasses betrachtet. Im weiteren Verlauf nähert sich die Kurve dem gewohnten Bild mit 12 dB/Okt.

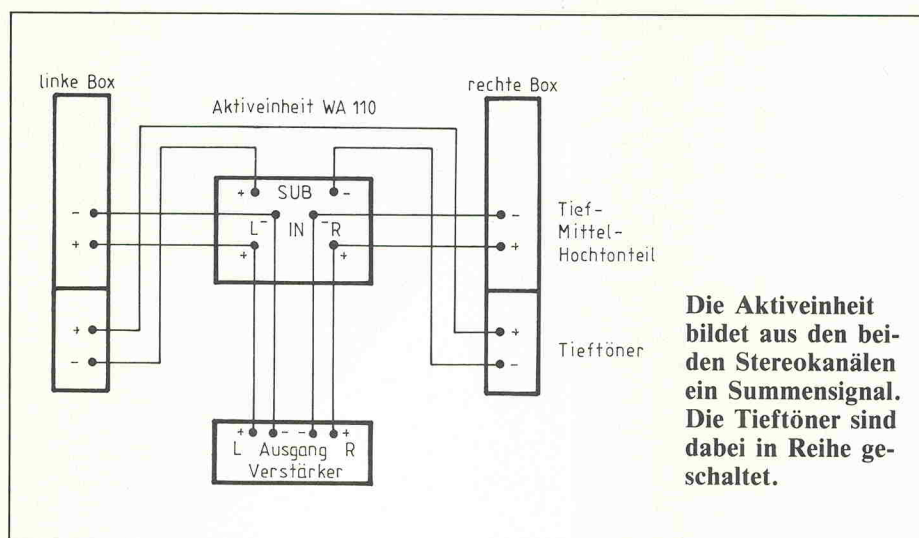
Auf den ersten Blick erscheint der Tiefpaß wie ein Filter erster Ordnung

mit gewöhnlicher Impedanzentzerrung. Tatsache ist jedoch, daß sich das Filter wie ein sehr flaches Filter zweiter Ordnung (ähnlich Besselfiltern) verhält, ohne die Funktion der Impedanzentzerrung einzubüßen. Ein weiterer angenehmer Nebeneffekt ist die geringe Phasendrehung.

Das Tief-/Mittelton-System WAW 164 B wird über ein Hochpaßfilter 1. Ordnung betrieben. Eingebaut ist der 16 cm-Lautsprecher in ein Nettovolumen von ca. 12 Litern. Daraus resultiert eine Einbauresonanz von etwa 76 Hz mit einer Gesamtgüte von glatt 1. Unterhalb dieser Resonanzfrequenz fällt der Lautsprecher einbaubedingt mit 12 dB pro Oktave ab. Das günstige Wechselspiel von steigender Impedanz an der Resonanzstelle in Verbindung mit dem elektrischen 6 dB-







Filter und dem volumenspezifischen Schalldruckabfall schützt den WAW 164 B wirkungsvoll vor zu hoher Leistung und gewährleistet eine ausgesprochene saubere und effektive Trennung mit hoher Flankensteilheit, ohne jedoch elektrisch die Phase zusätzlich zu drehen. Nach oben wird der 16 cm-Lautsprecher durch ein Besselfilter 2.Ordnung getrennt.

Die Reihenspule sollte dabei einen Gleichstromwiderstand von maximal 0,23 Ohm aufweisen.

Das Mittelton-System WAW 134 arbeitet über ein äußerst komplexes Netzwerk 2.Ordnung mit separater Impedanzentzerrung und Pegelanpassung. Weiter ins Detail zu gehen würde den Umfang dieser Lautsprechervorstellung sprengen.

Das Hochtton-System HTF 194 S ist über ein Bessel-Butterworth-Mischfilter 3.Ordnung getrennt. Von der Warte eines linearen Frequenzganges aus hätte ein Filter 2.Ordnung völlig genügt, zumindest solange man sich in genauer Hörposition befindet oder das Meßmikrophon schön auf Achse hält. Das Filter 3.Ordnung verbessert jedoch das Rundstrahlverhalten besonders in der vertikalen Achse deutlich. Eine verbesserte räumliche Abbildung ist das Ergebnis.

**N**un zum Gehäuse und zum Gehäusematerial. Es wurde 19 mm-Spanplatte verwendet, und zwar spezielle 'Verlegeplatten', selbstverständlich der Emulsionsklasse E1. Dieses Material scheint in der Summe seiner Eigenschaften der Mine-

ralfaserplatte MDF doch noch überlegen zu sein.

Die Box auf dem Foto am Anfang dieses Artikels ist mit Dekofolie rundherum bezogen. In der Detailzeichnung A sieht man die eingelassene Frontplatte mit einer umlaufenden 10 mm breiten flachen Nut. Diese Nut ist nur dafür da, um die über die Seitenteile gezogene Dekofolie festzutackern. Auf die Frontplatte kann dann eine dünne 4 mm Deckplatte gesetzt werden, die an allen Seiten 1 mm kleiner als die Frontplatte ist. Diese Deckplatte kann zum Beispiel aus gefärbtem Acrylglas bestehen. Schwarz glänzend sieht mit Sicherheit sehr edel aus.

Ein weiteres für jede Box spezifisches Kapitel ist die Dämpfung. In das kleine Mitteltongehäuse wird eine Matte Dämpfungsmaterial gestopft. Das größere Tief/Mitteltongehäuse erhält zwei Matten. Im Tieftongehäuse wird jeweils eine gerollte Matte rechts und links der Versteifung mittig (siehe Zeichnung) eingeschoben. Vier Matten werden in den Teil der Box unterhalb des Versteifungsringes eingelegt. Die verbleibenden zwei Matten befestigt man lose hinter dem Tieftöner.

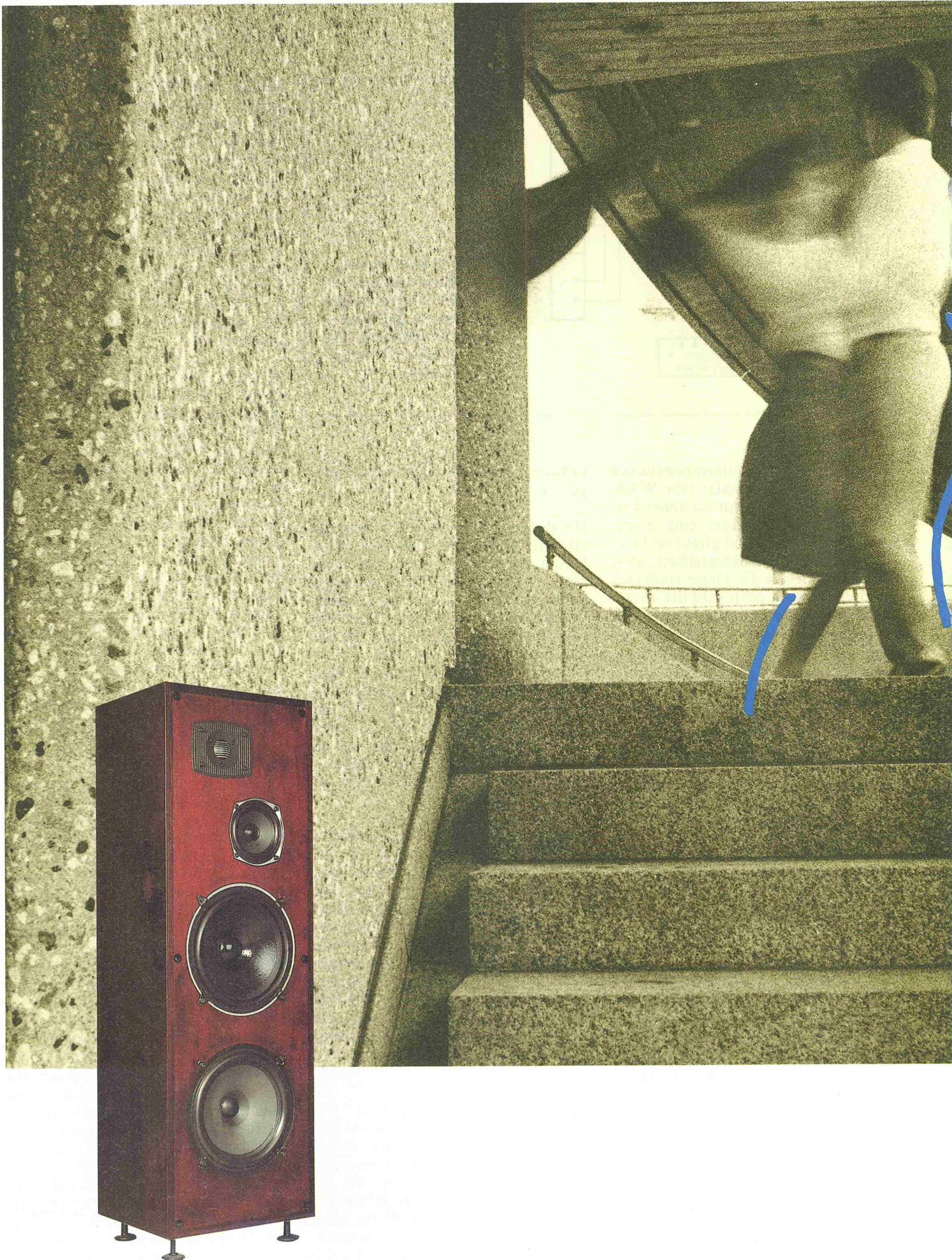
**U**nd nun zum Aktivteil. Wie ganz am Anfang zu lesen war, wird der Aktivteil nur 'mono' benötigt, denn Stereoinformationen werden vom Ohr erst oberhalb ca. 200 Hz ausgewertet. Aufgrund der tiefen Trennfrequenz von 90 Hz kann man sich daher den zweiten Stereokanal für den Subbaß sparen und beide

Lautsprecher über einen Verstärker speisen. Dabei werden, wie sich aus dem Schaltbild ersehen läßt, die Tieftöner WAW 254 FDC der beiden Boxen in Reihe geschaltet. Die Aktiveinheit mit der Bezeichnung WA 110 bildet ein Summensignal aus beiden Kanälen und steuert damit die Tieftöner an. Der restliche Teil der Boxen wird mit dem vorhandenen Voll- oder Endverstärker angesteuert. Dabei werden Tieftöner WAW 254 FDC und Tief/Mitteltöner WAW 164 B wie in der passiven Version phasenungleich angeschlossen.

Welchen Vorteil bietet nun 'Aktiv'? Ganz einfach: eine Oktave Übertragungsbereich mehr nach unten. Bei ca. 25 Hz arbeitet die Box fast immer noch mit Nennschalldruckpegel. Wie kommt es? Die Aktiveinheit ist mit einer Baßentzerrung versehen, die ihr Maximum bei 35 Hz hat. Der Verstärker gibt also in diesem Bereich deutlich mehr Leistung ab. Darunter wird die Leistung durch ein Subsonicfilter wieder reduziert. Ergebnis: Der natürliche Schalldruckabfall des Tieftöners, bedingt durch seine Einbauresonanz wird elektrisch kompensiert. Eine Frage, die nun automatisch auftaucht, lautet: Kann man in der passiven Version diesen natürlichen Schalldruckabfall nicht mit dem Baßregler am Verstärker kompensieren?

Da kann man nur raten: Finger weg! Der Dreh am Regler fordert vom Verstärker zeitweise sehr hohe Leistungen zusätzlich zum normalen Signal. Die höchste Verstärkerleistung wird im unteren Mitteltonbereich benötigt. Im Baßbereich ist das im Mittel weniger, dafür aber spontaner und heftiger. Ein Verstärker, der das gesamte Frequenzspektrum versorgen muß, darf aber auf keinen Fall in seine Leistungsbegrenzung kommen. Ist dies doch der Fall, so sind unangenehme Verzerrungen (Clipping) das Ergebnis. Im schlimmsten Fall zerstört der Verstärker Hoch- und Mittelton-Systeme. Die separate Endstufe im Baßbereich muß im Grunde relativ wenig Power und nur bei heftigen, in aller Regel kurzen Baßattacken, relativ viel Leistung zur Verfügung stellen. Und kommt diese Endstufe trotzdem einmal in die Begrenzung, wird es vom Ohr nicht so scharf wahrgenommen (natürliche Unempfindlichkeit des Ohrs auf Verzerrungen im Tieftonbereich). Eine Beschädigung der Mittel/Hochton-Systeme ist dabei völlig ausgeschlossen. □









# Die starke Doppelzehn

Peter Röbbke

**E**in dem Lautsprecher-Selbstbau übelwollender Kenner der Szene bezeichnete die englischen Boxen-Konstrukteure von Celestion einmal respektlos als die 'Hifi-Opas von der Insel'. Diese Charakterisierung ist zwar maßlos übertrieben und trifft vor allem heute nicht mehr zu, aber ein kleines Quentchen Wahrheit steckte schon dahinter. Trotzdem ist ein gesundes Verhältnis zu gewachsenen Traditionen schließlich nicht die schlechteste Firmen-Philosophie: Nicht jede Mode muß mitgemacht werden, nicht jeder Schwingspulendraht rechteckig und hochkant gewickelt sein.

**Aber:** Langfristige Trends dürfen vor lauter Tradition nicht verschlafen werden. Und hier sind wir schon bei der Vorstellung der neuen Box von Celestion mit dem Namen 'Forte 1010' angelangt. Völlig munter und überhaupt nicht traditionell präsentiert sie sich im Säulendesign mit Titankalotte — und untenrum findet man eine Passivmembran.



## Die Technik

Prinzip	3-Wege Baßreflex mit Passivmembran
Belastbarkeit	110 W
Impedanz	4 Ohm
Kennschalldruck	90 dB/1 Watt/1 m
Übernahme- frequenz	530 Hz/3,8 kHz
Volumen	70 Ltr.
Außenmaße	1040x350x280 mm
Entwickler	Celestion
Preis	ca. DM 500,- je Box ohne Gehäuse

## Die Teile

<b>Lautsprecher</b>	
Hochtöner	HF 1006
Mitteltöner	D5
Tieftöner	PC10
Passivmembran	ABR 2501
<b>Weiche</b>	
L1	2,0 mH
L2	3,3 mH/2R7
L3	1,5 mH/4R1
L4	0,25 mH
C1	47 µ/100 V MKT
C2	47 µ/100 V MKT
C3	8 µ/100 V MKT
C4	4 µ/100 V MKT
R1	2R2/9 W
R2	41R/9 W

<b>Holz</b>	
Schallwand	1004 x 314 mm
Rückwand	1004 x 314 mm
Seitenteile	
2 Stück	1040 x 280 mm
Deckel	280 x 314 mm
Boden	280 x 314 mm
Mitteltongehäuse	2 Stück 180 x 244 mm
	2 Stück 144 x 244 mm
Holzleisten	7 lfd m 25 mm x 25 mm

<b>Dämmmaterial</b>	
Polyesterwatte	50 mm
2 Stück	22 cm x 100 cm
3 Stück	55 cm x 20 cm
2 Stück	20 cm x 40 cm
5 Stück	15 cm x 30 cm
2 Stück Antidröhnplatten carlofon St1	50 cm x 50 cm, 2 mm stark (Autozubehörhandel)

Bei Celestion nennt sich diese dann im schönsten internationalen Kauderwelsch 'ABR' (Auxillary-Bass-Radiator) oder in deutscher Sprache 'pneumatisch gekoppelter Baßstrahler', was aber nichts anderes meint als die aus der Literatur hinlänglich bekannte Passivmembran. Dem Trend der Zeit hat man bei Celestion dadurch Rechnung getragen, daß das erforderliche Luftvolumen von ca. 70 Litern schmal/hoch/tief — sprich: in einer Säulenform — untergebracht, und der Hochtöner mit einer Titankalotte versehen wurde.

Beim Baßchassis handelt es sich um den Typ PC10, eine 10 Zoll-Papiermembran mit Beschichtung und Druckguß-Chassis, dessen Resonanzfrequenz im eingebauten Zustand bei 60 Hz liegt, und das die relativ hohe Übernahmefrequenz von 530 Hz ohne weiteres verkraftet.

Der Mitteltöner ist der bewährte 'Fünzföller' D5 mit einer unbeschichteten Papiermembran, der den Fre-

quenzbereich zwischen 530 Hz und 3,8 kHz wiedergibt. Beim Hochtöner zeigte Celestion sich stark innovativ und entwickelte die Titankalotte HF 1006. Einige Konstruktionsmerkmale deuten aber ganz stark auf wohlbekannte Eltern hin, nämlich LPH 6 und LPH 6II, die mit einer Kupferkalotte bzw. Leichtmetallkalotte aus-



Das Baß-Chassis PC 10.

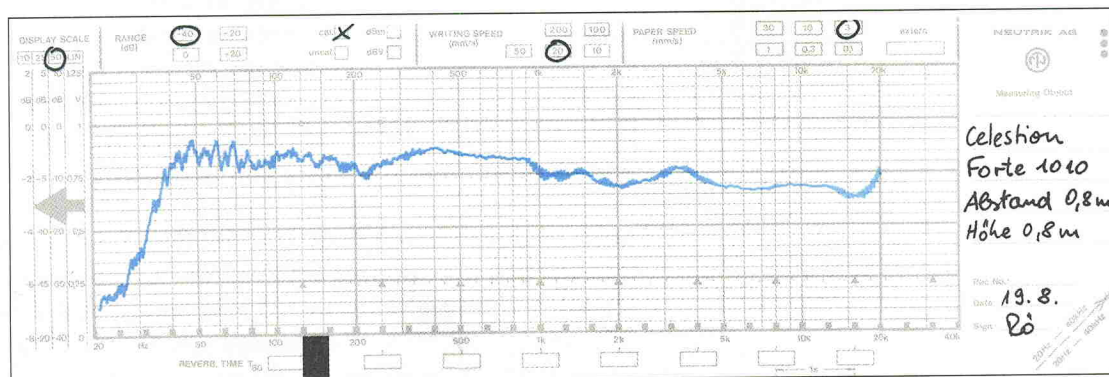


Der Hochtöner HF 1006 mit Titankalotte.



Die einteilige Membran des HF 1006 von hinten betrachtet.

Insgesamt gesehen fällt die Forte 1010 zu den höheren Frequenzen leicht ab, was auf Eignung sowohl für U- als auch E-Musik hinweist.

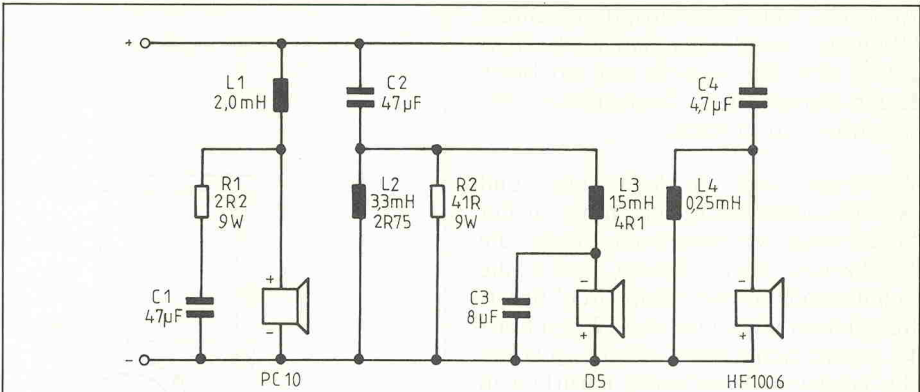




her einige akustische und thermische Probleme entweder ersatzlos gestrichen (z.B. Verklebung von Membran und Schwingspulenträger) oder in unhörbare Bereiche verschoben werden können (z.B. wegen dieser fehlenden Verklebung verschiebt sich die Resonanzfrequenz stark nach oben).

**W**ir konnten natürlich nicht widerstehen und haben den Hochtöner auseinandergeschraubt, denn ein Blick hinter die Fertigungskulissen ist allemal interessant. Auf dem Bild sieht man deutlich die einteilige Membran, auf deren hochstehendem Rand die Schwingspulenwicklung ( $\varnothing 32$  mm) aufgebracht ist. Auf der anderen Seite (und daher nicht zu sehen) ist die Membranaufhängung aus imprägniertem Textilgewebe mit der Membranvorderseite und mit dem Montagering verklebt.

**N**ach diesen intensiven Blick 'hinter die Schwingspule' wenden wir uns der Frequenzweiche zu. Eigentlich ist diese recht kon-



Bei der Frequenzweiche sollte man besonders auf die Innenwiderstände der Mittelton-Spulen achten.

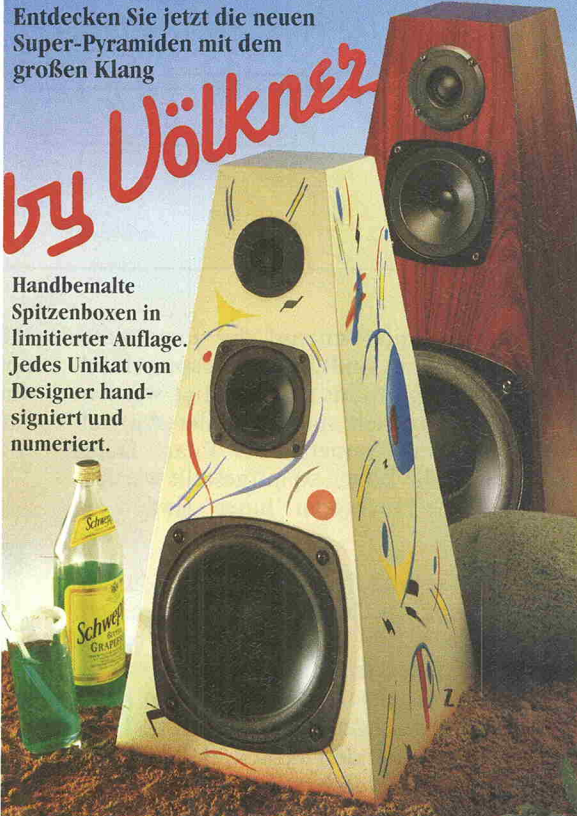
ventionell mit 12 dB/Okt-Filtern aufgebaut, jedoch fällt bei genauerem Hinsehen auf, daß in die Weichenberechnung die Innenwiderstände der Spulen für den Mittelton-Bandpaß mit einbezogen worden sind. Hier sollte auch ausschließlich mit den angegebenen Werten gearbeitet werden, denn Abweichungen äußern sich unweigerlich durch 'Verwerfungen' im Frequenzgang.

**D**och nun zum Bau der Gehäuse, der hier — weil die Verfahrensweise auf andere Bauanleitungen übertragbar ist — etwas breiter dargestellt wird und über die lapidare Bemerkung hinausgeht, daß die Maße aus der Zeichnung zu entnehmen seien.

Man beginne damit, den Bau in allen Einzelheiten einschließlich der verwendeten Werkzeuge etc. im Kopf durch-

# SPITZEN SOUND

- ☐ **250-Watt-Renkforce-Lautsprecher „Cheops-9050“**  
Extravagante Top-Class-CD-Lautsprecher mit skandinavischen Lautsprecher-Chassis neuester Technologie. 25 mm Super-Soft-Dome-Tweeter. 100 mm Polypropylen-Mitteltöner mit Ferrofluid! 200 mm Tieftöner mit weitem Übertragungsbereich. Computeroptimierte Frequenzweiche. Gehäuse aus MDF-Faserplatten.  
**Daten:** 250/140 Watt Sinus, 8  $\Omega$ . Freq.-Bereich 28–22 000 Hz. Empfindlichkeit 90 dB/1 WM. Höhe 610 mm, Bodenfläche 290 x 290 mm.  
**Best.-Nr. 0705758** handbemalt 698,50 DM
- ☐ **250 Watt Renkforce-Lautsprecher „Cheops-9070“**  
Ausführung techn. wie 9050, jedoch mattschwarz lackiert.  
**Best.-Nr. 0705767** .. schwarz 498,50 DM
- ☐ **250-Watt-Renkforce-Lautsprecher „Cheops-9090“**  
Ausführung techn. wie 9050, jedoch in Santopalisander.  
**Best.-Nr. 0705776** Palisander 498,50 DM
- ☐ **Pyramiden-Leergehäuse**  
Ohne Ausfräsung, hochwertiges MDF-Spezialgehäuse, Innenvolumen 20 Liter, Oberfläche unbehandelt.  
**Best.-Nr. 0705785** ..... nur 149,50 DM



Entdecken Sie jetzt die neuen Super-Pyramiden mit dem großen Klang

Handbemalte Spitzenboxen in limitierter Auflage. Jedes Unikat vom Designer handsigniert und nummeriert.

- ☐ **250-Watt-3-Wege-Lautsprechersatz**  
Kompletter Satz. **Daten:** 250 Impuls, 140 Watt Sinus, 8  $\Omega$ , 28–22 000 Hz, 90 dB/1 WM.  
**Best.-Nr. 0705794** ..... nur 249,50 DM
- Sie sparen fast 50,— DM**  
Pyramiden-Leergehäuse unbehandelt 149,50 DM  
Lautsprechersatz mit Frequenzweiche, 3-Weg 249,50 DM
- Gesamt 399,— DM**  
für nur 349,50 DM  
**Best.-Nr. 0705801**  
statt 399,— nur 349,50 DM

**Absender:**  
Bitte Anzeige ausschneiden, ausfüllen und ab die Post an Völkner.

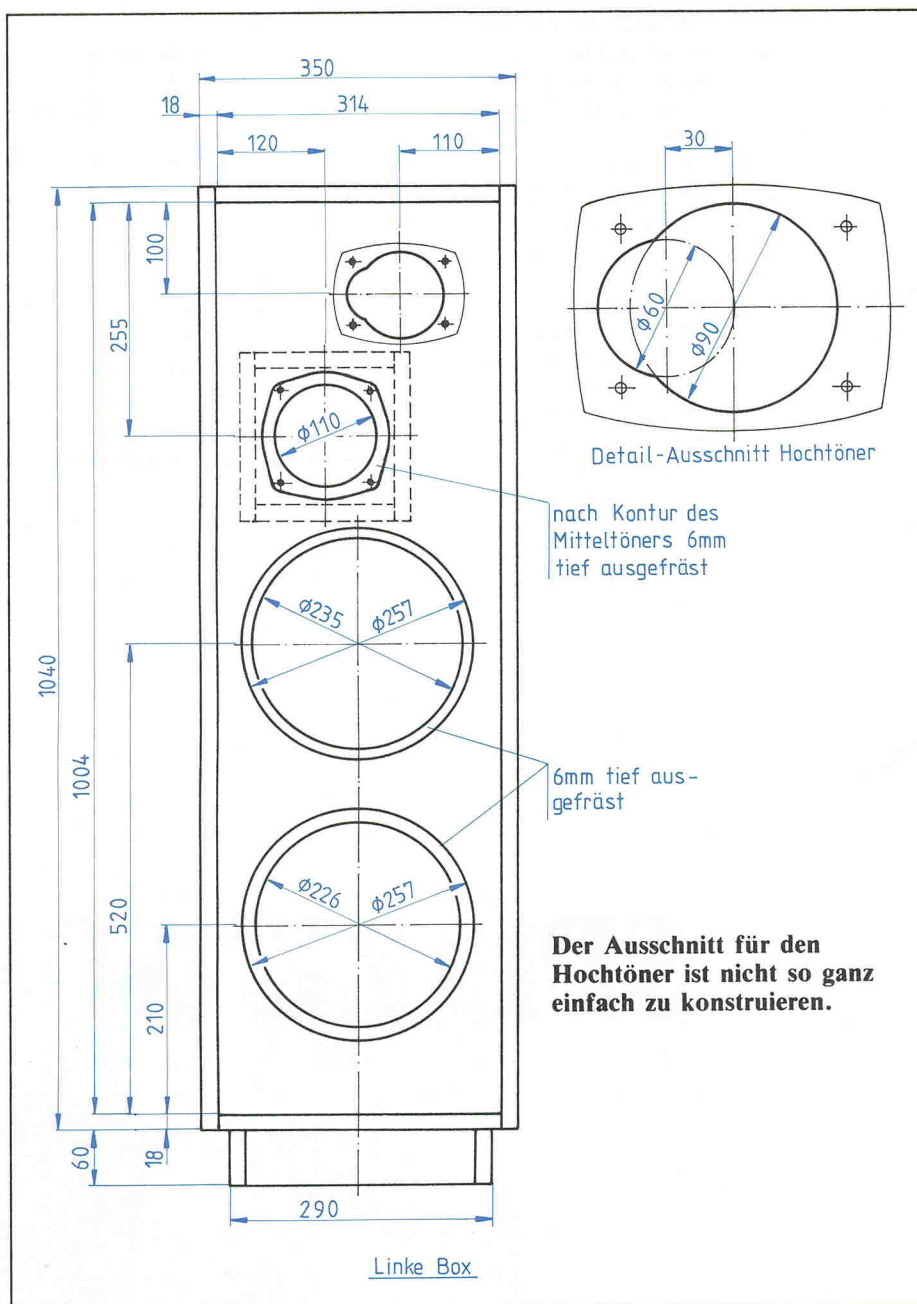
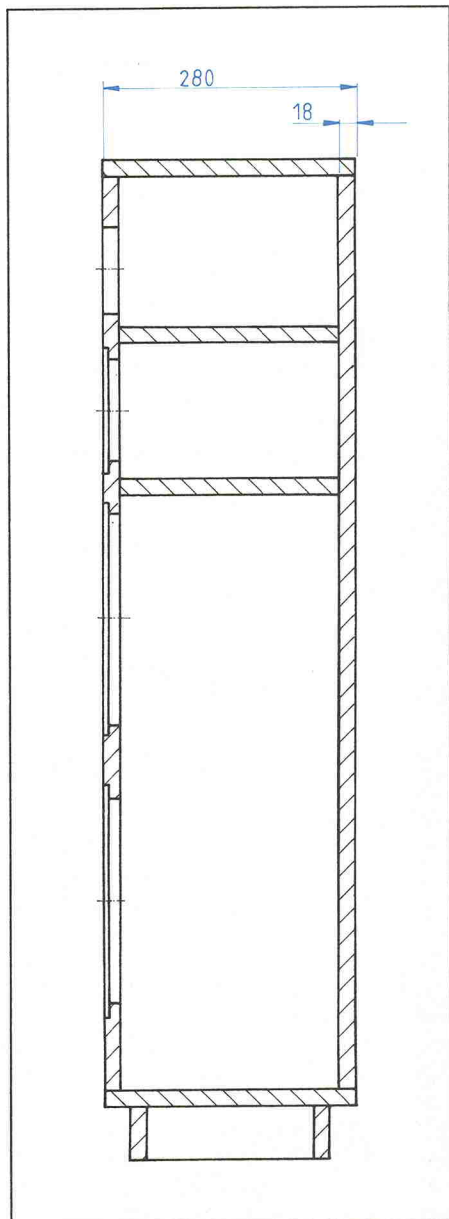
Vorname \_\_\_\_\_  
Name \_\_\_\_\_  
Straße/Nr. \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort \_\_\_\_\_  
Telefon für eventuelle Rückfragen \_\_\_\_\_ 9521

**Völkner electronic**  
Versand und Zentrale:  
3300 Braunschweig  
Postfach 5320  
Tel. (0531) 876 20



zuspielen. Man sieht also, daß mentale Übungen — und um genau solche handelt es sich hier — nicht nur auf Boris Krach-Bumm und Tennisplätze beschränkt sein müssen.

Als erstes sind die Ausschnitte und Ausfräsungen nach Zeichnung in der Schallwand vorzunehmen. Falls die Werkzeuge dafür fehlen, wird die Schallwand aus zwei 'Schichten' Sperrholzplatten mit 6 mm und 12 mm Stärke zusammengeleimt. Dabei gehören die größeren Ausschnitte natürlich in die dünne, äußere Platte. Auch sollten jetzt — solange noch bequemes Arbeiten in Tischhöhe möglich ist — alle Löcher in Schallwand, Leisten und Rückwand gebohrt werden. Ganz wichtig ist (da die Lautsprecher-Chassis nicht



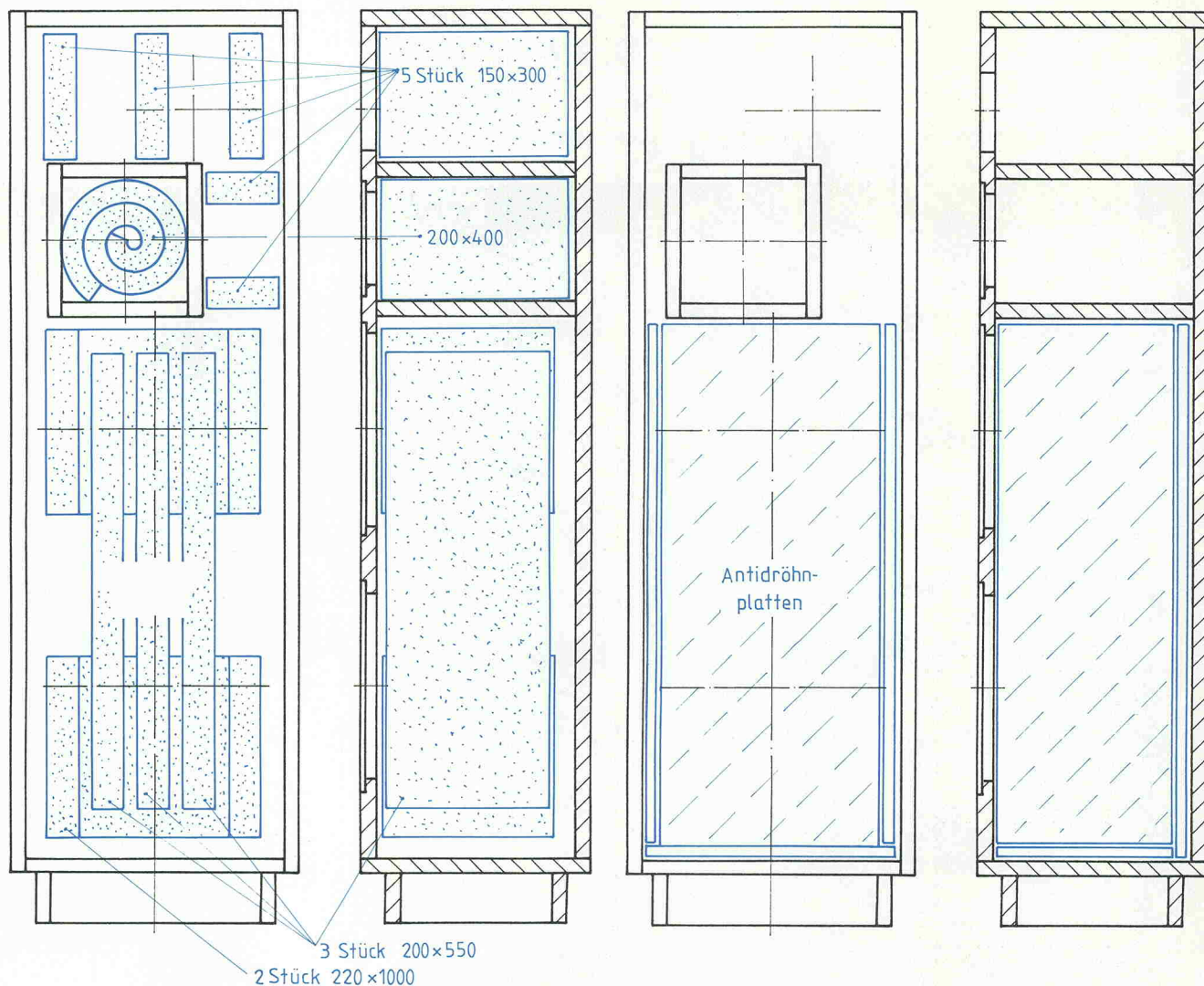
mittensymmetrisch auf der Frontplatte angeordnet sind), daß zwei spiegelbildliche Schallwände angefertigt werden. So ergibt sich später bei der Aufstellung ein symmetrisches Paar. Dabei sollen die Boxen so aufgestellt werden, daß die Hochtöner 'innen' sind.

Die Verbindungstechnik beim Zusammenbau des Gehäuses ist recht einfach: An jeder Stoßkante werden die beiden aufeinandertreffenden Platten mit einer Holzleiste (25 mm x 25 mm) von innen verschraubt und verleimt. Diese Methode hat den Vorteil, daß bei nicht allzuviel 'Pfuscherei' schön rechtwinklige Gehäuse entstehen, die außerdem

luftdicht und stabil sind, und daß keinerlei Spezialwerkzeuge benötigt werden. Ferner kann vor dem endgültigen Zusammenleimen eine komplette 'Paßprobe' vorgenommen werden.

**D**ie Reihenfolge des Zusammenbaus ist folgender: Seitenteil plus Deckel plus Boden plus Schallwand. Nun wird das Mitteltongehäuse vormontiert, auf die Schallwand gesetzt und mit der eingesetzten Rückwand auf Paßgenauigkeit und Luftdichtigkeit überprüft. Wenn alles stimmt, kann die Rückwand eingesetzt und verleimt werden.





**Der Dämmplan: Links und Mitte die Verteilung der Polyesterwatte, Mitte und Rechts die Antidröhnplatten.**

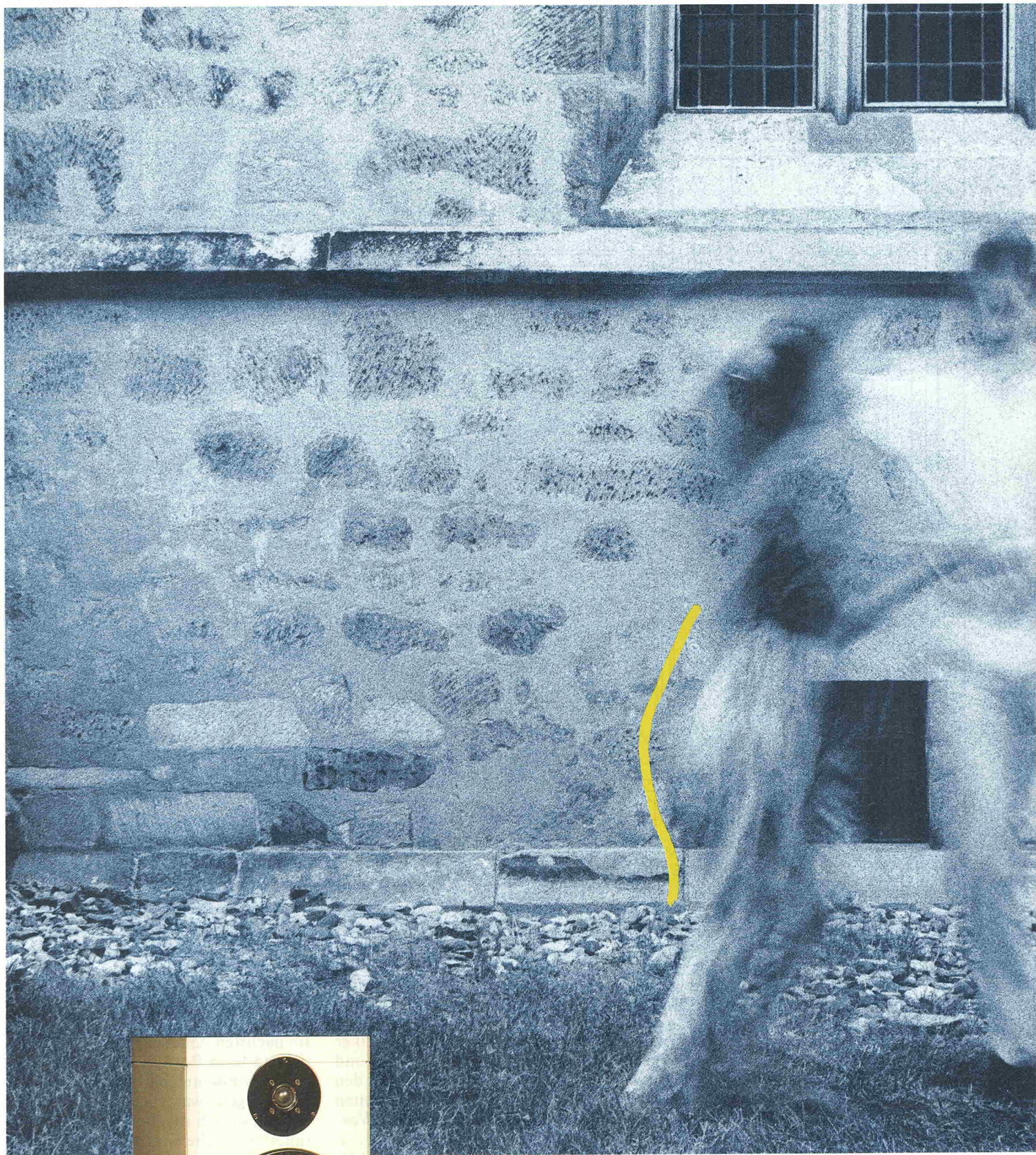
Bei allen Leimarbeiten ist natürlich darauf zu achten, daß beim Pressen oder Verschrauben austretender Weißleim sofort feucht abgewischt wird, weil sonst bei der späteren Oberflächenveredelung 'wolkige' Probleme auftreten könnten.

**D**as von Celestion schon seit jeher bevorzugte Baumaterial (13-fach verleimtes finnisches Birkensperrholz) ist ohne großen Aufwand im Oberflächendekor jeder Wohnzimmereinrichtung anzupassen.

Die gesamte Box wird mit 80-er Schleifpapier grob vorgeschliffen und dann mit 280-er bearbeitet, bis mit den Fingerkuppen keine Unebenheiten mehr fühlbar sind (mit anderen Worten: Glatt wie ein Kinderpopo...). Dann wird das Gehäuse vom Schleifstaub gereinigt und mit Holzbeize (z.B. Clou KF-Beize kratzfest) im gewünschten Farbton gebeizt. Nach dem Trocknen ist ein leichter Zwischenschliff mit 280-er Papier fällig, gefolgt von einer Schnellschliffgrundierung (z.B. Clou 300) mit einem breiten Pinsel. Nach dem Trocknen wird wieder mit 280-er Papier nachgeschliffen und anschließend gereinigt.

Im nächsten Arbeitsgang wird eine Patinierfarbe (z.B. Clou Patinierfarbe) in dem gewünschten Farbton gleichmäßig aufgetragen, was ebenfalls mit einem Pinsel möglich ist. Zum Schutz der patinierten Fläche wird anschließend ein glänzender oder matter, aber farbloser Schlußlack aufgesprüht oder aufgerollt. Das Birkensperrholz bekommt — wenn sorgfältig gearbeitet wird — auf diese Weise auch ohne Furnier ein sehr wertvolles, handwerklich schönes Aussehen. Nach Abschluß dieser 'optischen' Verschönerungsarbeiten werden die Dämmplatten nach Zeichnung eingebaut, und dann die Lautsprecher nach Schaltbild verdrahtet. □









# Der Kleine mit der großen Fläche

P. Geukes

**Z**ur Wiedergabe tiefer Töne gibt es eine einfache, aber dennoch gültige Faustregel. Diese lautet: Membranfläche geht über alles. Im Angebot der Lautsprecherbausatzhändler dagegen findet man heutzutage vielfach kleine Miniaturlautsprecher mit Membrandurchmessern von 13 cm oder auch 17 cm. Bei diesen Konstruktionen wird durch verschiedene Techniken (Doppelschwingspule, Baßreflex oder ähnliches) der Baßbereich punktuell verstärkt. Durch solche Maßnahmen klingen diese Lautsprecher, gerade wegen ihrer winzigen Größen, im Baßbereich auch oft sehr imposant. Werden sie jedoch mit Boxen größerer Bauart verglichen, so hört man doch unschwer die Unterschiede. Je größer die Membranfläche des Vergleichslautsprechers ist, desto selbstverständlicher wird auch die Wiedergabequalität im Tiefbaßbereich. Eine größere Membranfläche ist einfach in der Lage, den Druck im Baßbereich ohne viel Mühe aufzubauen, im Gegensatz zu einer kleinen Membran, die durch technische Tricks sehr große Auslenkungen machen muß. Klanglich umschreibend kann man sagen, die tiefen Töne kommen bei großen Membranflächen viel souveräner. Man hat eben den Eindruck, der Lautsprecher muß nicht — wie bei den Minilautsprechern — Schwerstarbeit leisten.



## Die Technik

Prinzip	2-Wege geschlossen/aperodisch bedämpft
Belastbarkeit	120 W (DIN)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	86 dB/1 W/1 m
Übernahmefrequenz	2,5 kHz
Volumen	ca. 20 l
Außenmaße	Breite 275 mm Tiefe 280 mm Höhe 455 mm
Entwickler	Dynaudio

## Die Teile

### Holzteile nach Zeichnung

Chassis	
Tieftöner	24W75
Hochtöner	D28AF

### Frequenzweiche

Spule	
L1	1,2 mH Luftspule, 2 mm Ø Draht

### Kondensatoren

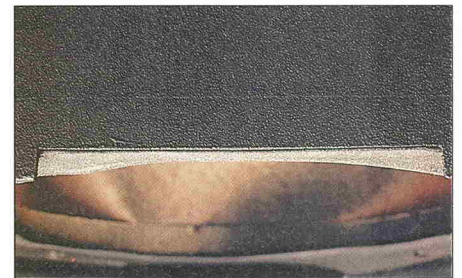
C1	24 µ Folie
C2	8 µ Folie

### Widerstände

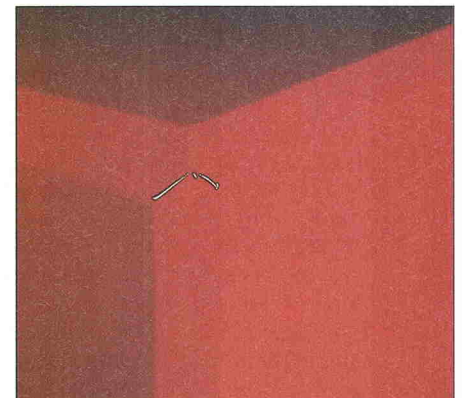
R1	10R/10 W
R2	2R2/10 W



Die bewährte Bestückung 24W75 (Baß) und D28AF (Hochtöner).



Selbst wenn die Oberfläche mit stark pastösen Lacken 'beschichtet' wird, schlägt die Leimfuge wieder durch.



Eine der Möglichkeiten die Leimfuge zu verstecken: Anfasen an alle Klebkanten.

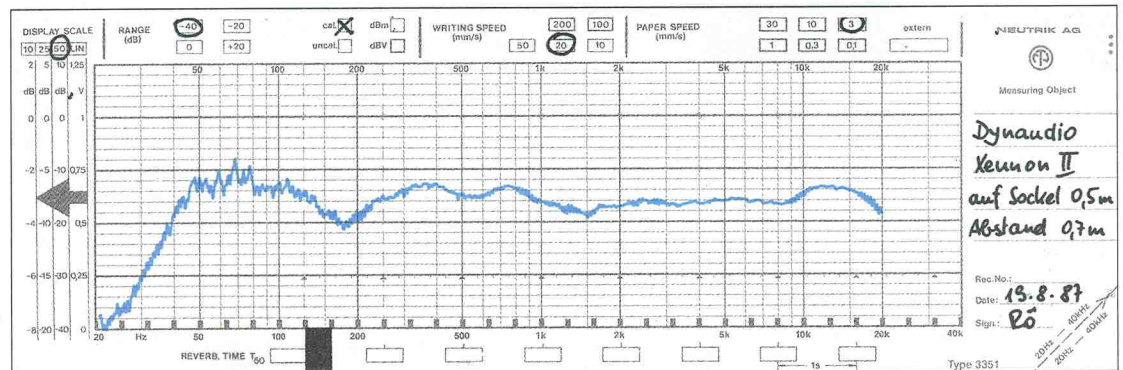
Doch soviel erst nur prinzipiell. Wie bereits erwähnt, erstreckt sich heute das Bausatzangebot vielfach nur auf Miniaturlautsprecher oder auf besonders große — wenn möglich — schlanke Standlautsprecher. Die vernünftige Größenordnung der klassischen Regalboxen findet heute im Angebot kaum noch Beachtung. Unserer Meinung nach sogar oft zu recht, denn gerade diese Lautsprecher werden vom äußeren Design her gesehen oft nur lieblos ohne jeden verschönenden Schnörkel in viereckige Schachteln gepreßt, die heutigen Wohnkomfortansprüchen einfach nicht mehr genügen.

Dynaudio hat daher diese klassischen Gehäuse für die moderne Lautsprecherserie Xennon durchstylen lassen und bietet einen solchen Entwurf unter dem Namen Xennon 2 an. Bemerkenswert dabei ist, daß durch die Wahl der handlichen Proportionen und mit nur einer dezenten Schattenfuge dem Lautsprecher ein eigenständiges Erscheinungsbild gegeben wird.

Hier muß aber fairerweise noch gesagt werden, daß diese Schattenfuge (man findet sie an mehreren Gehäusen der Saison) nicht nur eine optische, sondern auch eine funktionelle Ursache hat — übrigens ein hervorragendes Beispiel dafür, wie aus einer Not eine Tugend gemacht werden kann.

Gehäuse aus stumpf miteinander verleimten MDF-Platten weisen nämlich den Schönheitsfehler auf, daß die Leimfuge auch nach sorgfältigstem Spachteln und Schleifen später immer wieder 'durchschlägt' — und zwar selbst bei sehr pastösen Lacken, die reichlich dick aufgetragen werden. Nach einigen Experimenten mit verschiedenen Materialien sind die Profis zu dem Ergebnis gekommen, daß eine fehlerfreie Oberfläche bei MDF-Verleimungen über einen längeren Zeitraum nicht garantiert werden kann. Es gibt daher nur vier Lösungsmöglichkeiten:

Auch hier ist wieder die Raum-'Beule' bei 200 Hz deutlich zu sehen. Ansonsten ein sehr gleichmäßiger Frequenzgang.





○Die Gehäuseteile werden auf Geh-rung geschnitten; dies ist für den nor-mal ausgerüsteten Heimwerker aber zu kompliziert.

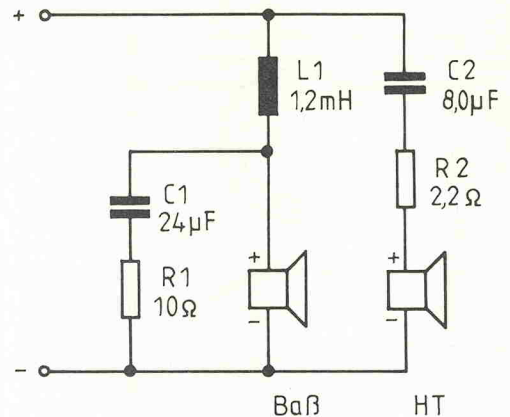
○Die Gehäusekanten werden bis zur Leimfuge angefast. Das ist praktikabel und sieht recht gut aus.

○Das Gehäuse wird rundum mit dün-nen Kunststoffplatten (z.B. Resopal) be-klebt und anschließend gespritzt. Hier erfordert die Verarbeitung Spezial-kenntnisse und — Werkzeuge.

○Die direkt sichtbaren Klebefugen werden mit einer Kreissäge oder Ober-fräse zu richtigen Fugen erweitert, in denen dann die Klebenäht verschwin-det. Auch hier sind gute Maschinen — mindestens mit Parallelanschlag — er-forderlich.

Schattenfugen wirken bei mit Echtholz furnierten Gehäusen übrigens ebenso elegant wie bei lackierten. Bei richti-gem Furnier wäre aber noch die Va-riante denkbar, daß der Deckel und die Seitenteile aus Multiplex gemacht wer-den, bei welchem die Schnittkanten

Die Frequenzweiche ist mit der von der Jadee 2 her bekannten Schaltung identisch.



schon allein eine gewisse optische Wir-kung haben. Zum Bau des Gehäuses wollen wir hier keine weiteren Anmer-kungen machen, die Zeichnungen spre-chen für sich.

**B**ei der Xennon 2 wird die be-währte Bestückung 24 W-75 und D 28 AF eingesetzt. Der Baß-lautsprecher 24 W-75 hat mit seinem

ausgewogenen Frequenzgang bis 3 kHz ein leichtes Spiel. Durch den Einsatz des Variovent ist der 24 W-75 in einem 25 Liter-Gehäuse aperiodisch be-dämpft zu betreiben und erreicht eine untere Übertragungsfrequenz von ca. 50 Hz (- 3 dB). Und das ist doch schon ein recht ordentliches Ergebnis!

Die Übernahme zum Mittel/Hochton-lautsprecher liegt im Bereich von

● HiFi

● Auto

● TV

● Radio

● Disco

● Hobby

# AUDAX SIARE

## Lautsprecher seit 1924!

verwendet bei der BBC und in der »Concorde«





Audax S.A. 45, Avenue Pasteur  
F93106 Montreuil-Frankreich  
Telefon 00331/42875090  
Telex 220387 F

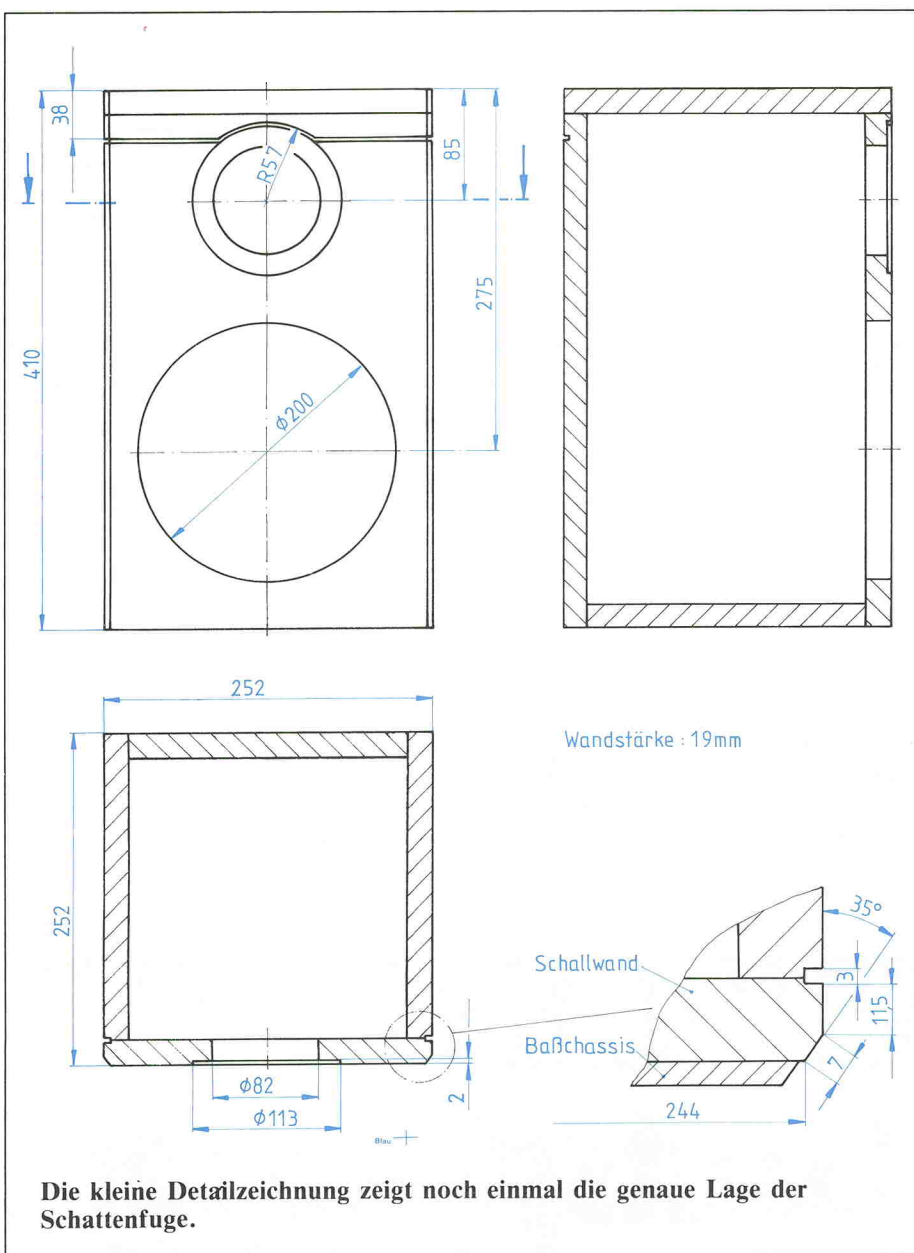
---

Vertretung Pelgrom de Haas  
Postfach 1264 · D-7570 Baden-Baden  
Telefon 07221/24713  
Telex 781192

---

Alleinvertreib Proraum Vertriebs GmbH  
Postf. 101003 · 4970 Bad Oeynhausen 1  
Telefon 05221/3061  
Telex 9724842 kroed

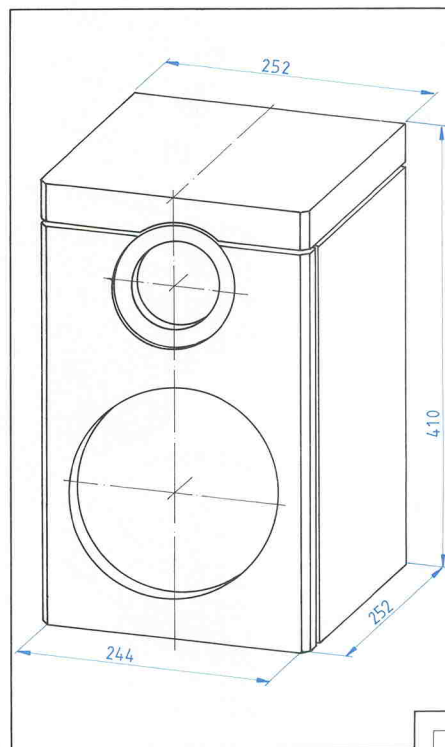




2,5 kHz. Der Luftspalt des D28AF ist ferrofluidgefüllt und mit dem durchbohrten und belüfteten Polkern (wie beim Baßlautsprecher durch das Variovent) aperiodisch bedämpft. Im Vergleich zu Hochtönlautsprechern mit harten Membranen entstehen beim D28AF im Frequenzbereich oberhalb von 10 kHz keine Aufbrüche. Das Klangbild bleibt dadurch prinzipbedingt von Härte und ähnlichen Effekten verschont.

**R**egelmäßige elrad-Extra-Leser werden bemerken, daß die Lautsprecherbestückung der Xennon 2 mit der in extra 3 veröffentlichten Jadee 2 übereinstimmt. Es liegt daher nahe, auch hier die gleiche Weiche zu verwenden. Bei unserem Schaltbild handelt es sich tatsächlich um die von Dynaudio gewohnte 6 dB-Weiche, die schon für die Jadee verwendet wurde. Es ergibt sich damit die gleiche warme und angenehme Abstimmung.

Wie von Dynaudio aus Hamburg zu erfahren war, untersucht man gegenwärtig einige Optimierungsmöglichkeiten. Bei positivem Ergebnis wird man sicher bereit sein, die Änderungsvorschläge interessierten elrad-Lesern mitzuteilen.



**R. M. Marston**  
**110 Operationsverstärker-Schaltungen**  
 für den Hobby-Elektroniker



**ELEKTRONIK**  
 Der Operationsverstärker ist eines der wichtigsten elektronischen Bauelemente. In diesem Buch werden erprobte Schaltungen aus einem weiten Anwendungsspektrum vorgestellt. Alle Schaltungen sind bewußt einfach gehalten und bereiten auch dem Anfänger kaum Probleme. Ein Buch für die Praxis.

Broschur, 147 Seiten  
 DM 16,80  
 ISBN 3-922 705-04-9

**R. M. Marston**  
**110 Funktionsgenerator-Schaltungen**  
 für den Hobby-Elektroniker



**ELEKTRONIK**  
 Funktionsgeneratoren — bestückt mit Transistoren, Operationsverstärkern, Digital-ICs und speziellen Funktionsgenerator-ICs. Alle Schaltungen wurden sorgfältig dimensioniert, aufgebaut und getestet.

Broschur, 153 Seiten  
 DM 16,80  
 ISBN 3-922 705-03-0

Verlag  
 H. Heise GmbH  
 Postfach 61 04 07  
 3000 Hannover 61



# Schalldruck und Membranhub

Siegfried Linkwitz

**D**er bei seinen Nachbarn berühmte Lautsprecherbastler G.H. aus M. wunderte sich: Obwohl er seinen im Super-Sonderangebot erstandenen Baßlautsprecher mit garantiert echtem Turbomagneten und 250 W Leistung (Kennfarbe rot) in das vom Versand vorgeschlagene doppelwandige Betongehäuse mit 283,475 Litern Rauminhalt eingebaut hatte, klang der Baß nicht nur dünn, sondern eigentlich gar nicht.

Unser Praktiker hatte übersehen, daß es einen exakten Zusammenhang gibt zwischen dem maximal möglichen Schalldruck, der effektiven Membranfläche und dem Hub, den eine Membran gerade noch verkraftet. Diese Theorie ist nicht neu und auch nicht weltbewegend — aber vielleicht gerade deswegen nicht allgemein bekannt.

Der in Europa vorwiegend als Entwickler des Linkwitz-Filters bekannt gewordene Mikrowellen-Ingenieur S. Linkwitz aus Kalifornien beschreibt die Zusammenhänge.

Die Auswahl von Lautsprecherchassis sollte man vom gewünschten Schalldruck und dem von jedem Chassis zu überstreichenden Frequenzbereich abhängig machen. Dabei stellen niedrige Frequenzen die höchsten Anforderungen an die Auslenkung des Treibers. Um einen über der Frequenz konstanten Schalldruck (sound pressure level, SPL) zu erreichen, muß die Amplitude der Membran, von Scheitel zu Scheitel gemessen, umgekehrt

proportional zum Quadrat der Frequenz steigen. Das bedeutet: Um bei 50 Hz die gleiche akustische Ausgangsleistung wie bei 100 Hz zu erreichen, muß der Konus den 4-fachen Hub produzieren.

Nichtsdestoweniger ist es jedoch möglich, einen kleinen Lautsprecher mit einem 4“-Baßchassis aufzubauen, und dabei einen geraden Frequenzgang bis zu 30 Hz zu erreichen. Ein solcher Lautsprecher wird

jedoch nicht in der Lage sein, bei 30 Hz einen hohen Schalldruck zu erzeugen. Er kann kein genügend großes Luftvolumen bewegen, denn die Membranfläche ist zu klein, und die Auslenkfähigkeit der Schwingspule im Magnetspalt ist begrenzt.

Der Zusammenhang zwischen Schalldruck bei vorgegebener Frequenz, Abstand von der Schallquelle und dem von der Schallquelle zu bewegenden

## Die Theorie zu den Nomogrammen

**D**er Schalldruck ( $p$ ) im Abstand ( $r$ ) von der Mitte einer schwingenden Fläche im freien Raum entspricht (nach L.L. Beranek, Acoustics, McGraw-Hill, 1954, S. 92):

$$p = \frac{U \cdot q \cdot f}{2r}$$

worin  $U$  die effektive Volumengeschwindigkeit in  $\text{m}^3/\text{s}$ ,  $q$  die Dichte der Luft ( $1,19 \text{ kg}/\text{m}^3$ ) und  $f$  die Frequenz in Hertz ist. Die schwingende Fläche (Membran) stellt man sich in einem Gehäuse vor, das klein in Bezug auf die abgestrahlte Wellenlänge ist und einen kreisförmigen Kolben des Durchmessers  $d$  hat, der sinusförmig mit der Amplitude  $x$  (Spitze-Spitze) schwingt. Die effektive Geschwindigkeit des Kolbens ( $u$ ) ist damit:

$$U = 2 \pi f \left( \frac{x}{2} \right) \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$= \frac{\pi f x}{\sqrt{2}} = \frac{a}{2 \pi f}$$

worin  $a$  die Effektiv-Kolbenbeschleunigung ist. Damit wird die Volumengeschwindigkeit ( $U$ ) zu:

$$U = d^2 \left( \frac{\pi}{4} \right) u$$

$$= d^2 \left( \frac{\pi}{4} \right) \left( \frac{\pi f x}{\sqrt{2}} \right)$$

$$= d^2 \left( \frac{\pi}{4} \right) \left( \frac{a}{2 \pi f} \right)$$

Diese beiden Ausdrücke für  $U$  werden in die Gleichung für die schwingende Fläche eingesetzt.

Der Schalldruck ergibt sich als Funktion des Kolbendurchmessers ( $d$ ) und der Auslenkung ( $x$ ):

$$P = \left( \frac{\pi^2 \cdot q}{8 \cdot \sqrt{2}} \right) \left( \frac{d^2 \cdot f^2 \cdot x}{r} \right)$$

$$= a \left( \frac{q}{16} \right) \left( \frac{d^2}{r} \right)$$

Der Schalldruckpegel (SPL) in dB beträgt:

$$\text{SPL} = 20 \log \frac{P}{P_{\text{ref}}} = 94,3 + 20 \log x + 40 \log f + 40 \log d - 20 \log r$$

worin

$$P_{\text{ref}} = 2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

entspricht,  $d$  und  $r$  in Metern und  $f$  in Hertz eingesetzt werden. Dieser Ausdruck ist als Nomogramm in Bild 1 enthalten. Die Kolbenbeschleunigung ( $a$ ) ist:

$$a = p \left( \frac{16}{q} \right) \left( \frac{r}{d^2} \right)$$

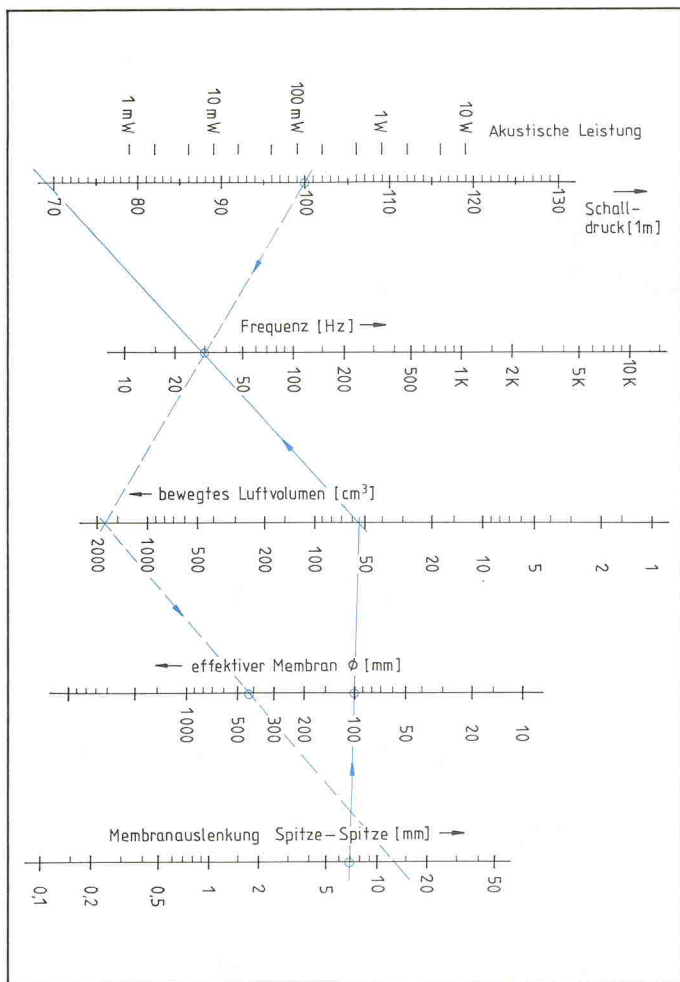
Mit  $\frac{g}{2}$  entsprechend  $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$  und  $p$  ergibt sich (siehe Bild 3).

$$20 \log \frac{a}{g} = \text{SPL} - 91,2 - 40 \log d + 20 \log r$$

Schließlich ist die Kraftabhängigkeit wie folgt:

$$F = B \cdot I \cdot l$$





**Bild 1. Nomogramm zur Ermittlung des Schalldrucks aus Chassisdaten.**

Luftvolumen wird in vielen Akustik-Fachbüchern behandelt. Seine Auswirkung auf die Auswahl des geeigneten Treibers wird jedoch kaum erwähnt. Das Nomogramm (Bild 1) zeigt diesen Zusammenhang für einen Direktstrahler, wie z.B. ein Chassis in einem geschlossenen Gehäuse, das in den freien Raum (ohne gegenüberstehende reflektierende Wände) abstrahlt.

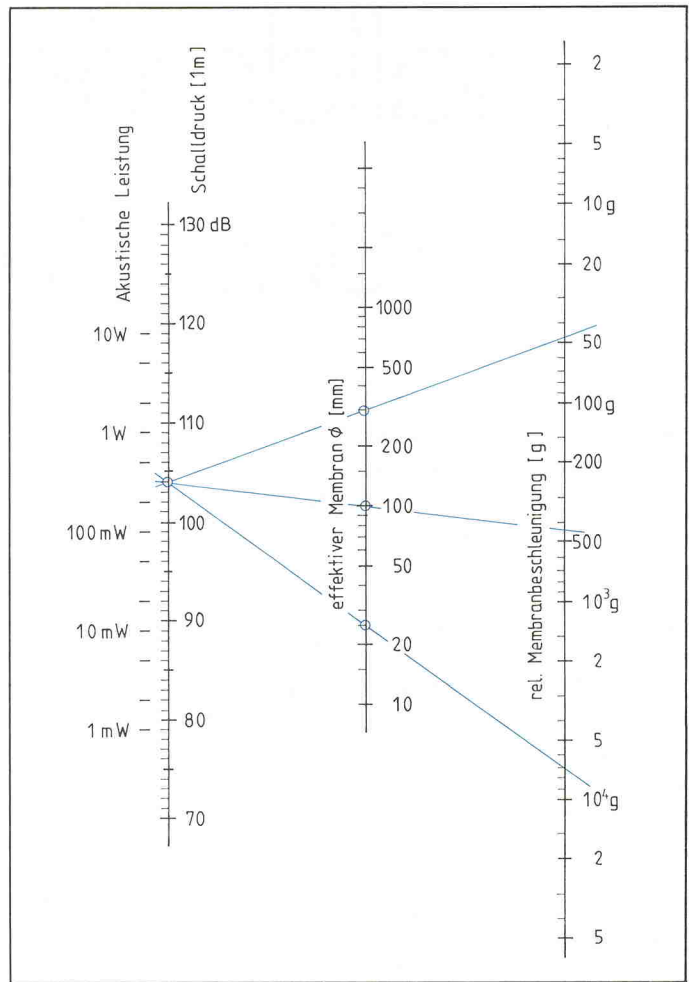
Um zu sehen, welchen Schalldruck das 4'-Chassis (100 mm Ø) erzeugen kann, nehmen wir an, daß es in der Lage ist, eine Spitzenauslenkung von 7 mm (Scheitelwert zu Scheitelwert) zu bewältigen. Ziehen Sie eine

Linie vom 7 mm- Punkt der rechten Skala 'Membran-Auslenkung' durch den 100 mm-Punkt auf der Skala 'effektiver Membran  $\varnothing$ '. Diese Linie schneidet die Skala 'bewegtes Luftvolumen' bei 54 cm<sup>3</sup>. Dies ist die bei einer vollen Schwingung des Treibers bewegte Luftmenge. Um den Schalldruck bei 30 Hz zu bestimmen, ziehen Sie eine weitere Linie vom 54 cm<sup>3</sup>-Punkt durch 30 Hz auf der Frequenz-Skala. Die Schalldruck-Skala wird dann bei 69,5 dB geschnitten. Dies ist bei einem Abstand von 1 m von der Schallquelle gewiß kein hoher Schalldruck. Wenn Sie in 1 m Abstand 100 dB erreichen möchten, würde das bewegte Volumen 1800 cm<sup>3</sup> betragen müssen. Das entspricht einem mit 1800 U/min laufenden 1,8 Liter-Motor! Dennoch beträgt die abgestrahlte akustische Leistung nur 100 mW. Zwei 12"-Treiber (300 mm) könnten diese Luftmenge gerade bewegen, wenn sie in der Lage wären, eine Spitzenauslenkung von 13 mm zu bewältigen. Glücklicherweise strahlen je-

doch die meisten Lautsprecher nicht in den völlig freien Raum ab; mindestens eine reflektierende Wand findet sich meist in der Nähe. Das bewirkt, daß der Schalldruckpegel um 6 dB höher ist als im Nomogramm angegeben. Bei Abstrahlung in den Halbraum würde der Schalldruck im vorhergehenden Beispiel daher 106 dB betragen.

Nehmen wir als zweites Beispiel ein Lautsprechersystem, das bei 50 Hz und darüber mindestens 110 dB SPL in 1 Meter Abstand in den Halbraum abstrahlen soll. Die zur Auswahl stehenden Treiber sind folgende:

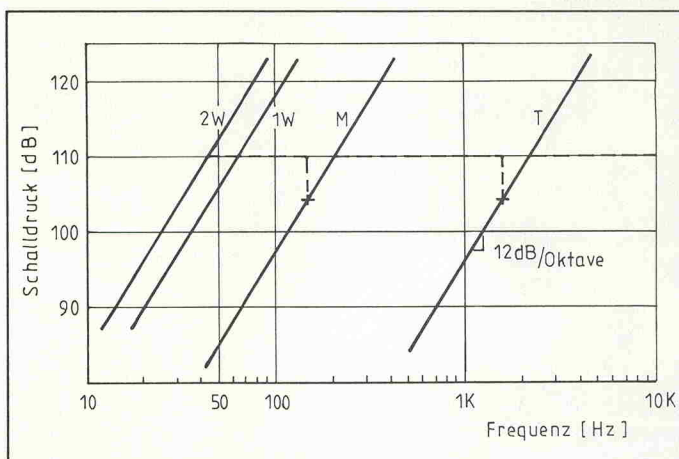
- Becker 912A139 (300 mm Durchmesser, 10 mm Spitze-Spitze) Baßtöner;
- Audax HD13B25H2C12 (100 mm Durchmesser, 7 mm Spitze-Spitze) Mitteltöner;
- Audax HD100MD25 (25 mm Durchmesser, 1 mm Spitze-Spitze) Hochtöner.



**Bild 3. Nomogramm zur Ermittlung der Membranbeschleunigung.**

Die nutzbaren Auslenkbereiche für diese Treiber wurden mit Ton-Bursts gemessen. Obwohl die Hersteller diese Bereiche für einen bestimmten Klirrgrad (z.B. 10%) angeben sollten, werden solche Angaben kaum geliefert. Man kann gewisse Rückschlüsse auf den linearen Antriebsbereich eines Chassis aus dessen Schwingspulenlänge und der Tiefe des Magnetspaltes erhalten. Die Differenz zwischen diesen beiden Längen entspricht in erster Näherung der Spitze-Spitze-Auslenkung. Mit den oben angegebenen Parametern und dem Nomogramm kann man sich ein Diagramm für den auslenkungsbe- grenzten Schalldruck in Abhängigkeit von der Frequenz konstruieren (Bild 2). Mit abnehmender Frequenz fällt die





**Bild 2. Überschlägige Ermittlung der Trennfrequenzen (W = Woofer, T = Tweeter).**

Schalldruckleistung jedes Treibers mit 12 dB/Oktave. Der Hochtöner kann 110 dB SPL bis herab zu 2,2 kHz halten, der Mitteltöner bis zu 210 Hz. Mit einer Linkwitz-Riley-Weiche 4. Ordnung, bei der die Ansteuerspannung für jeden Treiber am Übernahmepunkt um -6 dB abgesunken ist, kann die Übergangsfrequenz zwischen Mitteltöner und Hochtöner bei nur 1,6 kHz liegen. Entsprechend kann der Übergang zwischen Baßchassis und Mitteltöner bei 150 Hz oder darüber liegen. Zu beachten ist, daß ein Baßchassis allein einen Schalldruck von 110 dB nicht hinunter bis auf 50 Hz liefern kann, sondern nur bis zu etwa 65 Hz. Zwei Chassis schaffen diesen Schalldruck bis herab auf 45 Hz.

**M**it dem Aufkommen der Compact Disk wurden größere Anforderungen an die niederfrequenten Eigenschaften der Lautsprecher gestellt. Lautsprecherhersteller sind an die 'schlechten Bässe' herkömmlicher Vinyl-Schallplatten gewöhnt, und haben die Chassis dementsprechend ausgelegt. Mit einer CD ist es jedoch erstmalig möglich, einen echten Baß zu hören — solange der Lautsprecher das erforderliche Luftvolumen bewegen kann. Ein weiteres Nomogramm hilft bei der Ermittlung der mechanischen Belastung, der Chassis und Box bei der Erzeugung eines bestimmten Schalldruckes ausgesetzt sind.

Für einen Direktstrahler ist der Schalldruck proportional zur Kolben- oder Konusbeschleunigung (Bild 3). Bei 110 dB SPL vom vorherigen Beispiel be-

schleunigt der Baßlautsprecher mit 48 g, der Mitteltöner mit 450 g und der Hochtöner mit erstaunlichen 7000 g, wobei 1 g 9,81 m/s<sup>2</sup> entspricht. Die erforderliche Antriebskraft entspricht dann Kolbenmasse mal Kolbenbeschleunigung und kann viele Newton betragen. Der Mitteltöner mit einem Konus von 10 Gramm muß eine sinusförmige Antriebskraft von 44 N entwickeln. Diese Kraft entspricht ebenfalls dem Produkt aus dem Kraftfaktor des Treibers (Bl) und dem Schwingstrom (I). Mit Bl = 7,3 N/A wird ein Strom von 6A eff. erforderlich. Wenn die Schwingspule einen elektrischen Widerstand von 8 Ohm hat, muß man 290 Watt abführen. Entsprechende Werte können für Baßlautsprecher und Hochtöner berechnet werden. Weiter ist dabei zu beachten, daß der Lautsprecherkorb die Antriebskraft der Membran als Reaktionskraft aufnehmen muß. Der Korb und die Wände des Lautsprechergehäuses dürfen nicht in Resonanz geraten, da dies den Klang färben würde. Die meisten der kommerziell verfügbaren Lautsprecher leiden unter diesem Problem. Man sollte daher Gehäuse bauen, die entweder extrem steif oder extrem gut gedämpft sind.

Nachdruck mit freundlicher Genehmigung aus 'Speaker Builder' (USA), Heft 4/1984, übersetzt und durchgesehen von E. Steffens.

## Selbstgebaute HiFi-Boxen für höchste Ansprüche



**Stereoplay  
Referenz  
Spitzen-  
klasse II**

### Atlas II\*

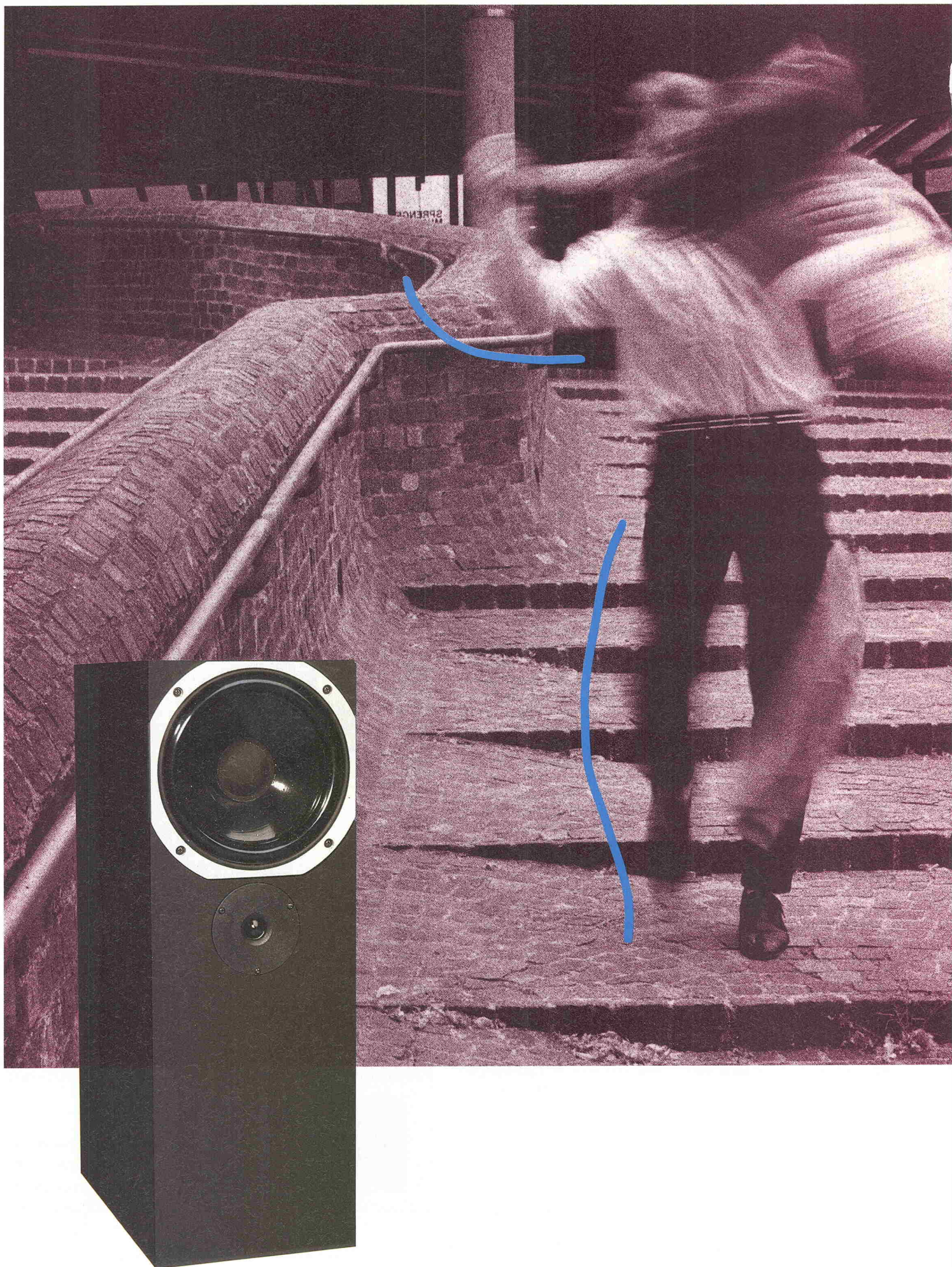
Große Vier-Wege-Standbox im Baßreflexprinzip. Ihre bestechendste Eigenschaft ist die außergewöhnliche Dynamikentfaltung, für die im Baßbereich der 38 cm-Baß WS 40 NG sorgt. Der restliche Übertragungsbereich wird von drei weiteren Chassis hervorragend gemeistert, jedes in seinem optimalem Arbeitsbereich. Mit der speziellen Frequenzweichenauslegung und der immer noch schlanken Säulenform des Gehäuses ergibt sich unabhängig vom Musikmaterial eine freie, neutrale Reproduktion mit "Life"-Charakteristik.

\* auch als Fertiggehäuse lieferbar.

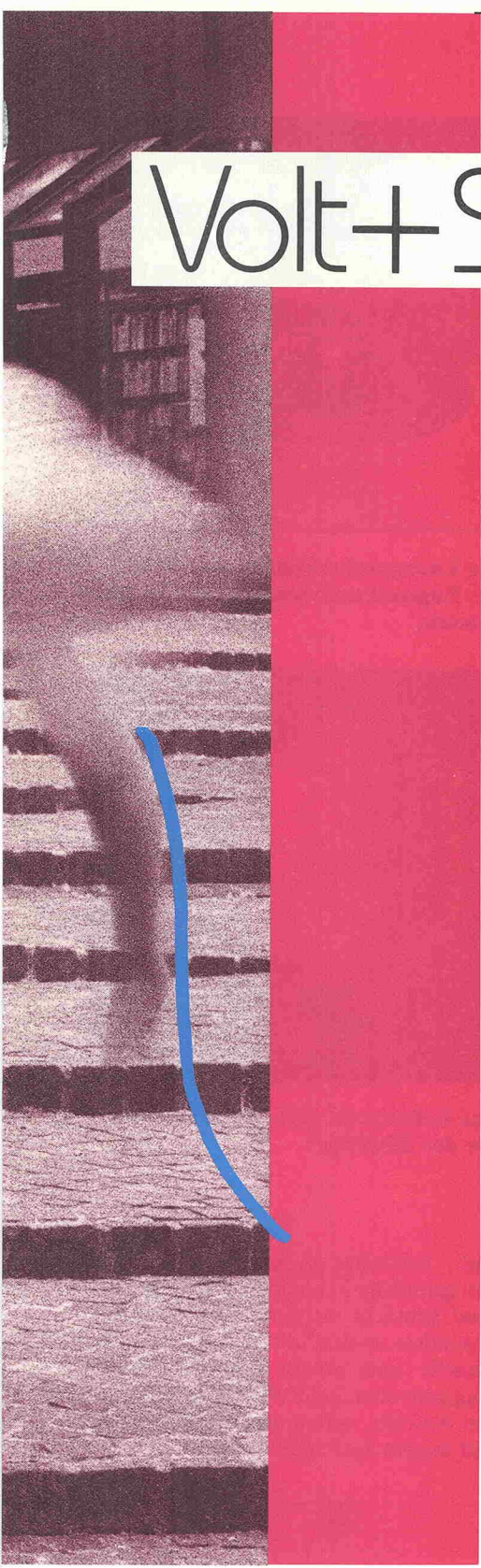


Ausführliche Informationen und Fachhändlernachweis durch:  
VISATON · Postfach 16 52 · 5657 Haan 1  
Auslandsvertretungen: Österreich,  
Schweiz, Niederlande









# Volt+Scan

H.-J. Lüschen

**L**autsprecherneuentwicklungen gibt es wie Sand am Meer. Immer wieder tauchen neuartige Materialien und Technologien, wie Metallkalotten aus speziellen Legierungen, Wabenmembranen oder Fiberglas als Werkstoffe auf. Aber keine dieser 'Revolutionen' hat bis heute den uns vertrauten Schallwandler vom Markt verdrängt. Im Gegenteil — meist hat man den Eindruck, daß die 'Revolutionäre' eher in den Werbeabteilungen sitzen als in den Entwicklungslabors.

Das Grundprinzip des dynamischen Lautsprechers ist nämlich seit 80 Jahren unverändert geblieben. Die hier vorgestellte Kombination arbeitet mit einer eher konventionellen Technik, die jedoch im Detail und Konzept bis an die Grenzen des Machbaren ausgereizt wurde. Leider ist das Wort 'High-End' schon in den letzten Jahren reichlich überstrapaziert worden, so daß wir uns hier eine weitere Inflation in Superlativen ersparen wollen.



## Die Technik

Prinzip	2-Wege-Baßreflex
Belastbarkeit	125 W DIN
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	89dB/1W/1m
Übernahme- frequenz	1850 Hz
Volumen	ca. 29 l
Abmessungen	Höhe 600 mm Breite 210 mm Tiefe 360 mm
Preise	Komplettbausatz ohne Holz ca. 500 DM Fertiggehäuse MDF-roh ca. 150 DM
Entwickler	Art + Audio, Hamburg

## Die Teile

**Holz**  
nach Zeichnung

**Dämmmaterial**  
Ca. 200g Schafwolle gleichmäßig  
im Gehäuse verteilen

**Frequenzweiche  
Spulen**

L1	1,6 mH
L2	0,5 mH

**Kondensatoren**

C1	6µ8 MKT
C2	2µ2 MKT
C3	2µ2 MKT
C4	10µ MKT

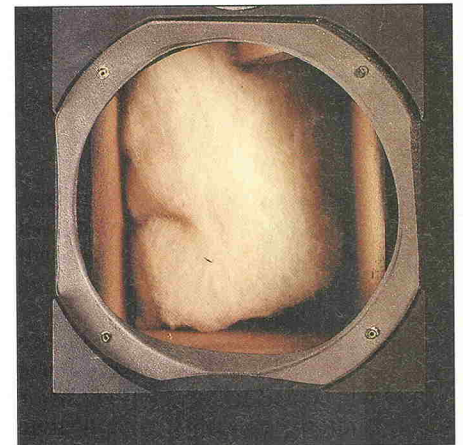
**Widerstände**

R1	2R7/5W
R2	15R/5W

**Chassis**  
Volt BU220DS  
ScanSpeak D2008



Die Lautsprecherbestückung: Volt aus England und Scan-Speak aus Dänemark.



Das Gehäuse ist gerade ebenso breit wie der Tieftöner.

Die Entwicklung hat dabei über 2 Jahre gedauert, wobei Meßinstrumente nur in der ersten Zeit von realem Nutzen waren. Nach wie vor ist die Abstimmung nach Gehör der letzte Maßstab, bevor die Serienreife erreicht wird. Angelehnt wurde die Abstimmung an große englische Marken wie Linn, B & W oder Rogers. Gerade der typisch deutsche 'Sound' — wie prägnante Höhen oder eher starke Bässe — sollte dabei vermieden werden.

Die englische Firma Volt baut seit 14 Jahren Lautsprecher der Edel-Klasse. Die Chassis wurden früher nur in Studio-Monitoren, High-End-Fertiglautsprechern oder professionellen Systemen eingesetzt. Das hier verwendete 20 cm-Chassis wurde speziell für den Einsatz in 2-Weg-Systemen entwickelt, das durch die Parameterkonstellation sowohl sehr tiefe Frequenzen in kleinen Gehäusen, als auch hervorragende Mit-

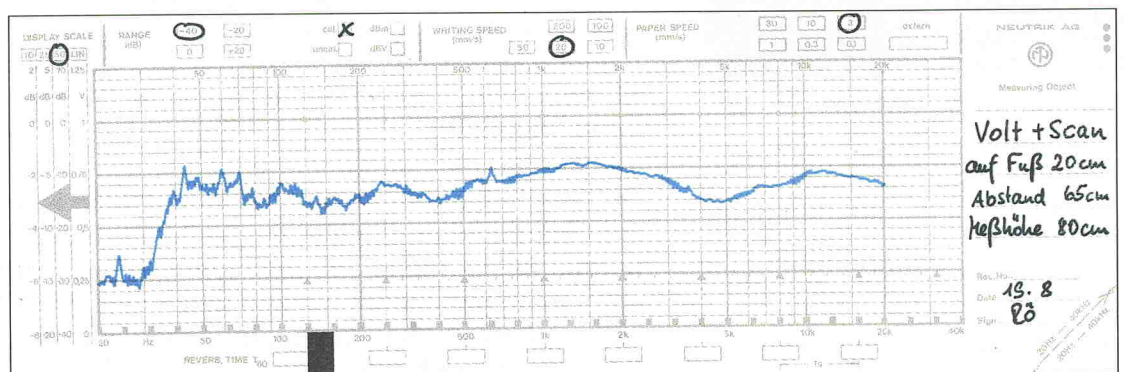
tenwiedergabe und einfache Kombinationsmöglichkeit mit Hochtönern durch einen sehr regelmäßigen Mittenabfall gewährleistet soll.

Die Membran besteht aus dem seit langem bekannten Werkstoff Bextren, die hier jedoch von beiden Seiten mit verschiedenen Materialien beschichtet wurde, welche jeweils zu unterschiedlichen Resonanzerscheinungen neigen und deren Wirkungen sich dadurch bedingt gegeneinander aufheben.

Immer wieder geistern Aussagen durch die Fachpresse wie: 'Ein großer Magnet ist die teuerste Lösung, Bass zu vermeiden' oder geschickte Werbesprüche wie: 'Intelligenz statt dicker Magnete'. Daß bei kleinen Magneten im allgemeinen (Ausnahmen bestätigen immer die Regel) mit einem hohen  $Q_{ts}$ -Faktor gerechnet werden

muß, bestreitet ja niemand; nur ob nun grundsätzlich aus der Not eine Tugend gemacht werden muß, erscheint zumindest zweifelhaft. Für eine extrem schnelle und präzise Impulsverarbeitung geht eben kein Weg an einem starken Antrieb, sprich großem Magneten und engem Luftspalt vorbei.

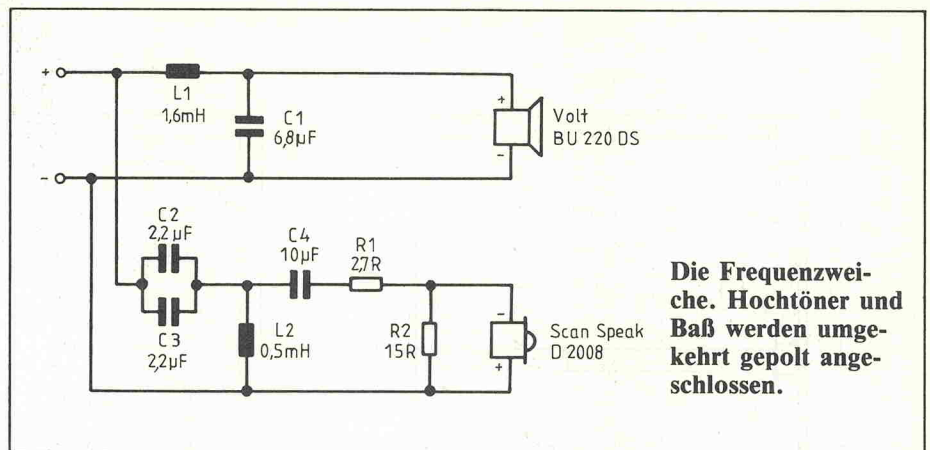
Keine Überbetonung der Höhen; der Frequenzschieb bestätigt den Hörereindruck: klassikgeeignet.





Die meisten Lautsprecher mit mittleren oder kleinen  $Q_{ts}$ -Werten lassen sich jedoch nur in übergroßen Gehäusen oder mit aktiver Entzerrung zum Klingen bringen, da der Abfall im Tiefbaßbereich schon oft über 100 Hz einsetzt. Daß ein Baßlautsprecher mit einem kleineren  $Q_{ts}$ -Wert auch noch eine sehr präzise Tiefbaßwiedergabe in kleinen Gehäusen erzeugen kann, zeigt das hier verwendete Chassis.

**M**an muß sich dabei die Entwicklung dieses Baßchassis wohl eher wie die Zusammenstellung eines Festmenues vorstellen: Es schmeckt nur, wenn alle Zutaten sauber aufeinander abgestimmt und von erstklassiger Qualität sind. Eine Pilzcremesuppe in einem Feinschmeckerlokal würde wohl niemand anrühren, wenn Champignons aus der Dose drin wären! Ähnlich ist es beim Lautsprecher. Anstatt der üblichen einfachen Aufhängung werden hier 2 Zentrierspinnen verwendet, wie sie sonst nur bei extrem teuren professionellen Chassis eingesetzt werden. Zur Umsetzung möglichst viel elektrischer Energie in akustische Leistung sollte nämlich der Luftspalt im Magneten so eng wie möglich sein. Dadurch erhöht sich aber die Gefahr von 'Schabege-räuschen' infolge nicht immer zu vermeidender Taumelbewegungen der Membran. Durch die Verwendung von zwei Spinnen wird die Schwingspule



**Die Frequenzweiche. Hochtöner und Baß werden umgekehrt gepolt angeschlossen.**

immer im korrekten Winkel im Spalt gehalten; Sie kann nicht mehr vorne durch Verkanten an der Polplatte 'aufsetzen'. Daß der Magnet mit seinen 125 mm Durchmesser einen kräftigen Antrieb für die Membran liefert, versteht sich wohl von selbst. Auch der Korb aus 10 mm starkem Aludruckguß ist nicht gerade gewöhnlich für ein 20 cm Chassis.

In der Experimentierphase stellte sich die Frage, ob für den Schwingspulen-draht (wie es inzwischen viele Hersteller tun), Flachdraht oder sogar Sechskantdraht verwendet werden sollte. Die englischen 'Köche' fanden jedoch schnell heraus, daß sich Kupferdraht durch die zur Zeit am Markt befindlichen Walzmaschinen nicht so exakt in eine rechteckige oder sechskantige

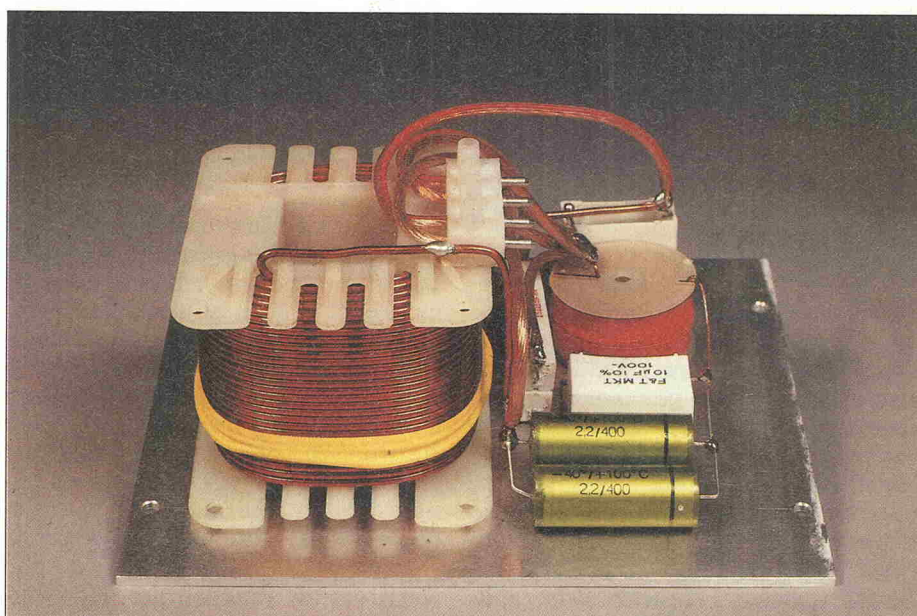
Form bringen läßt, wie es für den Lautsprecherbau nötig wäre. Immer wieder hatte der Draht auf gleicher Länge unterschiedliche Ohmwerte, da die Walze den Draht an vielen Stellen zu ungenauen Maßen 'zerdrückte'. Da jedoch der elektrische Widerstand von einschneidender Bedeutung für die Daten des Chassis ist, und somit schon kleine Ungenauigkeiten zu ungleichen Chassis führen, wurde auf Flachdraht o.ä. verzichtet.

Für ambitionierte Hobbybastler noch kurz die wichtigsten Werte des Tieftöners zur Gehäuseberechnung:

- Resonanzfrequenz 28 Hz
- $Q_{ts}$  0,29
- $V_{AS}$  75 Liter

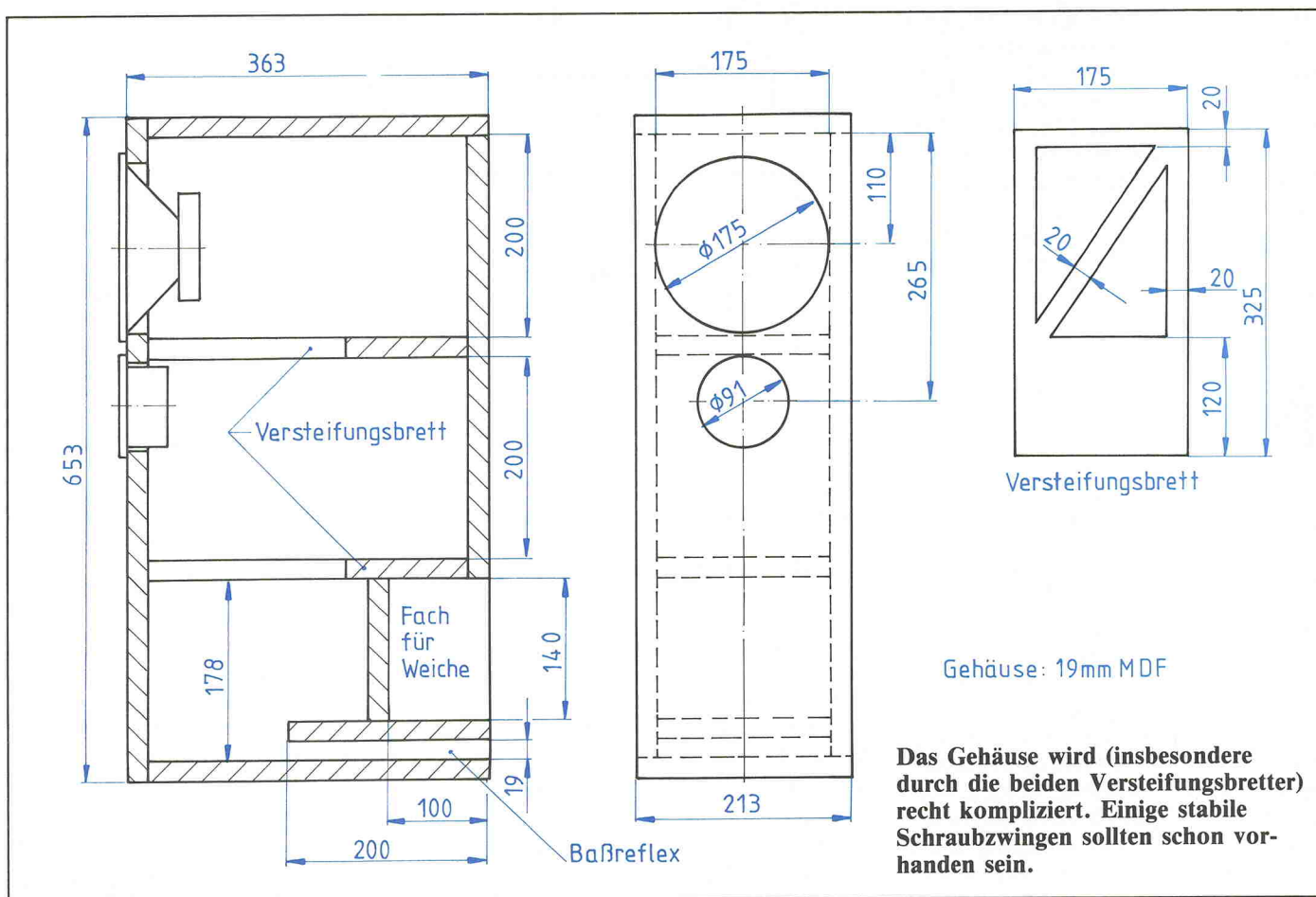
Wer Erfahrung auf dem Gebiet des Boxenbaus hat, oder die Formeln aus Elrad-Extra 2 zur Gehäuseberechnung heranzieht, wird schnell die Baßeigenschaften dieses Lautsprechers in kleinen oder mittleren Gehäusen erkennen.

**D**er Hochtöner ist ohne Frage auch wieder einer der interessanten Lautsprecher, den der Markt hervorgebracht hat. Die Scan-Speak-Kalotte D2008 in der 87 dB-Version (wichtig) ist eines der häufig in hochwertigen Fertiglautsprechern verwendeten Chassis. Kenner schätzen daran besonders die feine Auflösung im oberen Bereich, die man sonst nur von Bändchen oder Elektrostaten gewohnt ist. Gleichzeitig wirkt die Wiedergabe jedoch nie scharf oder spitz wie bei mancher Metallkalotte. Ein weiterer Vorteil an diesem Lautsprecher ist sein großer Einsatzbereich bis weit herunter in die mittleren Frequenzen.



**Die Frequenzweiche kann auf dem Deckel des Weichenfachs in 'Klebetchnik' montiert und verdrahtet werden.**





Nach einer Testreihe mit vielen Gehäusen gleicher Größe und unterschiedlicher Form bestätigte sich, was eigentlich allgemein bekannt ist, aber doch nicht oft genug berücksichtigt wird: Je kleiner die Frontplatte, desto weniger Reflexionen und Verfärbungen entstehen. Der Klang wird feiner und natürlicher. Die Testgehäuse wurden also immer kleiner und schmaler, bis zuletzt die Breite der Frontplatte mit der Chassisbreite übereinstimmte. Diese Form ist zwar etwas ungewöhnlich, aber optisch durchaus interessant.

Der Baß wurde dabei oben angeordnet, um ihn so weit wie möglich vom Boden zu entfernen. Im Inneren sorgen zwei Versteifungsbretter für die Vermeidung von Gehäuseresonanzen; die Diagonalstreben sind dabei jeweils um 90° gegeneinander versetzt.

Über die Frage, ob geschlossenes Gehäuse oder Baßreflex ist schon viel gedacht und diskutiert worden. Wir haben uns für ein Reflexgehäuse entschieden, weil mit den verwendeten Chassis in der angestrebten Gehäuse-

größe die Baßwiedergabe wesentlich lebendiger und natürlicher klang als die geschlossene Kombination. Außerdem konnte die untere Grenzfrequenz um einiges tiefer angesetzt werden als mit der geschlossenen Box. Bei der Reflexöffnung selbst hat sich gezeigt, daß ein rechteckiger, sich durch den Gehäuseaufbau ergebender Tunnel viele Vorteile gegenüber einem normalen Tunnel aus rundem Kunststoffrohr besitzt. Der Spanplatten-Tunnel ist wesentlich stabiler als Kunststoff und neigt wesentlich weniger zu Resonanzercheinungen.

Obenhalb der Baßreflexöffnung befindet sich die Kammer für die Frequenzweiche. Diese ist also akustisch völlig getrennt vom Geschehen innerhalb der Box. Das hat zum einen den Vorteil, daß keine Spulenteile o.ä. bei großen Amplituden mitschwingen können, und zum anderen ist die Weiche so problemlos gegen einen Aktiveinschub eintauschbar. Beides (passive Frequenzweiche und aktiver Einschub mit 2 Endstufen, aktive Weiche und Netzteil) sind hinten auf einer Aluplatte montierbar, welche

einfach das Weichenfach abschließt und mit Schrauben zu befestigen ist.

So kann die Box innerhalb weniger Minuten auf Aktivbetrieb umgerüstet werden. Die Lautsprecherkabel werden durch zwei Löcher in der Rückseite der Weichenkammer geführt und sorgfältig abgedichtet. Sowieso sollte die komplette Box vollständig luftdicht geschlossen sein — außer der Reflexöffnung natürlich.

Da der Zusammenbau mit den Versteifungsbrettern und dem integrierten Baßreflex-Tunnel nicht ganz einfach ist und selbst kleine Ungenauigkeiten zu Klangverschlechterungen führen zu können, sollten sich nur versierte Heimwerker/innen an den Nachbau wagen. Für die mehr elektronisch orientierten Nachbauer bietet der Vertrieb das Gehäuse als fertiges Rohgehäuse an. Auch die Frequenzweiche wird als Fertigbaustein geliefert — so ist gewährleistet, daß wiederum die Fraktion der 'Holzwürmer' eine korrekt funktionierende Platine in ihr selbstgebautes Gehäuse hineinschrauben kann. □



Unsere  
Bausätze  
waren  
schon  
immer  
etwas  
anders

**VOLT-Scan**  
495,-

**ART & AUDIO**

Grindelhof 35  
2000 Hamburg 13 · 0 40/45 95 91

**KLANG  
FARBE**  
*bekennen!*

Unsere  
Testsiegerparade:

**VISATON  
CELESTION  
AUDAX  
WHD**

**SELBSTBAU  
LAUTSPRECHER**

**SCHAPPACH**  
*electronic*

S6, 37-38 · 6800 MANNHEIM 1  
Tel. 0621/1 41 43

**etm**

electronic gmbh

**HERSTELLUNG UND VERTRIEB  
HOCHWERTIGER BAUTEILE FÜR  
DEN LAUTSPRECHERSELBSTBAU**

Luftspulen  
Ferritspulen  
Hochlast Eisenkernspulen  
Leiterplatten  
Frequenzweichen  
Autofrequenzweichen

Tonfrequenzelkos  
Folienkondensatoren  
Drahtwiderstände  
Lautsprecherkabel

Vertrieb erfolgt über den Fachhandel  
kapellenstr. 15 · 5352 zülpich-enzen  
tel. 02256/805

**Volltreffer!**

Bei uns treffen Sie  
immer richtig...

**z.B.**

**PROCUS® START**

incl. Zubehör wie:  
Goldstecker  
Inbusschrauben  
Dämmstoff  
4 Kabel  
PC-Monitor

**228,-**

Fragen Sie nach unserem  
Gesamtangebot.  
Postkarte genügt.



Gehäuse-  
Kit  
DM 79,-

aut  
sprecher  
**hubert** GmbH

Wasserstr. 172

4630 Bochum

☎ 02 34/30 11 66



**PRÄZISION**

ist unser Markenzeichen, Qualität unser Ziel

In diesem Sinne liefern wir:  
— selektierte Lautsprecher  
— Passivmembranen  
— Frequenzweichen, Tol. < 2%  
— aktive Frequenzweichen  
— 2-3-4 Weg Linkwitz u. a.  
— 24 dB mit Allpaßcharakteristik  
— SK-Filter für Baßreflexboxen  
— Klasse-A-Endstufen  
— MOS-ENDSTUFEN 70—300 Watt  
— Bipolar-Endstufen  
— Moving-Coil-Vorverstärker  
— Subbaß-Monofilter  
u. v. a. Elektronikmodule

Unterl. 5,- in Brfm.

**direkt vom Hersteller zum hervorragenden Preis-Leistungsverhältnis**

**AUDIO ART Reinhold Hormann**  
WALSRODER STR. 286a  
3012 LANGENHAGEN · Tel. 05 11/77 62 07

Geschäftszeiten:  
Mo.—Fr.: 9.00—13.00 Uhr  
u. 15.00—17.00 Uhr

**THIEL**

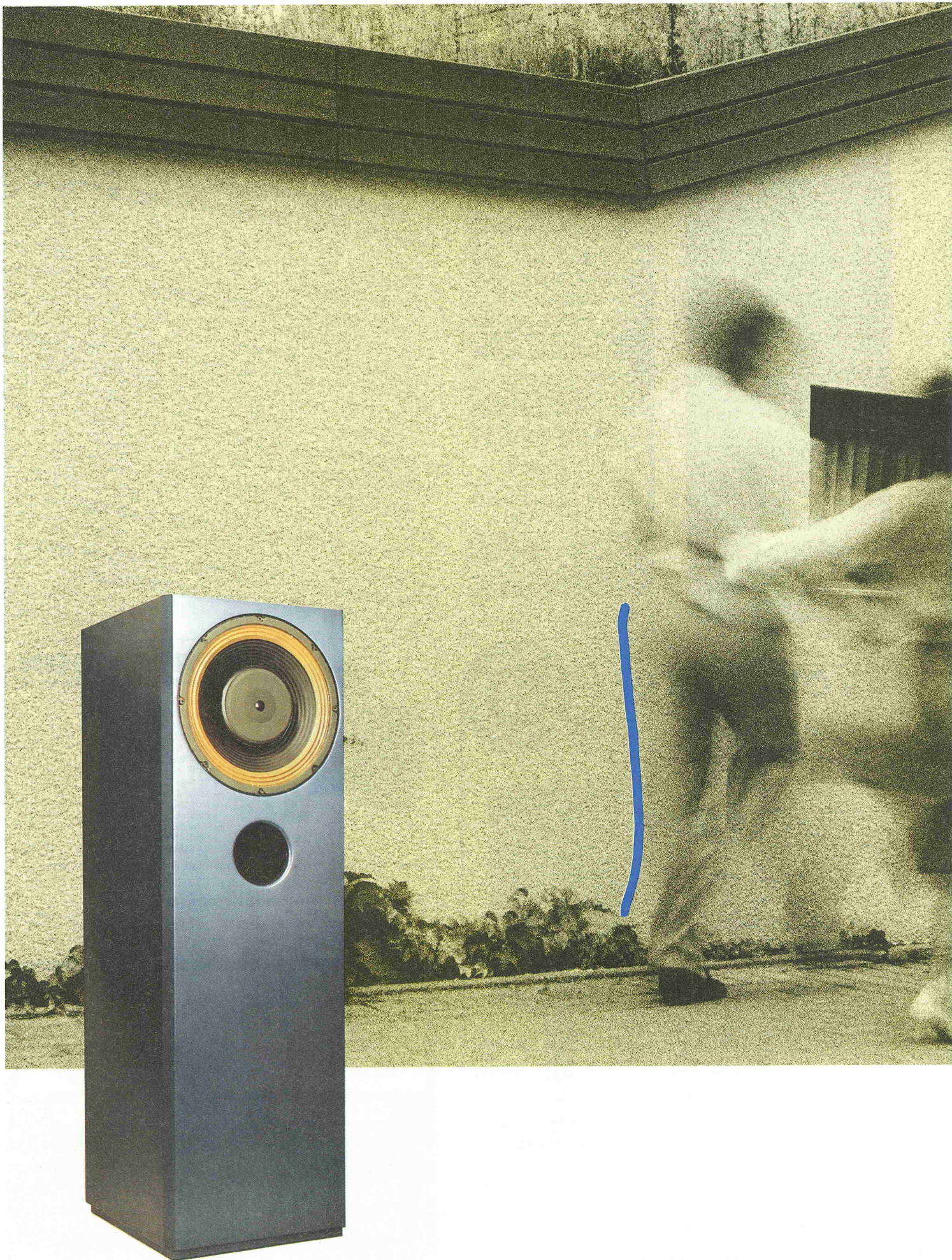
Hochtechnologielautsprecher

**concave ceramic**

Prospekt anfordern:

**Thiel GmbH, 6650 Homburg**  
Dürerstr.11, Tel. 06841-7 4608









# Standpunkt

B.Löhmann / Dipl.-Phys. Ing. T.Kaul

**L**autsprecherboxen zu entwickeln ist eine sehr komplexe Angelegenheit, vor allem weil Dinge gegensätzlicher Natur unter einen Hut gebracht werden müssen. Die Kunst scheint hier, wie in anderen Bereichen auch, in der sinnvollen Beschränkung zu liegen. Oder anders gesagt: Das maximale mögliche Ergebnis ist in seinen letzten Stufen immer nur mit außerordentlich hohem Aufwand zu erreichen, während die optimalen Lösungen diejenigen sind, welche auch einer kritischen Betrachtung des Wertepaares Aufwand-Ergebnis standhalten. Dies betrifft nicht zuletzt das Portemonnaie eines jeden Musik-‘Verbrauchers’.



## Die Technik

Prinzip	2-Weg Baßreflex
Belastbarkeit	60 W thermisch, 240 W Impuls (10 msec.)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	94 db/1 W/1 m
Übernahme-frequenz	3,5 kHz
Volumen	125 Liter
Außenmaße	Breite 350 mm, Höhe 1119 mm, Tiefe 418 mm
Entwickler	B. Löhmann, Dipl.Phys.Ing. T. Kaul beide KKSL-Beschal- lungstechnik
Preise	Chassis ca. 595 DM mit integrierter Weiche Spezialweiche extern ca. 160 DM  Fertiggehäuse, MDF roh, ca. 290 DM

## Die Teile

### Holz u. Gehäuseteile

MDF-Platten, 19 mm; Schallwand 28 mm
Deckel, Boden : 2 St. 312 x 371 x 19 mm
Rückwand : 1 St. 350 x 1100 x 19 mm
Schallwand : 1 St. 350 x 1100 x 28 mm
Seitenwände : 2 St. 390 x 1100 x 19 mm
Sockel : 1 St. 371 x 320 x 19 mm

### Chassis

Electro-Voice PRO-12B

### Frequenzweiche

R1	22 R / 11 W
R2	8 R2 / 11 W
R3	5 R6 / 5 W

### Kondensatoren

C1	3,3 $\mu$ F / 250 V Folie
C2	33 $\mu$ F / 100 V Elko bipolar
C3	0,68 $\mu$ F / 250 V Folie
C4	22 $\mu$ F / 100 V Elko bi- polar
C5	1 $\mu$ F / 250 V Folie
C6	1,5 $\mu$ F / 250 V Folie
C7	1 $\mu$ F / 250 V Folie

### Spulen

L1	2,4 mH/2 mm <sup>2</sup> Luftspule
L2	0,56 mH/ 1 mm <sup>2</sup> Luftspule
L3	0,4 mH/ 0,7 mm <sup>2</sup> Luft- spule

### Zubehör

Anschlußterminal für Box  
Dämmmaterial Pritex Noppenschaum 50 mm,  
ca. 1/2 qm  
Innensechskantschrauben und Einschlagmut-  
tern, M 5 x 40, 8 Stück

Die Lautsprecherbox, die wir uns vor-  
stellten, sollte folgende Eigenschaften  
aufweisen:

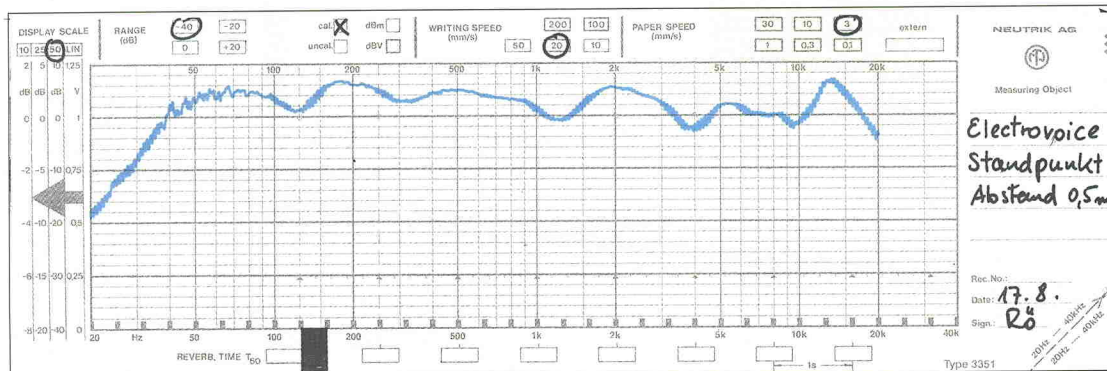
- Breitbandiger Übertragungsbereich  
von etwa 30 Hz bis 20 kHz
- Hoher Wirkungsgrad, um auch  
mit maßvollem Verstärkeraufwand an  
Live-Schalldruckpegel heranzureichen
- Große Dispersion im Hochton-  
bereich
- Einfacher Nachbau
- Gutes Preis/Leistungsverhältnis

Gerade die Forderungen nach einem  
guten Preis/Leistungsverhältnis und  
einfachem Nachbau verursachten bei  
der Auswahl der in Betracht kommen-  
den Lautsprecherchassis größeres  
Kopfzerbrechen. Nach einer Odyssee  
durch diverse Lautsprecher-Lager wur-

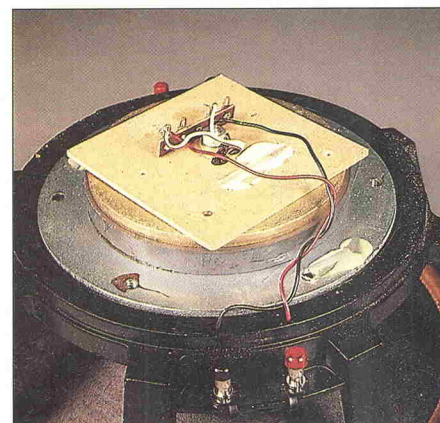
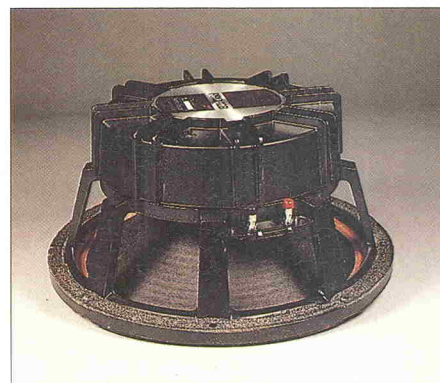
de ein etwas ausgefallenes System ge-  
wählt, mit dem man aber schon recht  
gute Erfahrungen gemacht hatte: Der  
Electro-Voice Pro 12-B.

**D**ieser Typ, der eigentlich als Su-  
per-Breitband-Deckenlautspre-  
cher für hohe Anforderungen  
im professionellen Beschallungsbe-  
reich konzipiert wurde, deckt den For-  
derungskatalog erstaunlich gut ab.

Obwohl vom Fre-  
quenzgang her nicht  
so glatt, wie sich  
das ein passionierter  
Datenfetischist wün-  
schen würde — der  
Schalldruck ist über  
jeden Zweifel er-  
haben!

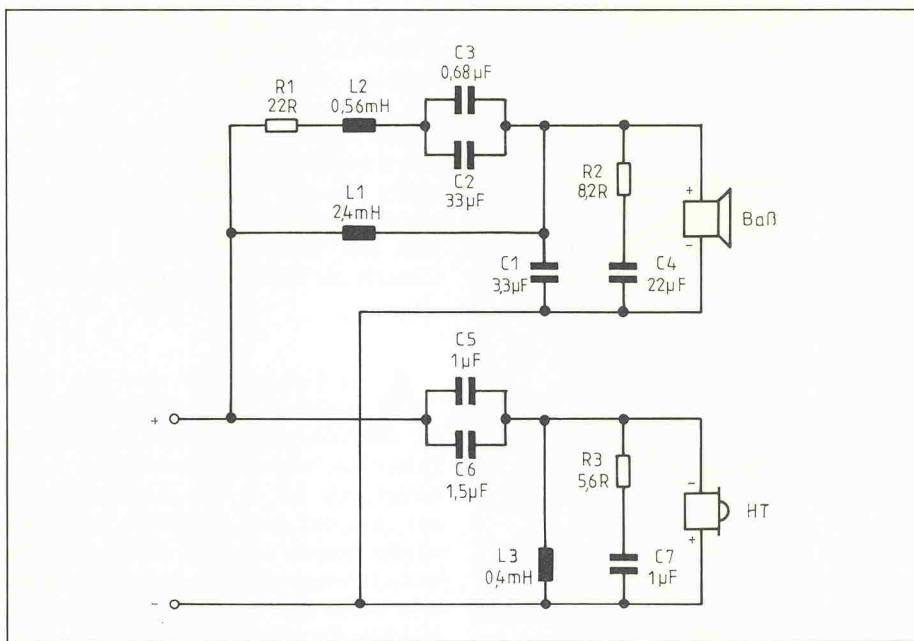


Die Vorderansicht des Pro 12-B  
(oben) und die Ansicht von den  
Kühlrippen her (unten).



Auf dieser Platte war die alte Fre-  
quenzweiche befestigt.





Schaltbild der HiFi-Weiche (oben)  
und Ansicht der Musterplatine  
(unten).



Der Pro 12-B ist ein 2-Wege Koaxial-  
lautsprecher, bestehend aus einer  
12"-Baßtreibereinheit mit einer koaxial  
montierten 38 mm-Kalotte.

Der Baßtreiber besteht aus einem kräf-  
tigen Magnetsystem, welches an den  
achtspeichigen massiven Gußkorb an-  
geschraubt ist. Dieses Magnetsystem  
treibt eine Schwingspule an, die aus  
auf Kapton gewickeltem Alu-Flach-  
draht besteht. Die thermische Belas-  
tbarkeit ist mit 60 Watt angegeben.  
Hierbei ist zu bemerken, daß diese An-  
gabe auf einer anderen Meßmethode  
basiert, als sie üblicherweise für HiFi-  
Lautsprecher angewendet wird. Dabei  
wird der Lautsprecher in einem Norm-  
gehäuse mit rosa Rauschen belastet.

HiFi-Boxen selbstgemacht 6

Das Rauschen ist oberhalb 4 kHz mit  
—6 dB/Okt und unterhalb 40 Hz mit  
—12 dB/Okt gefiltert, also bandbe-  
grenzt. Dieses Signal wird durch 6 dB  
über Nennleistung liegende Impulsspit-  
zen aufgelockert, wie Sie z.B. durch  
plötzlich clippende Verstärker erzeugt  
werden. Dies sind in unserem Fall 240  
Watt für jeweils 10 msec. Diese Proze-  
dur muß der Lautsprecher 8 Stunden  
ohne Schaden über sich ergehen lassen.  
Hierbei wird wohl deutlich, wie wicht-  
ig ein großzügig dimensionierter Korb  
und ausreichende Kühlrippen auf der  
Magnetstruktur sind, um die Abfuhr  
der Wärme von der arg gestressten  
Schwingspule zu ermöglichen.

Der Wirkungsgrad des Chassis ist mit  
96 dB/1 W/1 m angegeben, womit für  
schalldruckstarke Wiedergabe gesorgt  
sein sollte.

Die Membran des Baßtreibers besteht  
aus einer Spezialpappe, die mit kon-  
zentrischen Versteifungsringen verse-  
hen ist. Diese sollen nicht nur das so-  
genannte 'Aufbrechen' der Membran in  
Partialschwingungen verhindern, son-  
dern auch mit steigender Frequenz  
mehr und mehr den Außenteil der  
Membran vom Antrieb abkoppeln, um  
so mit einer effektiv kleineren Mem-  
branfläche die höheren Frequenzen  
besser abstrahlen zu können.

Die Konstruktion des Chassis läßt ei-  
nen Hub der Membran von über drei  
Millimeter nach außen und innen zu.  
Damit ergibt sich ein Verschiebevolumen  
von 154 cm<sup>3</sup>, welches bei entspre-  
chendem Gehäusedesign für eine  
druckvolle Baßwiedergabe sorgt. Zum

# Open Air

Hamburg

*für zu Hause  
und für Tonmeister  
mit außergewöhnlich gutem Tieß*

Kit-Dolomit III 375,—  
Gehäuse MDF  
lackiert 249,—

Kit Dolomit II  
DM 98,—

Höhe 90 cm

Fertigbox DM 315,—

Höhe 42 cm

Fertigbox DM 750,—

Gehäuse MDF  
lackiert 145,—

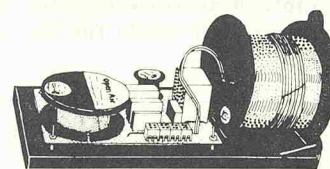
hochwertige Fr. Weichteile und viel Zubehör

# THE SEAS SOUND



Detaillierte  
Informationen  
anfordern.

seas von  
open Air



**Wir liefern  
die bewährten  
Bausätze auch  
als Fertigboxen**

Audax - Beyma -  
Celestion - Coral -  
EV - Fane - Focal -

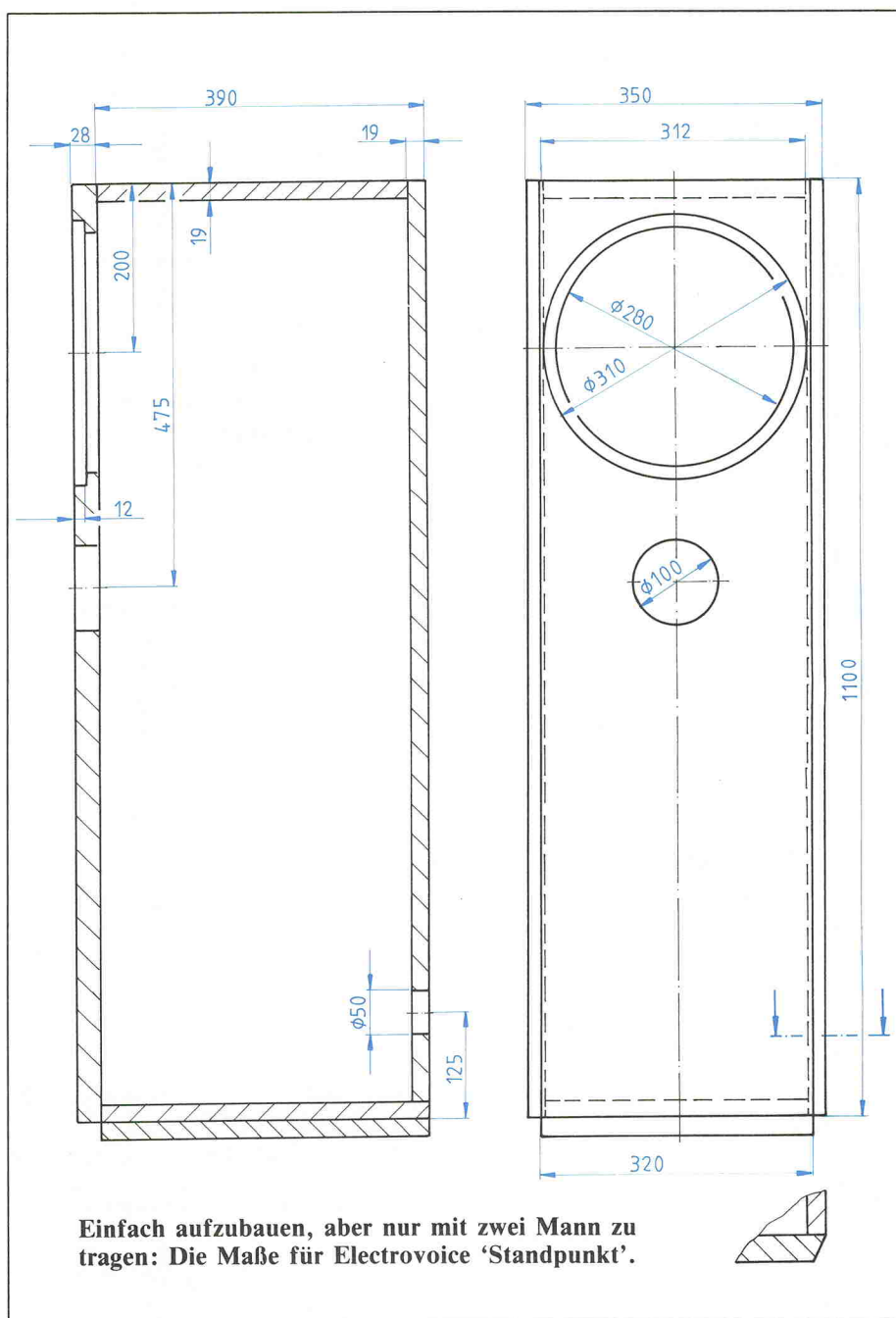
JBL - Isophon - KEF - Lowther - Teufel -  
Magnat - MB - Matsushita - Peerless -  
Podszus Görlich - Scan Speak - WHD -  
Siare-Seas - TDL - Vifa - Visaton -

# Open Air

Rentzelstr. 34  
2000 Hamburg 13  
Tel. 040/44 58 10  
offen von 10.00 — 18.00

Lieferung auch ins Ausland  
Coupon einreichen  
für einen kostenlosen  
Open Air  
Katalog





Einfach aufzubauen, aber nur mit zwei Mann zu tragen: Die Maße für Electrovoice 'Standpunkt'.

Vergleich: Ein 20 cm Baß muß für den gleichen 'Hubraum' schon einen halben Zentimeter Weg zurücklegen!

**D**er Hochtonbereich wird von einem Kalottenhochtoner mit 38 mm Durchmesser abgestrahlt. Der knapp ein Kilo schwere Magnet sorgt auch hier für einen kraftvollen Antrieb. Der Schwingspulenträger besteht ebenfalls aus Kapton und läßt zusammen mit der Alu-Flachdraht-Schwingspule eine Belastbarkeit von 25 Watt zu. Herkömmliche Kalottenhochtoner begnügen sich meist mit

5 Watt! Die Kalotte selbst ist aus phenolharzgetränktem Textilmaterial gefertigt.

Mit zwei Schaumstoffringen unterschiedlicher Dichte, die den Hochtoner konzentrisch umgeben, erreichen die Konstrukteure eine akustische Linsenwirkung, die eine breite, gleichmäßige Abstrahlung der hohen Frequenzen durch die doch sehr große Kalotte ermöglicht. Bei 16 kHz ergibt sich immerhin noch ein Abstrahlwinkel von fast 60 Grad ( $-6$  dB). Außerdem erfüllt der äußere Schaumstoffring noch

die Aufgabe einer Schallwand, um unerwünschten Reflexionen an den Chassisteilen vorzubeugen.

Durch den coaxialen Aufbau der beiden Komponenten Baß und Hochtoner ergibt sich eine Annäherung an die ideale Punktschallquelle, die mit einzelnen, auf einer Schallwand verteilten Chassis nie erreicht werden kann.

**A**ls Gehäuse für den Pro 12-B wählten wir eine Säule, die das Volumen von 125 Litern in eine zumindest etwas angenehmere Form bringt, als wir es von Kühlschränken her gewohnt sind. Natürlich wird hier wieder manch' einer die Frage nach der wohnraumgerechten Akustik stellen und dabei das bundesrepublikanische Neubau-Standardwohnzimmer mit  $13,7\text{ m}^2$  im Sinn haben. Leider passen diese Boxen dort nicht hinein. Aber es gibt eben auch größere Behausungen und in diesen sorgt für eine kräftige und präzise Baßabstrahlung die aus den Thiele/Small-Parametern des Lautsprechers hergeleitete Abstimmung der Box auf 39 Hz. In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß mit diesem Reflex-Gehäuse etwa die gleiche Tiefbaß-Wiedergabe erreicht wird wie bei einer geschlossenen Box mit 170 Litern Volumen. Da außerdem die Membranauslenkungen im Frequenzbereich der Resonanz durch eine Baßreflex-Konstruktion erheblich reduziert werden können, schien uns diese Konstruktion angebracht. Bei der so gestalteten Säule war es auch unproblematisch, die Lautsprecherachsen in Ohrhöhe der sitzenden Zuhörer zu bringen. Damit wurde auch gleichzeitig der Baß soweit vom Boden entfernt, daß schwerwiegende Unregelmäßigkeiten im Baßfrequenzgang nicht zu befürchten sind.

**D**er Bau des Gehäuses erweist sich als einfach, da für den Koax-Lautsprecher nur ein einziger Schallwandausschnitt vorgesehen werden muß. Weiterhin ist noch ein Loch (100 mm  $\varnothing$ ) als Baßreflexöffnung in der Schallwand sowie eine Öffnung für die Aufnahme des Anschlußterminals in der Rückseite der Box auszuschneiden. Als Baumaterial wurde 19 mm MDF verwendet, für die Schallwand wählte man jedoch 28 mm starkes MDF, um störende Schwingungen des Materials möglichst zu vermeiden.



Der Zusammenbau erfolgt zweckmäßigerweise mit Weißleim und Leim- oder Schraubzwingen.

Die Ausfräsung, die es ermöglicht, den Korb des Chassis bündig mit der Schallwand zu montieren, ist kein unbedingtes Muß — dient aber nicht nur dem schönen Aussehen. Die Anfasungen der senkrechten vorderen Gehäuseseiten dagegen sind eigentlich nur der Optik zuträglich und können deshalb gegebenenfalls entfallen.

Die Befestigung des 5,6 kg schweren Koax-Lautsprechers sollte mit Einschlagmuttern und Schrauben M5 x 40 erfolgen, um den Treiber sicher an seinem Platz zu halten. Die beim Pro 12-B beiliegenden Dichtstreifen sollten auf jeden Fall benutzt werden, um den Lautsprecher dicht mit dem Gehäuse zu verbinden.

Die Dämmung des Gehäuses fällt, wie bei Reflexboxen dieser Größe üblich, sehr sparsam aus. Nur im oberen Teil der Box wird der Deckel ganz, die Rückwand und die Seitenteile ca. 60 cm tief hinabreichend mit Pritex belegt. Pritex ist sehr leicht mit der Schere zuzuschneiden und mit Technicoll zu verkleben.

**D**ie Frequenzweiche ist, darüber herrscht kein Zweifel, eine der wichtigsten Baugruppen eines Mehrwege-Lautsprechers und verdient damit besondere Beachtung. Die Amplituden und Phasenfrequenzgänge der einzelnen Treiber müssen mit Hilfe der Weiche so aneinander angepaßt werden, damit sich ein möglichst homogener Gesamteindruck ergibt.

Da der Pro 12-B nun aber ein professioneller Deckenlautsprecher ist, der für ganz bestimmte Anwendungsfälle konzipiert wurde, besitzt er schon von Haus aus eine entsprechende Weiche: Um eine möglichst hohe Sprachverständlichkeit und ein großes Durchsetzungsvermögen gegenüber Umgebungsgeräuschen zu erhalten, haben die Electro-Voice-Ingenieure eine Weiche konstruiert, die diesen Zweck sehr gut erfüllt. Für HiFi-Zwecke ist diese jedoch nicht unbedingt optimal. Sie befindet sich unter der hinteren Magnetabdeckung, die außer dem Typenschild auch die oben erwähnten Kühlrippen trägt. Nachdem man die drei

Innensechskantschrauben gelöst und die Abdeckung entfernt hat, kann man sie in Augenschein nehmen.

Nach den ersten Hörversuchen wurde entschieden, für dieses ausgezeichnete Lautsprechersystem eine spezielle Hifigerechte Weiche zu entwickeln. Die neue Weiche hat für den Baß und den Hochtön jeweils eine Flankensteilheit von 12 dB/Okt. Weiterhin sind für Baß und Hochtön jeweils Impedanzkorrekturglieder vorhanden, die dem Ansteigen der Impedanz, hervorgerufen durch die Schwingspuleninduktivität, entgegenwirken. Der Hochtöner ist ab 3,5 kHz angekoppelt, denn da seine Resonanzfrequenz bei 1,4 kHz liegt, hätte eine Ankopplung bei tieferen Frequenzen als 2 kHz eine starke Verfärbung im Mitteltonbereich zur Folge. Dadurch wurde es notwendig, den Baßtreiber bis 3,5 kHz 'hochzuziehen'; dies ist für 2-Weg-Kombinationen mit großem Baßtreiber eine typische Problematik. Die Aufgabe, den Baß bis 3,5 kHz mit dem richtigen Schalldruck zu betreiben, wurde auf folgende Weise gelöst:

Die 12 dB-Abkopplung des Baßtreibers bei 3,5 kHz wird durch einen Bandpaß — der aus einem RLC-Glied besteht — von etwa 800 Hz bis 3,5 kHz teilweise überbrückt. Die Anordnung stellt also einen frequenzabhängigen Stromteiler dar, mit welchem der Pegel im Mitteltonbereich (der erfahrungsgemäß sehr kritisch ist), angepaßt wird.

In der Weiche wurden selbstverständlich Luftspulen mit niedrigem Innenwiderstand und im Signalweg abschließend Folienkondensatoren verwendet.

**F**ür den Nachbauer bestehen nun zwei Möglichkeiten: Da man mit dem Pro 12-B sowieso eine eingebaute funktionstüchtige Frequenzweiche erwirbt, kann man die Box auch ohne weiteres mit derselben betreiben. Der Klang läßt sich jedoch verbessern, wenn die neue Weiche eingesetzt und die alte außer Betrieb genommen wird. Der Umbau ist eigentlich nicht schwierig.

Als erstes wird die Magnetabdeckung entfernt, wodurch die auf dem Magneten befestigte alte Frequenzweiche zugänglich wird. Die Anschlußblitzen des Baßtreibers sind schwarz (minus) und

***Die Frequenzweiche ist, darüber herrscht kein Zweifel, eine der wichtigsten Baugruppen eines Mehrwege-Lautsprechers und verdient damit besondere Beachtung. Die Amplituden und Phasenfrequenzgänge der einzelnen Treiber müssen mit Hilfe der Weiche so aneinander angepaßt werden, damit sich ein möglichst homogener Gesamteindruck ergibt.***

gelb (plus). Die Anschlußblitzen des Hochtöners sind weiß (minus) und weiß/rot (plus) gekennzeichnet und führen auf eine Lötleiste. Diese kann als Lötstützpunkt benutzt werden, wenn zuvor alle Verbindungen zwischen ihr und den Frequenzweichenbauteilen unterbrochen worden sind. Nun kann die externe neue Frequenzweiche angeschlossen und die Magnetabdeckung wieder angebracht werden. Die externe Frequenzweiche wird sinnvollerweise innen an die Rückwand der Box in Höhe des Chassis aufgeschraubt. Die Befestigung der Weiche sollte wegen der schweren Spulen mit der nötigen Sorgfalt geschehen. Die letzte Strippe, die noch gezogen werden muß, ist die Verbindung zwischen dem Weicheneingang und dem Anschlußterminal auf der Rückseite der Box. Doch vor dem Zuschrauben des Gehäuses und den ersten Tönen sollte das gesamte 'Werk' noch einmal auf falsche Anschlüsse, vergessene Schrauben und kalte Lötstellen untersucht werden. □









# DD-Dreieck

Heinz Schmitt

**O**bwohl die Baßreflexbox in den letzten Jahren zur beliebtesten Bauform unter den Lautsprechergehäusen aufgestiegen ist, rümpfen die besonders qualitätsbewußten Zeitgenossen unter den Hifi-Liebhabern schnell die Nase, wenn die Rede von Reflexsystemen ist. 'Dröhnkisten' ist noch das Netteste, was man da zu hören bekommt. Eine solch geringe Wertschätzung hat die Entwickler und Konstrukteure in den norwegischen Seas-Labors nicht ruhen lassen. Und so ersann man dort bereits vor einigen Jahren die dynamisch gedämpfte Schwingspule (im Englischen 'DD' genannt-Dynamic-Damping). Was versteckt sich nun hinter diesem Kürzel, oder besser gefragt, warum bedarf es dieses Kunstgriffs, wo man doch mit Hilfe der sogenannten 'Thiele-Small'-Parameter das Verhalten des gesamten Reflexsystems exakt vorausberechnen kann? Die Vorausberechenbarkeit gilt aber tatsächlich nur so lange, wie es sich um das Kleinsignalverhalten des Lautsprechers handelt. Die Lautsprecherparameter ändern sich aber je nach Stellung der Schwingspule im Luftspalt des Magnetsystems.



## Die Technik

Prinzip	3-Wege-Symmetric-Reflex
Belastbarkeit	130 W (Sinus); 300 W (Impuls)
Kennschalldruck	93 dB (1 W / 1 m)
Trennfrequenzen	700 Hz / 3500 Hz
Volumen (netto)	67 Liter
Außenmaße	Höhe 1040 mm Breite 310 mm Tiefe 290 mm
Entwickler	Heinz Schmitt Intertechnik
Preis	ca. 550,- DM (Bausatz ohne Gehäuse)

## Die Teile

**Holz**  
nach Zeichnung

### Frequenzweiche

#### Spulen

L1	3,9 mH/GK2/1 mm Ø
L2	0,68 mH/Luft/1 mm Ø
L3	0,15 mH/FK36L/0,71 mm Ø

#### Kondensatoren

C1	47 µ/40 V Elko glatt bipolar
C2	15 µ/150 V MKT
C3	6 µ/40 V Elko glatt bipolar
C4	4 µ/150 V MKP
C5	6 µ/150 V MKP

#### Widerstände

R1	3R3/9 W
----	---------



Das gesamte Team: Baß (WA 252 D), Mitteltöner (M 14) und Hochtöner (K 26 E)



Die Membranbeschichtung des Baßchassis.

Zur Bestimmung der Kleinsignalparameter geht man aber der Einfachheit halber davon aus, daß sich die Schwingspule immer in ihrer idealen Position befindet, nämlich im Bereich der Mittellage. Da aber Baßlautsprecher handlicher Größen, zudem noch direktstrahlend, einen sehr schlechten Strahlungswiderstand besitzen, können tiefe Frequenzen nur mit entsprechend großem Hub abgestrahlt werden. Das führt dazu, daß die Schwingspule sich ständig außerhalb ihrer Idealposition befindet. Hat man nun ein Reflexgehäuse nach den Kleinsignalparametern berechnet, stimmt das gesamte System schon bereits bei normalen Abhörlautstärken nicht mehr. Das hat folgenden Grund:

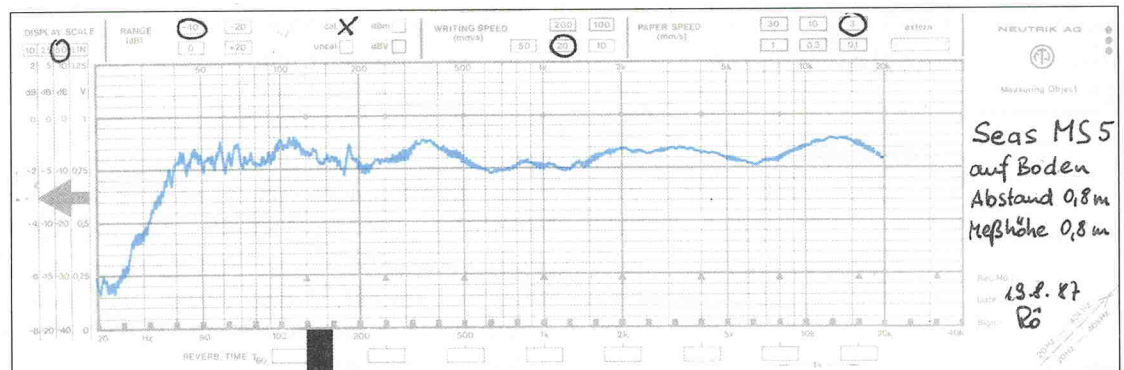
Der wichtigste Parameter zur Bestimmung des Reflexgehäuses ist neben dem Äquivalentvolumen ( $V_{AS}$ ) das Dämpfungsmaß ( $Q_{TS}$ ). Dieses Dämpfungsmaß wiederum wird in der Hauptsache von der elektrischen Dämpfung ( $Q_{ES}$ ) bestimmt. Wird die Membran, und damit die Schwingspu-

le, durch einen impulsartigen Spannungsanstieg, der bei Musikwiedergabe ständig auftritt, kräftig ausgelenkt, so befinden sich in diesem Moment weniger Drahtwindungen im homogenen Magnetfeld als im Bereich der Mittellage, was zu einem teilweisen Verlust der elektrischen Dämpfung führt.

Gerade Lautsprecher mit einem besonders guten Masse-Antriebsverhältnis — sprich leichte Membran und großes Magnetsystem — leiden unter dieser Tatsache. Trotzdem werden ja solchen 'impulsschnellen' Lautsprechern eine besondere Eignung für Baßreflexsysteme zugesprochen. Man wird aber mit etwas Überlegung einsehen müssen, daß ein besonders 'schneller' Lautsprecher auch besonders schnell über sein Ziel hinauschießt, sprich überschwingt, weil auch hier bei größeren Auslenkungen der Verstärker die Kontrolle über die Schwingspule verliert. Lautsprecher mit 'schwächerem' Antrieb haben da weniger Probleme, weil der gleiche Im-

puls die Schwingspule gar nicht so weit auslenkt, was allerdings auch ein schlechteres Dynamikverhalten mit sich bringt. Mit rein mechanischen Mitteln war dem Problem schlecht beizukommen, da eine mechanische Dämpfung der Ausschwingvorgänge immer auch eine Verlangsamung des

Bei 40 Hz schon voll da und eine leichte Höhenbetonung: Ein roter Popper!





Die Reihenfolge der Teile im Mittelton-Bandpaß ist unbedingt einzuhalten.

Die benötigte Bremswirkung läßt sich in dem beim dynamischen Lautsprecher ja stets vorhandenen Magnetfeld am einfachsten mit Wirbelströmen erzeugen, und die wiederum erzeugt man mit Kurzschlüssen. Aus diesen Überlegungen heraus entstand die patentierte dynamische Dämpfung der Seas-Lautsprecherchassis, die den Zusatz 'D' am Ende der Typenbezeichnung tragen.

Technical drawing of a Dynaudio speaker enclosure, showing front, side, and top views with dimensions in millimeters.

**Front View Dimensions:**

- Overall width: 310
- Overall height: 1060
- Top section height: 230
- Top section width: 131.5
- Top section depth: 60
- Top section angle: 45°
- Top section diameter:  $\phi 113$
- Top section diameter:  $\phi 131.5$
- Top section diameter:  $\phi 229$
- Top section diameter:  $\phi 261.5$
- Bottom section height: 180
- Bottom section width: 270

**Side View Dimensions:**

- Overall width: 290
- Overall height: 660
- Top section width: 131
- Top section depth: 2
- Top section diameter:  $\phi 88$
- Top section diameter:  $\phi 104.5$
- Top section diameter: 7
- Top section diameter: 4
- Top section width: 120
- Top section width: 140
- Top section width: 320
- Top section width: 250
- Top section width: 19
- Top section width: 16
- Top section width: 16
- Top section width: 105
- Top section width: 78

**Top View Dimensions:**

- Overall width: 270
- Overall height: 180
- Top section width: 131
- Top section depth: 2
- Top section diameter:  $\phi 88$
- Top section diameter:  $\phi 104.5$
- Top section diameter: 7
- Top section diameter: 4
- Top section width: 120
- Top section width: 140
- Top section width: 320
- Top section width: 250
- Top section width: 19
- Top section width: 16
- Top section width: 16
- Top section width: 105
- Top section width: 78

19mm MDF

Ein Foto der angefasten Kanten findet man in der Dynaudio-Bauanleitung 'Der kleine mit der großen Fläche'.



**Ein Projekt für blutige Anfänger auf dem Gebiet der Holzbearbeitung ist der Aufbau dieses Gehäuses wohl nicht, läßt sich aber mit Heimwerkermitteln und etwas Geduld bewerkstelligen.**

In dem hier vorgestellten Dreiwegbausatz 'Seas MS 5' kommt ein solcher 'DD' Baßlautsprecher zum Einsatz. 'WA 252 D' ist die Typenbezeichnung des 25cm Baßchassis in 8 Ohm- Ausführung. Der hohe Kennschalldruck von 95 dB und die hohe Nennbelastbarkeit von 150 W sind die besonderen Merkmale des Chassis. Erreicht werden diese Werte durch eine 39mm-Hochtemperaturspule und ein sehr großes Magnetsystem von 134 mm Durchmesser. Ein B x L Produkt von 10,9 mT sorgt für den impulsgenauen, kräftigen Vortrieb. Die nicht zu tiefe Eigenresonanz von 34 Hz und ein Q-Faktor von 0,29 in Verbindung mit der dynamischen Dämpfung machen das Chassis zum idealen Treiber für Baßreflexsysteme.

Bei solchen Leistungsdaten müssen natürlich auch die weiteren Lautsprecher dieser Kombination sorgfältig ausgewählt werden, zumal das Baßchassis den höchsten Wirkungsgrad des gesamten Seas- Lautsprecherprogramms besitzt. So kamen für den Mittel- und Hochtonbereich auch nur Chassis mit einem sehr guten Wirkungsgrad in Frage. Die Wahl fiel im Mitteltonbereich auf das bewährte Seas- Modell 'M 14', einen 13 cm Mitteltöner mit einem mittleren Kennschalldruck von deutlich über 90 dB und einer Nennbelastbarkeit von 140 W. Das kräftige Magnetsystem läßt die nur 5,8 g leichte, beschichtete Membran auch steilen Impulsen mit der nötigen Genauigkeit folgen. Die Eigenresonanz ist mit 70 Hz für einen Mitteltöner erstaunlich niedrig. Das ermöglicht in Verbindung mit dem niedrigen  $Q_{TS}$ -Wert von 0,3 den Einbau des Chassis in das 1,61

große Seas-Mitteltongehäuse 'V 13', das zum Lieferumfang des Komplettbausatzes 'MS 5' gehört.

Es versteht sich von selbst, daß in diese Kombination nur ein Hochtöner passen konnte, der ähnlich gute Leistungsdaten aufweist wie Baß und Mitteltöner. Nach ausgedehnten Hörtests entschied man sich für das Modell 'K26F' von Seas. Nur 0,3 g bewegte Masse und das recht große Magnetsystem von 92 mm Durchmesser verhelfen der 25 mm Supranyl-Weichkalotte zu einem mittleren Kennschalldruck von über 93 dB. Durch die Kühlung und Bedämpfung der Schwingspule mit Ferrofluid wird ein sehr flacher Impedanzverlauf und die hohe Nennbelastbarkeit von 120 W erreicht. Die Impedanz des Hochtöners beträgt 6 Ohm.

Da die verwendeten Lautsprecherchassis alle einen sehr hohen Wirkungsgrad besitzen, kann man von dieser Box eine dynamische und sehr lebendige Wiedergabe auch an Verstärkern der mittleren Leistungsklasse erwarten. Das setzt natürlich voraus, daß die Frequenzweiche da keinen Strich durch die Rechnung macht. Im Klartext heißt das, daß die Schaltung mit möglichst wenigen Bauteilen auskommen soll, welche dann aber von höchster Qualität sein dürfen. Wichtig ist vor allen Dingen aber der Verzicht auf alle möglichen 'Trickschaltungen' zur Linearisierung von Frequenzgang und Impedanzverlauf, die immer die erzielbare Dynamik einschränken und nur bei mechanisch 'kranken' Lautsprecherchassis Verwendung finden. Die mechanische Qualität und die Fertigungskonstanz der verwendeten Lautsprecher ließen den Verzicht auf derlei 'Kunstgriffe' zu.

Beim Blick auf den Schaltplan der Weiche erkennen wir, daß sie mit wenigen Bauteilen auskommt. Um die erzielbare Baßdynamik nicht einzuschränken, ist die Baßdrossel als Ferritspule der Größe 'GK2' ausgeführt. Diese Spule, mit 1 mm-Draht gewickelt, besitzt einen Gleichstromwiderstand von nur 0,33 Ohm. Sättigungseffekte des Kernmaterials kann man bei Lautsprecher-Kombinationen mit einem hohen Wirkungsgrad vernachlässigen, da selbst bei unerträglichen Lautstärken selten mehr als 10 W Leistung vom Verstärker gefordert werden.

Der Bandpaß für den Mitteltöner kommt mit sehr wenigen Bauteilen aus, wobei darauf zu achten ist, daß die Reihenfolge der Bauteile im Signalweg unbedingt einzuhalten ist, auch wenn sie auf den ersten Blick unüblich erscheint.

Im Hochtonzweig kommt ein Filter klassischer Bauart zur Anwendung, das eine Flankensteilheit von 18 dB aufweist und mit Polypropylenkondensatoren höchster Qualität aufgebaut ist, um das Signal praktisch verlustfrei an den Hochtöner zu bringen. In dieser Frequenzweiche finden ausschließlich Bauteile mit einer Toleranz von 5% Verwendung. Lassen Sie sich nicht mit den üblichen 10%-igen Bauteilen abspeisen, denn die liegen im ungünstigsten Fall bereits 20% auseinander, da Toleranzwerte immer als  $\pm$  angegeben werden. Mit weit tolerierten Bauteilen setzen Sie die hohe Fertigungskonstanz moderner Qualitätschassis aufs Spiel. Die bereits fertig aufgebaute Frequenzweiche 'Seas MS 5' ist ausschließlich mit 5%-igen Bauteilen bestückt und Bestandteil des Komplettbausatzes.

Berechnungen und Versuchsreihen mit dem verwendeten Baßlautsprecher führten zu einem optimalen Gehäusevolumen von 66 Litern. Daraus wurde eine ausgewachsene Standbox von etwa einem Meter Höhe. Die Box konnte somit in ihrer Grundfläche sehr klein gehalten werden, wodurch sie sich trotz ihrer Größe harmonisch in jeden Wohnraum einfügt. Beim Betrachten der Box fällt sofort die ungewöhnliche Anordnung der Reflexöffnungen auf. Das hat folgenden Grund:

Baßreflexöffnungen werden in letzter Zeit aus optischen Erwägungen immer häufiger auf die Rückseite der Box verbannt, was aber zu einer sehr schlechten Addition der Schallanteile des Reflexkanals und des Baßlautsprechers führt. Besonders dann, wenn die Box dicht vor einer Wand neben einem Schrank steht (was wohl am häufigsten vorkommt). Es mußte daher ein Weg gefunden werden, den Reflextunnel optisch ansprechend zu gestalten, um ihn auf der Schallwand belassen zu können. Dies gelang durch die Gestaltung der Öffnungen als Dreiecke und ihre Platzierung in den äußeren Ecken der Schallwand. Außerdem erreicht man durch diese Anordnung eine bes-

HiFi-Boxen selbstgemacht 6



sere Druckverteilung und eine symmetrische Belastung der Membranrückseite des Baßlautsprechers.

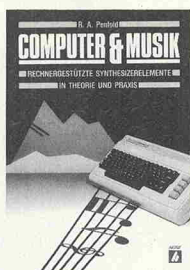
Um eine noch bessere und gleichmäßigere Druckverteilung auf der Membranrückseite zu erhalten, wurde das Baßchassis exakt in der Mitte der Schallwand angeordnet. Mittel- und Hochtöner wurden so platziert, daß sie sich beim Sitzen in Ohrhöhe befinden. Die Kanten des Gehäuses sind nicht nur aus optischen Gründen abgefräst (siehe dazu auch den Abschnitt über Gehäusebau mit MDF-Platten in der Dynaudio-Bauanleitung in diesem Heft), sondern auch um Beugungseffekte am Gehäuse zu vermindern. Im Gehäuse selbst sind zwei Bretter angebracht, die verschiedene Aufgaben erfüllen. Zum einen versteifen sie die Gehäusewände wirkungsvoll, zum anderen unterteilen sie die Gehäusehöhe in drei gleiche Abschnitte, was stehende Wellen weitgehend verhindert.

**K**ommen wir nun zum Bau des Gehäuses. Ein Projekt für blutige Anfänger auf dem Gebiet dieses Gehäuses wohl nicht, läßt sich aber mit Heimwerkermitteln und etwas Geduld bewerkstelligen. Die Maße der benötigten Einzelteile entnehmen sie bitte der Bauzeichnung, und lassen sich die Bretter beim Schreiner oder im Holzfachhandel paßgenau zusägen. Wählen Sie am besten jemanden aus, der Ihnen auch die Ecken von der Schallwand absägt, sowie die Gehrungen der Bretter für die Reflexkanäle. Dann ist alles weitere nicht mehr schwierig. Das im Bausatz enthaltene Mitteltongehäuse wird mit viel Heißkleber von hinten auf die Schallwand geklebt, so daß es dicht hinter der Öffnung des Mitteltöners abschließt. Mit Heißkleber dichtet man auch die Kabeldurchführung im Mitteltongehäuse ab. Für jede Box sind im Bausatz drei Streifen Bedämpfungsmaterial in der Größe 100 X 40 cm enthalten. Schneiden Sie sich von einem Streifen ein kleineres Stück ab, um die Mitteltonkammer zu bedämpfen. Den Rest verteilt man gleichmäßig in der Box, nachdem die Frequenzweiche auf der Rückwand befestigt wurde. Vergessen Sie bitte nicht, vor dem Einsetzen der Lautsprecher die Dichtungsringe unterzulegen. Wer mehr als zwei linke Hände hat, kann natürlich die Gehäuse in verschiedenen Ausführungen auch fertig aufgebaut kaufen. □

HiFi-Boxen selbstgemacht 6

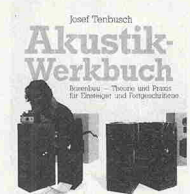
**Neuerscheinung**  
**Jetzt lieferbar!**

**COMPUTER & ELEKTRONIK**  
Broschur, 108 Seiten  
DM 18,80  
ISBN 3-922705-37-5



Der Homecomputer als Hilfsmittel zur elektronischen Klangsintese  
— Stichworte Sequenzer, MIDI — Schnittstellen, Soundgeneratoren, Digitalumsetzer, Kompaner, Mehrkanal-Generatoren. Sämtliche Themen werden leicht nachvollziehbar behandelt. Vorausgesetzt wird etwas Erfahrung in der Programmierung von Computern und im Aufbau einfacher Schaltungen.

**So geben Sie den richtigen Ton an**



HEISE

**ELEKTRONIK**  
Boxen-Selbstbau — ein faszinierendes Hobby. Von einem erfahrenen Fachmann werden hier sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Tipps für den Selbstbau von Lautsprecher-Boxen vermittelt. Neben zahlreichen Tabellen enthält das Buch auch ausgereifte Konstruktionsvorschläge für unterschiedliche Boxentypen.

Broschur, 152 Seiten  
DM 29,80  
ISBN 3-922705-30-8

**Die elektrotechnische Programm-bibliothek**



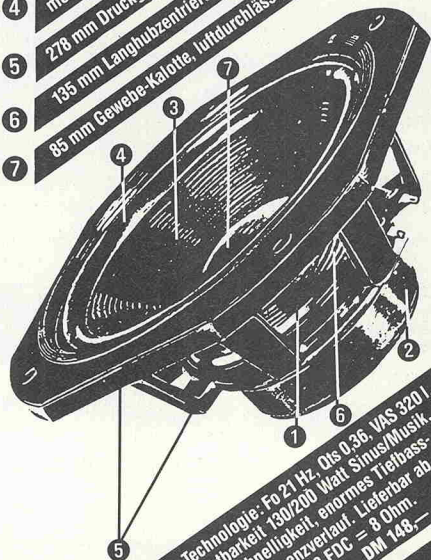
**COMPUTER & ELEKTRONIK**  
Eine Softwarebibliothek von 112 Turbo-Pascal-Programmen, die auch zum Erlernen der Programmiersprache Pascal dient. Gut ein Drittel der Programme ist für die Lösung mathematischer Probleme geschrieben, und zwei Drittel helfen bei der Berechnung elektrischer und elektronischer Schaltungen. Programme des Buches auch auf 2 Disketten erhältlich.

Broschur, 368 Seiten  
DM 49,80  
ISBN 3-88229-102-8

Verlag  
H. Heise GmbH  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61

**SPITZEN-  
KLASSE  
Technologie**

- 1 37 mm Flachdraht-Schwingspule auf Kapton-Träger. Keine Wirbelstromverluste, maximale Energieausbeute. ± 5,5 mm Hubmaximum durch 19 mm Wickellänge.
- 2 2.300 Gramm Hochleistungs-Magnet-Einheit, gedrehte 8 mm Polplatten. Hohe Induktion und maximaler Hubraum.
- 3 Spitzenklasse-Membran, extrem langfaserig und luftgetrocknet. VMD-Kunststoff-Oberfläche.
- 4 17 mm Polyurethan-Sicke, extrem nachgiebig, geringste mechanische Verluste.
- 5 278 mm Druckgusskorb, verwindungsstabil.
- 6 135 mm Langhubzentrierung.
- 7 85 mm Gewebe-Kalotte, luftdurchlässig, Klangneutral.

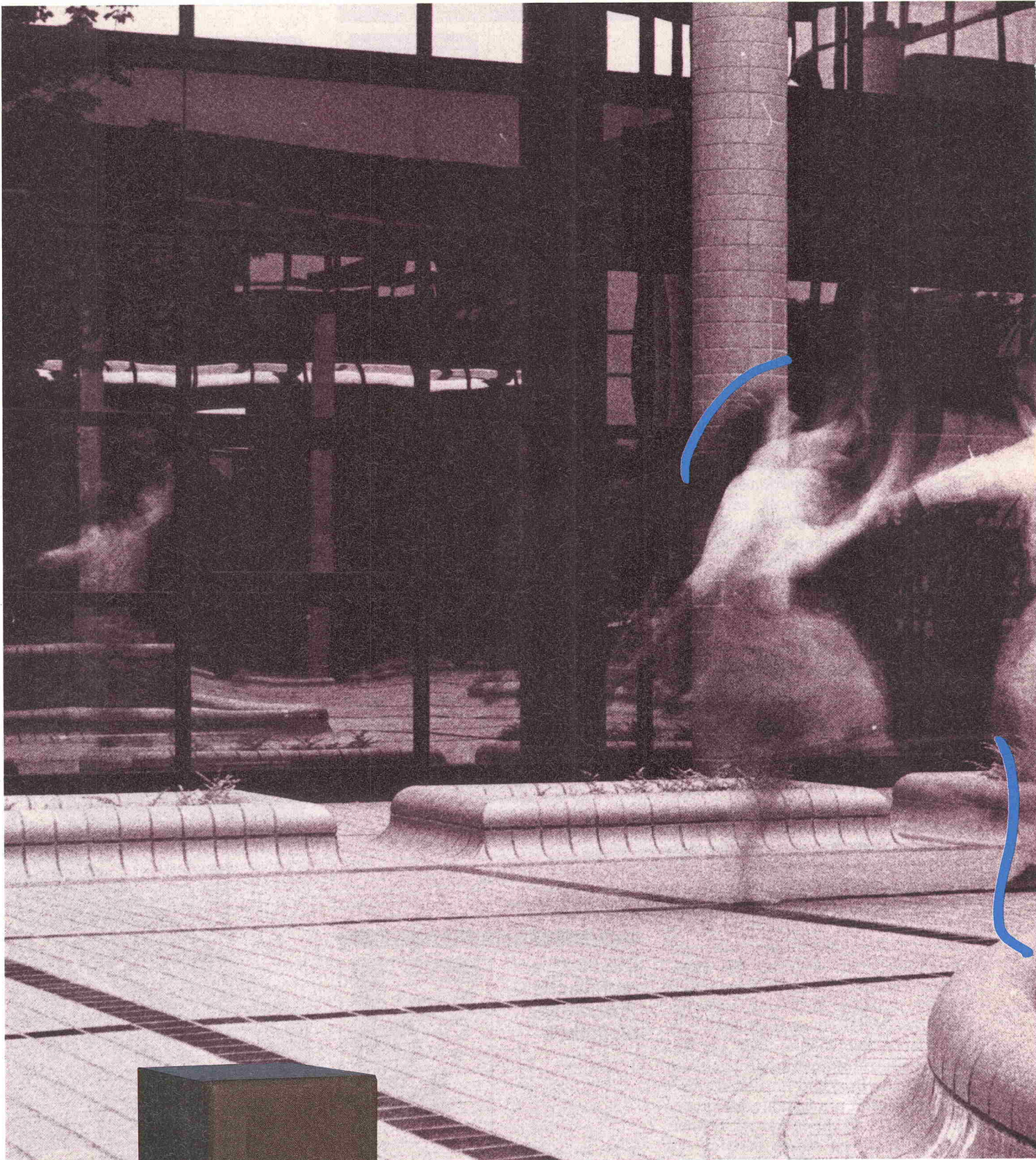


Ein neues Kapitel in der Bass-Technologie: Fo 21 Hz, Qs 0,36, VAS 320 l, Schalldruck 92 dB 1 W/1 m, Belastbarkeit 130/200 Watt Sinus/Musik, Frequenzgang Fo — 2.000 Hz, Impedanzverhalten, enormes Tieftastvermögen, hoher Wirkungsgrad, glatter Frequenzverlauf. Lieferbar ab Mitte September. WAN 254 FDC = 4 Ohm, WAN 258 FDC = 8 Ohm. DM 148,—

**Fordern Sie schriftlich unseren aktuellen Gesamtkatalog + Preisliste an (DM 3,—) in Briefmarken!**  
Österreich: TARGET, Tel. 0522/21529  
Schweiz: HOBBI/TRONIC, Tel. 034/231500  
Bestelladresse + Verkaufsstudio I: 5650 Söngen 1, Konrad-Adenauer-Straße 11, Tel. 0212/16014, Telex 8514470 mivis d  
Verkaufsstudio II: 4600 Dortmund 1, Hamburger Straße 67, Tel. 0231/528477  
Verkaufsstudio III: 7000 Stuttgart 1, Th.-Heuss-Str. 20, Tel. 0711/294586

**mivoc**  
LAUTSPRECHER · BOXEN + BAUSÄTZE  
DIREKT VOM HERSTELLER









# Maxim — Adel verpflichtet

**D**er Name läßt Großes erwarten — und in der Tat: Gewaltig kann diese Box ihre Stimme erheben. Kaum sichtbar — gut getarnt zwischen Heine, Storm und Enzyklopädie — findet dieser Winzling in jedem Bücherregal Platz.

Maxim — das ist die Neuauflage eines Namens, mit dem der renommierte englische HiFi-Hersteller Goodmans bereits vor Jahrzehnten weltweit Aufsehen erregte. Jetzt ist eine neue Generation am Zuge.



## Die Daten

Prinzip	2-Wege Baßreflex
Belastbarkeit	50 W (Nenn)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	86 dB (1 W/1 m)
Übernahme- frequenz	4 kHz
Volumen(innen)	5 l
Außenmaße	Breite 170 mm Höhe 260 mm Tiefe 205 mm
Entwicklung	Goodmans

## Die Teile

### Holzteile

2 Stück	170x190x16 mm
2 Stück	190x228x16 mm
2 Stück	138x228x16 mm
1 Stück	170x260x12 mm

### Chassis

Tief/Mittel- töner:	Goodmans W130
Hochtöner	Goodmans DT-2

### Frequenzweiche

Fertigweiche	Goodmans X0-4000 oder
L1	1,3 mH
C1	3 $\mu$ 3 MKT
C2	450 $\mu$ Elko unipolar
C3	4 $\mu$ 7 MKT
R1	4 R7/5 W

### Zubehör

Reflexstutzen	Ø30 mm x 50 mm Länge
Anschlußfeld	
Clips für Besspannrahmen	
Besspannstoff	35 x 25
Bedämpfungsvlies	23 x 30 cm

In der letzten Zeit stellte der englische Hersteller Goodmans eine Reihe neuer Produkte vor, die im Nostalgie-Trend nach ihren z.T. schon vor Jahrzehnten entwickelten klassischen Vorbildern benannt wurden. In elrad-Extra 3 wurde bereits die 'Magnum' besprochen (Bausatzbezeichnung 4A), die mit ihrem 33 cm-Tieftöner ein wahrer Baß-riese ist. Hier und heute haben wir es mit einer Hifi-Miniatur zu tun, die trotz ihres nur 13 cm großen Tieftöners auch 'unten' viel zu bieten hat.

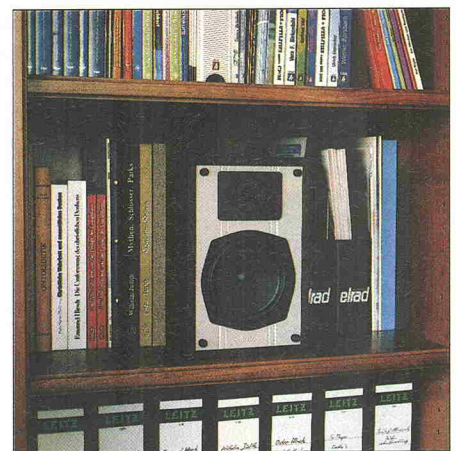
Erheblichen Anteil daran hat die ventilierte Bauweise, d.h. oberhalb des Tieftöners ist in die Rückwand ein Reflexstutzen mit 30 mm Durchmesser und 50 mm Länge eingelassen. Die Tuningfrequenz liegt bei 70 Hz. Durch die rückwärtige Abstrahlung werden Wände bzw. Regalwände als Reflektionsfläche miteinbezogen. Daraus resultiert zwangsläufig die Forderung nach einer Aufstellung mit 20-40 cm Wandabstand, was sich bei freier Aufstellung (z.B. auf Ständer) problemlos, im Regal jedoch kaum realisieren lassen dürfte. Doch zeigt die Praxis, daß sich auch kürzere Entfer-

nungen sowie der 'Einbau' in Bücherreihen nicht sehr nachteilig auf den Klang auswirken.

Die Hauptarbeit leistet der W-130, ein Bass/Mitteltontreiber mit formstabilem 130 mm Stahlblechrahmen. Die 100 mm Membrane ist durch eine Vinyl-Sicke mit dem Korb verbunden, der auch den Magneten hält.

Ab 4000 Hz übernimmt der Kalottenhochtöner die Musikwiedergabe. Seine Kunststoff-Membrane ist ausgestattet mit einer Ferrofluid-gekühlten und -bedämpften Schwingspule.

Bei der Frequenzweiche handelt es sich nun um ein Modell mit klassischer 2-Wege Schaltung sowie 12 dB/Okt



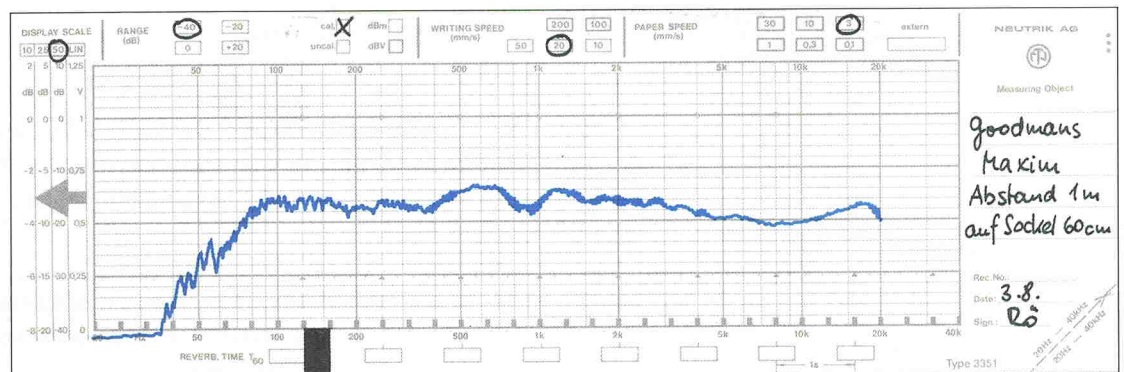
Falls möglich, sollte die Maxim nicht so zugebaut werden, wie es hier aus Gründen des Größenvergleichs geschehen ist.

Flankensteilheit im Tieftonkanal unter Verwendung ausgewählter engtolerierter Bauelemente. Der Hochtöner ist über ein 6 dB-Filter (C1) angekoppelt; R1 dient der Pegelanpassung.

Mit 26 cm Bauhöhe kaum größer als ein Buch ist auch das 'Handling' während des Gehäusebaues sehr angenehm. Muskelkraft ist hier nicht gefordert. Als Material für die Box dient hochverdichtete Spanplatte guter Qualität oder MDF-Platten, Stärke 16 mm. Alle Teile — auch Front- und Rückwand — werden fest verleimt.

Die Frequenzweiche wird auf dem Boden der Box montiert. Die relativ leichten Lautsprecher lassen sich mit Holzschrauben von vorn montieren. Die Bedämpfung erfolgt mit einer Doppel-lage handelsüblichem Polyesterfließ; wobei sorgfältig darauf zu achten ist, daß zwischen Tieftöner und Reflexkanal Freiraum bleibt. Für die elektrische Verdrahtung wird Kabel mit 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt empfohlen.

Vom Schalldruck her zwar nicht gigantisch, aber auch um 100 Hz sind noch recht heftige Bässe vorhanden.





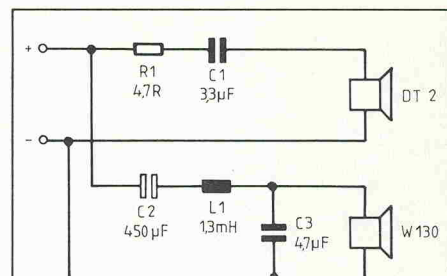
**A**uch für die Maxim hat die Philosophie des traditionsreichen Herstellers volle Gültigkeit: Nicht auf die lauten Töne kommt es an. Man gibt sich dezent und unaufdringlich, eben typisch englisch. Der Klang ist angenehm ausgeglichen mit feinzeichnenden Höhen.

Dieser Klangeindruck wird auch im Labor bestätigt: Der Frequenzverlauf ist sehr geradlinig bis hinauf zu 20 kHz. Die Verzerrungen halten sich selbst bei Leistungsspitzen bis zu 75 Watt im erträglichen Rahmen. Die Empfindlichkeit liegt bei 86 dB/1 W/1 m, so daß die empfohlene Verstärkerleistung bei 20 Watt minimal bis ca. 50 Watt maximal angemessen erscheint. Dabei läßt sich eine beachtliche Lautstärke von 97 dBA erzielen. Auflösung und Ortbarkeit der Instrumente sind ausgezeichnet, wobei auch das Verlassen der optimalen Hörachse völlig unkritisch ist.

Die hier vorliegende Box ist das Ergebnis einer intensiven Entwicklungsarbeit, die auch kleine Details nicht ausließ. Aus diesem Grund empfiehlt Goodmans auch die Verwendung der Fertigweiche.

**Z**u guter Letzt noch eine Nachricht für Baß-Freaks: Die Zuschaltung einer passenden Subwoofer-Box mit 33 cm Tieftöner und integriertem 80-Watt-Verstärker ist möglich — auch das gibt es natürlich als Bausatz.

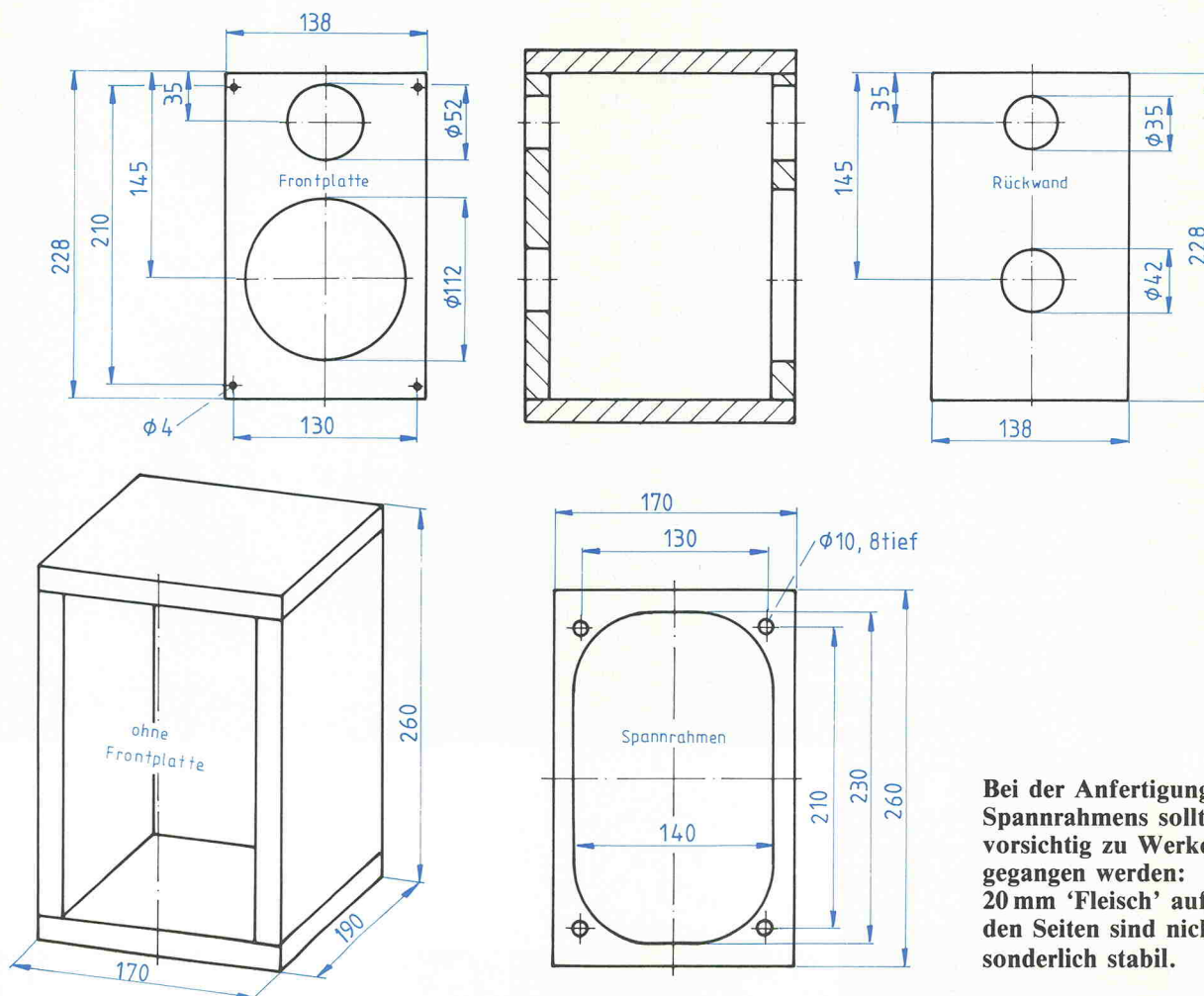
Wer die Möglichkeit hat, kann den Tieftöner soweit in die Front einlassen, daß Korbrand und Schallfront plan abschließen. Allerdings braucht man für diese Arbeit ein präzises Fräswerkzeug. Obwohl der 'seriöse' Musikfreund in der Regel 'oben ohne' hört, empfiehlt sich der Bau eines abnehmbaren Bspannrahmens — ist 'Gefahr' in Form von Kinderhänden im Verzuge, kann die Box mit einem Handgriff abgedeckt werden.



Der Hochtöner ist über ein 6-dB-Filter (C1) angekoppelt. R1 dient lediglich der Pegelanpassung.

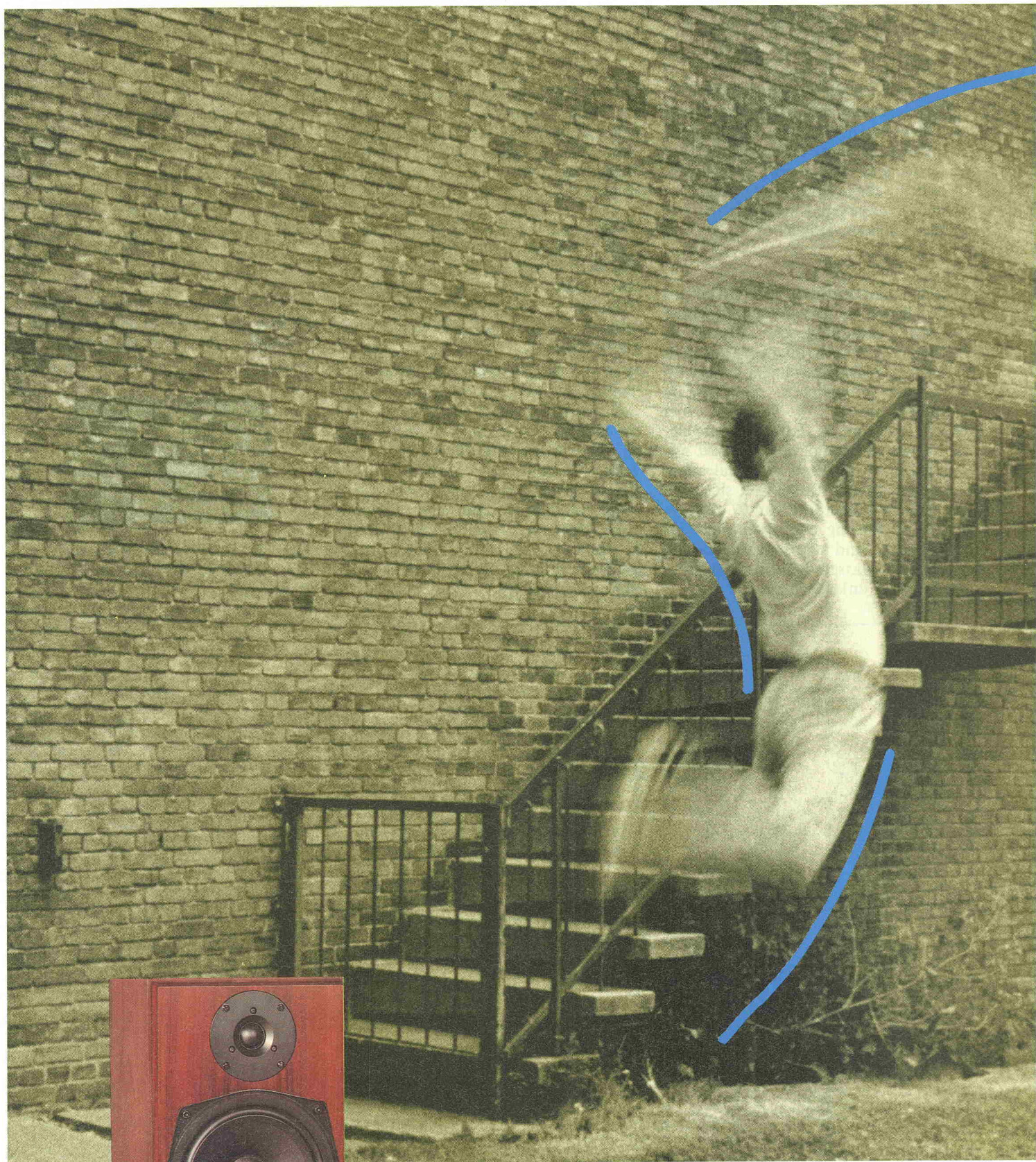


Hier der im Text erwähnte aktive Subwoofer mit 80 W Leistung und Pegelregler.



Bei der Anfertigung des Spannrahmens sollte vorsichtig zu Werke gegangen werden: 20 mm 'Fleisch' auf beiden Seiten sind nicht sonderlich stabil.









# Auf die Plätze . . .

## Fertig . . .

## Start

Ralf Hülsenbusch

**F**alls Alexis oder J.R. jemals in die Lage kommen sollten, sich eine HiFi-Anlage selbst kaufen zu müssen (aber in diesen Kreisen kauft man nicht selbst, man läßt kaufen!), so wird es sicher keine Beschränkungen geben — weder vom Preis her, noch von der Größe. Denn im Fernsehen 'wohnt' man nicht einfach — man residiert.

Doch die 'Glotten-Träume' sind das eine Ding — und das Elch-Regal zu Hause ist das andere. Hier auf dieser Seite des Lebens muß man darauf achten, daß die HiFi-Box in besagtes Regal hineinpaßt oder doch zumindest eine Aufstellung im Raum möglich ist, die einem den täglichen Hindernislauf erspart. Trotzdem möchte man nicht auf die Klangqualität verzichten, die von der heimischen Anlage dank technischer Weiterentwicklung geboten wird. Wenn dann im Selbstbau ein optischer Eindruck jenseits der Spanplatten-Ästhetik erreichbar ist, der sich auch noch harmonisch in die Wohnumgebung einfügt, so rückt ein solches Angebot sogar in den Bereich des Machbaren.



## Die Technik

Prinzip	2-Wege-Baßreflex
Belastbarkeit	100 W (Nenn)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	88 dB
Übernahme- frequenz	2,2 kHz
Volumen (innen)	16 l
Außenmaße	Höhe 450 mm Breite 238 mm Tiefe 240 mm
Entwickler	Dr. Hubert
Preise	
je Box / Bausatz	ca. 230 DM
/ Holz	ca. 80 DM

## Die Teile

<b>Holz</b>	nach Zeichnung
<b>Chassis</b>	
Procus 801	
Procus 101	
Baßreflexrohr	Lorac BR 70/2 80 mm lang
<b>Frequenzweiche</b>	
L1	0,6 mH
L2	0,2 mH
L3	0,25 mH
C1	15 µ Folie
C2	10 µ Folie
C3	8 µ2 Folie
C4	15 µ Folie
R1	10R/9 W
R2	2R2/9 W



Die Bestückung der Procus-Start.



Deutlich zu sehen: Die Chassis sind sauber in der Frontplatte versenkt.

Das Konzept des Procus-Start-Lautsprechersystems bemüht sich, einigen Wünschen gerecht zu werden. Um die Aufstellungsprobleme in den Griff zu kriegen, hat der Hersteller eine Größe gewählt, die sich bei einer Höhe von 450 mm und einer Tiefe von 260 mm in die meisten Regale einfügen lassen dürfte. Wer sich jedoch für die bessere Lösung entschließt, und die Lautsprecher frei im Raum aufstellt, der sollte die Box auf den Lautsprecherständer stellen, welcher recht einfach nachzubauen ist, aber auch komplett erworben werden kann.

**L**autsprechergehäuse bestimmen durch ihr Volumen und Eigenschwingverhalten die Klangqualität entscheidend mit. Bei kleineren Gehäuseflächen läuft man nicht so leicht Gefahr Klangbildverschiebungen durch Eigenschwingungen zu erhalten, wenn man auf sorgfältige Verarbeitung achtet. Für die 'Start'-Boxen werden 19 mm starke MDF-Platten empfohlen. Der Aufbau ist weitgehend un-

kritisch. Nur für eine optisch und mechanisch einwandfreie Befestigung des Tief-Mitteltöners sollte in der Frontwand mittels einer Fräse oder eines Stechbeitels eine passende Absenkung vorgenommen werden. Zur Bedämpfung der Seiten- und Rückwände verwendet man Noppenschaumstoff, etwa Hogofon vom Typ PZ2048.

Wer nicht so gerne Holz bearbeitet, kann sich durch folgende Fertig-Varianten die Arbeit erleichtern:

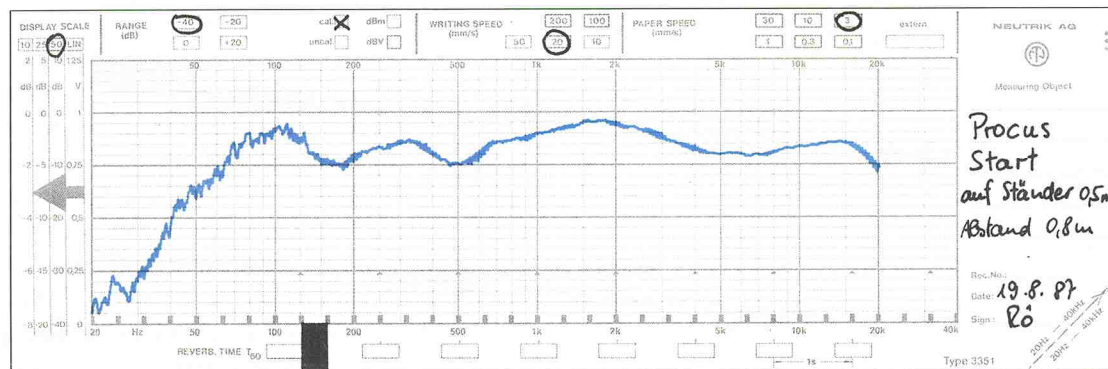
- MDF-Ständer, schwarz lackiert
- Gehäuse-Zuschnitte, MDF roh, mit allen Ausfräsungen
- Fertig-Gehäuse, Eiche roh
- Fertig-Gehäuse, Santos-Palisander

**I**m elrad-Sonderheft extra 3 wurde der Tief-Mitteltöner Procus 801 bereits vorgestellt. Er ist Bestandteil des Procus 'Fidibus', wurde dort jedoch als Baß-Lautsprecher einge-

setzt. Im Gegensatz zum dort verwendeten Konzept arbeitet der Lautsprecher hier im Tief-Mittelton-Bereich. Die Tieftonabstrahlung wird beim 'Start' durch eine Baßreflexöffnung von 72 mm Durchmesser unterstützt.

Der 801 ist ein Langhubsystem mit 16 mm Wickelhöhe der Schwingspule. Bei einer Polplattendicke von 6 mm ergibt sich ein linearer Hub von 10 mm (nach Herstellerangaben). Die Pappmembran mit Plastiflex-Coating verdaut so auch eine kräftige Tiefton-Dy-

Die leichte Welligkeit im Frequenzgang ist — bezogen auf Preis und Aufwand — als akzeptabel zu betrachten.



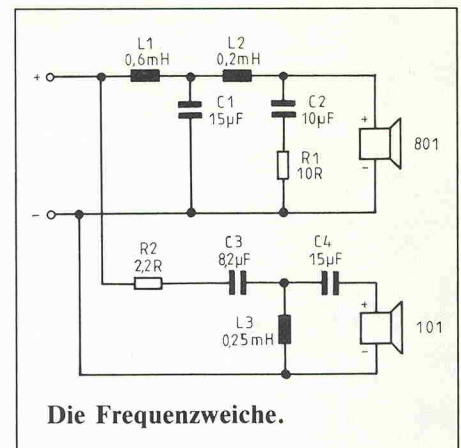


namik. Die für einen Tieftonlautsprecher geringe Abstrahlöffnung von 150 mm (Kegeldurchmesser) eignet sich eher für einen Einsatz in kleineren Räumen. Echte Bässe kommen dann erst bei mittlerer Lautstärke zur Geltung.

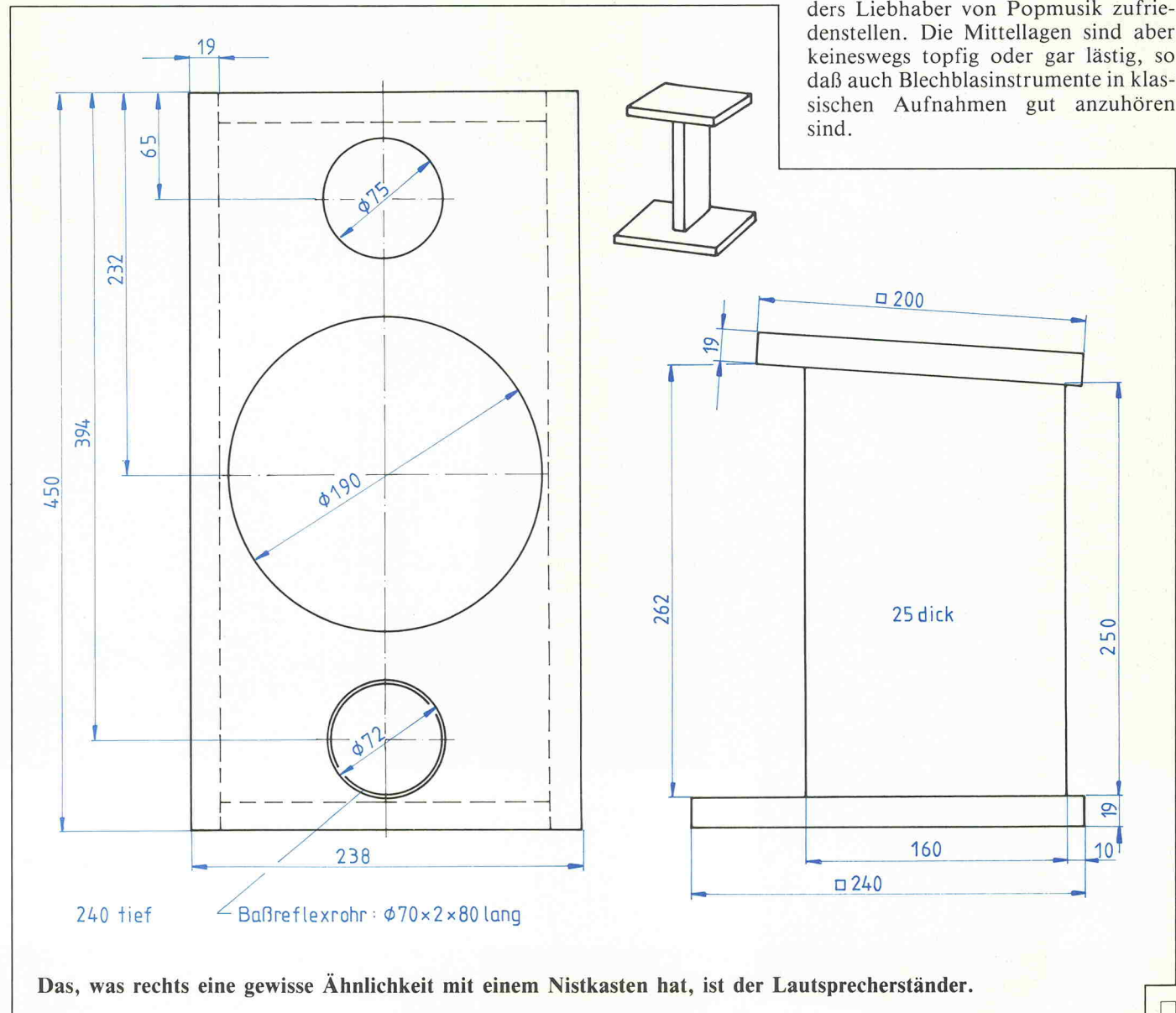
Das Hochtensystem Procus 101 feiert in dieser Box Premiere; also eine echte Neuentwicklung. Die 25 mm Gewebekalotte wird von einer massiven Aluminium-Frontplatte getragen. Der Luftspalt ist mit Ferrofluid ausgefüllt, was eine bessere Wärmeabfuhr und bessere Resonanzdämpfung bewirkt. Der Polkern des Hochtöners ist durchbohrt. Hinter dem Magnetsystem befindet sich ein zusätzliches bedämpftes Volumen, was zu einer sehr niedrigen Eigenresonanz von etwa 900 Hz führt.

Der Hochtöner kann daher schon ab 2 kHz eingesetzt werden.

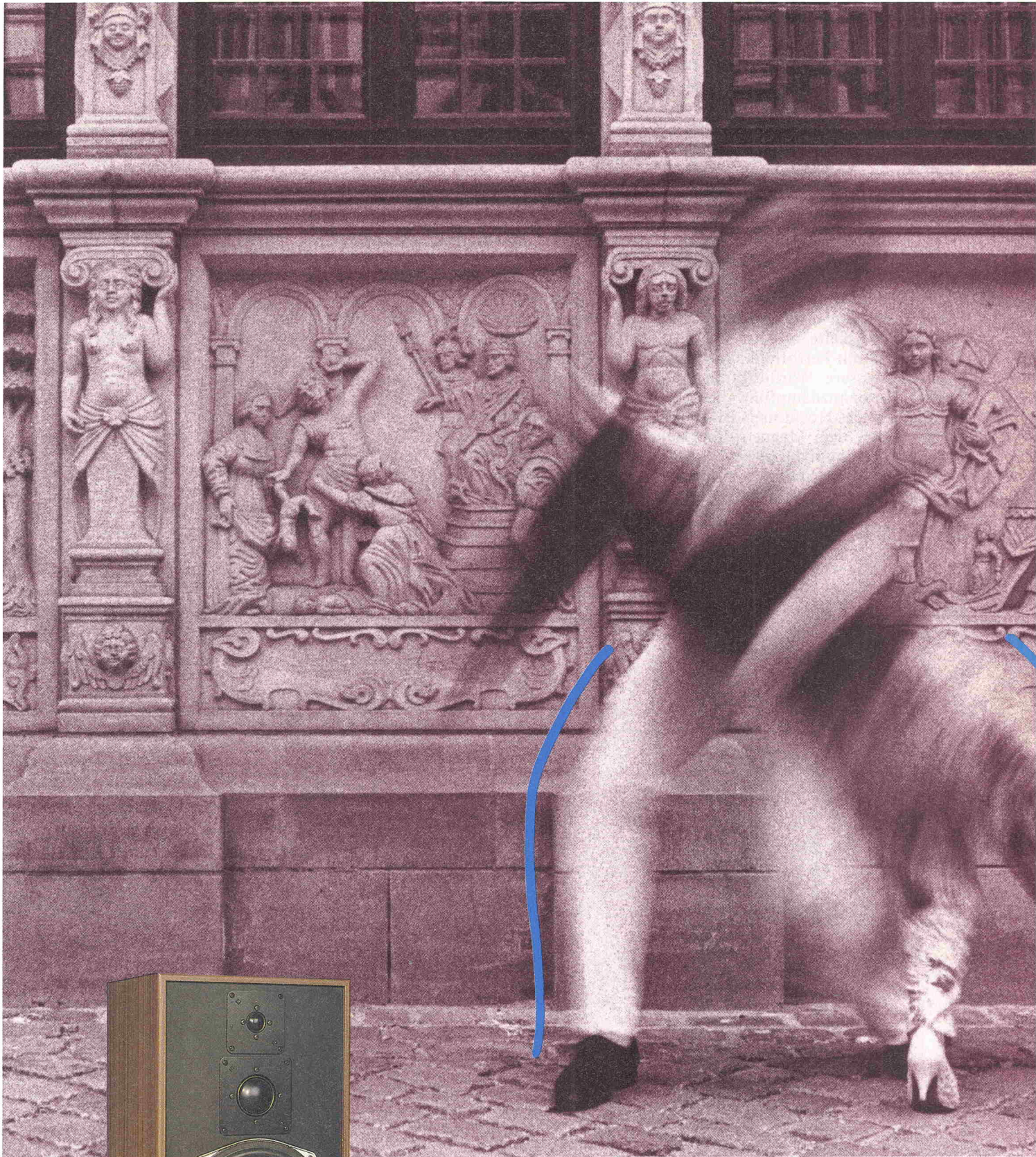
Jeder Konstrukteur von Selbstbau-Boxen weiß, wie ausschlaggebend die Frequenzweiche ist. Konsequenter hat man bei Procus hierauf besondere Aufmerksamkeit verwendet. Hochwertiges Baumaterial, Folienkondensatoren und Luftspulen mit großem Drahtquerschnitt (also geringen Leistungsverlusten) sorgen für einen Ausgleich des geringen Gehäusevolumens von nur 16 l. Die Weiche wurde mit einer Flankensteilheit von 18 dB/Okt konzipiert. Zusätzlich wurde zur Linearisierung des Impedanzanstiegs beim Tieftöner ein Korrekturglied eingefügt. Mit der Gesamtkonstruktion wird eine Grenzfrequenz für den Tieftonbereich von 70 Hz erreicht.



Die Procus 'Start' liefert in den typischen Höhen- und Tiefenbereichen eine differenzierte Klangwahrnehmung; sie dürfte besonders Liebhaber von Popmusik zufriedenstellen. Die Mittellagen sind aber keineswegs topfig oder gar lästig, so daß auch Blechblasinstrumente in klassischen Aufnahmen gut anzuhören sind.











# ... ins Regal gefaltet

Peter Röbbke

**D**er zweite Vertreter der Kategorie 'schnörkellose Regalbox' ist Heco mit der Bauanleitung Gamma. Hier wird erkennbar, daß dem eigentlichen Zweck eines Lautsprechers — der Musik-Wiedergabe — die absolute Priorität eingeräumt wurde. In zweiter Linie achtete man auf den Preis und erst an letzter Stelle spielte die Optik eine Rolle. Aber selbst den Wettkampf 'Design gegen Preis' gewann die Eichen-Imitat-Oberfläche des Hados-Faltgehäuses. Wahrscheinlich hatte der Entwickler die Erfahrung im Hinterkopf, daß die meisten Lautsprecher-Gehäuse — wenn sie denn überhaupt zwischen zwei Regalbretter passen sollten — von allen Seiten so zugestellt werden, daß von vorn eh' nur noch der Bespannstoff zu sehen ist; jeder Design-Gedanke also verschwendet wäre.



### Die Technik

Prinzip	3-Wege-Box, geschlossen
Belastbarkeit	90 W (DIN)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	85 dB/ 1 W/ 1 m
Übernahmefrequenzen	350 Hz/ 4 kHz
Volumen(innen)	50 l
Außenmaße	Höhe 580 mm Breite 320 mm Tiefe 280 mm
Entwickler	Heco

### Die Teile

<b>Holz</b>	nach Zeichnung
<b>Frequenzweiche</b>	
<b>Spulen</b>	
L1	3,8 mH Glockenkern
L2	1,0 mH
L3	2,5 mH
L4	0,35 mH
<b>Kondensatoren</b>	
C1	47 $\mu$ / Elko bipolar
C2	6,8 $\mu$ / Elko bipolar
C3	3,3 $\mu$ / Elko bipolar
<b>Widerstand</b>	
R1	4R7/ 5 W
<b>Chassis</b>	
	Tiefton TC 250
	Mittelton KC 52
	Hochton KC 25

Konsequent zu Ende gedacht hieße das, daß man auch besagte Eichen-Imitat-Oberfläche noch weglassen und sich ganz dem naturbelassenen, spröden Charme der rohen Spanplatte hingeben könnte. Nun gut — glücklicherweise ist die Behandlung der Holzoberfläche einer Box für den späteren Klang nicht so entscheidend — und jeder Nachbauer mag spachteln, lackieren und schleifen — oder auch nicht.

**B**eim Tieftonchassis handelt es sich um den bewährten Typ TC 250 mit Stahlblechkorb und Pappmembran sowie Alu-Schwingspulenträger (37 mm  $\varnothing$ ). Die Schwingspule ist zweilagig ausgeführt und hat eine Wickelhöhe von 13 mm.

Der Kalottenmitteltöner KC 52 hat eine Kunststoffmembran und ebenfalls einen Alu-Schwingspulenträger, der jedoch nur einlagig in einer Höhe von 4 mm bewickelt ist. Bemerkenswert ist jedoch der Durchmesser der Schwingspule: 51 mm.

Nahezu die gleichen Merkmale weist auch der Hochtöner KC 25 auf. Lediglich die Maße sind andere: Der

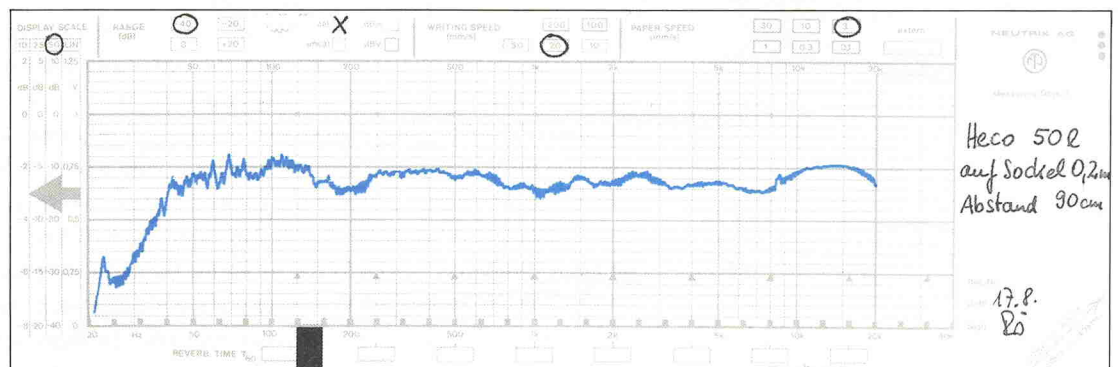


Die Mitteltonkalotte hat hinter der Membran ein bedämpftes und definiertes Luftvolumen. Hier ist der Plastikdeckel und die Schaumstoff-Dämpfung entfernt.

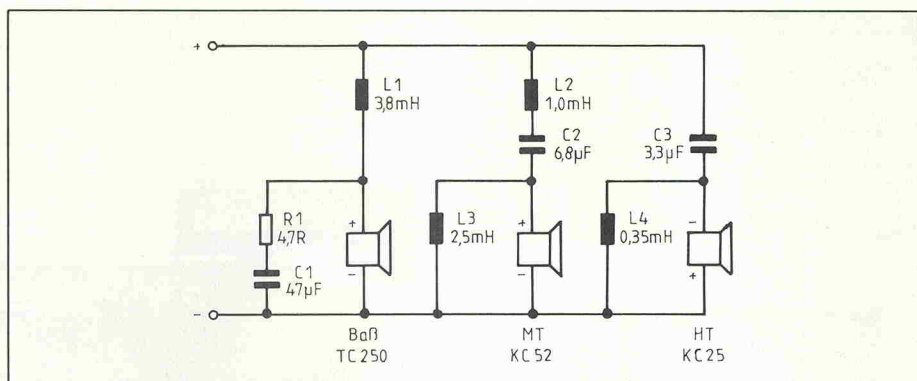
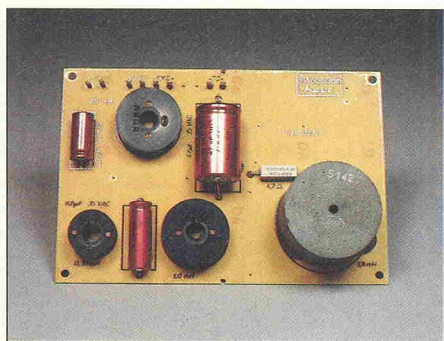


Der komplette Bausatz, wie er sich nach dem Öffnen der Verpackung präsentiert.

**Der Höreindruck bestätigt den Schrieb: Pop von 40 Hz bis 20 kHz.**







Die Frequenzweichen-Platine (links) und die zugehörige Schaltung (oben).

Schwingspulendurchmesser beträgt 25 mm und die Membran ist natürlich kleiner. Bei beiden Chassis ist die Membran mit einem stabilen Alublech verklebt, an dem auch der Magnet angeschraubt ist. Die Schwingspulen-drähtchen führen jeweils zu Lötösen, welche intelligenterweise von beiden Seiten zugänglich sind: Von hinten wird die Verdrahtung angelötet, und von vorn ist soviel Kontaktmaterial zu sehen, daß eine Meßspitze angelegt werden kann; eine nützliche Kleinigkeit bei der Fehlersuche.

Rückwand im Bereich des Tieftondurchbruches mit vier Schrauben zu befestigen. Zur Befestigung der Frequenzweiche sind Unterlegscheiben aus Kunststoff, Pappe oder ähnlichem Material zu verwenden. Beim Festschrauben sollten Sie darauf achten, daß keine Verspannung auftritt. Wichtig ist, daß der mit einem '+' Zeichen gekennzeichnete Chassisanschluß mit der entsprechenden mit '+' gekenn-

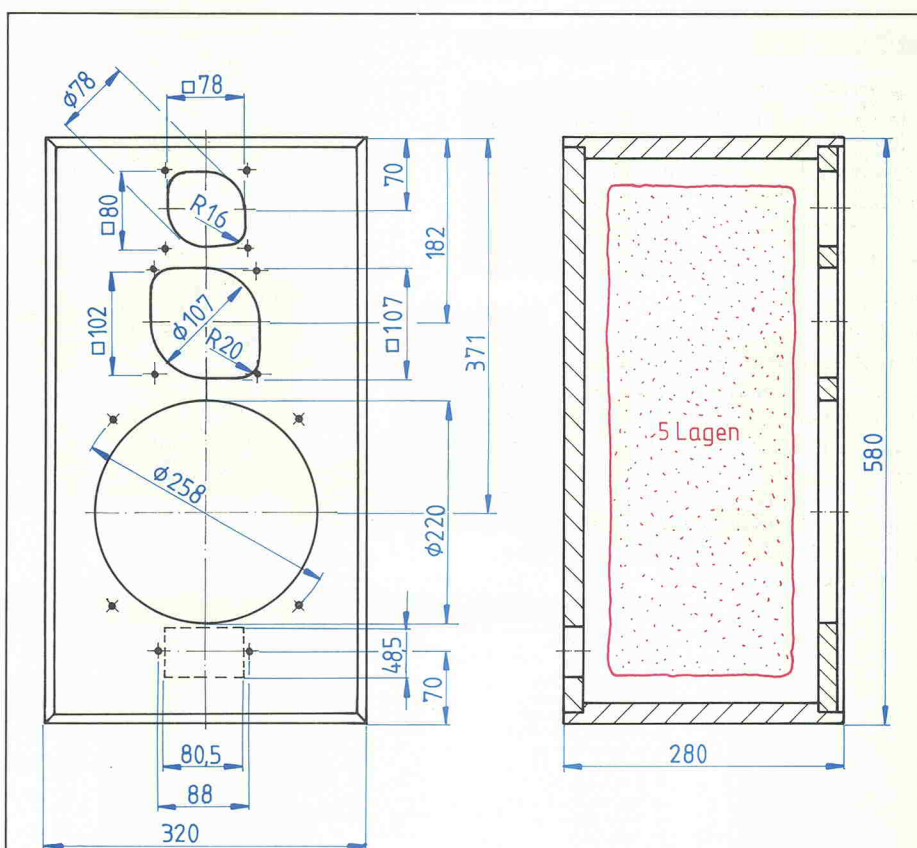
zeichneten Stelle der Weiche verbunden wird. Die Länge der Verbindungskabel sollte so reichlich bemessen sein, daß die Chassis außerhalb des Gehäuses mühelos angelötet werden können. Je Box sind fünf Lagen Dämmmaterial vor Befestigung der Schallwand locker in den Innenraum des Gehäuses einzulegen. Es darf keinesfalls unter Druckanwendung in das Gehäuse gepresst werden.

**A**uch die Frequenzweiche glänzt mit schnörkelloser Gradlinigkeit: Tiefpaß, Bandpaß, Hochpaß — jeweils mit 12 dB/Okt und fertig aufgebaut auf einer Platine.

Heco reklamiert hier mit diesem Bausatz keine (wie auch immer begründbare) besondere Lautsprecher-Philosophie, sondern schlicht den Anspruch, für wenig Geld eine solide und haltbare Box vorzustellen.

**G**emäß der Zeichnung ist bei Verwendung des Hados-Faltgehäusebausatzes (L50) die Schallwand und die Rückwand mit den entsprechenden Aussparungen zu versehen. Sollten Sie das Gehäuse selbst bauen wollen, so finden Sie in dieser Zeichnung alle wichtigen Maßangaben. Gute akustische Ergebnisse sind mit hochverdichteten Spanplatten zu erzielen. Für diese Gehäusegröße sollten Sie eine Materialdicke von mindestens 19 mm wählen. Bei der Verleimung dieses Gehäuses sollte man mit dem Leim nicht sparen, vor allem an den offenen Materialkanten, da der Leim die Box dicht macht.

Es empfiehlt sich vor dem Einleimen, bzw. Verschrauben der Rückwand, die Frequenzweiche auf der Innenseite der

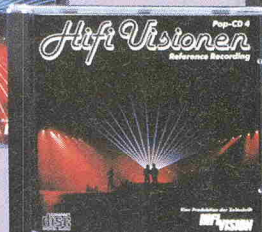
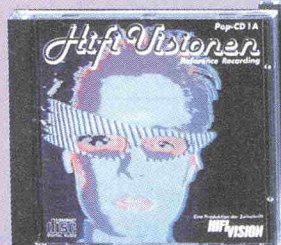
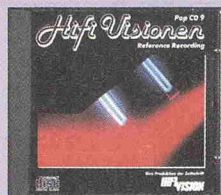


Wer das Gehäuse vollständig selbstbauen will, findet alle Maße in der Zeichnung; bei Verwendung des Hados-Faltgehäuses sind nur die Schallwandlöcher selbst auszusägen.



## Die neue Pop-CD 9:

„Captain Of Her Heart“ von Double – plus: Bee-Gees, Boy Meets Girl, Boomtown Rats, Godley & Creme, Hipsway, Rubber Rodeo, Phil Carmen, Elton John, Styx, Roger Hodgson, Joe Jackson und Eric Clapton.  
Mehr Information auf Seite 96.



## Die bisher erschienen Pop-CDs:

### Die Pop-CD 1 A:

Ein Evergreen von Peter Green – plus: Falco, Udo Lindenberg, Pet Shop Boys, Talk Talk, China Crisis, Thompson Twins, Kano, Emerson, Lake & Palmer und Tullio de Piscopo.  
Mehr Information in Heft 9/1985

### Die Pop-CD 2:

„Una Notte Speciale“ mit Alice – plus: Tina Turner, Falco, Udo Lindenberg, Corey Hart, Gerry Rafferty, Mike Oldfield & Roger Chapman, America, Jona Lewie, Camel und Scorpions.  
Mehr Information in Heft 4/1986

### Die Pop-CD 3:

Ein Plazebo von Gazebo – plus: Tina Turner, Falco, Queen, Princess, Pet Shop Boys, Talk Talk, Imagination, Hot Chocolate, Climax Blues Crisis.  
Mehr Information in Heft 9/1986

### Die Pop-CD 4:

As auf As mit Two Of Us – plus: Fleetwood Mac, America, Mr. Mister, Rick Springfield, Hall & Oates, Foreigner, Laura Branigan, Paul Hardcastle, Phil Collins, Nilsson, Udo Lindenberg und Peter Green.  
Mehr Information in Heft 12/1986

### Die Pop-CD 5:

„Blue Green“ von Yello – plus: Duran Duran, Tears For Fears, Kool And The Gang, Robert Plant, Phil Carmen, Bonker, The Honeydrippers, Talk Talk und Pete Townshend.  
Mehr Information in Heft 3/1987

### Die Pop-CD 6:

Ein Schocker mit Joe Cocker – plus: Steve Harley, Tina Turner, Kim Carnes, Pet Shop Boys, Bruce Cockburn, Chicago, Kate Bush, Roger Chapman, Falco und Foreigner.  
Mehr Information in Heft 5/1987

## Die neue Oldie-CD 6:

„Come On And Sing“ mit den Rattles – plus: Dave Dee, Dozy, Beaky, Mick & Tich, Julie Driscoll With The Brian Auger Trinity, The Walker Brothers, The Hollies, The Who, Cream, Bachman Turner Overdrive und Jimi Hendrix.  
Mehr Information auf Seite 97.



## Die bisher erschienen Oldie-CDs:

### Die Oldie-CD 1:

Ein Rocker von Joe Cocker – plus: Small Faces, Eric Burdon & The Animals, Flowerpot Men, Procol Harum, Them, Crispian St. Peters, Whistling Jack Smith, Los Bravos, Cat Stevens, Ten Years After, Leo Sayer und Thin Lizzy.  
Mehr Information in Heft 9/1986

### Die Oldie-CD 2:

„Feeling Alright“ mit Joe Cocker – plus: Smoke, John Fred & His Playboy Band, Move, Crispian St. Peters, John Mayall, Procol Harum, Eric Burdon & The Animals, T. Rex, Ten Years After und Peter Green.  
Mehr Information in Heft 12/1986

### Die Oldie-CD 3:

Mit dabei Humble Pie – plus: Easybeats, Creation, Amen Corner, Fleetwood Mac, Rupert Hine, Yardbirds und Small Faces.  
Mehr Information in Heft 5/1987

### Die Oldie-CD 4:

The Best of Albert West – plus: The Byrds, Gary Puckett & The Union Gap, Scott McKenzie, Albert Hammond, Billy Joe Royal, The Love Affair, Sailor, Leonard Cohen, The Three Degrees, Billy Swan, Blood, Sweat & Tears und Dave Brubeck Quartet.  
Mehr Information in Heft 7/1987

### Die Oldie-CD 5:

Fun mit The Gun – plus: The Love Affair, Georgie Fame, Blood, Sweat & Tears, The Byrds, Santana, Mike Batt & Friends, Sly & The Family Stone und Dave Brubeck Quartet.  
Mehr Information in Heft 7/1987



## – Sternstunden für die HiFi-Anlage



### Die Pop-CD 7:

Hits von den Nits – plus: Cock Robin, Santana, Boston, Herwig Mitteregger, Herbie Hancock, Billy Paul, Spliff und Europe.  
Mehr Information in Heft 7/1987

### Die Pop-CD 8:

Noch mehr Hits von den Nits – plus: Michael Jackson, Paul Young, Alison Moyet, Dee C. Lee, Sade, The Romantics, Toto, Oran „Juice“ Jones, Kansas, Wham! und Spliff.  
Mehr Information in Heft 8/1987.



### Die Klassik-Pop-CD 1

„Hot And Suite“  
Mit Jon Lord, The Nice, Michael Wehr und Harry Winkler & Classics.  
Mehr Information in Heft 8/1987.



### Die bisher erschienenen Klassik-CDs:

#### Die Klassik-CD 1:

Werke von Richard Wagner, Serge Prokofieff, Richard Strauss, Edward Elgar, Jacques Offenbach, Alexis Emanuel Chabrier, Carl Orff, Felix Mendelssohn-Bartholdy und Joaquin Rodrigo.  
Mehr Information in Heft 9/1985

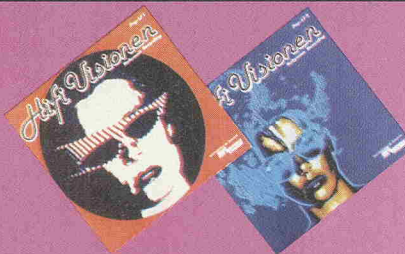
#### Die Klassik-CD 2:

„Encores“  
Roberto Szidon, Klavier  
Werke von Sergej Rachmaninoff, Wolfgang Amadeus Mozart, Frederic Chopin, Manuel de Falla, Franz Schubert, Johann Sebastian Bach, Johannes Brahms, Franz Liszt, Fritz Kreisler, Robert Schumann und Ludwig van Beethoven.  
Mehr Information in Heft 5/1987

#### Die Klassik-CD 3:

„Concerto Digital“  
Collegium Aureum, Franz Josef Maier  
Werke von Wolfgang Amadeus Mozart, Joseph Haydn, Ludwig van Beethoven, Franz Schubert, Luigi Boccherini, Georg-Friedrich Händel und Marc-Antoine Charpentier.  
Mehr Information in Heft 6/1987

### Die bisher erschienenen Pop-LPs und die Car-MC:



#### Die Pop-LP 1:

Mit Paul Young, Toto, Nits, Santana und Spliff.  
Mehr Information in Heft 9/1985

#### Die Pop-LP 2:

Mit Shirley Bassey, Mezzoforte, Talk Talk, Thompson Twins, Ennio Morricone, Kano, Falco und Emerson, Lake & Palmer.  
Mehr Information in Heft 9/1985



#### Die HIFI VISIONEN-Car-MC 1

(Musikkassette mit Spezialentzerrung für die Auto-Akustik)

Mit Paul Young, Nits, Toto, Santana und Spliff.  
Mehr Information in Heft 9/1985

### Bitte liefern Sie mir folgende HIFI VISIONEN:

<input type="checkbox"/>	Stück	Oldie-CD 1	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Oldie-CD 2	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Oldie-CD 3	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Oldie-CD 4	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Oldie-CD 5	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Oldie-CD 6	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 1 A	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 2	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 3	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 4	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 5	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 6	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 7	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 8	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 9	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Klassik-Pop-CD 1	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Klassik-CD 1	à DM 38,50 =	_____

<input type="checkbox"/>	Stück	Klassik-CD 2	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Klassik-CD 3	à DM 38,50 =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-LP 1	à DM 30,- =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-LP 2	à DM 30,- =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	CAR-MC 1	à DM 20,- =	_____

zuzüglich DM 3,- für Porto und Verpackung.

Die Auslieferung von HIFI VISIONEN erfolgt nur gegen Zahlungsnachweis. Bitte fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck (Euroscheck) oder den Einlieferungsschein einer Bareinzahlung auf das Postgiro Hannover, Konto-Nr. 9305-308 oder Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968, bei.

Vor- und Nachname \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

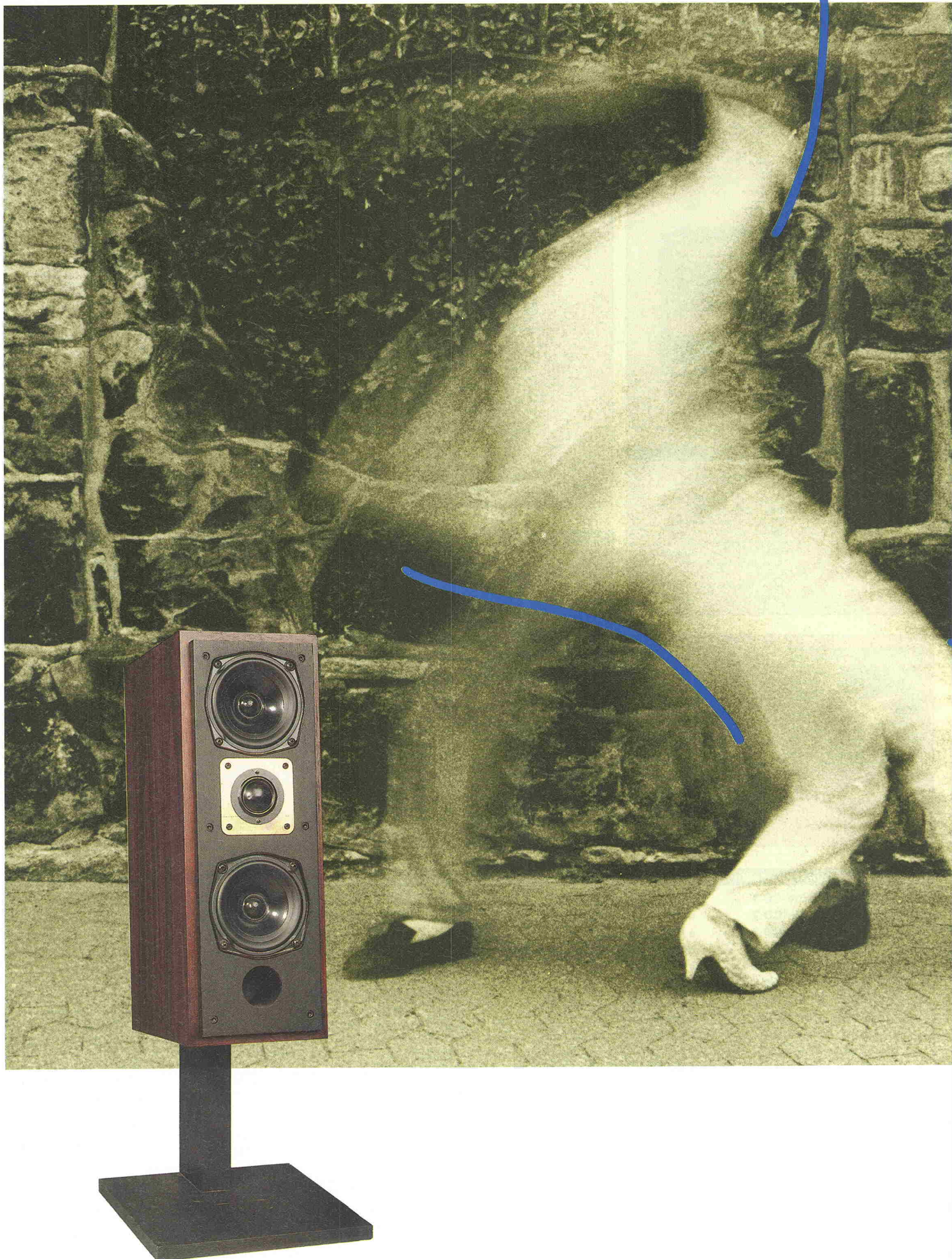
PLZ, Ort \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_ Unterschrift \_\_\_\_\_

Coupon an: Verlag Heinz Heise GmbH, Vertriebsabteilung, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61











# Toccata

Josef Tenbusch

**P**ate bei der Namensgebung dieser Box stand sicherlich die dorische Toccata von J.S. Bach, die mit ihren präludierenden Läufen harte Anforderungen an die Impulsfähigkeit und Wiedergabetreue eines Lautsprechers stellt.

Bei der Bauanleitung handelt es sich um einen Nachbau der bekannten Meridian Aktiv-Box, allerdings auf passiver Basis. Nachdem nämlich die noble englische High-End-Marke Meridian von der (vielleicht nicht ganz so noblen — dafür aber um so gesünderen) Firma KEF übernommen wurde, sind jetzt einige der englischen Bonbons auch für deutsche Selbstbauer erhältlich. Und da Meridian schon immer KEF-Chassis verwendet hat, ergeben sich auch von dieser Seite keine Probleme.

Obwohl äußerlich einer Dreiwege-Box ähnlich, trennt die Weiche nur auf zwei Frequenzbereiche auf. Ein 'doppeltes Lottchen' in Form eines B110-Duos versorgt den Mittelton- und Bassbereich, der T52 erledigt den Rest.



## Die Technik

Prinzip	2-Wege-Baßreflex
Belastbarkeit	100 W (Sinus)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	86 dB (1 W/ 1 m)
Übernahmefrequenz	2500 Hz
Volumen	ca. 19 l
Außenmaße	Breite 182 mm
	Höhe 514 mm plus Fuß
	Tiefe 336 mm

Um eine kräftige, trockene Tieftonwiedergabe zu ermöglichen, wurde auf das althergebrachte und vielfach bewährte Prinzip der Baßreflexführung zurückgegriffen.

Eifrige Leser der elrad-Boxenhefte haben sicherlich noch ältere Ausgaben zur Hand, in denen die akustischen Grundlagen ausführlich erörtert werden. Deshalb an dieser Stelle nur ganz kurz: Bei geschlossenen Gehäusen wird der in die Box abgestrahlte Schallanteil (durch die Rückwärtsbewegung der Membran) in Wärme umgewandelt. Dieser ansonsten unerwünschte Effekt — Anlaß für diverse Gehäuseresonanzen — wird jetzt zur Verstärkung der Baßwiedergabe genutzt, indem eine Öffnung in der vorderen oder hinteren Schallwand geschaffen wird, aus der der rückwärtig abgestrahlte Energieanteil phasenverschoben entweichen kann und zu einer Anhebung im Tieftonbereich führt.

**A**ls 'doppeltes Lottchen' sorgt der hochbelastbare KEF B110 SP1057 (150 Watt!) für einen entsprechenden Schalldruck. Das

## Die Teile

### Holz

19 mm MDF- oder Spanplatte nach Zeichnung

### Chassis

B110 SP1057 KEF (2 Stück)  
T52B SP1072 KEF

### Verschiedenes

Reflexrohr  $\varnothing 50$  mm, 94 mm lang  
Dämmwatte nach Zeichnung<sup>2</sup>  
4 m Verdrahtungskabel (2 mm<sup>2</sup>)

### Frequenzweiche

#### Spulen

L1	0,8 mH (0,11R)
L2	3,2 mH (0,33R)
L3	0,26 mH (0,19R)

#### Kondensatoren

C1	10 $\mu$ MKT
C2	3 $\mu$ 3 MKT
C3	4 $\mu$ 7 MKT

#### Widerstände

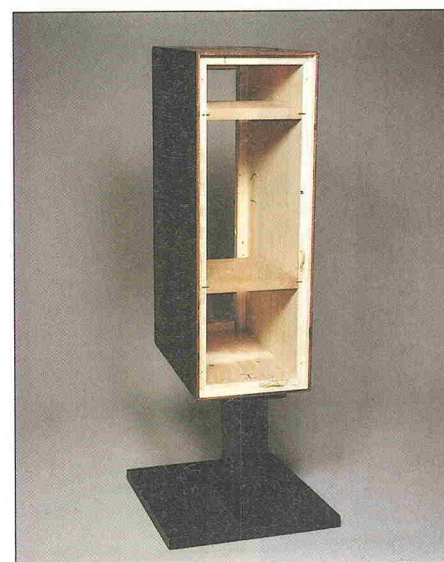
R1	68R/ 5 W
R2	1R5/ 9 W

Chassis gehört mit seiner maximalen Auslenkung von 12 mm zu den Langhubern in dieser Klasse. Seine maximale Betriebstemperatur (mehr als 30 Minuten muß er das aushalten können!) beträgt 250 Grad Celcius, was bei solchem enormen Arbeitsaufwand wohl auch nötig ist. Die Membran besteht aus Bextren und sorgt somit für die nötige Steifheit. Die für den Hochtonbereich zuständige Kalotte (T52) hat einen Durchmesser von 39 mm und ist mit dem schweren Magneten allein schon vom Äußeren her ein starkes Stück.

Die Membran besteht aus Melinex und ist für den Übertragungsbereich von 800 - 20000 Hz zuständig, was für einen Hochtöner schon eine beachtliche Auf-



Ein starkes Stück: Der Hochtöner T52 arbeitet ab 2,5 kHz.

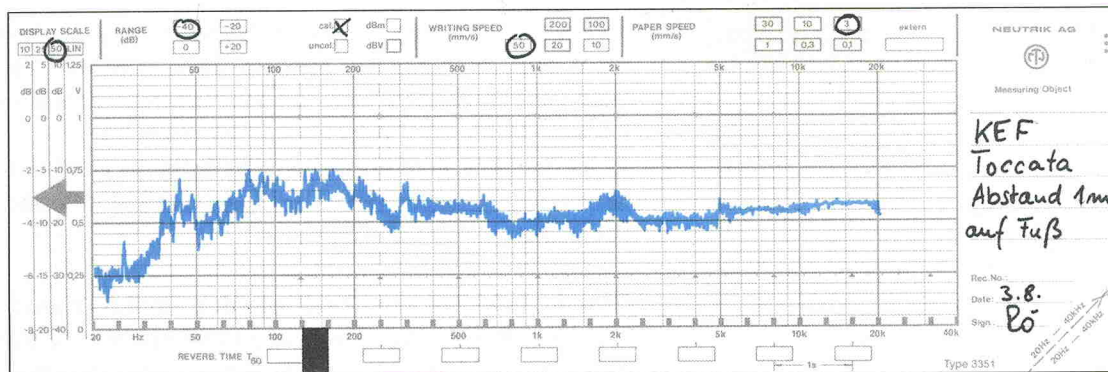


Von hinten ins leere Gehäuse geschaut ...

gabe darstellt. Der Frequenzschrieb zeigt aber deutlich, daß sich der Aufwand gelohnt hat.

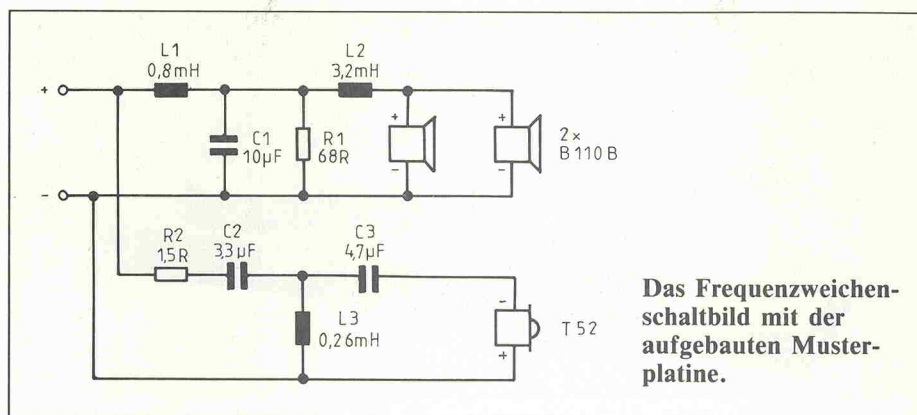
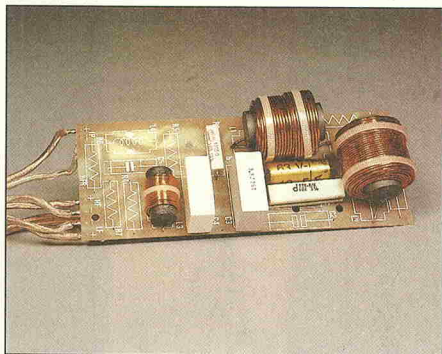
**A**ls Weiche steht ein 18 dB-Netzwerk zur Verfügung. Da der Aufbau relativ einfach gehalten wurde, konnten hochwertige Bauteile mit kleinen Toleranzen und Spu-

Einen so geraden Frequenzgang in den oberen Tonlagen bekommt man selten zu sehen ...





len mit niedrigen Widerstandswerten zur Bestückung verwendet werden. Die Trennfrequenz liegt bei ca. 2500 Hz.



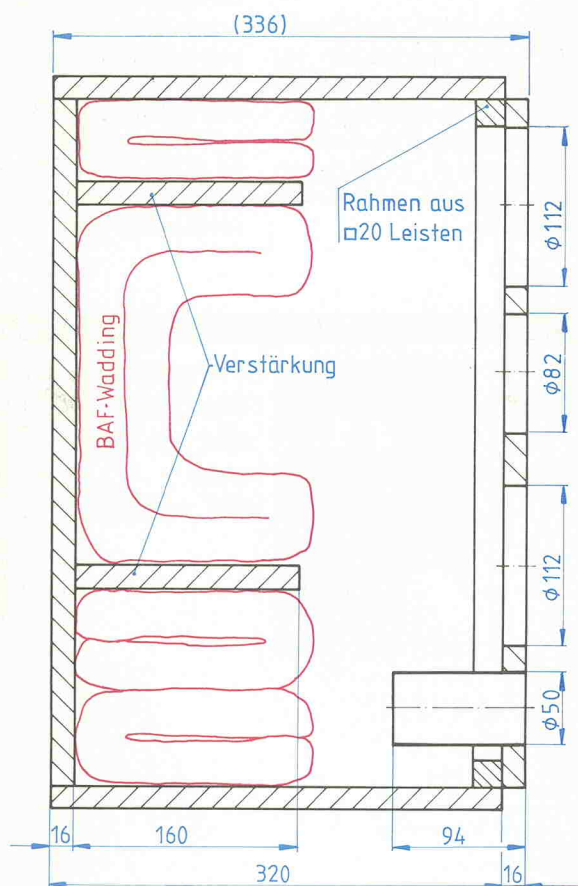
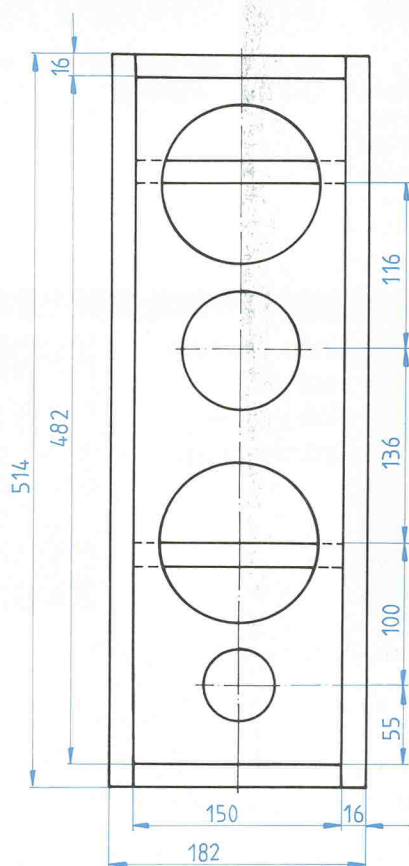
cherlich unproblematisch zu bewerkstelligen ist. Als Material dient 19 mm MDF- oder Spanplatte; der Zuschnitt erfolgt am besten direkt in einem Heimwerkermarkt.

Als erstes werden Seitenwände, Deckel und Boden miteinander verleimt. Auf diese Teile sollte man vorher die Leisten für die Befestigung der Schall- und Rückwand schrauben. Die Versteifungen fixiert man am sichersten

mit Holzleim, da Schrauben oder Nägel nur die Gehäusestruktur negativ verändern.

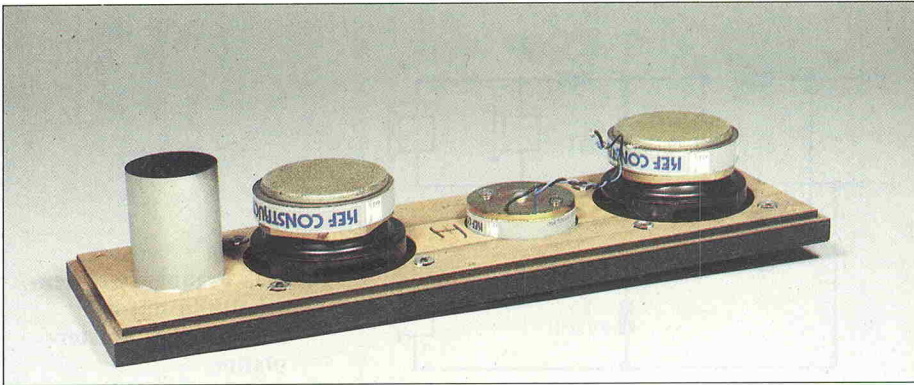
Für die Frontplattenausfräsung finden die dem Bausatz beigelegten Schablonen Verwendung: Um die Chassis plan mit der Front abschließen zu lassen, müßten diese eigentlich versenkt angebracht werden. Dies stellt allerdings die meisten Heimwerker vor eine nicht so schnell zu lösende Aufgabe. Ein

**B**etrachtet man sich die Zeichnungen und Gehäusefotos, so stellt der geübte Heimwerker fest, daß die Verwirklichung der Toccata si-



Man muß darauf achten, daß die Membranbewegungen der Tieftöner nicht durch Dämmwatte behindert werden. Auch der Weg zum Reflexrohr muß frei bleiben.





Die komplett aufgebaute Schallwand. Unser Muster wurde mit Gewindebuchsen und Schrauben am Gehäuse befestigt.

kleiner Trick hilft: Auf der Vorderseite wird eine zusätzliche Holzplatte von 3 mm Dicke mit entsprechenden Lautsprecher Ausschnitten befestigt.

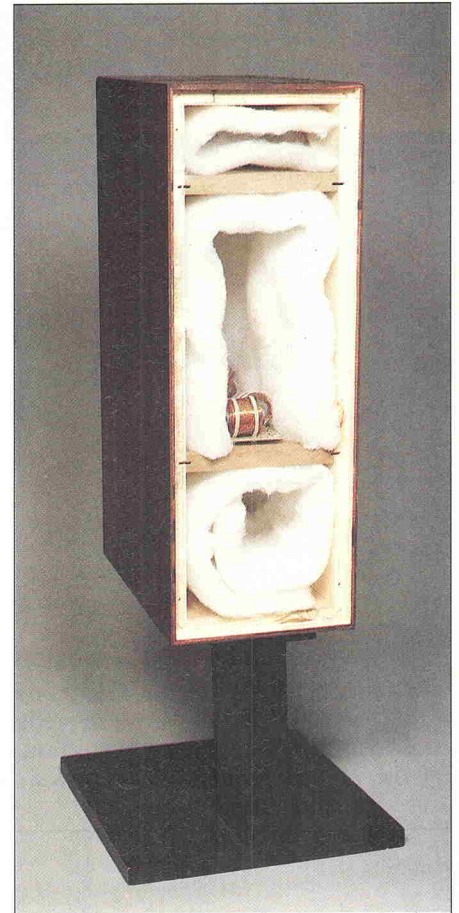
Die Chassis sind nun sorgfältig zu verschrauben, wobei die Unterleg-Gummis nicht vergessen werden dürfen, damit möglichst wenig Impulse an das Gehäuse weitergeleitet werden.

Nun sind Frequenzweiche, Anschlußklemmen und Chassis miteinander zu verbinden. Dabei ist besonders auf die richtige Polarität und sorgfältige Verlötlung zu achten. Bei den Kabellängen kann man ruhig etwas großzügiger sein, um spätere Eingriffe problemlos ausführen zu können.

Das Baßreflexrohr wird nun auf die richtige Länge gebracht und mit Kleber befestigt. Die Verteilung der Dämmwatte erfolgt nach den Angaben der Konstruktionszeichnung, wobei auf keinen Fall die Membranbewegung der Tieftöner beeinträchtigt werden darf.

Als Besonderheit wurde bei unserem Muster die Frontplatte mit Inbus-Schrauben befestigt. Entsprechende Gewindebuchsen und dazu passende Schrauben gibt es im Handel für Möbelbeschläge.

Für den Fuß können beliebige Platten und Formen verwendet werden, wobei ca. 30 cm Abstand vom Boden und ein Neigungswinkel von ca. 17-20 Grad einzuhalten ist



So wird das Dämmmaterial ins Gehäuse eingelegt.

**Kurz und bündig aber umfassend.**



Ein praktischer und leicht verständlicher Ratgeber für alle, die sich für F&A interessieren oder das Programm bereits einsetzen.  
Aus dem Inhalt:  
Leistungen im Überblick,  
Anleitung zur Datenverwaltung und Textverarbeitung,  
Befehlsübersichten,  
Tasten-Kommandos

Broschur, 120 Seiten  
DM 14,80  
ISBN 3-88 229-164-8

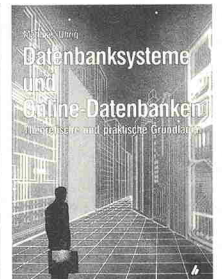
**Bringen Sie WordStar bei, das zu tun, was SIE wollen.**



Schon in der zweiten Auflage: das Standardwerk für das „Patchen“ von WordStar unter CP/M wie unter MS-DOS. Mit kompletter, ausführlich kommentierter Liste aller Anpassungsstellen (Labels) und ihrer Adressen für die CP/M-Versionen bis 3.3 und für die MS-DOS-Versionen einschließlich 3.45.

Broschur, 299 Seiten  
DM 49,80  
ISBN 3-88 229-127-3

**Information schafft Wissensvorsprung.**



Datenbanksysteme speichern und verarbeiten Informationen. Das Buch vermittelt Einblick in die Thematik und unterstützt Entscheidungen in allen Wirtschaftsbereichen. Am Beispiel dBASE III, dem Marktführer bei PC-Datenbanksystemen, werden die dargestellten theoretischen Aspekte verdeutlicht. Ein eigener Teil ist dem hochaktuellen Thema „Online-Datenbanken“ gewidmet.

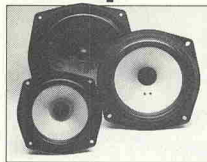
Broschur, 173 Seiten  
DM 36,80  
ISBN 3-88 229-133-8



Verlag  
H. Heise GmbH  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61  
Im Buch-, Fachhandel oder beim Verlag erhältlich.



## Lautsprecher

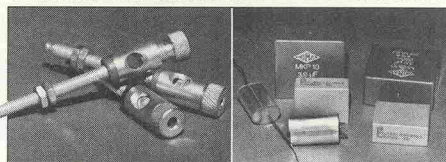


**DAVIS**  
Acoustics  
**Sonderposten**  
Begrenzte Stückzahl zum Top-Preis

<b>13 MV 5</b>	Baßmitteltöner mit Glasfaser-membran pro Stück auch als Mitteltöner mit Diffractionskegel pro Stück	<b>89.-</b> <b>99.-</b>
<b>17 MV 6</b>	Baßmitteltöner mit Glasfaser-membran pro Stück	<b>98.-</b>
<b>20 MC 8</b>	Reiner Baßlautsprecher mit Karbonmembran pro Stück	<b>130.-</b>

Weitere Sondertypen in unserem Listing. Außerdem ständig lieferbar: Chassis von **FOCAL** und **MOREL**.

## State of the Art – Zubehör



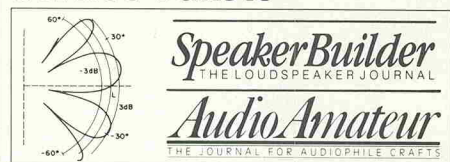
**FOCAL-Polklemmen** massiv Messing, Top-Qualität für große Kabelquerschnitte pro Satz (4 Stück) nur **18.-**

**Folienkondensatoren** von 0,47–120  $\mu$ F, handselektiert und gepaart.

**Luftpulen** mit minimalem DC-Widerstand.

Original **FOCAL-CONE TREATMENT** (Plastiflex, Butyl)  
**FOCAL-LS-Kabel**, 2,5 bzw. 4 mm pro Meter **1.80/3.50**

## Service-Pakete



**CASD** (Computer Aided Speaker Design)

Parameterbestimmung (mit Polardiagramm), Frequenzweichenberechnung (mit Kompensationsgliedern), Gehäuseoptimierung (closed / vented box)

**Publikationen:** *Speaker Builder* *Audio Amateur*

Insider-Literatur mit fundierten Fachartikeln, ausgefallenen Selbstbauprojekten und Grundlagenwissen. Auch ältere Ausgaben erhältlich.  
Pro Ausgabe **15.-**

# SCD

Speaker  
Components  
Distribution

Ausführliche Infoste mit Daten  
und Preisen gegen DM 2,40  
in Briefmarken bei

Christoph Westermann  
Plöck 75  
6900 Heidelberg

# EXTRA 5

# HiFi Boxen

selbstgemacht

Für DM 16,80 direkt vom Verlag  
gegen Vorauszahlung (V-Scheck) erhältlich.

Verlag Heinz Heise GmbH, Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61

## AUSGEWÄHLTE SPITZENTECHNIK

... zusammengefaßt in einem Katalog

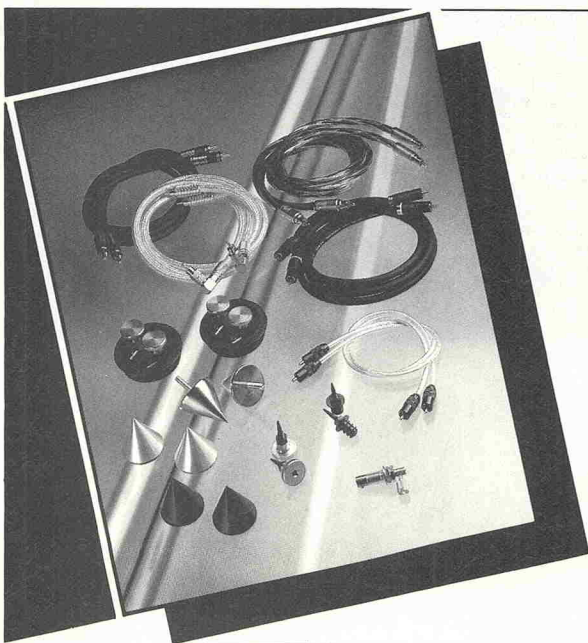
Lautsprecher-Selbstbau-Systeme, „vom Feinsten“ bis zum preiswerten und klangstarken Chassis.

Wir wissen, was wir verkaufen:

### elektroakustik stode

Bremervörder Str. 5 - 2160 Stade - Tel. (041 41) 8 44 42

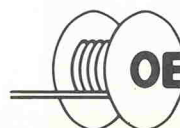
Den Katalog '87 gibt es kostenlos bei uns!



Bei Ihrem  
Fachhändler

## Das könnte Ihren Boxen so passen!

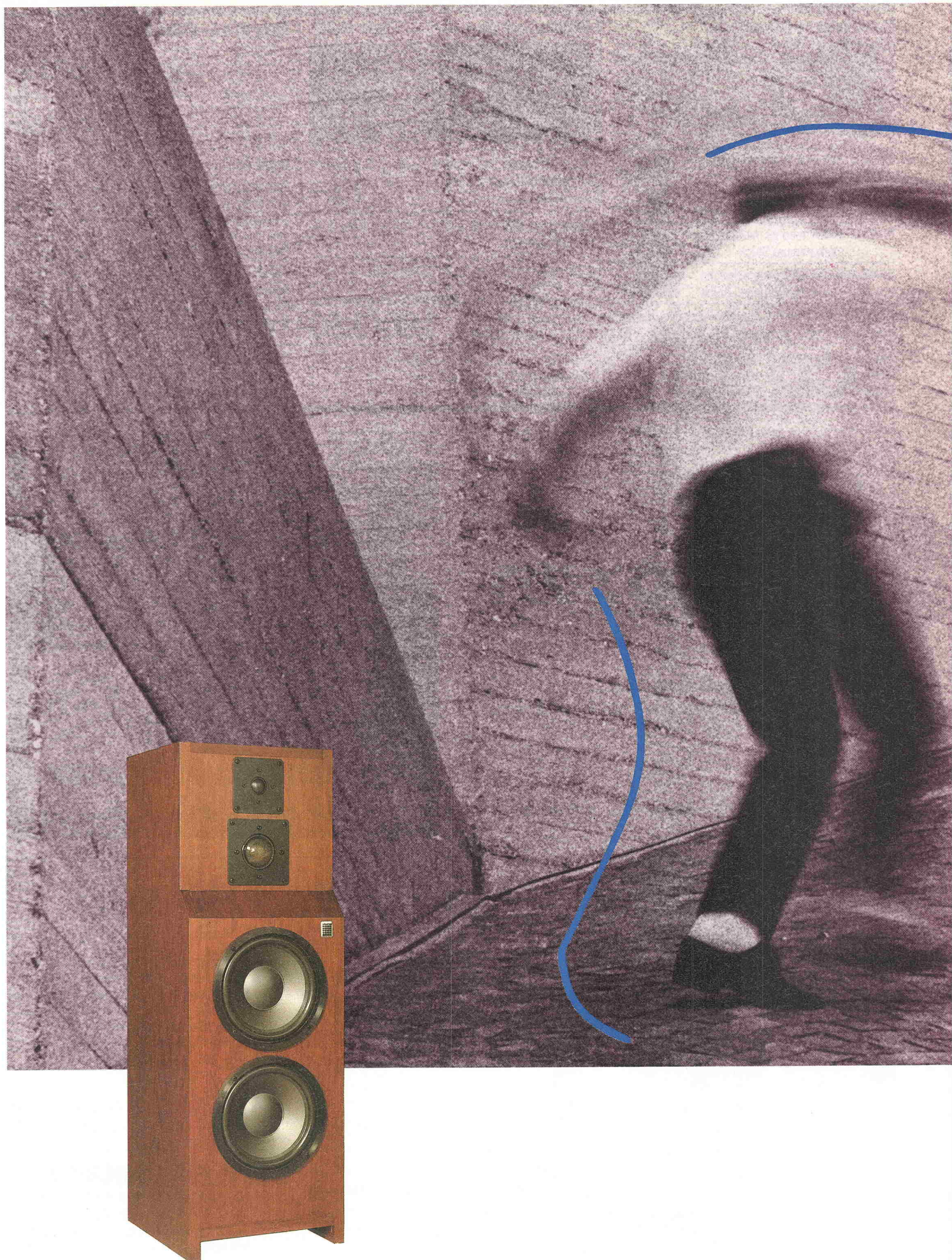
Das ausgereifte Programm vom Spezialisten: ● Lautsprecher-Spezialkabel ● NF-Spezialkabel ● Kabelsets ● hochwertige Stecker + Buchsen ● Optoelektronik ● HiFi-Zubehör von A bis Z



## OEHLBACHKABEL

Nancystraße 3a - 7500 Karlsruhe 21  
Tel. 0721/75 53 36 - Tx 7 825 229 okab  
Produktinformationen erhalten Sie kostenlos von unserer Abteilung B1









# Doppelter Hubraum

**B**ei jeder Lautsprecherentwicklung gibt es (manchmal bewußt und gewollt angestrebt, manchmal auch nur als Gedanke im Hinterkopf des Entwicklungsingenieurs) eine Hauptrichtung: Gute Baßwiedergabe, exzellente Mittenauflösung oder auch niedriger Preis. Das heißt nun natürlich nicht, daß andere Kriterien vernachlässigt werden dürften, aber das bewußte Quentchen Hauptgewicht liegt eben doch in einer bestimmten Richtung.

Bei der Entwicklung der Roma war es die Baßwiedergabe, die bezüglich Impulsverhalten, Wirkungsgrad und unterer Grenzfrequenz bei möglichst geringem Gehäusevolumen ein Optimum darstellen sollte. Darüberhinaus sollte sie aber auch mit einem natürlichen, freien und sehr gut auflösenden Klangbild aufwarten. Herzstück dieser Lautsprecherkombination ist die sorgfältig abgestimmte Frequenzweiche. Ein Gehäuse mit Laufzeitkorrektur im Mittelhochtonbereich und einer wohnraumangepaßten Baßreflexabstimmung sichert ein optimales Abstrahlverhalten im gesamten Übertragungsbereich.



## Die Teile

### Holz

19 mm Spanplatte oder  
MDF, nach Zeichnung

### Chassis

Hochtöner DTW 95 FFL (4 Ohm)  
Mitteltöner DMR 120 AW (8 Ohm)  
Tieftöner WSP 21 S (8 Ohm) 2 Stück

### Verschiedenes

Reflexrohr BR 13.25 (2 Stück)  
3 Beutel Dämpfungswatte  
Anschlußklemme PT 57NG  
Dichtungsmasse, Leim, Zierringe

### Frequenzweiche

#### Spulen

L1 9,4 mH, Luft  
L2 3,0 mH, Luft  
L3 0,6 mH, Luft  
L4 1,0 mH, Luft  
L5 0,4 mH, Luft

#### Kondensatoren

C1 68  $\mu$   
C2 33  $\mu$   
C3 15  $\mu$   
C4 3  $\mu$ 3

#### Widerstände

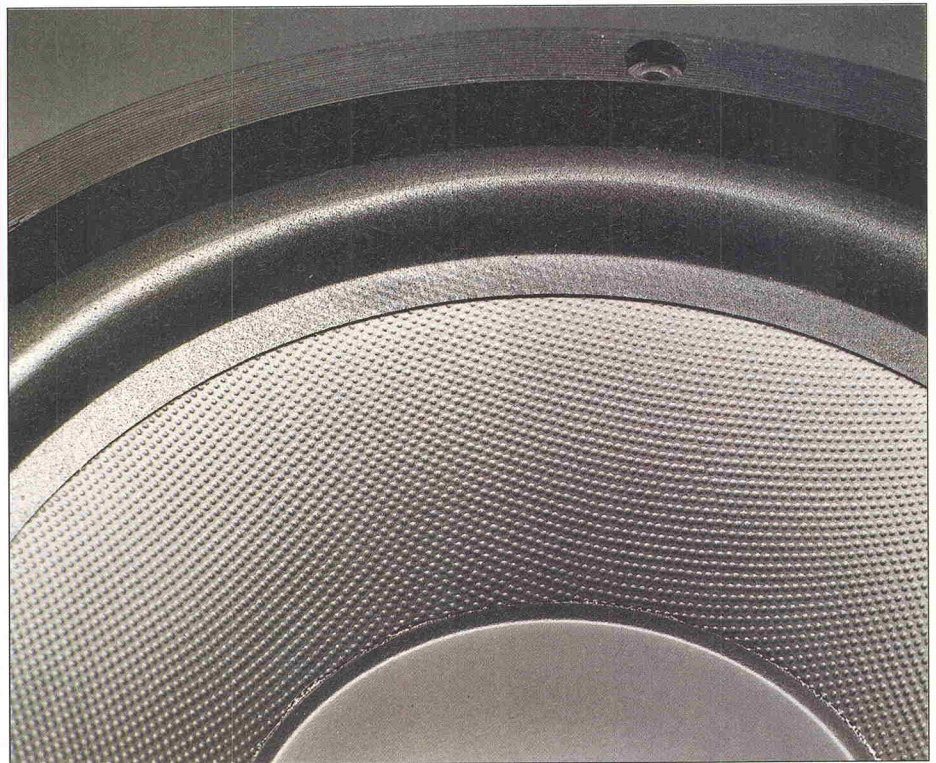
R1 2R2  
R2 22R

## Die Technik

Prinzip	3 1/2-Wege, Baßreflex
Nennbelastbarkeit	100 Watt
Musikbelastbarkeit	130 Watt
Impedanz	4 Ohm
Kennschalldruck	90 dB (1 W/1 m)
Übernahme- frequenzen	850/5000 Hz
Volumen (innen)	50 l
Außenmaße	Höhe 870 mm Breite 290 mm Tiefe 328 mm
Entwickler	Visaton



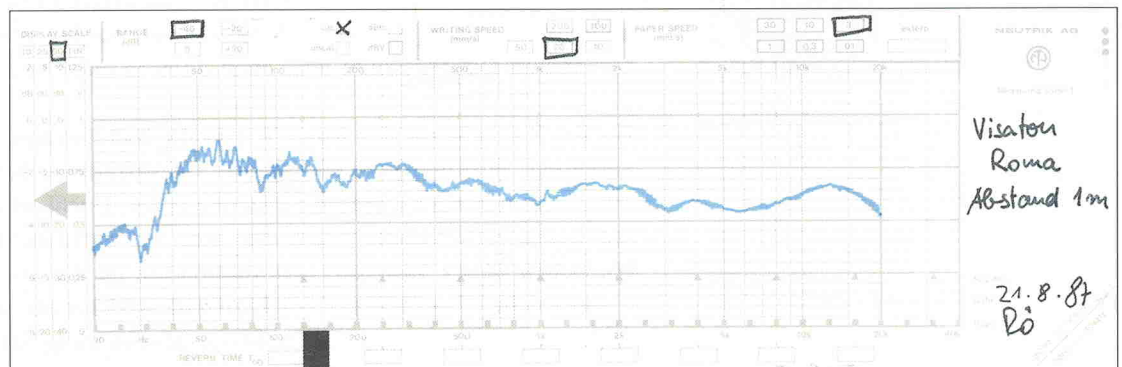
Zwei Baßchassis und je eine Mittel- und Hochtonkalotte stellen die Lautsprecher-Bestückung dar.



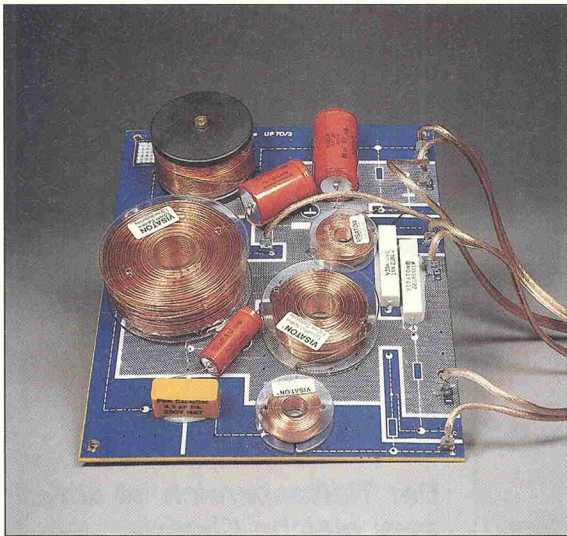
Hier ist die Membranoberfläche des Baß-Lautsprechers sehr schön zu sehen: mattglänzendes Polypropylen mit einer stabilitäts-erhöhenden Prägung.

Der Tieftonbereich ist auf zwei gleiche Chassis verteilt, wobei im Baßbereich beide arbeiten, im Tiefmitteltonbereich jedoch ein Chassis abgekoppelt wird. Der Effekt dieser Zusammenschaltung der beiden WSP 21 S im Baßbereich ist enorm. Auf den Halb-raum bezogen (also den normalen Wohnraum) ergibt diese Schaltung durch Membranverdoppelung im Baßbereich 6 dB mehr Schalldruck als bei der Verwendung von nur einem Chassis. Daß diese Schaltung praxisgerecht und sinnvoll ist, erkennt man, wenn man sich die Thiele/Small-Parameter des WSP 21 S näher ansieht.

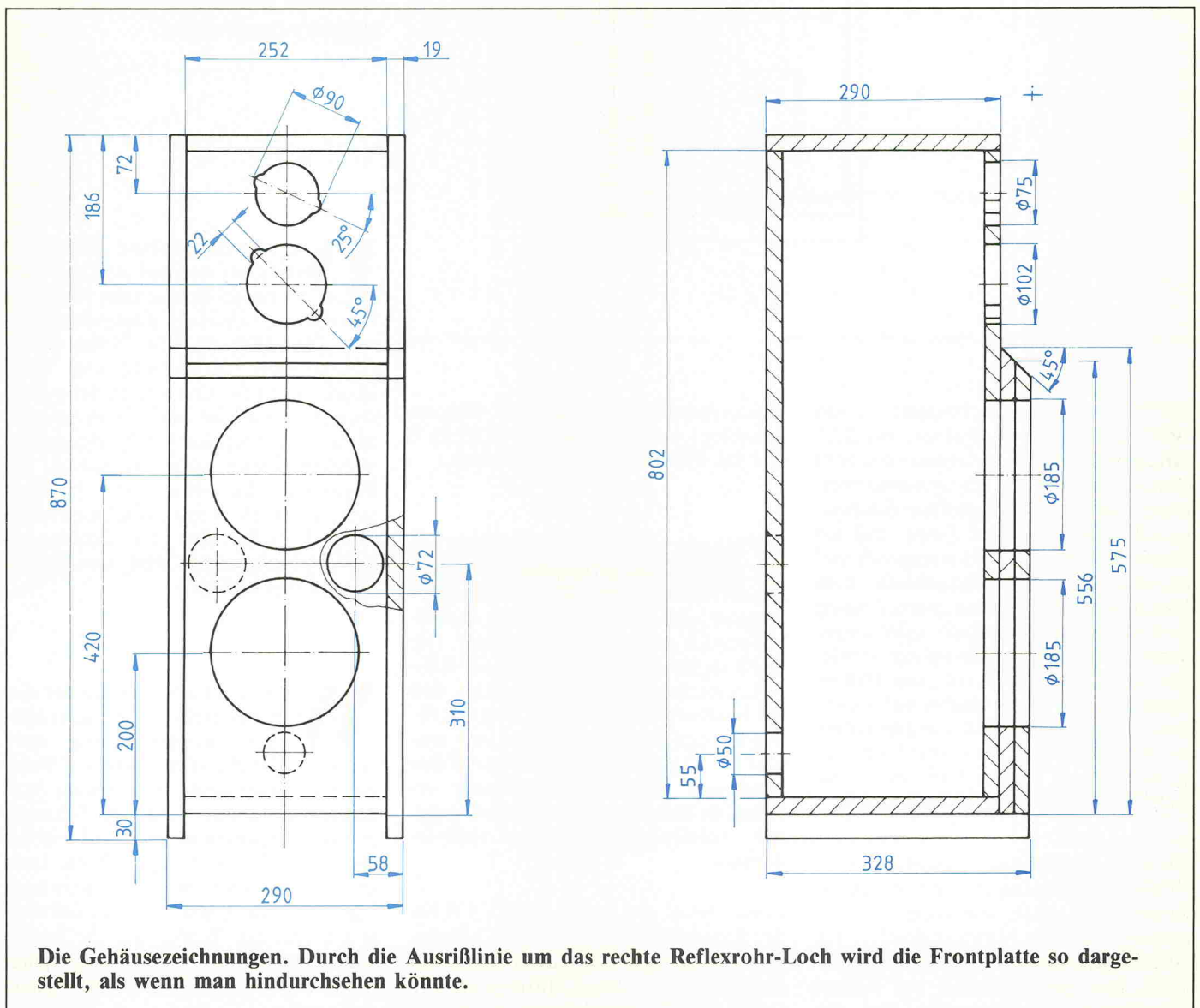
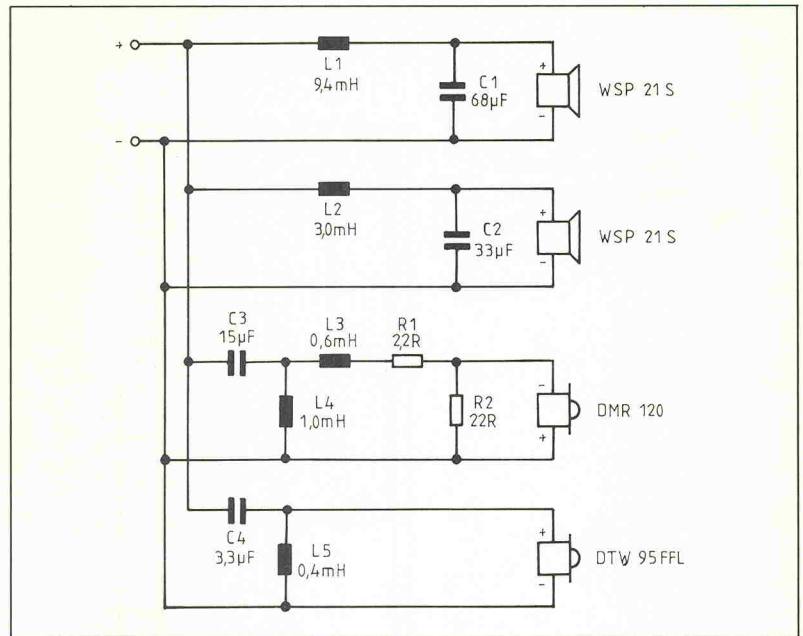
Die relativ starke Welligkeit im Frequenzgang ist eher ein meßtechnisches Problem als ein akustisches und bestätigt hier den Höreindruck ausnahmsweise einmal nicht.





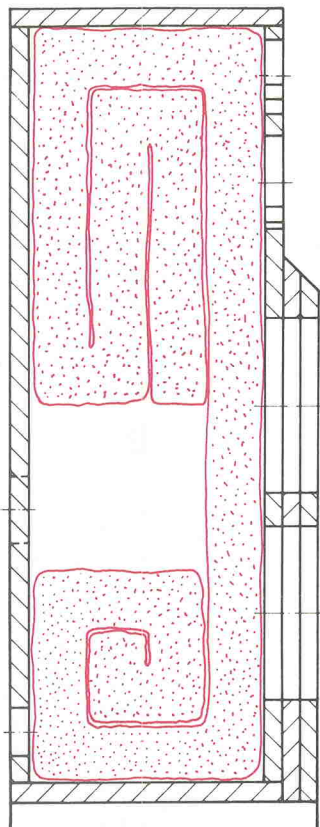


Das Frequenzweichen-Schaltbild und der Aufbau auf einer Visaton-Universalplatine (oben).





**Dämmplan. Die Dämpfungswatte wird so eingelegt, daß die Reflexrohre freiliegen.**



**E**ine Resonanzfrequenz von 27 Hz, ein  $Q_{ts}$ -Faktor von 0,21 und ein  $V_{AS}$ -Volumen von 105 l charakterisieren ihn als typischen Vertreter der stark bedämpften Baßlautsprecher. Dies hat zur Folge, daß ein einzelner WSP 21 S in einem optimal abgestimmten Baßreflexgehäuse zum Baßmitteltonbereich hin einen Anstieg im Frequenzgang aufweist, oder umgekehrt ausgedrückt, von seinem mittleren Kennschalldruck aus zum Baßbereich hin mit einem Abfall aufwartet. Auf den Klang dieses Lautsprechers bezogen heißt das: hervorragendes Impulsverhalten, jedoch fehlt es an der richtigen Lautstärke im Baßbereich.

Um auch bei geringen Lautstärken ein solides Baßfundament zu erhalten, kompensiert man normalerweise in diesem Fall den Mitteltonanstieg mit einem speziellen Impedanz-Korrekturglied. Das geht natürlich auf Kosten des Gesamtwirkungsgrades. Bei der

Roma jedoch wird ein anderer Weg beschritten, wobei die beiden WSP 21 S nur bis 150 Hz als 'Duo' arbeiten.

**D**ann wird der im unteren Teil des Gehäuses eingebaute Lautsprecher mit 12 dB/Okt abgekoppelt und überläßt den Baßmitteltonbereich seinem oberen Partner. Die Gehäusedimensionierung und die Baßreflexabstimmung sind so gewählt, daß die beiden WSP 21 S ihre Vorteile bezüglich des Impulsverhaltens voll ausspielen können. Die als Bessel-Filter ausgelegte Baßreflexabstimmung ermöglicht überdies eine soweit wie möglich wohnraumunabhängige Baßwiedergabe.

Lange bevor der zweite WSP 21 S bei der Schallabstrahlung bündeln könnte, übernimmt den Mitteltonbereich ab 800 Hz die 50 mm-Mitteltonkalotte DMR 120. Da sowohl vom Baßmittel-

töner als auch von der Mitteltonkalotte Impedanz-, Phasen- und Amplitudenfrequenzverlauf mit in die Frequenzweichendimensionierung eingegangen sind, ergibt sich hier ein Filter, das mit der allgemeinen Filtertheorie nicht mehr viel zu tun hat. Im Ergebnis jedoch haben wir nahtlose Übergänge und ein harmonisches Zusammenspiel der einzelnen Chassis.

**Der Tieftonbereich ist auf zwei gleiche Chassis verteilt, wobei im Baßbereich beide arbeiten, im Tiefmitteltonbereich jedoch ein Chassis abgekoppelt wird.**

**D**ie Mitteltonkalotte DMR 120 mit ihrer warmen und hochauflösenden Wiedergabe findet im Hochtongebiet einen passenden Partner: Die DTW 95 FFL. Diese ferrofluidgekühlte Hochtongkalotte übernimmt ab 5 kHz den oberen Frequenzbereich. Auch hier war im Übernahmebereich der Frequenzweiche einige Entwicklungsarbeit nötig, da sowohl die Parameter des Mittel- und Hochtöners, als auch frequenzgangbeeinflussende Eigenschaften der Schallwand, auf der sie montiert sind, berücksichtigt werden mußten.

**W**er sich beim Aufbau der Gehäuse nicht auf die ganz tolle Schreiner-Ausrüstung stützen kann, ist trotzdem nicht auf fremde Hilfe angewiesen. Die beiden Aufsatzbretter spannt man mit Schraubzwingen genau zusammen und arbeitet die 45°-Schräge heraus. Dann kann man die Platten so auf die Seitenwände legen, wie sie später auch im Gehäuse sitzen und den Winkel auf die Seitenwände übertragen. So passen später dann Front- und Seitenwände genau zueinander. □



## Home & Car Audio

### Isophon Lautsprecher

Frequenzweichen für:

T 440 - T 430 - T 420 sofort lieferbar.

### Valvo Lautsprecher

Lautsprecher Chassis führender Hersteller

Bauanleitungen anerkannter Spitzenboxen

Neuigkeiten aus ELRAD und ELEKTOR

AUTO HiFi Lautsprecher

Frequenzweichen und Bauteile

Selektierte Bauteile und Chassis gegen Aufpreis

Alles für den Boxenbau

Wir helfen beim Planen Ihrer Traumbox

Informationsmappe gegen DM 5.- (Schutzgeb.)

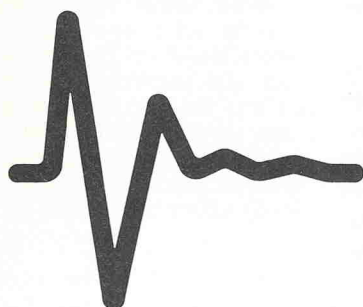
Sprechen Sie mit uns !

☎ (02841) 22704

**Radio Hagemann**

**4130 Moers 1**

**Homberger Str. 51**



# Veena

Lautsprecher-  
Bausätze  
Zubehör  
Audio-Komponenten  
Auto-Lautsprecher

Zitat aus:  
ELEKTOR plus 6

„Strebfrei und mit gehöriger Dynamik pumpte der Klangbau-Lautsprecher Richard Straußens Zarathustra in den Hörraum.“

„Hier wurde deutlich, daß die Veena neben Ausgeglichenheit bis in den tiefsten Baßkeller auch an stabiler Räumlichkeit so Einiges zu bieten hat.“

„Insgesamt stellt dieser Lautsprecher eine erschwingliche Alternative zu den Topmodellen der Fertigung dar, die außer dem Markenschild alle erkenntlichen Vorteile der die Spitzenplätze nationaler HiFi-Hitparaden belegenden geregelten Lautsprecher aufweist und somit den Beweis antritt, daß der Bausatz mittlerweile Ebenbürtiges zu bieten hat.“

## klangbau

Breite Str. 23 · 4800 Bielefeld 1 · Tel. (0521) 646 40

## WENN SIE MEHR ÜBER DEN BAU VON HIFI- LAUTSPRECHERN WISSEN WOLLEN, HIER STEHT ES!

Why is it so different?

BESSER BAUEN  
MIT CELESTION  
ULTRA-KONTROLLIERTE SYSTEME  
ULTRAACCURATE LASER TOPOGRAPHIC RESPONSE ANALYSIS

CELESTION  
INTERNATIONAL

Ausführlich und exakt werden hier Bausätze beschrieben, die jeder bauen kann und die sich hören und sehen lassen. Schließlich ist Celestion ein Name, der eng mit der HiFi-Lautsprecher-Entwicklung verbunden ist. Sie können davon profitieren.

Für nur 5 DM Schutzgebühr (Schein oder Briefmarken) und den ausgefüllten Kupon erfahren Sie, wie Sie Top-Lautsprecher selbst bauen können. Und dabei sparen Sie mehr, als sie jetzt hier ausgeben.

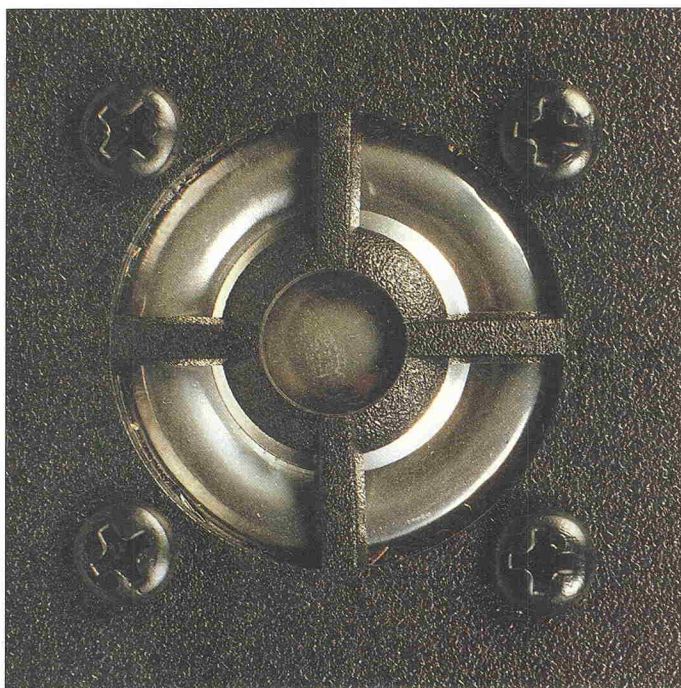
Name \_\_\_\_\_ ED 6  
Straße \_\_\_\_\_  
PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Celestion Industries GmbH  
Schäferstraße 22-24  
D-6780 Pirmasens

CELESTION  
INTERNATIONAL



# Mechanische Equalizer in Hochtonsystemen,



D.J. Schulz

**M**an sieht sie immer häufiger, die kleinen runden Dinger, mal mit Loch in der Mitte, mal ohne, einige mit zwei, andere mit drei, vier, sechs oder acht Beinchen drumherum.

Nein, nicht von Mutationen eines Insekts ist die Rede, sondern von kleinen Kunststoffteilchen, die vor Membranen von Hochtonsystemen montiert sind. Gerade bei modernen Metall-Kalotten-Hochtonsystemen, ganz egal, ob aus Aluminium, Dur-Aluminium, Titan oder Mehr-Metallgemischen, findet man kaum ein Exemplar, welches ohne diesen Equalizer, Stern, Streustern, Diffusor (oder welche Bezeichnung auch immer) auskommt oder angeboten wird.

Bei den standardmäßigen 'Soft-Dome'-Kalotten, die in den meisten Fällen über eine Membran aus Textilgewebe verfügen, ist das Plastikteilchen aber eher die Ausnahme.

Welche Aufgabe, welche Funktion hat denn nun dieses Teilstück eines Lautsprechersystems?

Die kleinen Metallkalotten verfügen mit ihrem schimmernden metallischen Glanz über einen Charme, der dazu verleitet, sie zu berühren. Da kommt der kleine Stern gerade recht, um Schlimmstes zu verhindern. Wie man weiß, reagieren die Metallfolien äußerst sensibel auf Verbeulungen. Leider gibt es immer überaus Interessierte, die mit ihren spitzen Fingern oder Fingernägeln in die Membran vorstoßen wollen. Ist das Malheur erst einmal passiert, bleibt in vielen Fällen nur noch der direkte Weg in den Papierkorb. Also, Schutzfunktion hat dieses kleine Kunststoffteilchen mit Sicherheit. Die aber könnte ein dünnes Gitter aus Kunststoff oder Metall besser leisten.

Dann haben wir noch das Argument der Optik! Es mag ja sein, daß der eine oder andere den Lautsprecher mit Stern schicker findet als ohne, da er dann wesentlich 'technischer' oder anders ausgedrückt, mehr nach 'High-Tech' aussieht. (Es gibt ja auch Leute, die kommen ohne Stern am Auto auch nicht mehr aus). Aber allen Ernstes, welcher seriöse Lautsprecherhersteller würde Werkzeugkosten für solch eine Effekthascherei ausgeben? Lautsprecher sind nun wirklich technische Geräte, die ihrer Funktion gerecht werden müssen und keine Armbanduhren, die das persönliche Geschmacksprofil jedes Einzelnen widerspiegeln.

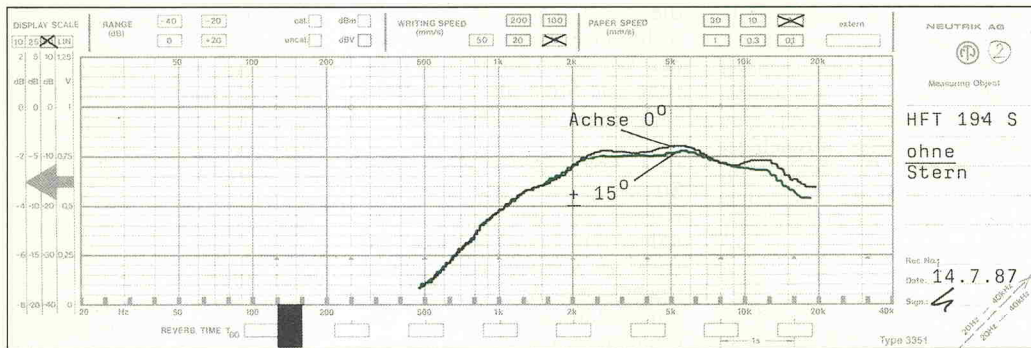
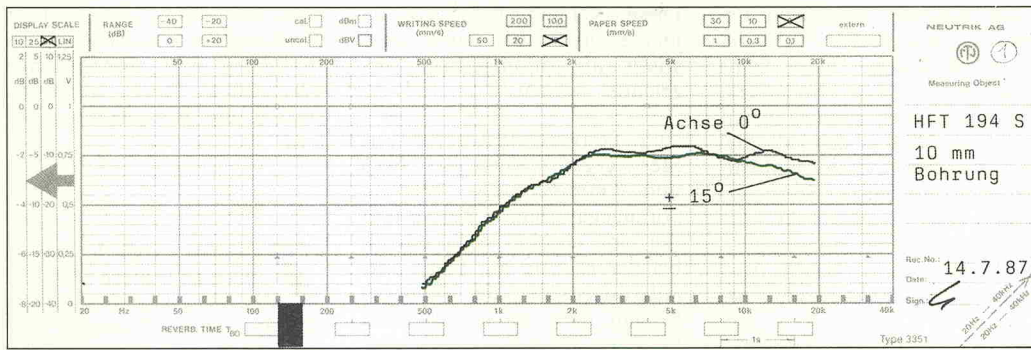
**E** muß demnach andere stichhaltige Gründe geben. An einer Fallstudie können wir Schritt für Schritt erkennen, welche Auswirkung ein solcher Streustern oder Equalizer hat. Als Testlautsprecher nehmen wir den Hochtöner HFT 194 S von Mivoc. Der Hochtöner verfügt über eine Membran aus reinem Titan und einer Schwingspule mit 19 mm Durchmesser. Was den Hochtöner für diese Testreihe so interessant macht, ist die Tatsache, daß sich der Equalizer abschrauben läßt. So lassen sich recht einfach verschiedene Experimente durchführen.

Um zu praxisnahen Verhältnissen zu kommen, bauen wir den Hochtöner in eine Testschall-

HiFi-Boxen selbstgemacht 6

## oder das Lied von dem Ding in der Mitte





**Bild 1 (oben). Hochtöner im nicht veränderten Zustand, darunter (Bild 2) mit herausgenommenem Stern.**

wand ein. Die Schallwand hat die Abmaße von 30 cm Breite und 24 cm Höhe. Der Hochtöner wird mittig mit einem Mittelachsen-Abstand von 7 cm zur Oberkante eingebaut. Es werden jeweils zwei Messungen des Frequenzganges gemacht: eine Messung auf Achse, die zweite Messung 15 Grad aus der Achse. 50 cm trennen Mikrofon und Schallwand.

**A**ls erstes wird der Hochtöner im Originalzustand gemessen. Hier verfügt die Kalotte über einen Stern mit vier 'Beinchenpaaren' und einem Mittelloch von 10 mm Durchmesser. Wie man in Bild 1 sieht, zeigt der Frequenzgang ein recht ordentliches Ergebnis.

Besonders leicht aus der Achse überzeugt der Hochtöner durch ein recht lineares Frequenzspektrum. Der sanfte, gleichmäßige Abfall ab 7 kHz macht sich sehr positiv bemerkbar, wie später im Hörtest festzustellen ist. Dabei sollte an dieser Stelle bemerkt werden, daß der Abfall ausgesprochen sanft ist — und zwar um ca. 2 dB pro Oktave — und daß auch oberhalb von 20 kHz sehr viel Schalldruck produziert wird, was für eine geringe bewegte Masse spricht. Verantwortlich

für den weiten Übertragungsbereich ist der sehr leichte Schwingspulen träger aus Kapton, der mit einer Wicklung aus Aluminium-Flachdraht versehen ist.

**W**as passiert nun, wenn der Kunststoffstern einfach entfernt wird, und die Titankalotte uns mit ihrer ganzen Schönheit anstrahlt? Also runter mit dem Ding. Die erste Messung, auf Achse gemessen, zeigt einen deutlich geringeren Wirkungsgrad im Hochtönenbereich (Bild 2). Vergleicht man die Messungen genau, so kann man sehen, daß der Hochtöner bei 10 kHz um ca. 1 dB leiser ist, bei 12 kHz um ca. 2 dB, bei 15 kHz um ca. 3 dB und bei 20 kHz sogar um 5 dB.

Eine Frage, die sich nun geradezu aufzwingt: Hört man diese Unterschiede überhaupt?

Zwei Dezibel bei 12 kHz sind doch zunächst oberflächlich betrachtet ein Witz. Allerdings im Gegensatz zu Messungen an Verstärkern oder CD-Spielern absolut unzumutbar. Ein CD-Spieler mit 2 dB Abweichung

bei 12 kHz — für den müßte erst noch eine Qualitätsklasse (nach unten) geschaffen werden. Doch bleiben wir bei den Lautsprechern und bei dem, was vielleicht akustisch wahrgenommen wird.

Was passiert, wenn das Loch in der Mitte von diesem Stern zugestopft wird? Mit etwas Knetgummi läßt sich die Bohrung leicht verschließen. Bild 3 zeigt nun die Frequenzverläufe auf der Achse und 15 Grad aus der Achse. Wie man sieht, sind die Höhen weg und andererseits wieder da. Deutlich ist auf jeden Fall ein kräftiger Schalldruckanstieg bei ca. 10 bis 11 kHz und ein sehr starker Abfall im Schalldruck der darüber liegenden Frequenzen.

**W**ie klingt sowas? Beim schnellen 'Reinhören' mit Sicherheit nicht schlecht. Sehr fetzig und frisch, eigentlich genau so, wie diejeni-

# SEAS

## LAUTSPRECHER BAUSÄTZE

**MS 3** Die unaufdringlich musikalische. 2-Weg-Baßreflex, 13 l netto. Perfekte Auflösung durch neue Soft-Metallkalotte.

**MS Micro** Der Zwerg mit dem Riesenklang. 2-Weg-Kleinbox, 6-l-Baßreflex. Hervorragende Räumlichkeit mit verblüffender Baßwiedergabe.

**MS MACRO** Kleiner, passiver Mono-Subwoofer zur MS Micro und anderen

**Kleinboxen.** 25 cm Doppelschwingenspulens-Baß im geschlossenen 30-l-Gehäuse. Aufwendige Weichenschaltung zur Anpassung an die Satelliten (Trennfrequenz 120 Hz).

**MS 5** Die dynamische. 3-Weg-Standbox, 67 l Symmetric-Reflex. Lebendiges Klangbild mit druckvoller Baßwiedergabe.

**MS 3 SUB** Passiver Mono-Subwoofer zur MS 3 und anderen Satelliten. 50 l Symmetric-Reflex mit 33 cm Doppelschwingenspulens-Baß (Trennfrequenz 100 Hz).

Entwicklung und Vertrieb: **Inter technik**

IT Electronic GmbH  
Am Gewerbehof 1, 5014 Kerpen 3  
Tel. (022 73) 53096, Tx. 888018 itd



gen es hören wollen, die an ihrem Verstärker den Höhenregler gerne ein wenig aufdrehen. Die fehlenden höherfrequenten Anteile über 14 kHz fallen zudem bei normaler Popmusik nicht auf. Erst bei anspruchsvollerer Musik, der man seine volle Aufmerksamkeit schenkt, wird dieser überzogene Frequenzbereich bei ca. 10 kHz zum roten Tuch. Nicht nur aggressiv klingt es, es fehlen auch teilweise feine Akzente von den Instrumenten. Obwohl man die Instrumente, die bei der Aufnahme verwendet wurden, gar nicht kennt, meint man solche Ungereimtheiten feststellen zu können. Im direkten Vergleich mit der Originalversion (10 mm Bohrung) kommt noch mehr Licht ins Dunkle. Die Musik scheint am modifizierten Hochtöner (dem *ohne* Öffnung) zu kleben, wogegen sich der Klang bei der Originalversion vom Lautsprecher löst.

Nun wurde der Stern wieder geöffnet — allerdings nur auf ein Loch mit ca. 6 mm Durchmesser. Bild 4 zeigt nun den ermittelten Frequenzverlauf mit der 6 mm-Bohrung. Ausgesprochen linear bis über 20 kHz verhält sich nun das Hochtönsystem. Vergleicht man die Frequenzschriebe, so zeigt das System mit der

6 mm-Bohrung 2 dB mehr Pegel als das System mit der 10-mm-Bohrung. Damit keine falschen Schlüsse entstehen, muß man noch einmal darauf hinweisen, daß es sich jedesmal um dasselbe System handelt, bei dem lediglich der Stern verändert oder ausgetauscht wurde. Ein späterer Hörvergleich soll entscheiden, welche Ausführung nun besser geeignet ist.

Um die Testreihe abzuschließen, mußte der Stern noch mit einer nur 3 mm großen Bohrung versehen werden (Bild 5). Wie man sofort sieht, ist dieser Frequenzgang der geschlossenen Version sehr ähnlich. Nun folgt ein weiterer ausgiebiger Hörvergleich. Die beiden bis auf den Hochtöner identischen Boxen werden direkt nebeneinander aufgestellt.

○ 1. Testverlauf: Geschlossener Stern gegen Kalotte ohne Stern. Die Boxen klingen im Hochtönenbereich völlig unterschiedlich, wobei man sagen muß, daß die Version ganz ohne Stern deutlich angenehmer und natürlicher klingt. Nicht nur, daß zum Beispiel Beckenschläge bei der Version mit geschlossenem Stern deutlich aggressiver klingen, nein — man meint sogar, bedingt durch den scheinbar rauhen Klang, daß Beckenschläge wie Schläge auf Blechteller klingen.

Diese Version kann sowohl meßtechnisch als auch akustisch als durchgefallen bezeichnet werden.

○ 2. Testverlauf: Kalotte ohne Stern gegen Kalotte mit Stern und 3 mm-Bohrung. Wie im vorangegangenen Testverlauf fiel eine erhöhte Aggressivität bei der Kalotte mit Stern auf. Allerdings schien der Klang bei weitem nicht so gepreßt und rauh wie bei der Version ganz ohne Bohrung. Erstaunlich ist diese Tatsache, da aus meßtechnischer Sicht sich die beiden Versionen Stern ohne Bohrung und Stern mit 3 mm-Bohrung kaum unterscheiden.

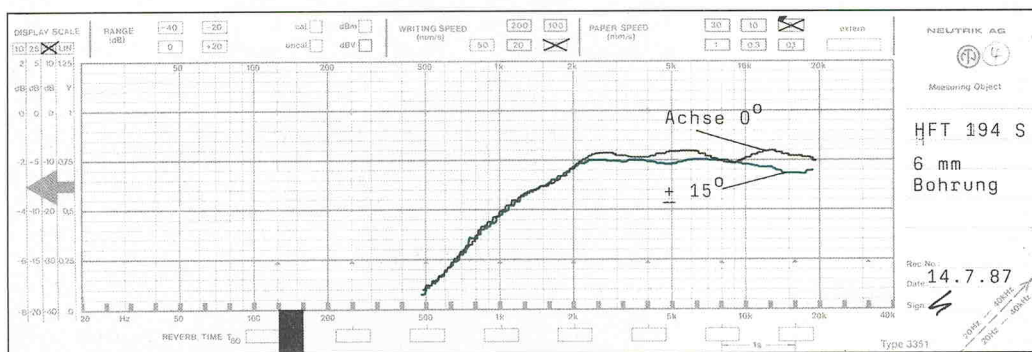
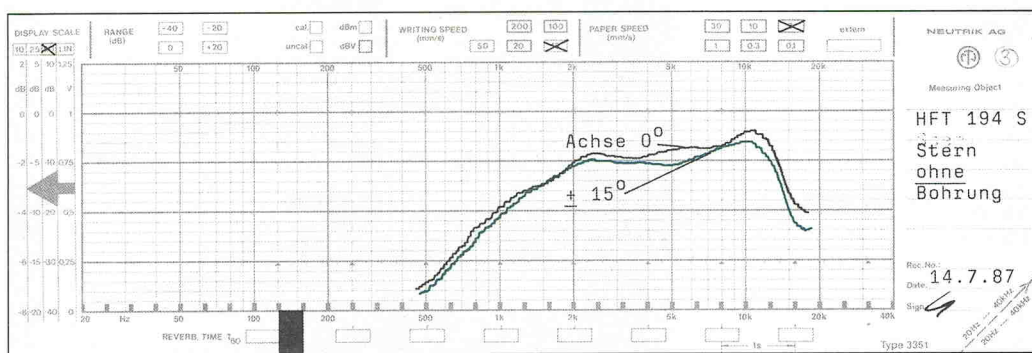
○ 3. Testverlauf: Kalotte ohne Stern gegen Originalversion (10 mm-Bohrung). Die Originalversion scheint luftiger und freier zu klingen, ohne jedoch irgend eine Art von Schärfe durchschimmern zu lassen. Die Originalversion kann sowohl meßtechnisch als auch akustisch als die bessere Version bezeichnet werden.

○ 4. Testverlauf: Kalotten beide mit Stern. 6 mm-Bohrung gegen 10 mm-Bohrung (Original).

Die Ausführung mit 6 mm-Bohrung schien meßtechnisch geringfügig ausgewogener zu sein. Beim Hörvergleich fiel jedoch wieder eine geringe Ag-

gressivität auf. Zudem schien der Klang mehr an dem System zu kleben. Der abschließende Vergleich in Stereo soll letztendlich die Entscheidung liefern.

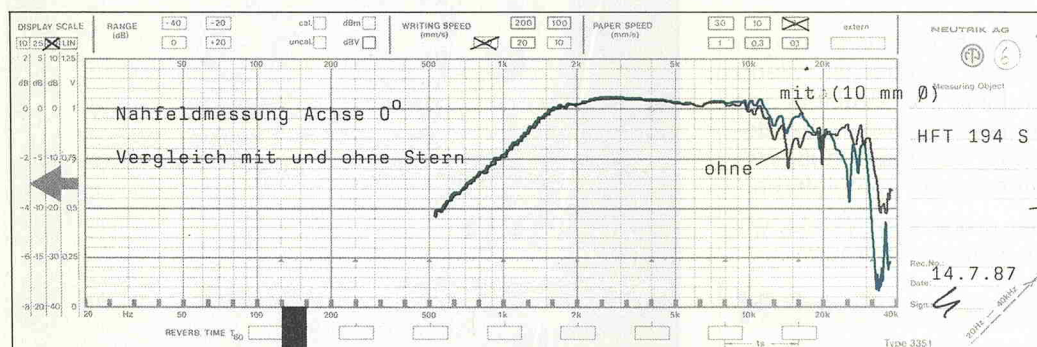
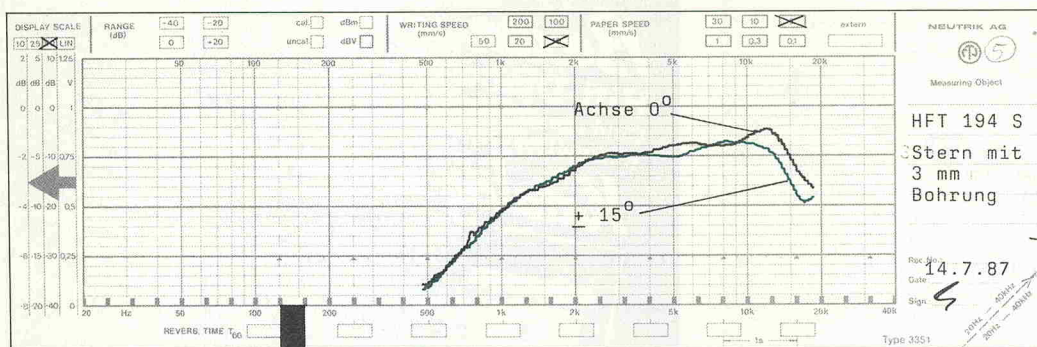
Zunächst jedoch schien uns eine weitere Messung angebracht, diesmal bis 40 kHz. Diese Messung soll aufdecken, ob der Stern eventuelle Materialresonanzen unterdrückt. Wie man weiß, ist eine Resonanz der Zustand bei einer typischen Frequenz, bei der eine Masse, in diesem Fall die Lautsprechermembran mit allem was an ihr hängt, besonders leicht in Schwingung gerät. Je schlechter diese Schwingung bedämpft ist, umso länger schwingt die Masse, man sagt umso höher ist die Güte (Q). Gerade diese Materialresonanzen verliehen den Metallkalotten in ihrer Geburtsstunde einen negativen Ruf. Das Problem der Metallkalotten, im besonderen der Kalotten aus Aluminium, bestand in einer ausgeprägten Resonanz im hörbaren Bereich bei ca. 12-15 kHz oder knapp darüber. Erst in den nachfolgenden Generationen gelang es, die Resonanz soweit nach oben zu verlagern, daß eine akustische Wahrnehmung unmöglich war.



Der Tatbestand, daß ein offenes Volumen vor einer schallabstrahlenden Fläche einen Tiefpaß darstellt, war schließlich die Geburtsstunde des Equalizers (diese Bezeichnung für den Streustern trifft den Sachverhalt am ehesten). Ein einfaches Experiment kann uns diesen Effekt schnell demonstrieren. Man nimmt eine einfache Tasse, und hält diese vor die Membran des Mitteltöners einer beliebigen Lautsprecherbox. Das Resultat: Die Box klingt deutlich ver-

Bild 3 (oben). Hochtöner mit zugeklebtem Stern. Bild 4 (unten). Stern mit 6-mm-Loch.





färbt, da große Frequenzanteile im Mitteltonbereich weggefiltert werden.

Doch weiter mit unserem Hochtöner. Das Mikrofon wird nun in einer Entfernung von 5 cm vor der Membran aufgebaut, die Wobbelung am Generator ausgeschaltet und der Schreibstift des Frequenzschreibers auf hohe Geschwindigkeit gestellt. Auf diese Art lassen sich sehr gut Resonanzen und Teilschwingungen (Partialschwingungen) erfassen. Bild 6 zeigt nun die beiden Ergebnisse direkt übereinander. Das Hochtון-System arbeitet bis etwa 10 kHz lupenrein, erst darüber fangen Partialschwingungen in geringem Maße an (Messung ohne Stern). Ausgeprägte Resonanzen sind keine zu erkennen. Die darüber geschriebene Frequenzfassung mit Original-Stern (10 mm Ø Bohrung) zeigt, wie Frequenzteile oberhalb 21 kHz wirkungsvoll absorbiert werden. Unterhalb 20 kHz, also in dem für uns entscheidenden Bereich, ist jedoch deutlich mehr Schalldruck vorhanden und zudem noch mit linearem Verlauf.

Ein weiterer Effekt — die Korrektur der Phase — kommt dazu. Bedingt durch den Durchmesser und die Krümmung der Membran, entstehen unterschiedlich lange Laufwege bis zum Mikrofon und im Endef-

**Bild 5 (oben).** Stern mit 3-mm-Loch. **Bild 6 (unten).** Nahfeldmessung mit erweitertem Frequenzbereich bis 40 kHz.

fekt auch bis zum Ohr. Das der Membran vorgelagerte ringförmige Plastikteil bewirkt, wie bei Druckkammersystemen der Mittel-/Hochtון-Horn-Treiber, eine Phasenkorrektur. Das heißt, daß Auslöschungen durch Interferenzen weitgehend verhindert werden. Vergleicht man noch einmal alle Frequenzgänge der Reihe nach — von ganz ohne Equalizer bis hin zum Equalizer ohne Mittelbohrung — so erkennt man deutlich, daß mit zunehmender bedeckter Membranfläche die obere Grenzfrequenz sinkt. Wir erinnern uns an das Experiment mit der Tasse. Je größer das Volumen zwischen Membran und Equalizer ist, umso tiefer wird die Grenzfrequenz. Der Schalldruckanstieg im Bereich von 10 bis 12 kHz resultiert dabei aus einem Druckkammer-Effekt. Die zwangsläufig entstehenden Kompressionen bewirken dabei eine Rauigkeit im Klang.

**D**och nun zum großen Finale, dem Stereo-Hörtest. Dazu wurden zwei (bis auf den Hochtöner) identische Boxenpaare des Typs Mi-voc System 440 angefertigt. Da

die Variationen ohne Stern und Stern ohne Bohrung, bzw. mit 3 mm Bohrung schon im Vor-test den beiden weiteren Versionen unterlegen waren, wurde nun die Version Stern mit 10 mm Bohrung mit der Version Stern mit 6 mm Bohrung verglichen. Die Boxen wurden jeweils direkt nebeneinander aufgestellt. Den 'Hörern' wurde natürlich nicht mitgeteilt, welche Box in Betrieb war. Um eine Beeinflussung durch optische Merkmale zu unterbinden, wurde der Raum verdunkelt.

Gerade hier im direkten Hörvergleich war es umso erstaunlicher, wie die meßtechnisch nur unwesentlichen Unterschiede beim aufmerksamen Zuhören zu erkennen waren. Dabei zeichnete sich die Version mit 10 mm-Bohrung durch ein deutlich freieres Klangbild aus. Die Ortung der einzelnen Instrumente und das Loslösen des Klanggeschehens von der Box gelang dieser Version wahrnehmbar besser. □

# THE SEAS SOUND

Lautsprecher der Spitzenklasse!

Detaillierte Informationen anfordern.

**seas**

Vertrieb:  
I.T.Electronic GmbH  
Am Gewerbehof 1, D-5014 Kerpen 3  
Tel. (02273) 53096, Tx. 888018 itd



**Audioladen**

AUDAX-CELESTION-ETON-FOCAL-  
KEF-MOREL-VIFA-TEUFEL-  
TDL- und viel mehr...  
RÖHREN-Bausätze  
ALPS-Poties  
Electronic  
usw.

**Würzburg**

ERST  
TESTEN!  
DANN  
KAUFEN

Mo, Di, Do, Fr: 14-18 Uhr  
Sa: 10-14 Uhr, Mi geschlossen  
8700 Würzburg, Val-Becker-Str. 8  
Inh.: Rainer Mensing, Tel: 0931/51289

Die Möglichkeiten eines einzelnen Händlers mögen begrenzt sein, wenn er eben nur Händler ist. Wenn man aber, wie wir, in erster Linie Konstrukteur ist, dann kann man statt Herstellerkombinationen, bei denen alles vom gleichen Hersteller stammen muß, verschiedene Marken zu optimalen Boxen kombinieren.

Große Hersteller verfügen über große Werbeetats, wir aber über Know-how und den nötigen Freiraum.

## GDG Lautsprecherv. GmbH

Steinfurter Str. 37  
4400 Münster  
Tel. 02 51/27 74 48

Öffnungszeiten:  
Mo-Fr 14-18 Uhr  
Sa 10-14 Uhr

Probegören auch mit eigenen Platten und Boxen erwünscht.  
Preisliste anfordern.

**Hifi-Boxen Selbstbauen!**  
**Hifi-Disco-Musiker Lautsprecher**  
Geld sparen leichtgemacht durch bewährte  
Komplettbausätze der führenden Fabrikate

**Katalog kostenlos!**

MAGNAT  
ELECTRO-  
VOICE  
MULTI-  
CEL · DYN-  
AUDIO  
GOOD-  
MANS  
CELES-  
TION  
FANE  
JBL  
KEF  
RCF  
u.a.

**LSV-HAMBURG**  
Lautsprecher Spezial Versand  
Postfach 76 08 02/E · 2000 Hamburg 76  
Tel. 040/29 17 49

FRAGEN SIE BEI HIFI-SPEZIALISTEN  
NACH

**SIPE**

LAUTSPRECHER  
FÜR DEN PROFI

BAUVORSCHLAG  
**SBR 200**

GENERALVERTRETUNG:  
**WIRTH ELEKTRONIK GMBH**  
POSTFACH 10 03 48 3004 ISERNHAGEN 1  
TELEFON 05 11/61 00 74 TELEX 92 11 48

**WBE**

## Ihr Spezialist für Boxen-Bausätze

Wir führen Lautsprecher  
der Marken

EV DYNAUDIO  
FANE VISATON  
CRAFFT CORAL  
CELESTION ETON  
uvm. JBL

Rufen Sie uns an oder  
kommen Sie vorbei.  
Fachgerechte Beratung  
und bester Service sind  
für uns selbstverständlich.

06152 **KKSL** 39615

KKSL · Beschallungstechnik,

Otto-Wels-Str. 1, 6080 Groß-Gerau

## GESUCHT?

Lautsprecherkits für:

- Audiophile und Preisbewußte
- Hifi-Fans, die gern kreativ tätig werden oder besondere Styling-Ideen haben
- Idealisten, die aufwendige Konstruktionen (Baßhörner, TML), mögen
- High-Enders, die kompromißlose Kombinationen suchen (Elektrostatik Systeme, Systeme mit besonderen Membrankonstruktionen, Görlisch, Harbeth, etc)

P.-Görlisch Arandor

Bei uns erhältlich:

AUDAX, BEYMA, CORAL,  
DYNAUDIO, ETON, ELECTRO-  
VOICE, FOCAL, GÖRLICH,  
HARBETH, JBL, KEF, LOWTHER,  
RAE, SHACKMAN.

Ausgesuchte Bausätze höchster  
Qualität. Für Sie immer vorführ-  
bereit bei:

**OHR-wärts**  
**G.S.** Gores & Szlosze GbR  
Uechtingstr. 104  
4650 Gelsenkirchen  
Telefon 02 09/87 39 68

Sie erreichen uns Mo. - Fr. von 15.00  
bis 18.30 Uhr. Sowie an Samstagen  
von 10.00 bis 14.00 Uhr.

Das R. A. E. LAUTSPRECHER-  
HANDBUCH ist da!

Auf über 80 Seiten finden Sie viele  
Baupläne, technische Daten der  
Chassis und Bausätze sowie viel  
erläuternde Theorie.

Gegen DM 10,- (Schein) bestellen.

**GEFUNDEN!**

HiFi-Boxen selbstgemacht 6





## Selbstbau in KONSTANZ

Bei uns finden Sie  
vorführbereit:

### Dynaudio:

Axis 5 · Profil 4 · Xenon ·  
Pentamyd 2+3 · Jadee aktiv

### Procus:

Yellow · Intus · Fidibus

### Visaton:

Casablanca · Silhouette ·  
Convention-Subwoofer +  
Sateliten · Display · VIB

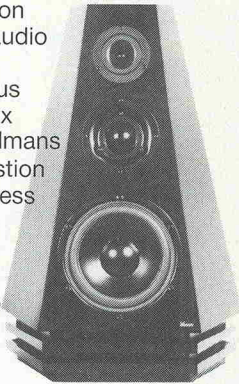
### Passende Electronic:

In unserem Hauptgeschäft  
am Lutherplatz 9 finden Sie  
alles von A wie Accuphase  
bis Y wie Yamaha.

Besuchen Sie uns.

Wir führen:

Visaton  
Dynaudio  
EV  
Procus  
Audax  
Goodmans  
Celestion  
Peerless  
Seas  
Kef  
Sipe  
Heco  
Vifa

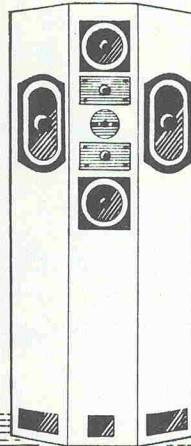


Alle Bausätze mit kompletter  
Bestückung auch im Versand  
per Nachnahme erhältlich.

# PHONOMOTION

Untere Laube 32 · 7750 Konstanz · Tel. 07531/2 18 43

*Absolut  
Spitzenklasse!*  
RSTL HI-FI-VISION 8/87



## BLUE BOX

HIGH-END SPEAKERS AND KITS  
LANGEMARKSTR. 232 - 2800 BREMEN 1  
TELEFON 04 21-50 64 95 >>>>>>>

(SELBSTBAU-LAUTSPRECHER) für HI-FI & MUSIKER von APS/AUDAX/CORONA: Ionenhörtöner/DAVIS/ESS:  
Airmotion Transformer/ETON/HARBETH/PROCUS/SEAS/VIFA/TDL/SCHALLPLATTEN und CD'S u.v.m.

Lautsprecher + Lautsprecher-  
Bausätze von: **AUDAX** **eton**

**FUTAL** **CORAL**  
**Peerless** **VISATON** **SIARE**

Wir fertigen exklusive  
Inneneinrichtungen,  
Lautsprecherboxen und  
Leergehäuse aus Marmor  
und anderen Natursteinen.

Info und Preisliste für  
Marmorgehäuse sowie  
Lautsprechersätze  
kostenlos.



**STEIN AKUSTIK-DESIGN**

Hauptstraße 5,  
3451 Heinsen,  
Telefon 0 55 35 / 5 28

### Information + Wissen

ct magazin für  
computer  
technik

**HIFI VISION**

**elrad**

DAS ELEKTRONISCHE MAGAZIN  
**INPUT 64**  
Info News Programme Unterhaltung Tips

HEISE

Verlag Heinz Heise GmbH  
Helstorfer Str. 7, 3000 Hannover 61



AUDIO ART  
HIFI STUDIOS LAUTSPRECHER  
JÜRGEN WEBER STAPENHORSTSTR. 79  
4800 BIELEFELD 1 TEL. 05 21/12 40 83

# SINUS

SWEDEN

Lautsprecher  
Katalog anfordern  
Händleranfragen erwünscht

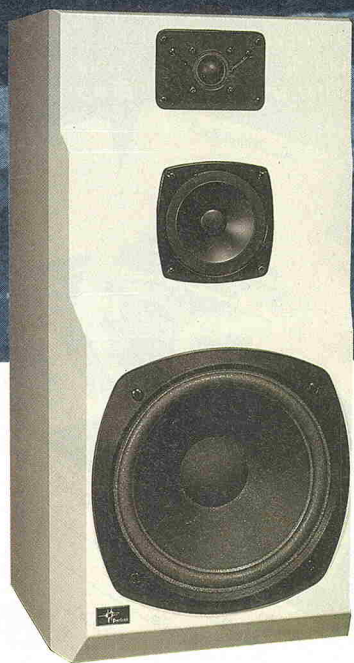
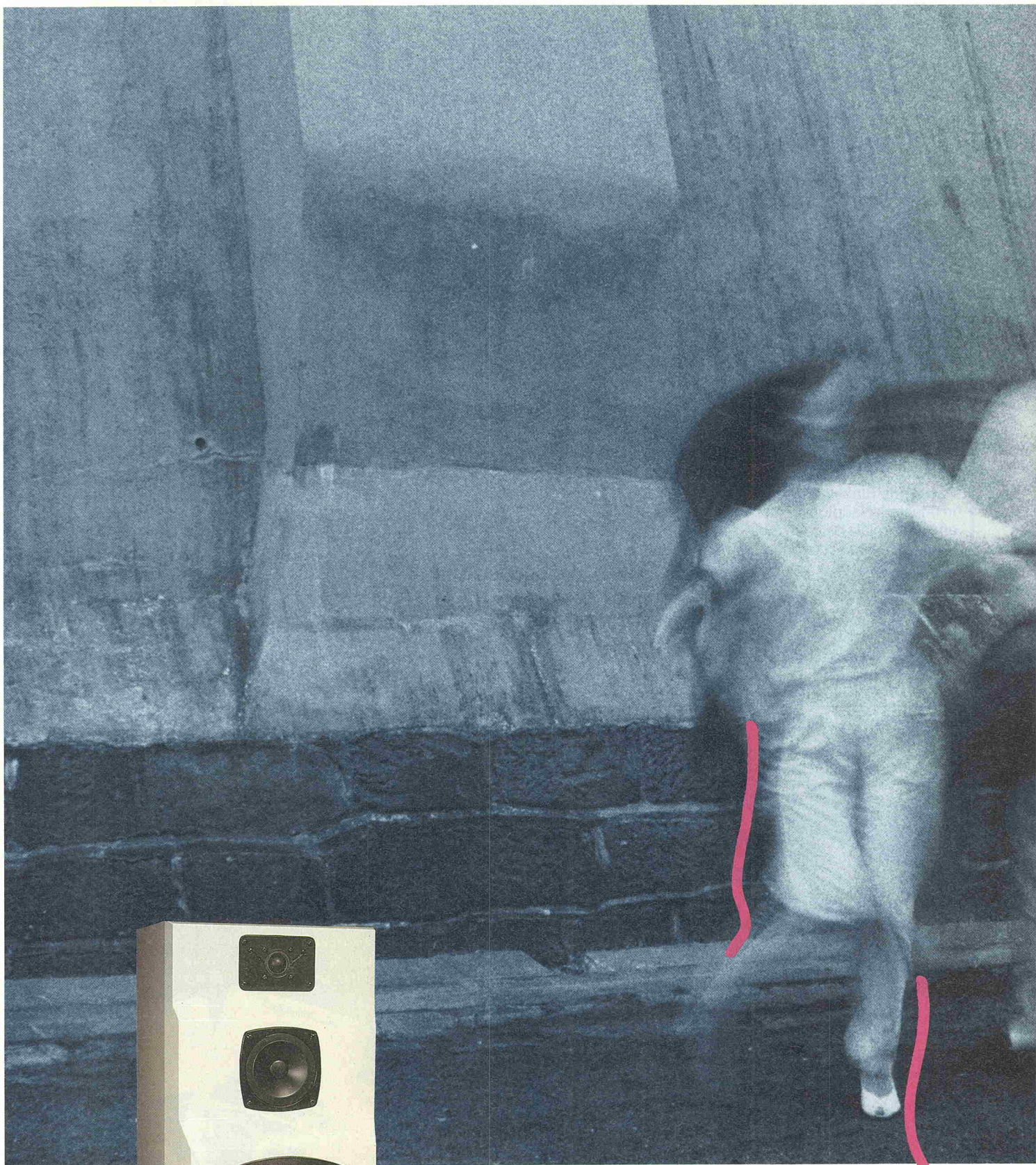
## Professionelle Boxen und Cases selbstbauen

Wer sich seine Boxen oder Cases selbst baut, kann eine  
Menge Geld sparen. Hochwertige Bauteile und Sorgfalt  
bei Planung und Bau garantieren ein ausgezeichnetes Er-  
gebnis. Der neue Katalog "Professional Speaker" enthält  
alles, was man zum Bau von guten Boxen und Cases  
braucht: von der kleinsten Ecke bis zum 18" Speaker. Und  
dazu auf über 80 Seiten eine Menge Information, Know-  
How, Baupläne, und, und, und. Einfach anfordern.

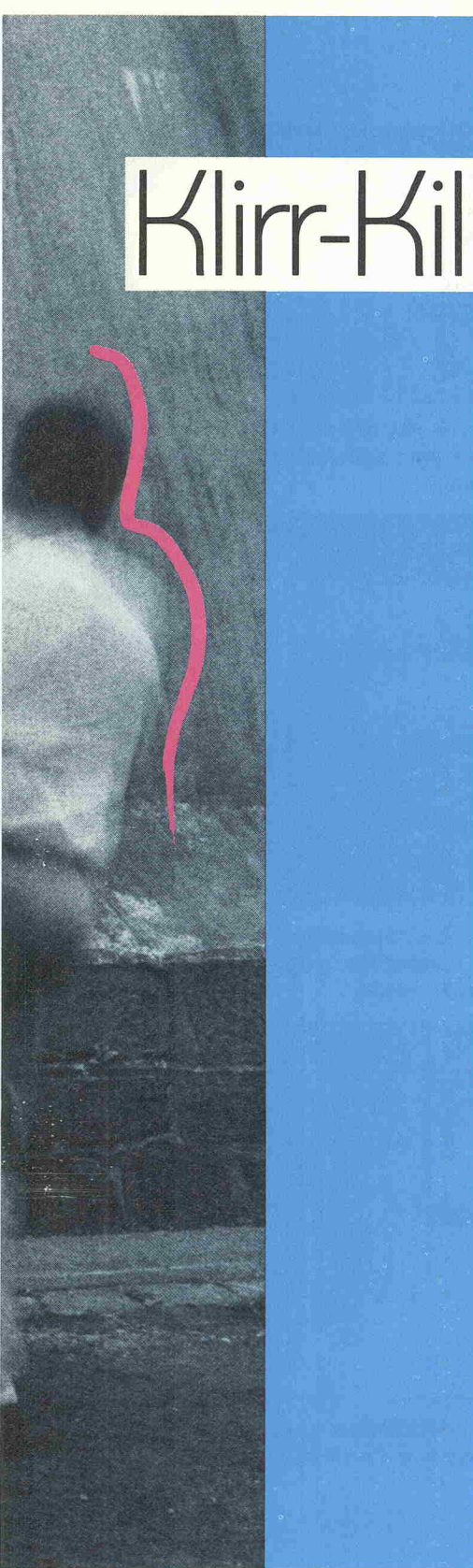


Schickt mir den neuen Katalog: DM 3,50 in Briefmarken liegen bei.  
Name \_\_\_\_\_ Straße \_\_\_\_\_ PLZ/Ort \_\_\_\_\_  
**5 Zeckmusic**  
Beck KG  
Turnhallenweg 6  
7808 Waldkirch 2









# Klirr-Killer

Guido Erdmann

**D**er Selbstbau von Lautsprecherboxen ist besonders lohnend bei Konzeptionen, die es auf Grund des sehr hohen Aufwandes industriell gefertigt erst gar nicht gibt. Mit Rücksicht auf hohe Verkaufs- und Stückzahlen wird bei einer Serienfertigung immer ein gutes Preis/Leistungsverhältnis angestrebt. Da ist dann kein Platz für einen mehr oder minder hohen Zusatzaufwand, der dann letztlich nur noch kleine weitere Verbesserungen brächte. Somit müssen Audiophile ihr Hifi-Dasein entweder mit Kompromissen ertragen oder ihren langjährig angesammelten Sparstrumpf in Lautsprecherboxen stecken, die von spezialisierten High-End-Produzenten für sündhaft viel Geld in Kleinstserien gefertigt werden, ..... oder die Ärmel hochkrempeln und selber bauen.



## Die Technik

Prinzip	3-Wege-Baßreflex mit Phasenkorrektur
Belastbarkeit	110 W (Nenn DIN) 150 W (Musik DIN) 450 W (Impuls)
Impedanz	8 Ohm
Übernahme- frequenzen	1000/5000 Hz
Volumen (innen)	43 l
Außenmaße	Höhe 650 mm Breite 320 mm Tiefe 345 mm (Maximum)
Entwickler	Søren L. Pedersen / G. Erdmann
Preise	Kompletter Bausatz (eine Box) ohne Holz ca. 398,00 DM Gehäuse in Autolack ca. 420,- DM Gehäuse in MDF roh ca. 300,- DM

## Die Teile

<b>Chassis</b>	
Tieftöner	PNT 250
Mitteltöner	PM 120
Hochtöner	KO 10 DT
<b>Zubehör</b>	
Baßreflexrohr	BR 70/2; 100 mm lang
Klemm-Anschlußplatte	
Dämmmaterial	Polyester-Watte 40 mm stark 1 St. 1500 x 500 mm
<b>Frequenzweiche</b>	
<b>Spulen</b>	
L1	2,50 mH/ 0,32 Ohm (Puderkern)
L2	0,22 mH/ 0,28 Ohm
L3	2,40 mH/ 2,12 Ohm
L4	0,50 mH/ 0,47 Ohm
<b>Kondensatoren</b>	
C1	47 µF/ 100 V
C2	22 µF/ 250 V MKT
C3	6,8 µF/ 100 V
C4	3,3 µF/ 250 V MKT
<b>Widerstände</b>	
R1	4,7 Ohm/ 9 W
R2	2,7 Ohm/ 9 W
R3	4,7 Ohm/ 5 W

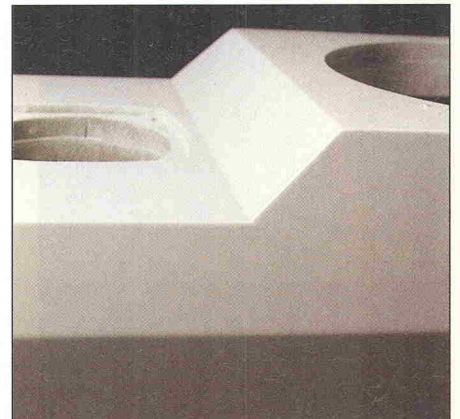
Mit dem Hifi-Lautsprecher-Bausatz Nodis will Peerless nicht nur den Wünschen audiophiler Hifi-Freaks gerecht werden, sondern auch den Hobbyisten, die nicht mit einem Lötkolben unterm Kopfkissen geboren wurden und bisher dem Lautsprecherselbstbau distanziert gegenüberstanden; für diese Gruppe wird erstmals von Peerless ein weitgehend vorgefertigter Bausatz angeboten. Die Frequenzweiche ist nicht nur fertig aufgebaut, auch Kabel mit Steckanschlüssen sind schon dran — der Lötkolben ist also nicht mehr nötig. Außer den Lautsprechern und der genannten Frequenzweiche mit sämtlichen Zuleitungen finden sich im Bausatz auch der Montagezierring für den Tieftöner, die Klemm-Anschlußplatte, schwarze Spanlattenschrauben für die Montage der vorgenannten Teile, das Baßreflexrohr und Bedämpfungsmaterial sowie eine Bauanleitung mit

sämtlichen Maßskizzen. Nicht enthalten ist 'lediglich' das Gehäuse. Dieses kann fertig lackiert in jeder gewünschten Farbe gekauft oder anhand der Stückliste mit entsprechend hohem Zeitaufwand (aber enormer Geldersparnis) selbst gebaut werden.

**K**lirrarm und kraftvoll, das sind die hervorstechenden Merkmale der Nodis, was nach Auskunft des Entwicklers die Abkürzung für *No Distortion* ist. Durch einen außergewöhnlich hohen Aufwand im (mit 43 l netto relativ kleinen) Gehäuse und technisch sehr aufwendigen Lautsprechern erreicht die Box so niedrige



Durch das offene Tieftöner-Loch sieht man den Aufbau der Schallwand.

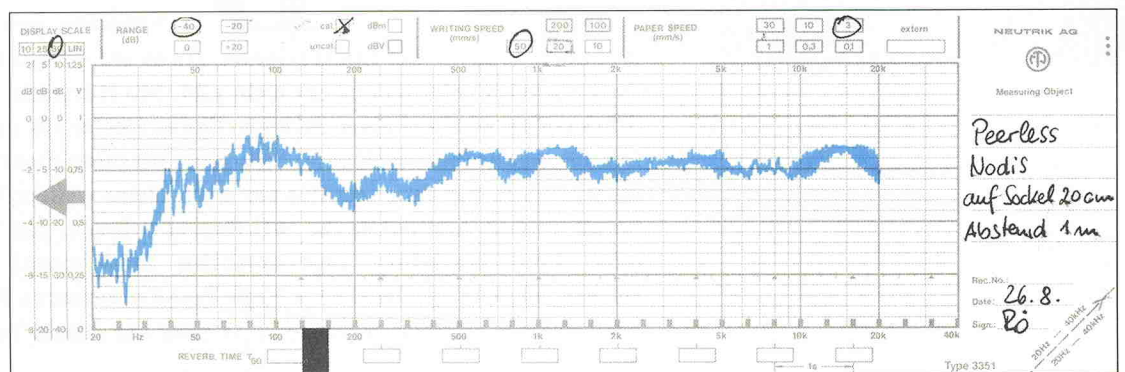


Die Aufdoppelungen müssen sorgfältig geschliffen, gespachtelt und gespritzt werden.



Der Mitteltöner aus der Professional-Serie von Peerless.

Auch hier wieder zu sehen:  
Eine Absenkung bei 200 Hz, die durch den Meßraum verursacht wird.



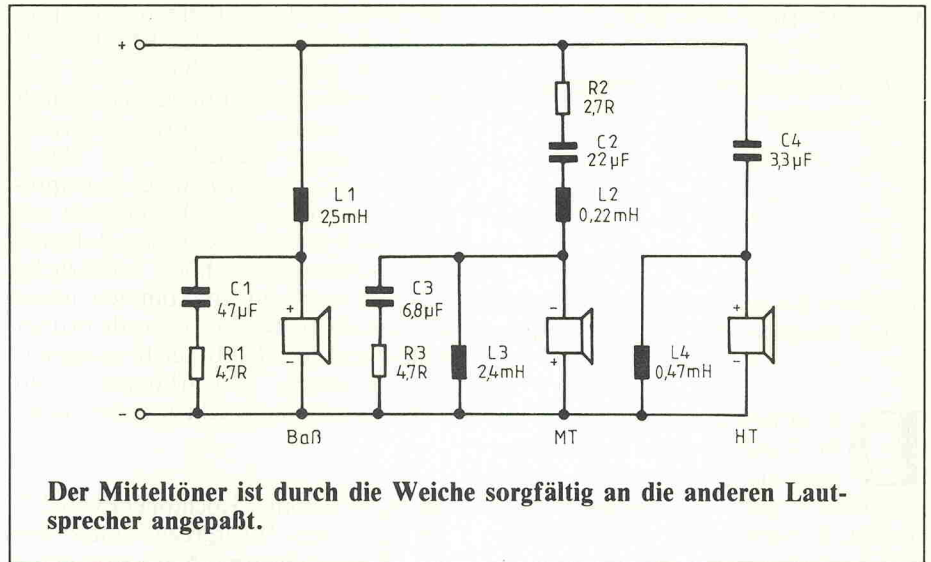




**Der Lautsprechersatz mit Fertigweiche.**

Klirrwerte, daß diese auch bei hohen Leistungen nicht hörbar sind. Die Impulsbelastbarkeit liegt dabei mit 450 Watt sehr hoch.

**D**er Tiefton-Lautsprecher PNT 250 wurde speziell für diesen Bausatz entwickelt. Mit einem Schwingspulendurchmesser von 39 mm bei einer Wickelhöhe von



**Der Mitteltöner ist durch die Weiche sorgfältig an die anderen Lautsprecher angepaßt.**

25 mm handelt es sich hierbei um einen echten Langhuber. Der lineare Hub innerhalb des homogenen Feldes beträgt  $\pm 8,5$  mm.

Der PNT hat eine sogenannte 'Soft-Membrane'. Das ist eine geschöpfte

Papiermembrane, die mit einer Acryl-emulsion partiell unterschiedlich getränkt ist. Dabei wird die Membrane zum inneren Bereich hin steifer. Das kompensiert die Laufzeitunterschiede in der Abstrahlung zwischen tiefer- und höherfrequenten Signalen und

## WIR NEHMEN ALLES AUSEINANDER.



Wer wissen will, wie gut HiFi-Geräte beisammen sind, muß sie auseinandernehmen. Was dabei herauskommt, steht im neuen HIFI-VISION. **Die Tests:** 500 Mark-Boxen, High-Tech-Autoradios und preiswerte Tuner. **Musikalisch vorne:** Simply Red, Jennifer Rush und Terry Nunn. **Ganz klassisch:** Die erste HIFI-VISION Klassik-CD zum Testhören. **Szenenwechsel:** Westliche Popmusiker im südafrikanischen Ghetto. **Pluspunkte:** Technikteil, Händler-test, Platten- und CD-Kritiken und ... Das neue HIFI-VISION bringt's. Für nur **6,50 DM.**

**HIFI VISION**  
Wer Ohren hat, liest



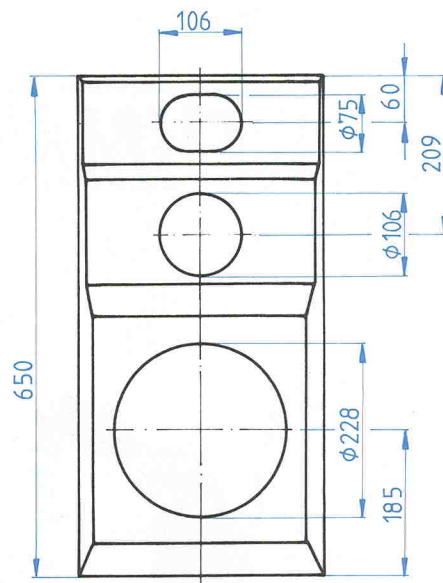
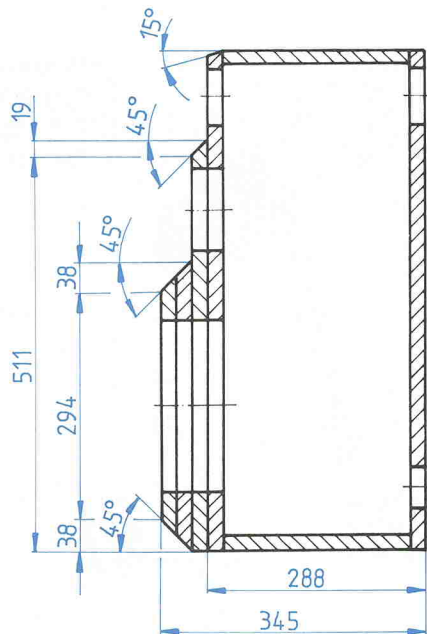
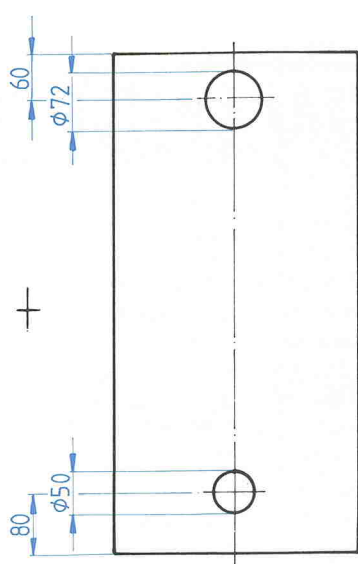
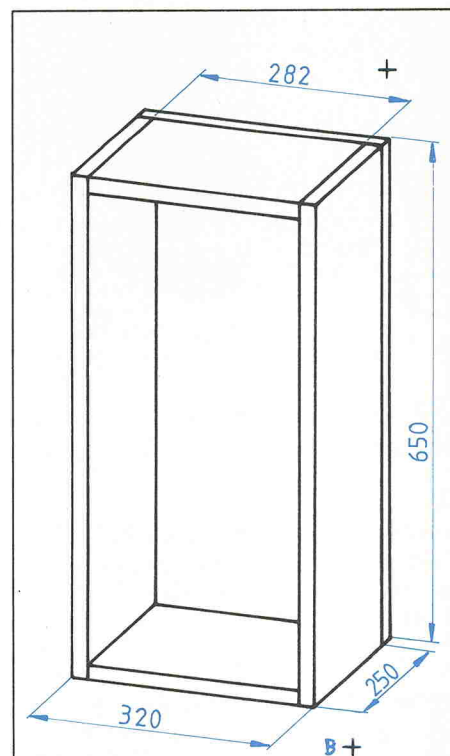
**Klirrarm und kraftvoll,  
das sind die  
hervorstechenden Merkmale  
der „Nodis“.**

verbessert die verzerrungsfreie Wieder-  
gabe in einem weiten Frequenzbereich.

**D**er Mitteltöner PM 120 aus der Professional-Serie von Peerless zeigt nicht, woher seine außergewöhnlich gute Wiedergabequalität kommt. Äußerlich 'nur' ein zeitlos eleganter Lautsprecher, hat er doch innerlich Besonderes zu bieten (nur leider sieht man's nicht). Dieser Mitteltöner ist rückseitig durch ein resonanzarmes Druckgußgehäuse geschlossen und

verzichtet völlig auf einen Lautsprecherkorb. Innerhalb des PM 120 bilden das schwere Gehäuse und das Magnetsystem eine Einheit. Hierdurch werden sogenannte 'Korbfensterresonanzen' total vermieden. Die Skizze läßt hier gut den Aufbau des Lautsprechers erkennen. Die Schwingspule mit Ferrofluid und eine schwarze Polypropylen-Membrane ohne zusätzliche Sicke bringen ein vollkommen neues Klangerlebnis. Die Sicke wurde extrem schmal aus der Membrane herausgebildet, wodurch Verfärbungen vom Sickenbereich her nicht möglich sind.

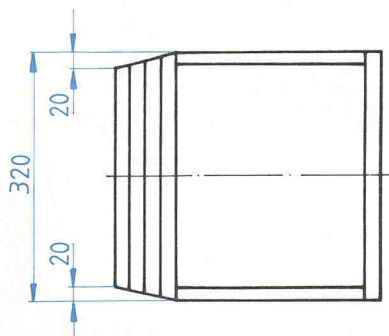
**D**er Kalotten-Hochtöner KO 10DT ist ein 'Evergreen' unter den Hochtönern. Nur geringfügig verändert ist dieser Lautsprecher bereits seit 13 Jahren auf dem Markt und wird von Fachleuten weltweit immer noch als 'kein bißchen grauhaarig' be-



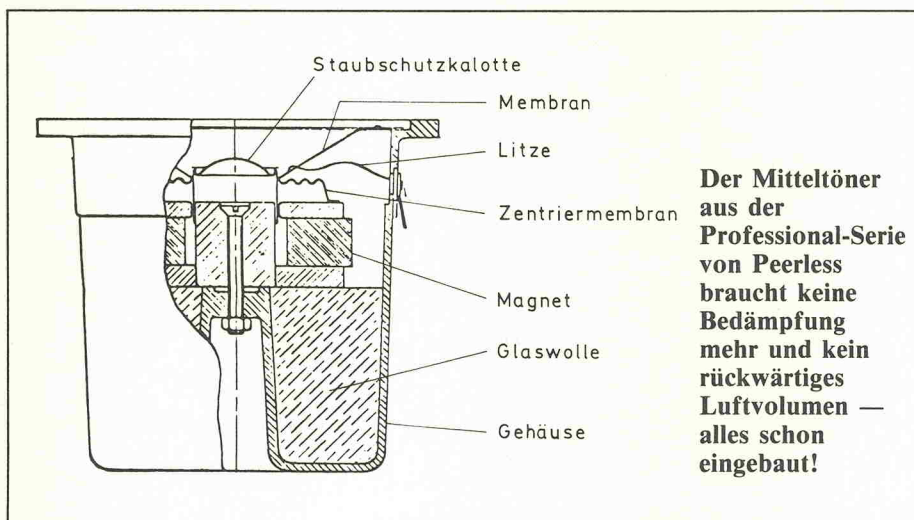
Plattendicke : 19mm

B + S

**Eigentlich ein einfaches Gehäuse —  
durch die Frontplattenauf-  
doppelung jedoch eine rechte  
„Augenweide“.**







trachtet. Die bis über den Sickenbereich hin freiliegende Kalotte erzeugt eine musikalisch üppig breite Klangauflösung. Die Produktion des KO 10 DT ist sehr zeitaufwendig; jeder Lautsprecher wird einzeln justiert und selektiert — was sich natürlich auch im Preis auswirken muß.

Die Vorteile des Materials Reineisen sind vielen Musikliebhabern von ihren Kassettenrecordern her bekannt. Weitergehend unbekannt sind jedoch die enormen Vorteile von Reineisenkernen bei Drosselspulen. Es handelt sich um sogenannte Puderkerne. Drosselspulen mit Puderkerneln arbeiten bis ca. 400

Watt nahezu verzerrungsfrei. So werden die Vorteile riesiger Luftspulen bei unvergleichlich niedrigeren Kosten erreicht. Die Baßdrossel der Nodis hat einen elektrischen Innenwiderstand von 0,32 Ohm. Alle anderen Drosselspulen sind als Luftspulen ausgelegt.

**M**ehrfach aufgedoppelt wurde die Montagewand des Gehäuses, und zwar aus mehreren Gründen: Zum einen dient dies einer Phasenkorrektur zwischen Tief-, Mittel- und Hochtöner, und zum anderen erhält der Tieftöner einen rückwärtigen Schallführungs kanal von 76 mm, der eine kontrollierte, präzise und kolbenförmige Membranauslenkung unterstützt. Zusätzlich wird die Steifigkeit der Schallwand so hoch, daß Resonanzen ausgeschlossen sind. Um Kantenbeugungen zu vermeiden, wurde die Schallwand auch noch seitlich abgeschrägt. Beim Selbstbau des Gehäuses sollten MDF-Platten von 19 mm Stärke verwendet werden. Die abgebildeten Maßskizzen zeigen den Aufbau des Gehäuses. □

## Unterhaltungselektronik

**Buchhandlungen und Elektronik-Fachgeschäfte führen TOPP**

**Fordern Sie unser umfangreiches Gesamtverzeichnis Buchreihe Elektronik an.**

Best.-Nr. 434 DM 20.80  
Lothar Schüssler  
**Lichteffekte 1**  
vom Blinker bis zur Laserprojektion  
144 Seiten, 121 Abb., kart.

Lichteffekte sind heute im Bereich der Musik nicht mehr wegzudenken. Diskotheken erstauen die Besucher mit einer Vielzahl von Effekten, die von einfachen Lichtorgeln bis hin zur Laserprojektion reichen. Dieses Buch hilft Ihnen von der Planung bis hin zur Realisation einer eigenen Lichtanlage. Sie werden in die Lage versetzt, eine Anlage ganz nach Ihren persönlichen Wünschen zu bauen.

Best.-Nr. 435 DM 24,-  
Lothar Schüssler  
**Lichteffekte 2**  
Speichergesteuerte Lichteffekte  
184 Seiten, 130 Abb., kart.

Band 2 dieser Reihe zeigt, wie Lichtmuster für alle Gelegenheiten selbst entworfen, in einem Speicherbaustein aufbereitet und beliebig oft abgerufen werden können. Die Schaltungen werden im Baukastensystem vorgestellt. Der Leser kann je nach Anforderung festlegen, welche „Bausteine“ in seiner Grundversion benutzt werden. Nach und nach kann die Lichtanlage mit weiteren Zusätzen ergänzt werden.

Best.-Nr. 474 DM 11.60  
Jürgen Tech  
**Lautsprecherboxen zum Selbstbauen**  
64 Seiten, 63 Abb., kart.

Der Selbstbau von Lautsprecherboxen wird immer beliebter! Klangergebnis und Aussehen der Boxen können selbst gestaltet und so dem eigenen Geschmack angeglichen werden. Alle beschriebenen Bauanleitungen sind in der Praxis erprobt worden. Sie führen zu einem Klangergebnis, das den Vergleich mit industriell gefertigten Boxen nicht zu scheuen braucht.

Best.-Nr. 476 DM 11.60  
Rainer Gözl  
**HiFi-Boxen**  
Perfekte Klangbilder durch Selbstbau  
96 Seiten, 97 Abb., kart.

Dieses Buch soll dem völlig Unerfahrenen, aber auch dem versierten Boxenbauer als Leitfaden dienen. Wichtige Zusammenhänge werden kurz, aber umfassend dargestellt. Im praktischen Teil sind neben wertvollen Tips und Kniffen zum Zusammenbau 23 erprobte Bauanleitungen zu finden — von der einfachen Mini-Box bis hin zur Transmission-Line.

**frech-verlag** Turbinenstraße 7 · 7000 Stuttgart 31 (Weilimdorf) · Telefon (0711) 832061 · Telex 7252 156 frd



# Die Zeitschriften





# ct

# magazin für computer technik

ct September 1987

## Desktop Publishing

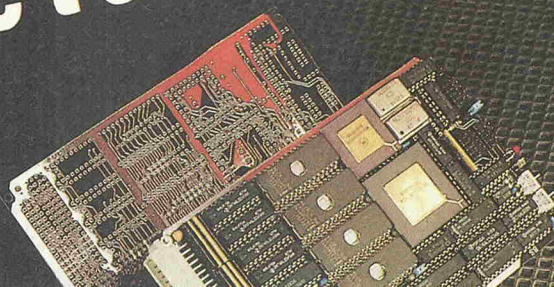
Druckreif aus der Traumfabrik?

Macintosh II  
Ganzseiten-Monitore

DOS intern  
Blitter-TOS  
Legende UNIX  
Selbstorganisation  
Amiga-Druckertreiber

Das 32-Bit-Projekt:

## c't 68020



EISE

6,00  
EX

öS 62,- · sfr 7,- · hfl 9,50



# INPUT 64

DAS ELEKTRONISCHE MAGAZIN

Infos · News · Programme · Unterhaltung · Tips

9/87

DM 19,80

Unverbindliche Preisempfehlung

sfr 19,80

## Multicolor-BASIC

Grafik programmieren

## PUT-Graph

äsentieren

$a^2+b^2$



150 Platten und CDs  
in der Kritik

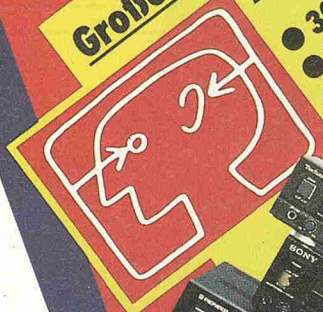
H8083 E 6,50 DM

# HIFIVISION

9 September 1987

**Große Messe-Ausgabe:**  
**Auf 240 Seiten**

- 30 Neuheiten-Tests
- DAT-Sonderteil
- Video-Special
- und viel Musik



Test 1000-Mark-Verstärker  
Wie gut sind die  
neuen Messer

Test 8 Boxen um 400 Mark:  
Auch billige  
können sehr gut klingen

Spiele:  
für 800 Mark in  
Spitzenklasse

## Großer DAT-Sonder

Digital-Recorder im Vergleichstest  
Ansteiger • Was die DAT-Zukun

non-Verstärker:  
teile der  
rürker



er:  
delle?

**teil**

ift bringt




**TRUCK LIFE** 6

**September 1987**

**Nr. 9 / 1987**


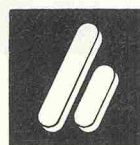
**RECKHEE**

MAGAZIN FÜR MÄNNER UND MASCHINEN

sfr 6,- öS 50,- DM 6,-

**AUSTRALIAN ROAD TRAIN**  
über die Unmöglichkeit

**AMERICAN HIGHWAY**  
Interstate 10

**Verlag Heinz Heise GmbH**  
 Helstorfer Straße 7  
 3000 Hannover 61  
 Tel. (05 11) 53 52-0



Ulf Sierks

# Warum kosten Lautsprecher eigentlich Geld?

**W**er 1972 auf die Wahnsinnsidee kam, seine Lautsprecher selbst bauen zu wollen, der konnte auf die 'breite' Angebotspalette der Firma J. aus B. und auf 'den Klinger', das Fachbuch zum Thema in deutscher Sprache, zurückgreifen. Auswahl an Lautsprecher-Chassis gibt es auf dem deutschen Markt mittlerweile mehr als genug. Auf jeden Fall lohnt sich inzwischen eine genaue Betrachtung des Preis-/Leistungsverhältnisses bei Chassis. Das Angebot reicht z.B. bei Hochtönern mit anständigem Magneten und Softdom-Kalotte von 20,— DM bis 600,— DM. Natürlich haben die Hersteller in ihren Prospekten schnell Erklärungen für solche Preisunterschiede zur Hand. So liest man dort vom aufwendigsten Druckguß, teuerstem Magnetmaterial oder ultraharten und trotzdem superleichten Spezialmembranen. Bei genauerer Betrachtung dieser Werbesprüche kommt dann oft genug die Frage auf, ob diese technischen Details einen so hohen Preisaufschlag rechtfertigen.

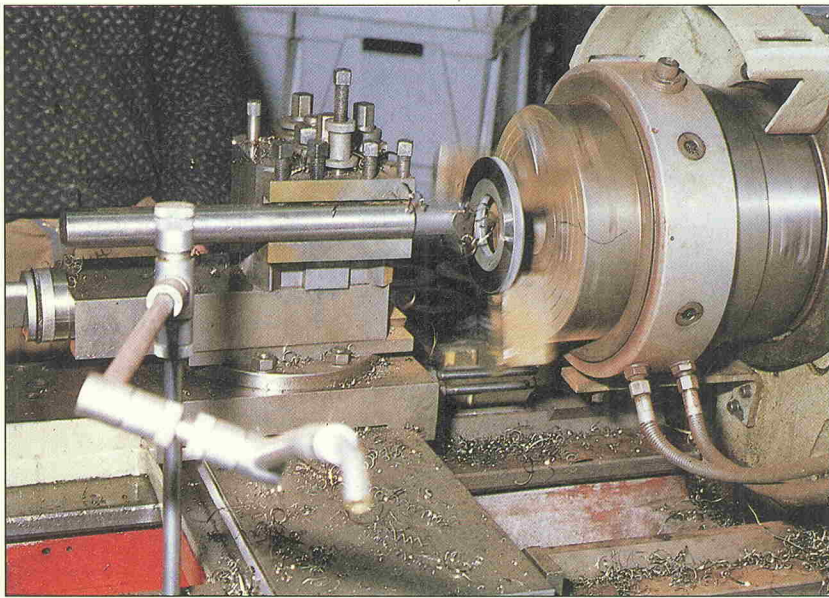
Darf z.B. wegen einer Supermembrane das Chassis einen vier- oder fünffachen Verkaufspreis erhalten, oder werden in einem solchen System noch viele kleine technische Einzelheiten eingebaut, die Geld kosten, aber in der Werbung nicht so groß herausgestellt werden? Wir haben uns zu diesem Zweck einmal bei einem Hersteller von hochwertigen Chassis in der Produktion umgeschaut, um einen Überblick über diese Fragen zu bekommen.

**D**ynaudio ist ein dänischer mittelständischer Betrieb, der innerhalb der letzten 15 Jahre durch ausgezeichnete Produkte einen guten Ruf erworben hat. In der Hauptniederlassung im dänischen Skanderborg in der Nähe von Aarhus werden von der Eisenbearbeitung der Magnetsysteme und der Körbe, über die Fertigung von Lautsprechermembranen, bis zum fertigen High-End-Lautsprecher Qualitätsprodukte in vielen Einzelschritten und in Handarbeit gefertigt. Handarbeit heißt hier nicht, daß mit Säge und Feile aus Eisenplatten runde Polplatten gefertigt, sondern daß alle Einzelteile auf modernen Maschinen unter menschlicher

**Bild 1.** Dynaudio-Lautsprecherfabrik im dänischen Skanderborg bei Aarhus.







**Bild 2. Die Polplatten für die Magnetsysteme werden nach dem Stanzen in zwei Arbeitsgängen zuerst plangedreht und dann mit Riffelungen versehen, die eine optimale Klebeverbindung zwischen Magnet und Polplatte erlauben.**

Aufsicht präzise hergestellt und montiert werden. Diese Veredelungsarbeit ist der eigentliche Punkt, der den Qualitäts- und den Preissprung verursacht. Peter Geukes, Vertriebsingenieur bei Dynaudio, erklärt uns das mit folgenden Worten:

„Normalerweise kauft ein Hersteller von bekannten Zulieferfirmen Lautsprechermembranen, Lautsprecherkörbe, Pol-

platten, teilweise fertige Magnetsysteme und montiert diese vorkonfektionierten Systeme dann zu einer speziellen Einheit. Das ist der Grund, warum oft Systeme verschiedener Hersteller sehr ähnlich aussehen. Dynaudio hat es sich zum Ziel gesetzt, jedes benötigte Einzelteil an das entsprechende Lautsprechersystem anzupassen. Das bedeutet, daß statt eines Standard-Magnetsystems ein

wand nicht nur auf das Magnetsystem, sondern auf jedes Einzelteil. Wir sind stolz darauf, für fast jedes Teil der Dynaudio-Chassis eigene Werkzeuge zu haben, die es uns ermöglichen Chassis zu fertigen, die

den Stand des derzeit Machbaren repräsentieren.“

**E**sind aber nicht nur die besonderen Werkzeuge selbst, die die hohen Produktionskosten verursachen, sondern die hohen Lohnanteile, die bei einer solchen Fertigung unweigerlich zu Buche schlagen. So muß z.B. ein Baßlautsprecher, der ein besonders ausgewogenes Verhältnis zwischen elektrischen und mechanischen Parametern haben soll, an vielen Stellen nur im Detail verfeinert werden. Das heißt, daß viele Einzelteile mehrmals durch die Hände der Beschäftigten wandern müssen, bevor sie eine Einheit bilden. Setzt man dagegen ein solches Magnetsystem aus einfachen Standardteilen zusammen, so ist die dafür benötigte Zeit deutlich geringer. Ein hochpräzises Ausrichten des Luftspaltes erfordert halt mehr Arbeitsgänge als beim normalen Ausrichten, was vielfach als ausreichend



**Bild 3. Die Magnetsysteme werden nach der Metallbearbeitung mit speziellen Paßwerkzeugen während des Verklebens ausgerichtet und dann mit Hilfe der blauen Stempel zusammengepreßt.**

eigenes Magnetsystem entwickelt und Arbeitswerkzeuge und Formen dafür geschaffen werden müssen. Dieses ist natürlich wesentlich kostenintensiver, als der Einsatz eines schon seit Jahrzehnten gebauten Standard-Magnetsystems. Vor allem die Entwicklungskosten steigen bei dieser Art der Fabrikation erheblich. Natürlich beschränkt sich dieser Auf-

## **IEM** HiFi Qualität

Life Atmosphäre zuhause!

Wir bieten ein umfangreiches Programm an preiswerten Qualitätsbausätzen. Unser Angebot reicht vom kompakten Autolautsprecher bis zur 300 Watt Box. Darüber hinaus führen wir auch Boxen in Subwoofer- und Bassreflex-technik. Sämtliche Boxen sind für CD Technik geeignet, wurden in akustischen Labors entwickelt und im Vergleich mit Spitzenboxen getestet. Für die Montage der IEM Bausätze sind weder technische Kenntnisse noch spezielles Werkzeug notwendig. Bei IEM Boxen werden die Lautsprechersysteme mit speziellen Steckverbindungen an die fertig verdrahtete Frequenzweiche angeschlossen. Umständliches Lötens entfällt. Wenn Sie mehr erfahren wollen schicken wir Ihnen gerne unser kostenloses und unverbindliches Informationsmaterial.

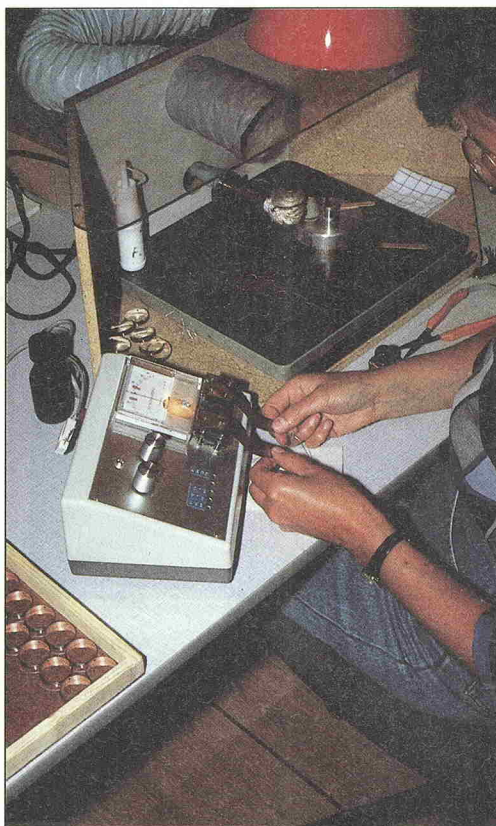
IEM Industrie Elektronik GmbH,  
Postfach 40, 8901 Welden, Tel. 08293/1979



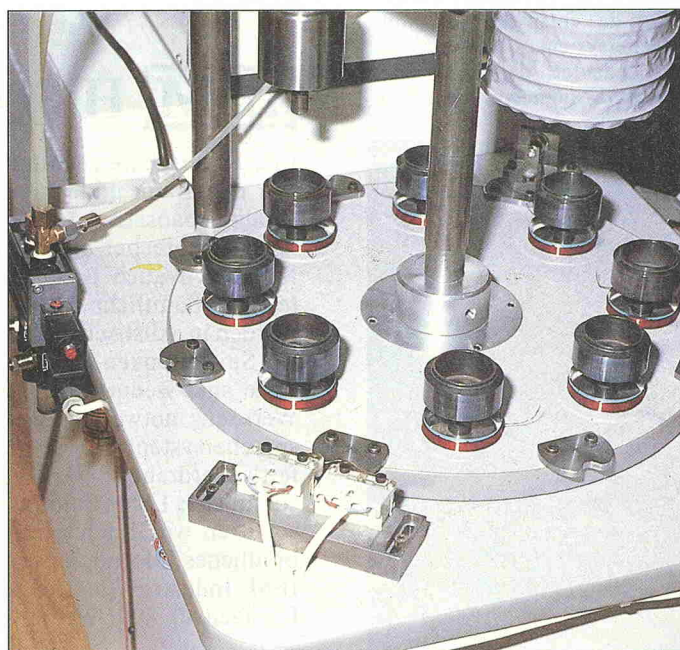




▲ Bild 4. Die Schwingspule, das Herz des Lautsprecherchassis, läßt sich bei kleinen normalen Systemen hervorragend auf Automaten wickeln. Die größeren Spezialschwingspulen erfordern allerdings einen besonderen Wickelaufwand. In diesem Fall werden sie komplett auf speziellen Halbautomaten gewickelt, damit bestimmte Wickelparameter genau eingehalten werden können.



◀ Bild 6. Nach dem Hexacoilprozeß, der in einem Spezialofen durchgeführt wird, wird die Schwingspule auf exakten ohmschen Widerstand geprüft. Bei allen Dynaudio-Schwingspulen wird an den Aluminium-Schwingspulen-draht eine hochflexible Zuführungs-litze angelötet, die eine lange Lebensdauer und ungehindertes Schwingen der Membrane garantiert.



▲ Bild 5. Direkt nach dem Wickeln werden die Schwingspulen auf ein Trocknungskarussell gelegt, welches den Hexacoilprozeß mit seinen speziellen Temperatursteuerungen vorbereitet.

	Kalkulation für Großserie VK 40,—		Kalkulation für Handarbeit VK 120,—	
	Anteil in %	Anteil in DM	Anteil in %	Anteil in DM
Material	20	8,—	8	9,60
Arbeitszeit	6	2,40	25	30,—
Entwicklung	2	—,80	8	9,60
Abschreibung				
Werkzeuge	5	2,—	5	6,—
Verpackung/ Transport	8	3,20	10	12,—
Vertrieb/ Werbung	15	6,—	14	16,80
Waren- verteilungskosten	44	17,60	30	36,—

angesehen wird. Bei einer Fertigung wie hier im dänischen Dynaudio-Werk beträgt der Lohnanteil bis zu ca. 25% des Chassispreises. Wir haben einmal versucht, anhand von Tabelle 1 aufzuzeigen, wo die Unterschiede in der Kalkulation zwischen einem mit schnell montierbaren Normalteilen aufgebauten Hochtöner, und einem wie in der nebenstehenden Bild-Reihe gefertigten Hochtöner bestehen. Diese Tabelle ist aus den Schilderungen der Hersteller entstanden und ist durch ihre Beschränkung auf sieben Positionen nur als grobe Übersicht zu verstehen. Es sind dabei auch keine speziellen Chassis gemeint, sondern es soll nur der Unterschied zwischen den kalkulationsmöglichkeiten eines in Großserie, und eines in Handarbeit gefertigten Systems aufzeigen.

Erstaunlich ist der verschwindend geringe Anteil des reinen Materialwerts, der in einer solchen Rechnung zum Vorschein kommt. Das Gewicht — verursacht durch viel Eisen und Magnetmaterial — ist also nicht die ausschlaggebende Größe für den Preis eines Lautsprechers. Die großen Unterschiede zwischen beiden Systemen liegen ausschließlich in der





▲ **Bild 7.** Im nächsten Arbeitsgang muß die Schwingspule mit der Membrane verbunden werden. Dazu werden wieder spezielle Press- und Zentrierwerkzeuge benötigt, die das Verkleben der einzelnen Teile miteinander ermöglichen. Wichtig an diesem Arbeitsplatz ist — wie bei allen Stellen, an denen mit Klebstoffen hantiert wird — eine aufwendige Be- und Entlüftung der Arbeitszone, damit die Klebstoffe bei konstanten Temperaturen verarbeitet werden und die dabei entstehenden Dämpfe umweltfreundlich abgesogen werden können.

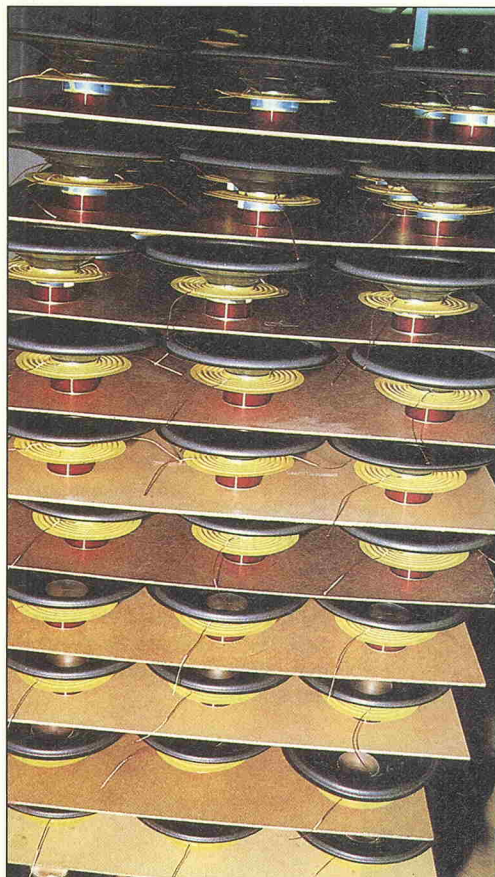


Arbeitszeit und im Bereich der Entwicklung begründet. So ist es ganz natürlich, daß bei einer wesentlich kleineren Stückzahl in der Anfertigung ein größerer Beitrag als Rücklage für die Entwicklung neuer Systeme gefordert werden muß. Interessant ist auch, daß eine vernünftige

Verpackung bei einem Hochtöner fast in der gleichen Größenordnung wie der reine Materialpreis liegt — auch hier schlägt die Stückzahl natürlich auf den Preis voll durch.

Ein wichtiger Tip für den Kunden läßt sich aus dieser Tabelle auch leicht herauslesen. So ist die Handelsspanne in der Regel bei den Großserienprodukten leicht höher als bei Einzelchassis mit ausgeprägtem Marken-Image. Hier kann man bei Preisvergleichen von Standardchassis zwischen den einzelnen Fachhändlern manchmal größere Unterschiede feststellen als bei Markenprodukten.

Ein Faktor, der in der heutigen Produktion keineswegs unberücksichtigt bleiben sollte, ist eine umweltfreundliche Fertigung. So dürfen die Kosten keinesfalls unterschätzt werden, die in einer Produktion entstehen, wenn sämtliche Produktionsanlagen und die Wahl der Produktionsmittel so ausgelegt



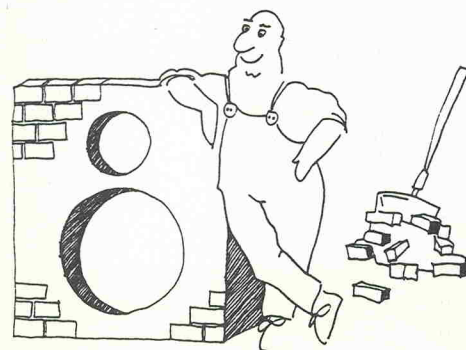
**Bild 8.** Nachdem Spinne und Membrane an die Schwingspule geklebt sind, werden diese Einheiten, die ja den kompletten beweglichen Teil eines Lautsprecher-Chassis darstellen, speziellen Trocknungsprozessen unterworfen. Dies ist wichtig, damit die Systeme im späteren Betrieb die extremen Beschleunigungen und Verzögerungen schadlos überstehen.

## **IEM** Boxenbausätze

Bauen Sie Ihre Boxen selbst!

Wir bieten ein umfangreiches Programm an preiswerten Qualitätsbausätzen. Unser Angebot reicht vom kompakten Autolautsprecher bis zur 300 Watt Box. Darüber hinaus führen wir auch Boxen in Subwoofer- und Bassreflex-technik. Sämtliche Boxen sind für CD Technik geeignet, wurden in akustischen Labors entwickelt und im Vergleich mit Spitzenboxen getestet. Für die Montage der IEM Bausätze sind weder technische Kenntnisse noch spezielles Werkzeug notwendig. Bei IEM Boxen werden die Lautsprechersysteme mit speziellen Steckverbindungen an die fertig verdrahtete Frequenzweiche angeschlossen. Umständliches Löten entfällt. Wenn Sie mehr erfahren wollen schicken wir Ihnen gerne unser kostenloses und unverbindliches Informationsmaterial.

IEM Industrie Elektronik GmbH,  
Postfach 40, 8901 Welden, Tel. 0 82 93/19 79







▲ Bild 9. In weiteren Arbeitsschritten werden nun die beweglichen Teile des Lautsprechers in die Magnetsysteme bzw. bei Basslautsprechern in die Körbe eingesetzt. Hierbei gibt es nun bei jedem Hersteller besondere Verfahren, die aus verständlichen Gründen nicht gerne näher gezeigt werden. Man kann allerdings erkennen, daß die Systeme nach dem Zentrieren wieder in Trockenkarusselle geschoben werden, in denen die Systeme eine bestimmte Zeit antrocknen können, bevor ein zweiter Zentriergang diesen wichtigen Produktionsschritt beendet.



▲ Bild 10. Bei den Kalottenlautsprechern wird für jede Type spezifisch ein bestimmtes Coating aufgetragen. Dabei befindet sich das komplette Magnetsystem mit montierter Kalotte in einer Zentrifuge. Mit einem Pinsel werden die zu coatenden Stellen der Membrane eingestrichen, und die Menge der Coatingflüssigkeit durch eine wohl definierte Zentrifugengeschwindigkeit dosiert.

werden, daß die Umwelt möglichst wenig beeinträchtigt wird.

**Z**usammenfassend kann gesagt werden, daß bereits bei der Konstruktion eines Lautsprecherchassis das zukünftige Preisniveau festgelegt wird. Preiswert läßt sich nur produzieren, wenn möglichst viele Arbeitsgänge in der Montage eingespart werden können. Je einfacher die mechanische Konstruktion ist, desto schneller — und billiger — läßt sich ein Chassis herstellen. Mit dem Vereinfachen der Konstruktion müssen allerdings größere Toleranzen eingeplant werden, die sich im Endeffekt bei einem feinmechanischen Meisterwerk, worum es sich ja bei einem Lautsprecher-Chassis handelt, in der Qualität niederschlagen.



▲ Bild 11 und 12. In diesen Hallen werden die gezeigten Feinmontageschritte ausgeführt. Die Menge der notwendigen Arbeitsschritte ist recht beträchtlich. So wird zum Beispiel für die komplette Montage der Dynaudio D-28 AF eine Arbeitszeit von 28 Minuten kalkuliert.



**99dB**  
Lautsprecher

## Lautsprecherbausätze für PA u. HiFi

- Gehäusezuschnitte in Span u. Multiplex
- Lautsprecher und Gehäuse in Sonderanfertigung
- Lautsprecher u. Zubehör von Visaton, WHD u. Fane

**Lagesche Str. 63A, 4930 Detmold, 0 52 34/26 04**

GROSSES VORFÜHRSTUDIO  
& SCHNELL-VERSAND  
FÜR LAUTSPRECHER-BAUSÄTZE  
ALLER SPITZEN-HERSTELLER

**SUPER  
INFO  
PAKET**

ANFORDERN GEGEN  
3,- DM IN BRIEF-  
MARKEN

**pro audio**  
**HiFi-BAUSÄTZE**

AM  
WALL 45  
2800 BREMEN 1  
☎ 0421-14874

+++ Der Lautsprecherspezialist in Kiel +++ Vorführung in 5 Studios +++ 600 qm +++

**Alles um den Lautsprecher**

Audax, Celestion, JVC, Jordan Watts, Dynaudio, Eton, Focal, Heco, Isophon, Magnat, Multicel, Peerless, Procus, RTO, her, Monacor, Seas, Sipe, STRATHEARN, Technics, TCN, Shackman, Teufel, Visaton, Visaton-TL, WHD, Audax, Tannoy, Celestion, Coral, Coles, Dynaudio, Eton, Focal, Heco, Isophon, JVC, Jordan Watts, Kef,

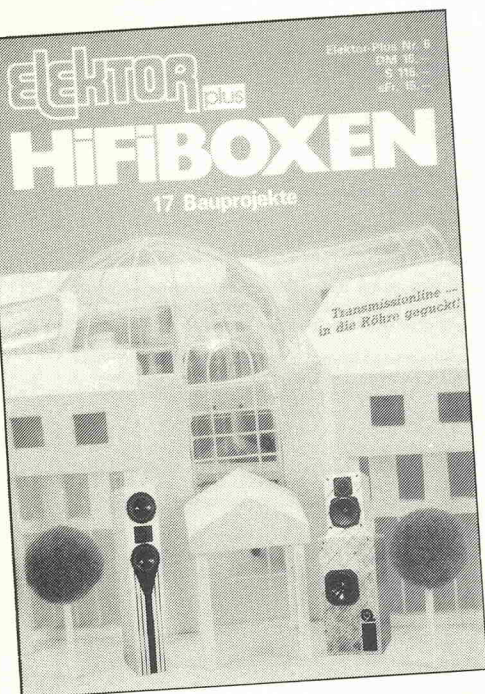
**KENSING extra**  
Knooper Weg 41 Nähe Exer  
Tel: 0431-944 81 2300 Kiel 1

+++ Deutschlands zweitgrößtes Lautsprecherselbstbaustudio +++

## elektor plus 6

## »Hifiboxen im Selbstbau«

# ELEKTOR



Ein Sprichwort sagt: "Es gibt nichts Gutes, außer man tut es!" Wir haben's nicht nur gemacht, sondern es ist auch wirklich gut geworden — das dritte Hi-Fi-Boxen-im-Selbstbau-Sonderheft. Da ist für jeden Hörgeschmack und Geldbeutel etwas dabei. Das Spektrum reicht vom Zweiwege-Monitor bis zur schrankgroßen Aktiv-Satelliten-Subwoofer-Kombination. Eine Fundgrube für alle Boxen-Freaks! Außer den Bauanleitungen verraten wir etwas über die **Physik des Klangs**, schauen der **Transmissionline** in die Röhre, machen Ihnen Appetit auf das **Baßkochbuch** und beschreiben, welche **Harte Bedingungen** in der Selbstbauszene herrschen. Damit das alles aus einem Guß ist, haben wir wieder einen Autor mit dem Schreiben und Testen beauftragt.

### Die Selbstbau-Projekte im einzelnen

- **Micro & Macro**  
Satellit-Subwoofer-Kombination von SEAS.
- **Hex 300**  
Verbesserte Version der bekannten ETON-Box.
- **Vivace '87**  
Moderne Version der beliebten VIFA-Box.
- **TML 330**  
Satelliten-Subwoofer-Kombination von MIVOC.
- **Pentamyd III**  
Fünfeckige DYNAUDIO-Box weiter verbessert.
- **Monitor Compact**  
TDL mit sagenhaftem Baß.
- **Family plus**  
AUDIO DESIGN liebt's preiswert und gut.
- **SUCCESS**  
Das wünschen wir FOCAL.
- **Event**  
Ein Ereignis von ADR.
- **Pegasus**  
SPEAKER SELECTION beflügelt die Ohren.
- **Modell 3**  
Sicher nicht das letzte von MOREL.
- **PP 30**  
PEERLESS gibt sich konservativ.
- **Unity**  
Eine Satelliten-Subwoofer-Einheit von VISATON.
- **Veena**  
KLANGBAU mit regeltem Baß.
- **Monitor**  
Ein Meisterwerk mit Richard-Allen-Baß.
- **Schmackshorn**  
Teamwork von Schmacks/Maschmann/Zoller.
- **Klipschhorn**  
Ein guter Name mit einem guten Klang.

Ab 31. August 1987, für DM 15,—, im Zeitschriftenhandel oder direkt bei

**Elektor Verlag GmbH**  
Süsterfeldstr. 25  
5100 Aachen



## Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil

Akomp, Ober-Mörlen	19
albs-Alltronic, Oetisheim	5
Art & Audio, Hamburg	67
AUDAX proraum, Bad Oeynhausen	19, 57
Audio Art, Bielefeld	111
Audio Art, Langenhagen	67
AUDIO DESIGN-TEAM, Essen	11
Audioladen, Würzburg	110
audiomobile, Leverkusen	19
AUDIOPHIL, München	9
Blue Box, Bremen	111
Celestion, Pirmasens	105
DYNAUDIO, Hamburg	5
Electro Voice, Frankfurt	29
Elektor-Verlag, Aachen	127
elektroakustik, Stade	99
etm, Zülpich-Enzen	67
Frech-Verlag, Stuttgart	117
GDG Lautsprecher, Münster	110
Goldt, Hannover	Umschlagseite 2
G + S Gores & Szlosze, Gelsenkirchen	110
Hagemann, Moers	105
HAT, Kaup, Emsdetten	27
HiFi + Art, Augsburg	19
HiFi Manufaktur, Braunschweig	19
hifisound, Münster	9
High Tech, Dortmund	7
Hubert, Bochum	67
Hubert, Dr., Bochum-Querenburg	35, 37
IEM, Welden	123, 125
in-akustik, Ballrechten	19
I.T., Kerpen	107, 109
JOKER-HIFI-SPEAKERS, München	29
jpc Schallplatten, Osnabrück	13
Kensing extra, Kiel	127
KKSL, Groß-Gerau	110
Klangbau, Bielefeld	5, 105
Klein, Neuhausen	5
klein aber fein, Duisburg	11
Lautsprecherladen, Kaiserslautern	19
LSV, Hamburg	110
Matzger + Engels, Köln	9
mivoc, Solingen	79
Oehlbach-Kabel, Karlsruhe	99
Open Air, Hamburg	71
Peerless, Düsseldorf	41
phono motion, Konstanz	111
pro audio, Bremen	127
Schappach, Mannheim	67
Schaulandt, Hamburg	Umschlagseiten 3 und 4
Schwerdt-Kruse, 99dB Lautsprecher, Detmold	127
Stein, Heinsen	111
Thiel, Homburg	67
VIFA	11
VISATON, Haan	61
Völkner, Braunschweig	51
Westermann, Heidelberg	99
Wirth, Isernhagen	110
Zeck-Musik, Waldkirch	111

### Impressum:

HiFi-Boxen selbstgemacht '87  
(elrad extra 6)

Verlag Heinz Heise GmbH

Helstorfer Straße 7  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telex: 923 173 heise d  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

Technische Anfragen nur mittwochs 9.00—15.00 Uhr  
unter der Tel.-Nr. (05 11) 53 52-171

Postcheckamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 250 502 99)

Herausgeber: Christian Heise

Redaktion: Peter Röbbke

Redaktionssekretariat: Stephan Reimer

Technische Assistenz: Martina Rabe

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber,  
Dirk Wollschläger

Fotos: Lutz Reinecke, Hannover

### Verlag und Anzeigenverwaltung

Verlag Heinz Heise GmbH  
Helstorfer Straße 7  
Postfach 610407  
3000 Hannover 61  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telex: 923 173 heise d  
Telefax: 05 11/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzgen

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Birgit Klisch,  
Sylke Teichmann

Anzeigenpreise:  
Es gilt Anzeigenpreisliste 1987

Vertrieb: Anita Kreutzer

Bestellwesen: Christiane Gonnermann

Herstellung: Heiner Niens

Satz:  
Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1

Druck:  
Industriedruck AG  
Ruhrtalstraße 52—60  
4300 Essen 16

HiFi-Boxen selbstgemacht erscheint 2-mal jährlich  
Einzelpreis DM 16,80, 6S 142,—, sfr 16,80

Vertrieb (auch für Österreich und die Schweiz):  
Verlagsunion Zeitschriften-Vertrieb  
Postfach 5707  
D-6200 Wiesbaden  
Ruf (0 61 21) 266-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen  
kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom  
Herausgeber nicht übernommen werden.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und  
gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmi-  
gung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an  
Bedingungen geknüpft sein.

Veröffentlichte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des  
Verlages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verla-  
ges. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Re-  
daktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad-extra erfolgen ohne  
Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Waren-  
namen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwen-  
dung benutzt.

Printed in Germany  
© Copyright 1987 by Verlag Heinz Heise GmbH

ISSN 0177-0055

Titelidee: elrad

Titelfoto: Lutz Reinecke



# VORNE HUII...



## B 300

### VON SEINER BÄSSTEN SEITE



## A black and white photograph of a vintage vinyl record. The record is dark, possibly black or very dark grey, and shows signs of wear, including scratches and dust. The central label is a lighter, textured grey with a circular design. The text "VINTAGE RECORDS LIMITED" is visible along the top edge of the record.

# SCHAULANDT

