

Verlag Heinz Heise GmbH  
- Redaktion elrad -

Bissendorfer Straße 8  
3000 Hannover 61

# HIFI B

selbstgemacht

MIVOC  
Subwoofer 150 +  
Satelliten 200

PROCUS Intus

KEF Slim-Line

ETON 100 hex

CELESTION  
Trigon 10

FOCAL Kit 200

PEERLESS Profi I

VIFA MCS-1

McENTIRE Expo  
'Hybrid'

SIPE S 100

MAGNAT  
Minnesota II

AUDAX  
PRO TPX 21  
VOLT Concept 25 A  
NIMBUS Yellow

elrad  
extra 4  
HEISE



ELECTRO-VOICE  
Kit 4

VISATON Monitor  
TL 473 D

CORAL Twin Set

IEM  
Argon HR 1

FOSTEX KWO 1



# LAUTSPRECHER

für HIFI, MUSIKER, DISCOS, BESCHALLUNG  
PETER GOLDT



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

Ihre Zeichen

Ihre Nachricht

Unser Zeichen

Unsere Nachricht

Datum

9/86

PG

Sehr geehrter ELRAD-EXTRA-4 Leser,

als im Februar 1984 unsere **Mikro-Transmissionlinebox** die ELRAD-Titelseite zierte, hatten wir mit dieser exzellenten Minibox (Bausatz immer noch nur 198.- DM!!) unseren ersten „Versandknüller“.

Das High-End-Konzept **Goldt-Horn** im letzten ELRAD EXTRA 3-Heft begeisterte zahlreiche „Klang-Gourmets“.

Nachdem wir den Vertrieb für *Sipe-professional* und *McEntire* übernommen haben, können wir dieses Jahr zwei besonders interessante Neuentwicklungen vorstellen:

Hier im ELRAD EXTRA 4-Heft das **McEntire HYBRID-HORN**, ein Hochleistungssystem zum erschwinglichen Bausatzpreis ab 725.- DM und im ELEKTOR PLUS 4 das **SIPE PRO 200 CONCEPT**, eine gelungene Standbox für Einsteiger, ausbaubar ab 259.- DM bis 429.- DM.

Alles weitere gegen 5.- DM in Briefmarken in unserem neuen Gesamtkatalog!

Viel Spaß mit unseren Bauvorschlägen wünscht Ihnen

Ihr

*Peter Goldt*

Alleinvertrieb für die BRD:

**SIPE**  
PROFESSIONAL-SERIE

**McENTIRE**  
professional audio equipment



Noch vor wenigen Jahren wurden die Boxenselbstbauer von der Fertigboxenindustrie belächelt. Heute kratzt der Hobbymarkt an manch düsterer Nußbaumkiste aus industrieller Fertigung. Dabei ist es eigentlich verwunderlich, daß diese Entwicklung so jung ist, wurde doch die Hifi-Box von Bastlern entdeckt.

Auf der Bühne, im Theater, im Kino gibt es Boxen, seit Lautsprecher existieren. Die Wohnzimmerbox dagegen konnte sich erst seit Einführung und Verbreitung der Stereophonie durchsetzen. Bevor sich jedoch in den sechziger Jahren so manche Familie entschließen konnte, ihre ehrwürdige Musiktruhe gegen eine Stereoanlage auszutauschen, war es oft der hoffnungsvolle Nachwuchs, der das Auge der Eltern bereits an den Anblick eines separaten, tönenden Holzkastens gewöhnt hatte.

Die phonheischende Beatmusik der damaligen Zeit, verbunden mit dem ungeeigneten Besitz eines jämmerlichen Kofferradios, brachte manche Box hervor. Box heißt wörtlich übersetzt: Kiste. Und mehr waren die Geräte meist auch nicht. Kisten mit Chassis aus alten Fernsehern und Radios — Weichen unbekannt. Am Kofferradio oder am Selbstbauverstärker betrieben, lieferten sie zumindest mehr Phon als zuvor. Das Wort Bedämpfung hätte bei den Beatle-Fans wohl nur ungläubige Verwunderung ausgelöst. So gut wie Papas Musiktruhe waren die Boxen allemal.

Dieser Stand der Selbstbautechnik hielt sich leider über Jahre und verhalf ihren Erzeugnissen angesichts der immer weiter verbesserten Fertigboxen nicht gerade zum besten Ruf. Grund der Stagnation war nicht zuletzt der Mangel an brauchbarer Literatur. Hobbytischlermagazine zeigten hier und da eine Selbstbaubox, perfekt getischelt, doch falsch abgestimmt. Elektronik-Zeitschriften betrachteten die Box oft lieblos als letztes Bauelement am Verstärkerausgang.

Erst in den letzten Jahren änderte sich diese Einstellung langsam und kontinuierlich. Chassishersteller und ihre Vertriebe erkannten, daß sich im Selbstbaubereich ein großer Markt öffnet, wenn man den Kunden nicht ohne Grundlagen und Know-how allein vor sich hinbasteln läßt. Dank dieser Einsicht und

dank der Tatsache, daß sich heute auch Bücher und Zeitschriften des Boxenselbstbaus ernsthaft angenommen haben, sind die Zeiten endlich (fast) vorbei, in denen Lautsprecher ausschließlich mit Durchmesser, imponierender Wattangabe und durch die Zuweisung in ein 40- bis 80-Liter-Gehäuse gekennzeichnet wurden.

Was damals einfach nicht gutgehen konnte — das blinde Huhn mit dem gefundenen Korn einmal ausgenommen —, führt heute zu bemerkenswerten Ergebnissen: Selbstbauboxen in hervorragender Qualität, meist wesentlich preiswerter als vergleichbare Fertigprodukte und fast immer von originellem, aktuellem Design. Formen, die die Industrie auf behäbigen Fließbändern kaum auflegen kann. Um qualitätsmindernde Kompromisse zur Erzwingung der Serientauglichkeit braucht sich der Selbstbauer keine Gedanken zu machen. Das ausgeklügelte, komplizierte Gehäuse kostet ihn nicht mehr Geld, sondern einige zusätzliche Hobbystunden im Keller.

Der Boxenselbstbau ist erwachsen geworden.

*Michael Oberesch*

Michael Oberesch





## Bauanleitungen

Fostex — KWO I	8
Magnat — Minnesota II	14
Sipe — S 100	18
Visaton — Monitor TL 473 D	28
Procus — Intus	34
Mivoc — Sub 150 + Sat 200	40
Electro-Voice — Kit 4	50
Coral — Twin Set	56
Vifa — MCS1	66
Celestion — Trigon 10 + Ars Nova II	72
Focal — Kit 200	82
IEM — Argon HR 1	92
McEntire — Hybrid	96
Peerless — Profi I	102
Volt — Concept 25 A	112
Nimbus — Yellow	118
KEF — Slim Line	122
Audax — PRO TPX 21	136
eton — 100 hex	140



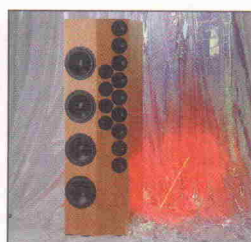
Seite 8



Seite 14



Seite 18



Seite 66



Seite 72

## Magazin

News-Box	94
Lautsprechermeßtechnik	23
Spiel mir das Lied vom Tod	46
Was Sie schon immer über Boxen wissen wollten	61
Unsichtbarer Teilhaber	87
Lautsprecher-Kosmetik	108
Beschallungstechnik im Wohnraum	130
Raum-Traum	145
Music-Box	154
Book-Box	156
Bezugsquellennachweis	158
Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil	160
Impressum	160





# INHALT



Seite 28



Seite 34



Seite 40



Seite 50



Seite 56



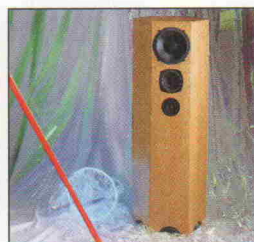
Seite 82



Seite 92



Seite 96



Seite 102



Seite 112



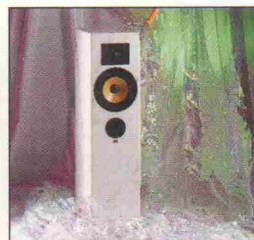
Seite 118



Seite 122



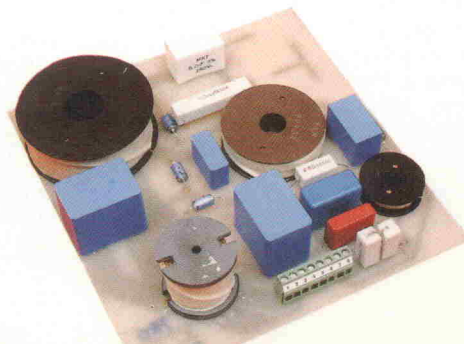
Seite 136



Seite 140



Großes Boxen-Poster als Beilage







### Neuer Anbieter in Mainz 'die Box'

Interessenten, die bei Selbstbau-Lautsprechern Wert auf guten Klang zu günstigen Preisen legen, haben seit dem 1. August 1985 eine neue Top-Adresse:

Die Firma 'die Box' in der Rochusstr.11 in Mainz. Hier bietet ein junges, aufstrebendes Team ein breites Programm von durchweg in Eigenregie entwickelten, konzipierten und gefertigten Selbstbau-Lautsprechern an.

Sämtliche angebotenen 'Systembausätze' sind vorbildlich komplett, inklusive allen notwendigen Zubehörs. Selbstverständlich wird bei allen verwendeten Bauteilen zuvorderst auf beste Qualität geachtet. „Bei uns gibt es keine dubiosen no-name-Produkte“ versichert denn auch Ralph-Dieter Behle von 'der Box'.

So finden sich im umfangreichen Lager dann

auch ausschließlich Produkte führender Hersteller wie Audax, Dynaudio, Electro-Voice, JBL, KEF, MB, Seas und eton, für die man auch die Leergehäuse fertigt, sowie hochwertige Eigenprodukte. Die Palette des Angebots reicht von den 'Systembausätzen' über perfekt geschreinerte Leergehäuse in diversen Materialien und Oberflächen bis hin zu 'Alles-drin-und-dran-Paketen', die das fertige Leergehäuse einschließlich aller Systeme und des kompletten Zubehörs enthalten.

In den neubezogenen Räumen im Herzen der Mainzer Altstadt sind alle Bausätze und Gehäuse ungestört anzusehen, und natürlich können auch alle probegehört werden.

Wer sich seine Boxen nach eigener Konzeption bauen möchte, findet bei 'der Box' alles hierzu notwendige ebenso wie alljene, die ihre Boxen noch mit dem richtigen Zubehör perfektionieren

möchten. Von Cannon-Steckern bis zum Super-Lautsprecherkabel bietet man hier alles, was guten Klang besser macht.

Schließlich bietet die Firma noch die Möglichkeit, die Boxen im haus-eigenen Abstimm-Labor perfekt abzustimmen.

Man wird sich also 'die Box' in Mainz als gute Adresse fürs bessere Hören merken müssen.

die Box, Herstellung + Vertrieb von Lautsprechersystemen, Ralph-Dieter Behle  
Rochusstr.11  
6500 Mainz 1  
Tel. (0 61 31) 23 10 25



### Neue Serie — neues Label

#### scan-speak

Eine kleine Gruppe exzellenter Techniker, Entwickler und Designer hat unter dem Label techniko eine neue Lautsprecherserie entwickelt. Drei Boxenbausätze und ein Subwoofer werden bereits während der Audio '86 in Essen präsentiert, Fertigboxen sind geplant. Die Gehäuse,

die von erfahrenen Klavierbauern in liebevoller Handarbeit gefertigt werden, sind formschön und präzise verarbeitet. Den letzten Schliff erhalten sie durch siebenmal aufgeschlammten Lack, der nach jedem Trocknen mehrmals poliert wird.

Auch beim Innenleben wurde Wert auf Qualität und Präzision gelegt. Aus diesem Grund werden nur mehrfach selektierte Lautsprechersysteme des dänischen Her-

### Universalplatine UP 70/3

#### Visaton

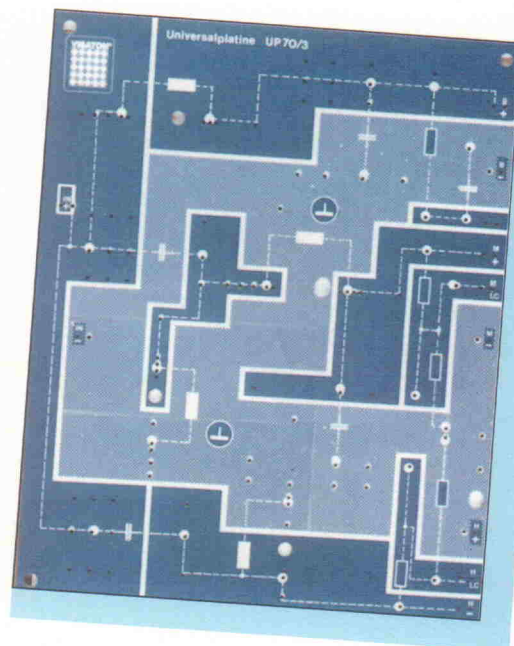
Diese Universalplatine ist speziell für Frequenzweichen passiver Lautsprecherboxen entwickelt worden. Um hohe Impulsströme ohne Verluste übertragen zu können, wird Basismaterial mit 70  $\mu$  Kupferschichtdicke (statt der üblichen 35  $\mu$ ) verwendet. Die Platine ist besonders für 2- und 3-Wege-Weichen 1. und 2. Ordnung geeignet. Außerdem ist für den Tieftöner eine Impedanzkompensation und

für den Mittel- und Hochtöner eine Pegelabsenkung vorgesehen.

Durch Zusammenschaltung zweier Platinen können 4-Wege-Weichen (und mehr) aufgebaut werden. Mit etwas Phantasie lassen sich aber auch 2-Wege-Weichen 3. Ordnung und 4. Ordnung verwirklichen, wenn man Drahtbrücken einlötet und die Felder für die Pegelabsenkung benutzt.

Erhältlich im Elektronik-Fachhandel. Bezugsquellennachweis:

Visaton-Lautsprecher  
P. Schukat  
Pfalzstr.5-7, 5657 Haan 1,  
Tel. (0 21 29) 5 52-0





stellers scan-speak verwendet. Die Spulen und Kondensatoren für die Frequenzweichen werden nach Spezifikationen der Entwickler gefertigt und auf Toleranzen unter 1% selektiert.

Information und Vertrieb durch:

techniko elektrotechnik + electronic vertrieb GmbH und scan-speak Lautsprecher Vertrieb, Berndt Grube, Postfach 30 04 66, 5060 Bergisch-Gladbach 1



## Neues Lautsprecher-Studio in Essen

### Audio-Design

Am 1.3.1986 eröffnete die Firma Audio-Design ihr Ladengeschäft in der Essener Innenstadt. Im Rahmen einer exklusiven Innenarchitektur erwartet den Kunden eine breite Palette vorführbereiteter Selbstbauboxen. Natürlich werden zu allen Bausätzen auch Fertiggehäuse angeboten. Da-

bei kann unter 18 verschiedenen Furnieren und allen RAL- und Klavierlacken gewählt werden. Im Chassisprogramm der Firma finden sich die namhaften Hersteller von A wie Audax bis V wie Vifa. Gegen eine Schutzgebühr von 10,- DM kann ein umfangreicher Katalog angefordert werden.

Audio-Design GmbH & Co. KG, Kurfürstenstr. 53, 4300 Essen, Tel. (02 01) 27 74 27

## A / U / D / I / O



## Hifi-Messe in Essen

### Audio '86

Das durch die überraschende Absage der hifivideo für 1986 entstandene Loch im Ausstellungszyklus der Unterhaltungselektronik ist durch die benachbarte Messe Essen geschlossen worden. Die für den Termin vom 6. bis 9. September 1986 parallel zur photokina geplante Audio '86 war bereits wenige Wochen nach der ersten Ankündigung so weit ausgebucht, daß die Hallenflächen ausgeweitet werden mußten.

Das Konzept der Audio '86 scheint exakt den Anforderungen der Branche zu entsprechen. Während Kritik an der hifivideo laut wurde wegen der Erweiterung des Angebots auf Video und Computer, wegen des ungünstigen Termins in den Schulferien und wegen der schlechten Ordermöglichkeit für den Handel, so hat die Audio '86 all diese Probleme gelöst. Sie beschränkt sich auf Hifi, Auto-Hifi und allgemeine Audioprodukte, räumt den hochwertigen High-End-Exponaten eine getrennte Präsentation in einem Hotel am

Messegelände ein und hat den Termin auf September gelegt.

Im Rahmen der Sonderchau 'Hifi-Boxen im Selbstbau' zeigen ein gutes Dutzend Herstellerfirmen ihre Produktpalette. Zusätzliche Seminare und Workshops zum Thema Boxen-selbstbau schließen die letzten Informationslücken.

Audio '86, Hifi-Herbstausstellung Essen, Messegelände am Grugapark, Eingang Ost  
Information: (02 01) 72 44-331  
Eintrittspreis:  
Tageskarte DM 7,-,  
Schüler/Studenten DM 5,-,  
Katalog DM 7,-

## Handwerklich-künstlerisch

### Lautsprechergehäuse

Der Trend zu selbstgebauten, selbstgestalteten Lautsprecherboxen hoher Klanggüte und Qualität ist in den letzten Jahren immer deutlicher hervorgetreten. Damit nun auch der ästhetische Gesichtspunkt nicht hinter dem klanglichen zurückbleibt, hat sich die Firma Schoppenhorst - Innenausbau und feine Möbel - entschlossen, den aufkommenden Bedürfnissen Rechnung zu tragen. Diese traditionsreiche Firma zeichnet sich durch ihre handwerklich hochwertigen Möbel für den privaten Wohnbereich aus und

wird nun auch Lautsprechergehäuse im Sinne ihrer Einrichtungsphilosophie anfertigen.

Die Erfahrungen in der Verwendung exotischer und anderer Edelhölzer, farbiger Furniere, aber auch Farblacken bis hin zu hochglanzpolierten Oberflächen können ab jetzt dem Lautsprecher-enthusiasten zunutze ge-

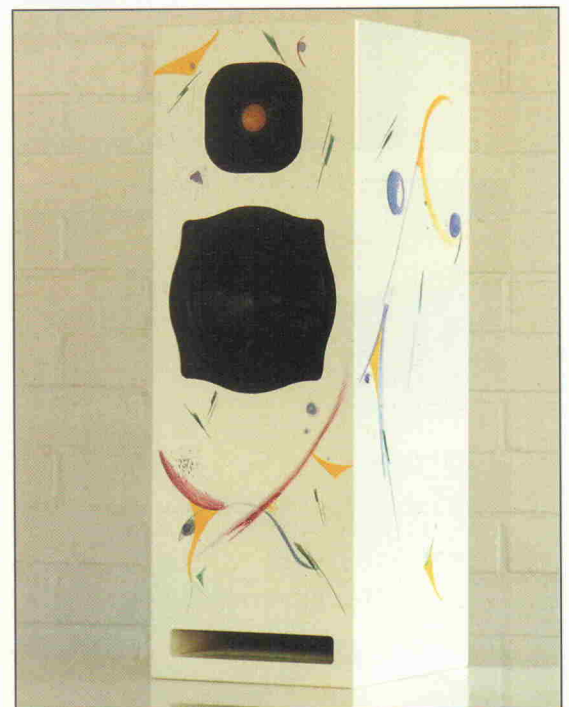


macht werden. Dabei sind dem Einfallsreichtum und der künstlerischen Gestaltung von Formen und Oberflächen keine Grenzen gesetzt.

Interessant wird dies Angebot auch für Hifi-Studios, die selbst eigene Systeme entwickeln und durch rationelle Kleinserien so ihrem Angebot neue Akzente setzen können.

Wer mehr erfahren möchte, setzt sich am besten einmal selbst mit dem Hersteller in Verbindung und läßt sich eine Auswahl des derzeitigen Angebots präsentieren.

Friedrich Schoppenhorst GmbH, Ladberger Werkstätten, Kattenvenner Straße 38, 4544 Ladbergen, Tel. (0 54 85) 21 74



HiFi-Boxen selbstgemacht



### Meßlabor für Selbstbauer

#### High-Tech

Anfang September '86 eröffnet die Firma High-Tech in Dortmund in der Nähe ihres schon lange bestehenden Hifi-Ladens ein Zentrum für Selbstbaulautsprecher unter dem Namen High-Tech-Lautsprecher-Factory. Die über 2000 m<sup>2</sup> große Fläche beinhaltet einen riesigen Vorführraum, einen schalltoten Meßraum und ein gut ausgestattetes Akustiklabor.

Die Besonderheit des Projekts ist das Angebot von High-Tech an seine Kunden, sämtliche meßtechnischen Einrichtungen des Zentrums auch für eigene Arbeiten zur Verfügung zu stellen. So kann der Kunde unter fachkundiger Anleitung und Beratung eigene Boxen entwickeln oder aber vorhandene Lautsprecher optimieren. Für anfallende mechanische Arbeiten stehen Kunden-Arbeitsplätze bereit.

High-Tech-Lautsprecher-Factory  
Bremer Straße 28-31  
4000 Dortmund 1  
Tel. (02 31) 52 73 07



#### Umgezogen

#### AUDIO ART

Die Firma AUDIO ART, Reinhold Hornmann - Spezialist für Lautsprecher- und Verstärkerbau - ist umgezogen. Dabei wurde das Ladengeschäft gleichzeitig in einen Werkstattbetrieb umfunktioniert.

AUDIO ART bietet bevorzugt Speziallautsprechersysteme und Ver-

stärkeranlagen an, die sowohl fertig als auch als Bausatz geliefert werden. Neu im Programm ist ein aktiv entzerrter Mono-Subwoofer mit Baßinnentreiber, der bereits ab 25 Hz mächtigen Schalldruck liefert.

AUDIO ART, Reinhold Hornmann  
Walsroder Straße 286a  
3012 Langenhagen  
Tel. (05 11) 73 66 29

#### Gehäusebedämpfung

#### Elektroakustik Stade

Die Firma Elektroakustik Stade hat in Zusammenarbeit mit einem amerikanischen Chemie-konzern ein neues Dämmmaterial entwickelt. Notex — so der Name dieses Werkstoffs — führt gegenüber herkömmlicher Bitumenbeschichtung zu deutlich besseren Ergebnissen bei der Gehäusebedämpfung.

Notex hat eine schaumähnliche Struktur mit unzähligen kleinen eingeschlossenen Luftbläschen. Es wird in 5 mm starken Matten von 1 m Breite und 1,5 m Länge geliefert. Eine Matte kostet 29,80 DM. Das Material kann mit handelsüblichen Klebern auf die Gehäuseinnenwände gebracht werden.

Elektroakustik Stade  
Bremervörder Straße 5  
2160 Stade  
Tel. (0 41 41) 8 44 42



HiFi-Boxen selbstgemacht





#### Die Stimme aus Oggersheim

### **Profisound**

Die 3-Wege-Standbox THE VOICE I ist die neueste Entwicklung der Firma Profisound. Weitere Projekte sind geplant.

THE VOICE I arbeitet nach dem Baßreflexprinzip. Durch die Anordnung der 3 Chassis auf einer geeigneten Frontplatte ergibt sich ein phasenkorrigiertes Abstrahlverhalten. Die Frequenzweiche ist aufwendig dimensioniert. Alle Bauelemente werden

ebenso wie die Lautsprecher handselektiert und folglich nur paarweise ausgeliefert. Passende Gehäuse gibt es in den verschiedensten Furnieren und mit weißer oder schwarzer Lasur.

Profisound gewährt auf die Funktion und auf die Einhaltung der Meßwerte 2 Jahre Garantie. Der Bausatz kostet 998,- DM, die Fertigbox 2598,- DM. Gehäuse sind ab 529,- DM lieferbar.

Profisound, D. Hieske  
Dürkheimer Straße 31  
6700 Ludwigshafen-Oggersheim  
Tel. (06 21) 67 31 05



#### Boxen aus Marmor

### **Stein Akustik-Design**

Beim Aufbau einer Lautsprecherbox ist eine schwingungsfreie und schallundurchlässige Gehäusekonstruktion wesentlich. Die Firma SAD, Stein Akustik-Design verwendet daher Natursteinplatten aus Marmor, Granit oder Schiefer zur Herstellung ihrer Lautsprechergehäuse. Neben der Erfüllung aller akustischen Anforderungen bieten Boxen aus diesen Materialien ein edles und nicht alltägliches Design.

Jede Natursteinbox wird handgefertigt, und jedes Paar erhält nach der Endkontrolle eine Seriennummer, die eine Übereinstimmung in der Technik und in der Farbgebung garantiert.

Außer Lautsprecherboxen werden auch Hifi-Racks, Plattenspielerzargen und Lautsprecherständer gefertigt. Hörtermine im eigenen Studio sind nach Terminabsprache möglich.

Stein Akustik-Design,  
Hauptstraße 5, 3451 Heinsen  
Tel.: 055 35/5 28



#### Geschäftserweiterung

### **Tonstudio Dehnhaide**

Auf nunmehr 120 m<sup>2</sup> wurden die Geschäftsräume der Hamburger Firma Tonstudio Dehnhaide erweitert. Die neuen, in dezentem Braun gehaltenen Räume bieten nun noch bessere Abhörmöglichkeiten für Lautsprecherboxen und zugehörige Elektronik.

HiFi-Boxen selbstgemacht

Komplett ausgestattet ist jetzt auch das Meßlabor. Vom 1/3-Oktav-Spektrumanalyser bis zum Frequenzgangschreiber ist alles vorhanden. Neben dem Betrieb des HiFi-Studios beschäftigt sich das 1977 von Horst Friedrich gegründete Unternehmen mit der Entwicklung und Herstellung hochwertiger Lautsprecher.

Tonstudio Horst Friedrich,  
Dehnhaide 18,  
2000 Hamburg 76  
Tel. 0 40/29 41 9042

#### Neues Glied in langer Kette

### **ACR-Hannover**

Die Firma ACR hat im Februar '86 eine Filiale in Hannover eröffnet und ist nun mit 16 Lautsprecherläden vertreten. Auf über 200 m<sup>2</sup> Fläche wird in zwei Hörstudios das gesamte ACR/Fostex-Programm bereitgehalten und von Fachleuten präsentiert.

Erste Eigenentwicklung der hannoverschen Techniker ist der ACR-Gigant, eine 2 m hohe Transmissionline mit Innentreiber, die mit ihrer unteren Grenzfrequenz von 16 Hz Musik bis in den Magen verspricht. Das 150 kg schwere Möbel kostet 4240,- DM, die Chassis — inklusive einer aufwendigen Weiche — sind bereits für 1935,- DM zu haben.

ACR, U. Stremme, Bahnhofstr.  
12, 3000 Hannover 1





**Fostex KWO 1**







# Edisons Erbe

U. Stremme

Daß Fostex ein Spezialist für Hornkonstruktionen ist, darf als bekannt vorausgesetzt werden. Geht es jedoch um Hörner, so denken die meisten an viele, schräg geschnittene Bretter, kompliziert zu verarbeiten. Diese Angst ist hier unbegründet. Die Bauanleitung beschreibt kein holzverzehrendes Baßhorn, sondern eine sehr außergewöhnliche Variante im Mitteltonbereich. Natürlich kommt der Baß dabei nicht zu kurz, denn auch das Onken-Baßreflexgehäuse gehört nicht zu den alltäglichen Konstruktionen.

Trotz der unbestrittenen Tatsache, daß Hornsysteme an Wirkungsgrad, Trockenheit, Dynamik und Präzision kaum zu überbieten sind, sehen viele Kritiker das Horn zwar gern auf jeder Bühne, sprechen ihm aber oft die Hifi-Tauglichkeit ab — vor allem, wenn es um die Reproduktion klassischer Musik geht. Oft haben sie leider recht.

Es gibt viele Formen der Hornkonstruktion, und es gibt etliche Materialien zu ihrer Herstellung. Eine unglücklich gewählte Bauform oder falsche Werkstoffe führen dann eben zu dem akustischen Resultat, das mit 'typischer Hornverfärbung' bezeichnet wird.

## Kollege Computer hat mitgehört

Waren gute Hörner früher oft eine Konsequenz jahrelanger Erfahrung und eines Quentchens Glück, so lassen sich heute die unzähligen Parameterkombinationen bei einer Hornberechnung leicht mit einem Computer durchspielen. Dabei wird dann schnell klar, daß jede unsymmetrische Hornkonstruktion einen Kompromiß darstellt, da sie die eigentliche Schallquelle — den Treiber — eben auch unsymmetrisch belastet. Anpassung des Treibers an den Wellenwiderstand der Luft ist aber gerade das Ziel bei jeder Hornkonstruktion.

Läßt man bei der Berechnung allein die Physik walten und gibt man keinerlei geometrische Vorgaben, so wird der Computer hartnäckig immer wieder eine kreisrunde Bauform als Ideallösung nennen. Frustrierend an dieser Tatsache ist allerdings, daß schon Edison beim Bau seines ersten Grammophons zu ähnlichen Ergebnissen kam. Ohne Computer.

Was Edison damals sicherlich mit viel Intuition erkannt hat, kann der Computer dann schließlich doch präziser berechnen. Ohne jegliche Vorgabe wird er zwar auch immer wieder zu dem Resultat gelangen, daß das ideale Horn unendlich lang ist und eine unendlich große Mundöffnung hat. Gibt man ihm jedoch eine untere Grenzfrequenz vor und nennt man ihm die erwünschte Größe des Trichters, so zeigt er sich spontan jeglicher handgemachter Mathematik überlegen.

## Das Kugelwellenhorn

Für die hier vorgestellte Bauanleitung, in der das Mitteltonhorn eine untere Grenzfrequenz von 250 Hz aufweisen sollte, zeichnete der Plotter eine Form mit hyperbolisch-sphärischer Steigung, die in einem Öffnungswinkel von 180° bei 60 cm Durchmesser ausläuft, was eine optimale Wellenwiderstandstransformation vom Treiber



## Technische Daten

Prinzip	Baßreflexgehäuse nach Onken, Kugelwellenhorn mit Mitteltontreiber, Hochtontorn/Ringradiator ohne Druckkammer
Belastbarkeit	150 W
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	99 dB (1 W; 1 m)
Übergangsfrequenzen	450 Hz/10,5 kHz
Volumen (innen)	ca. 190 l
Außenmaße	Höhe 850 mm Breite 650 mm Tiefe 450 mm
Entwickler	U. Stremme, H.J. Kanne / ACR Hannover
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 2200,- DM

auf die umgebende Luft zur Folge hat. Bei dieser Bauform ergibt sich zudem eine sehr geringe Hornlänge, wodurch Reflexionen im Hals des Horns weitgehend vermieden werden. Gerade diese Effekte führen häufig zum typischen Hornklang.

Als Treiber kommt der D 221 aus der Laboratory-Serie von Fostex zum Einsatz. Diese Serie benennt die hochwertigsten Produkte dieses Herstellers.

Ab 10,5 kHz wird das Mitteltonhorn KW III durch einen druckkammerlosen Ringradiator vom Typ T 725 unterstützt. Der aus dem vollen Material gedrehte Hornvorsatz paßt ihn im Wirkungsgrad dem Mitteltonbereich an.

## Der Onken-Baß

Auch im Tieftonbereich wurde ein an sich schon altbekanntes Bauprinzip neu überdacht und in Form eines Baßreflexgehäuses nach Onken realisiert. Das Original benötigt allerdings bei riesigen Abmessungen und 270 Litern Volumen einen 46er-Baßtreiber. Deshalb wurden die Maße auf ein 38-cm-Chas-

## Stückliste

## Chassis (Fostex)

Baß	L 470
Mitteltontreiber	D 221
Mitteltonhorn	Kugelwellenhorn Typ III
Hochtöner	T 725

## Frequenzweiche

## Spulen (Luftspulen)

L1	3,3 mH/max. 0,2 $\Omega$
L2	1,4 mH/max. 0,3 $\Omega$
L3	2,6 mH
L4	1,0 mH
L5	0,8 mH max. 0,5 $\Omega$
L6	0,3 mH
L7	0,13 mH

## Kondensatoren

C1	100 $\mu$ F Folie
C2	27,2 $\mu$ F ( $4 \times 6,8 \mu$ F) Folie
C3	22 $\mu$ F ( $2 \times 10 \mu$ F + $2 \times 1 \mu$ F) Folie
C4	1,47 $\mu$ F ( $1 \times 1 \mu$ F + $1 \times 0,47 \mu$ F) Folie
C5	3,9 $\mu$ F Folie
C6	100 $\mu$ F Elko
C7	8,2 $\mu$ F Folie
C8...14	10 nF Impulskondensatoren

## Widerstände

R1	3,9 $\Omega$ /5 W
R2	12 $\Omega$ /5 W
R3	1,5 $\Omega$ /5 W
R4	30 $\Omega$ ( $2 \times 15 \Omega$ )/5 W
R5	120 $\Omega$ /5 W
R6	5,6 $\Omega$ /5 W

## Zubehör

Dämmmaterial	Illsonic Audioschaum, Waffelprofil, 17 mm oder spez. Wollfilz, 10 mm
Metallwinkel	1 St. zum Befestigen des Kugelwellenhorns
Massivholzständer	1 St. als Stütze für den Hochtöner
Lautsprecherkabel	4 m, 4 mm <sup>2</sup>
Anschlußklemmen	2 St. 36 mm, 36 A

## Holz- und Gehäuseteile

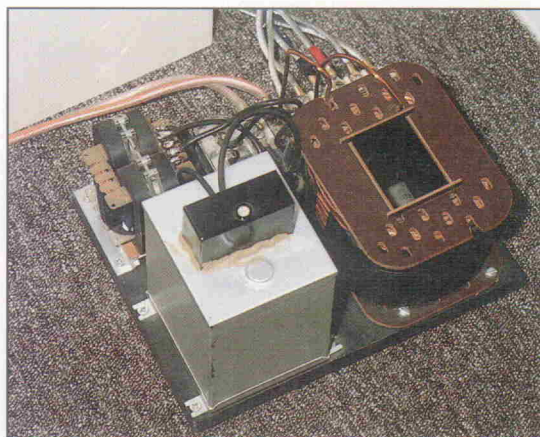
## Multiplex/MDF 25 mm

Rückwand	1 St. 800 x 600 mm
Frontplatte	1 St. 800 x 524 mm
Seitenteile außen	2 St. 800 x 450 mm
Seitenteile innen	2 St. 800 x 340 mm
Deckel/Boden	2 St. 650 x 450 mm
Kanalstreben	6 St. 365 x 38 mm

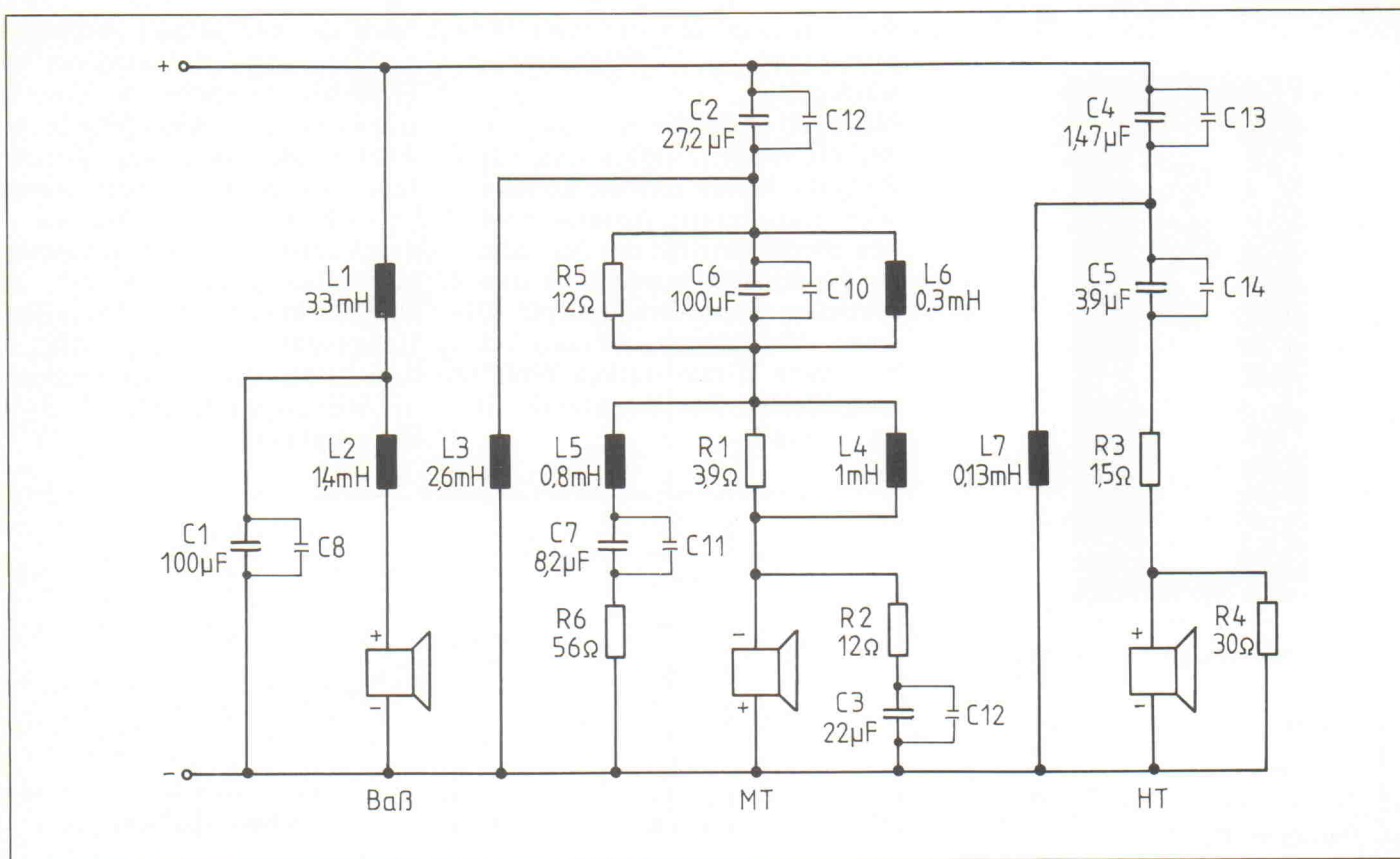
## Massiv-Holz-

Dreiecksleisten	4 St. 750 mm
-----------------	--------------

Massiv-Holz-Vierkantleiste	1 St. 256,5 mm (Rückwand/Baß)
40 x 40 mm	







sis heruntergerechnet und ein entsprechendes Gehäuse konzipiert, das gerade noch wohnraumfreundliche Maße aufweist.

Mit dem Baßtreiber L 470 wird dabei eine Tieftonwiedergabe erreicht, die bei aller Trockenheit und Contour noch einen Schalldruck erzeugt, der auch abgehärtete Discogänger überzeugt.

Das Mitteltonhorn selbst zu bauen, soll natürlich nicht Gegenstand dieser Bauanleitung sein. Erstens wird

kaum jemand über die entsprechenden Möglichkeiten verfügen,

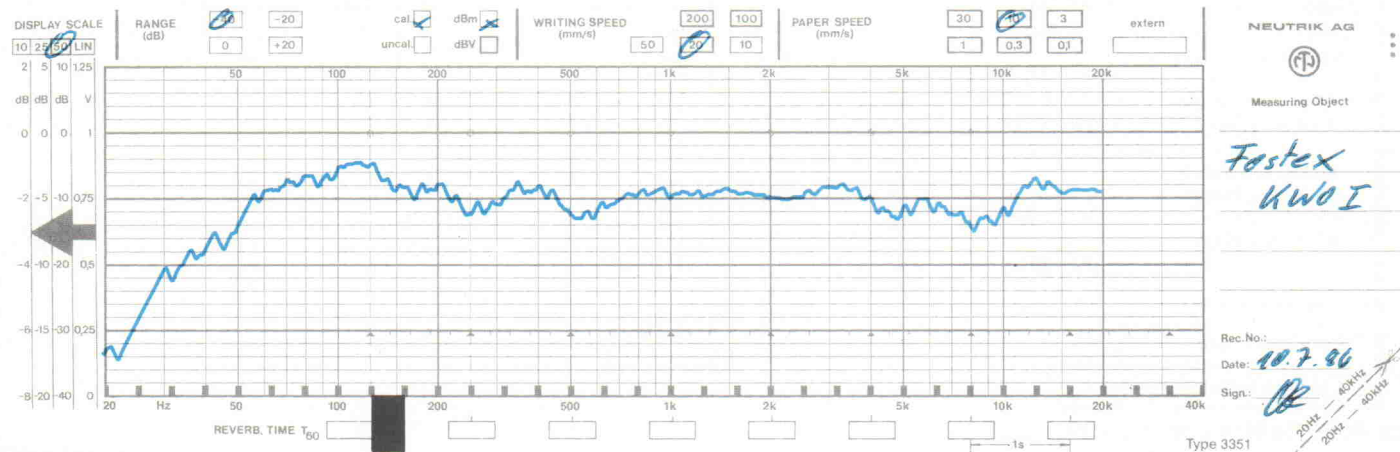
### **Die Verpackung — einfach und doch stabil**

zweitens ist das Fertigteil relativ preiswert, drittens werden sich die Entwickler der Firma ACR auch ein wenig kleinlich zeigen, was die Herausgabe der Parameter betrifft.

Die Baßreflexbox dagegen ist recht einfach in Heimwerkerarbeit nachzubauen. Hier gibt es nur recht-

winklige Platten ohne Gehrungsschnitte, die in kurzer Zeit zu einem stabilen, resonanzarmen Gehäuse zusammengebaut sind. Durch die Anordnung der Reflexkanäle an den beiden Außenseiten und durch die dabei notwendigen Innenplatten erhält man eine effektive Seitenwandstärke von nahezu 9 cm!

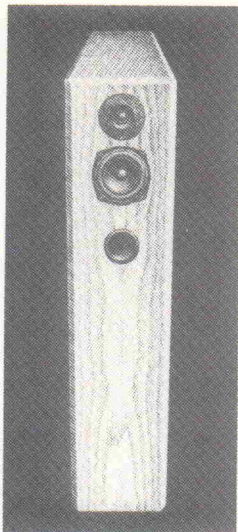
Der Gehäusaufbau ist sowohl mit Multiplex-Sperrholz als auch mit MDF-Platten möglich. Klangliche Unterschiede gibt es nicht. Soll die Box lackiert oder furniert werden,







**LAUTSPRECHER  
HUBERT**



**PRO TPX 21/Audax** \* DM 558.-  
DM 598.-

**YELLOW/Nimbus** DM 369.-  
incl. Geh. lackiert DM 498.-

**INTUS/Procus** DM 465.-  
incl. Geh. lackiert DM 798.-

**SLIM-LINE/KEF** DM a. A.

**100 HEX/Eton** \* DM 310.-  
DM 349.-

**KIT 200/Focal** \* DM 299.-  
DM 325.-

**PROFI I/Peerless** \* DM 699.-

**MCS 1 R/standart/Vifa** DM 1499.-  
incl. Profi-Weiche DM 1720.-

**MINNESOTA II/Magnat** \* DM 998.-  
DM 1098.-  
Achtung, weitere Kits in unserem Programm\*\*\*\*\*

**PRO 38/Audax** \* DM 1399.-  
DM 1440.-

**PENTAMYD 3, incl. Geh.** DM 750.-  
mit kleinen Fehlern DM 699.-

**JADEE 2/Dynaudio**  
mit original Weiche DM 425.-  
mit Hubert-Weiche DM 395.-

\* -Weichenkitpreise  
Info gegen DM 2.- in Briefmarken  
Öffnungszeiten: Di.-Fr. 10-13 u. 15-18 h  
Sa. 10-13 h · Mo. geschl.

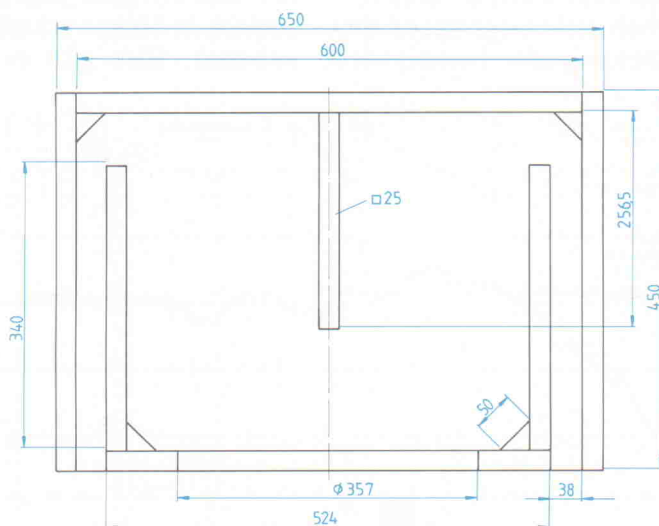
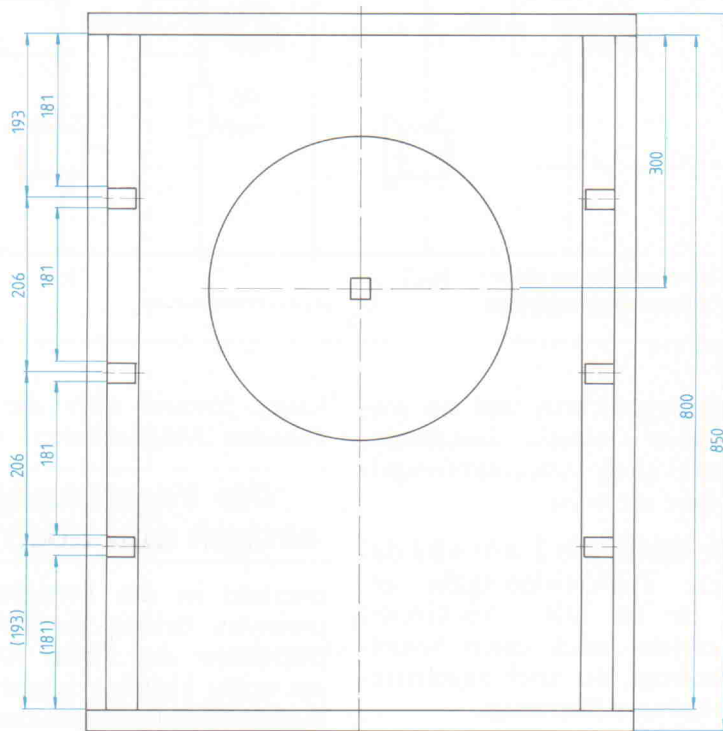
**LAUTSPRECHER-HUBERT**  
BO., Wasserstr. 172, Tel. 02 34/30 11 66  
DO., Borsigstr. 65, Tel. 02 31/81 12 27

## Fostex KWO 1

so kann man also das etwa 50 %  
preiswertere MDF-Material  
wählen.

Natürlich muß die Box auch be-  
dämpft werden. Dabei sind aller-  
dings die Kanäle und die Kanalein-  
stiege freizuhalten. Ansonsten wer-  
den alle Innenseiten mit Ausnahme  
der Frontplatte entweder mit einem  
speziellen Audio-Schaumstoff (Ill-  
sonic, Waffelform, 17 mm) oder  
mit einem 10 mm starken Wollfilz  
ausgekleidet. Der Innenraum wird  
nicht gefüllt.

Nach der endgültigen Aufstellung  
der Box sollte sie möglichst vom  
Fußboden entkoppelt werden. Da-  
zu gibt es im Fachhandel eine Aus-  
wahl stabiler Spikes und Dämpfer-  
füße, es können aber auch normale  
Tennisbälle verwendet werden, die  
durch entsprechende Holzsegmente  
in Position gehalten werden. Wie  
Untersuchungen der Technischen  
Universität Hannover gezeigt ha-  
ben, ist dies eine ebenso preiswerte  
wie wirkungsvolle Möglichkeit der  
Entkopplung.





## VISATON® Labs' Product

# Selbstgebaute HiFi-Boxen für höchste Ansprüche

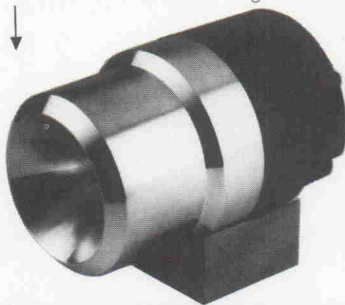
Das Streben nach absoluter Perfektion ist im High-End-Bereich besonders ausgeprägt. Auch im Boxen-Selbstbau. Wir haben uns von Anfang an auf dieses Ziel eingestellt. Unser neuestes Forschungs- und Entwicklungsergebnis: Technology Line. Bauteile der Spitzentechnik optimal aufeinander abgestimmt. Ohne Kompromisse. Mit zwei Jahren Garantie.

### TL 437 D Monitor

- High-End-Wandler, der sich am professionellen Studio-Standard messen läßt
- Know how und Spitzentechnologie bieten die Rarität absoluter Klangneutralität gepaart mit exzellentem Wirkungsgrad und kompressionsfreier Dynamikentfaltung
- auch als Fertiggehäuse lieferbar

### TL 16 H Hochtönerhorn der Spitzenklasse

- als Superhochtöner für Fullrange-Typen
- als Hochtöner in hochwertigen High-End- und Studioboxen ab 5 kHz für verzerrungsfreie, analytische und natürliche Musikwiedergabe



Wir stellen aus:  
**Audio 86 Essen**  
vom 6.-9. September 86  
**HiFi-Messe Stuttgart**  
15.-19. Oktober 86

  
**Technology  
Line**

Weitere Informationen über die Technology Line von VISATON® Lautsprecher, P. Schukat, Pfalzstraße 5-7, D-5657 Haan 1  
Vorführboxen bei unseren autorisierten Technology-Line-Fachhändlern!

1000 Berlin 44, Arlt Elektronik, Karl-Marx-Str. 27 • 2000 Hamburg 13, Open Air, Rentzelstr. 34 • 2160 Stade, Elektroakustik Stade, Bremervörder Str. 5 • 2350 Neumünster, Frank von Thun, Johannisstr. 7 • 2800 Bremen, Pro Audio GmbH, Am Wall 45 • 3000 Hannover 1, Peter Goldt, Kleine Pfahlstr. 15 • 3110 Uelzen 1, Metz Electronic, Schuhstr. 11 • 3300 Braunschweig, Dipl. Ing. Kirchner, Wendenstr. 53 • 3500 Kassel, Heini Weber, Wilhelmstr. 1  
4000 Düsseldorf, Arlt Elektronik, Am Wehrhahn 75 • 4150 Krefeld, U.B.-Elektronik, Marktstr. 8 • 4400 Münster, Radio Müller, Windhorststr. 13 • 4650 Gelsenkirchen 1, A. Kardacz-Electronic, Weberstr. 18 • 4700 Hamm 1, K. + K. Electronic, Werler Str. 61 • 4770 Soest, Dipl.-Ing. Walter Brotte, Siegmund-Schultze-Weg 98 • 4830 Gütersloh, Kaup Elektronik, Dalkestr. 7 • 5000 Köln 1, Kelm & Homberg Electronic, Hohenstaufenring 43-45 • 5090 Leverkusen 3, Radio Winzen, Kölner Str. 67 • 5100 Aachen, Klangpyramide, Karlsgraben 35 • 5400 Koblenz, Hobby-Elektronik-3000, Viktoriastr. 8-12 • 5500 Trier, GS Elektronik, Bruchhauser Str. 7 • 5600 Wuppertal 2 (Barmen), K + K Electronic Handels GmbH, Höhne 33 - Rollingswerth 11 • 5800 Hagen, K + K Electronic Handels GmbH, Elberfelder Str. 89 • 5952 Attendorn, Musik & Elektronik, Hofestadt 13 • 6200 Wiesbaden, Bettin Electronic GmbH, Moritzstr. 36 • 6640 Merzig, Electronic-Shop Schreiner, Hochwaldstr. 27 • 6800 Mannheim 1, Schappach-Elektronik, S6, 37-38 • 7000 Stuttgart 1, Radio Dräger, Sophienstr. 21 • 7100 Heilbronn/Neckar, HK-Electronic-Shop, Gerberstr. 20 • 7520 Bruchsal, Sound-Valve, Durlacher Str. 89 • 7530 Pforzheim, Claus Peiter Elektroakustik, Weiherstr. 25 • 7600 Offenburg, Ortenau-Electronic, Am Schillerplatz • 7800 Freiburg, Breisgau Electronics, Wasserstr. 10 • 7888 Rheinfelden, Streule Elektronik-Center, Karl-Fürstenberg-Str. 15 • 7990 Friedrichshafen, HiFi-Studio A. Hajnek, Allmandstr. 35 • 8000 München 2, Radio Rim GmbH, Bayerstr. 25



**Magnat - Minnesota II**







# ...Püñktchen oben drauf

R. Smulders

Schon äußerlich wirkt die Minnesota II wie eine Box mit Köpfchen - dank des separat aufgesetzten Hochtöners. Daß neben Köpfchen auch noch Hand und Fuß vorhanden sind, zeigt erst ein Blick ins Innere.

Bei den zumeist verwendeten 3-Wege-Lautsprecherkonstruktionen muß der Mitteltonlautsprecher den musikalisch wichtigsten Tonbereich reproduzieren. Für eine tiefe Übergangsfrequenz benötigt man eine relativ große Membranfläche, für eine breite Abstrahlung bei höheren Frequenzen dagegen eine möglichst kleine Fläche. Diese beiden Forderungen sind mit nur einem Mitteltonlautsprecher kaum zu erfüllen. Deshalb werden bei diesem Bauvorschlag zwei Mitteltöner eingesetzt - ein 13-cm-Chassis für den Bereich zwischen 400 und 1200 Hz sowie eine 5-cm-Kalotte für den Bereich 1200 bis 3600 Hz.

Hier handelt es sich also um eine 4-Wege-Konstruktion. Zur Erzielung der höchstmöglichen Impulstreue im Baßbereich wurde hierfür ein geschlossenes Gehäuse gewählt.

## Die Viererbande

Ein gutes Lautsprecherkonzept erfordert gute Lautsprecherchassis. Als Baßlautsprecher wurde deshalb ein 30-cm-Chassis mit Flachdraht-Schwingspule eingesetzt. Dieser Langhubtieftöner mit der Bezeichnung Magnat MTTL 1200 hat folgende, für die Konstruktion des Gehäuses wichtigen Thiele-Small-Parameter:

Resonanzfrequenz $f_s$	=	23 Hz
Elektr. Güte $Q_{es}$	=	0,65
Gesamtgüte $Q_{ts}$	=	0,49
Nachgiebigkeit $V_{as}$	=	280 l

Anhand dieser Daten ist es möglich, das zugehörige Lautsprechergehäuse zu optimieren.

Angestrebt wurde dabei eine Einbaugüte  $Q_{tc}$  von etwa 0,7. Dieser Wert garantiert neben der oben erwähnten guten Impulstreue auch eine solide Tiefbaßwiedergabe,  $f(-3 \text{ dB}) = 40 \text{ Hz}$ ,  $f(-8 \text{ dB}) = 28 \text{ Hz}$ . Als 13-cm-Konusmitteltöner wurde der Magnat MMTL 125 gewählt. Dieser Mitteltöner hat wie auch alle anderen in diesem Bauvorschlag verwendeten Chassis einen Spritzgußkorb aus Aluminium. Er besitzt eine beschichtete Membran - zur Vermeidung von Partialschwingungen - sowie eine hochkant gewickelte Aluminium-Flachdraht-Schwingspule auf Alut-Träger. Für diesen Mitteltöner muß ein separates Volumen eingeplant werden, wobei es bei der Dimensionierung weniger auf einen tiefen -3-dB-Punkt ankommt, sondern ausschließlich auf Impulstreue. Aus untenstehenden Thiele-Small-Parametern wurde ein Volumen mit 4,5 l errechnet, wobei sich ein  $Q_{tc}$ -Wert von 0,5 ergibt.



# Technische Daten

Prinzip	geschlossenes Gehäuse, 4-Wege-System
Belastbarkeit	150 W (DIN)/ 600 W (Impuls)
Impedanz	8 Ohm
Kennschall-druck	88 dB (1 W, 1 m)
Übergangs-frequenzen	400 Hz/1200 Hz/3600 Hz
Volumen (innen)	Baß 75 l Mittelton 4,5 l
Außenmaße	Breite 370 mm Höhe 1020 mm Tiefe 340 mm
Entwickler	J. Falke, R. Smulders
Preis (Chassis u. Weiche)	ca. 1 100,— DM

Resonanzfrequenz  $f_s = 53$  Hz  
 Elektr. Güte  $Q_{es} = 0,34$   
 Gesamtgüte  $Q_{ts} = 0,30$   
 Nachgiebigkeit  $V_{as} = 171$

Ab 1200 Hz arbeitet der Magnet MMTL 52 - eine 50-mm-Kalotte. Dieser Mitteltonlautsprecher hat eine Membran in Sandwichbauweise. Die Membran hat eine Gesamtstärke von 170  $\mu$ m und ist aus Supranyl gefertigt. Der große Vorteil dieser Sandwichstruktur ist ihre hervorragende Stabilität bei dennoch sehr niedriger Masse. Um weitere Masse einzusparen, besteht die hochkant gewinkelte Flachdraht-Schwingspule aus Aluminiumdraht, der - um die Leitfähigkeit zu verbessern - sehr dünn mit Kupfer beschichtet ist. Dieser Lautsprecher benötigt kein separates Gehäuse, da er bereits ein integriertes Volumen besitzt. Das gleiche gilt für den Hochtöner. Dieser bereits in den Bauvorschlüssen Nebraska und Illinois (elrad-extra 3) eingesetzte Hochtöner mit der Bezeichnung Magnet MHTL 26M setzt bei 3600 Hz ein. Seine Membran besteht aus einer ultraleichten Alu-Magnesium-Legierung von nur 30  $\mu$ m Stärke. Hieraus resultiert eine für Kalotenhochtöner unglaublich hohe obere Grenzfrequenz von 34 kHz.

Besondere Beachtung wurde natürlich auch der Frequenzweiche geschenkt. Die Weiche ist mitverant-

# Stückliste

## Holz- und Gehäuseteile

(Spanplatten 22 mm, Hochtonaufsatz 16 mm)

Deckel, Boden	2 St. 370 x 340 mm
Seitenwände	2 St. 856 x 340 mm
Frontwand, Rückwand	2 St. 856 x 326 mm
Hochton-Aufsatz	2 St. 120 x 120 mm 2 St. 120 x 88 mm 1 St. 88 x 88 mm
Verstreibungen	1 St. 296 x 223 mm
Mitteltonrohr	1 St. 140 x 296 mm ( $\varnothing$ x L)

## Chassis

(alle Chassis von Magnet)

Baß	MTTL 1200
Mitteltief-töner	MMTL 125
Mittelhoch-töner	MMTL 52
Hochtöner	MHTL 26M
Fertigweiche	XO 19

## Frequenzweiche

Spulen	
L1	4,7 mH/max. 0,5 $\Omega$
L2	3,9 mH/max. 0,4 $\Omega$
L3	3,9 mH/max. 1,5 $\Omega$
L4	0,82 mH/max. 0,45 $\Omega$
L5	0,15 mH/max. 0,35 $\Omega$

## Kondensatoren

C1	100 $\mu$ F/35 V ~ Elko
C2	33 $\mu$ F/35 V ~ Elko
C3	10 $\mu$ F/35 V ~ Elko
C4	4,7 $\mu$ F/35 V ~ Elko
C5	3,3 $\mu$ F/100 V Folie
C6	0,68 $\mu$ F/100 V Folie
C7	10 $\mu$ F/100 V Folie

## Widerstände

R1	2,7 $\Omega$ /5 W
R2,R3	10 $\Omega$ /10 W
R4	8,2 $\Omega$ /10 W
R5	2,7 $\Omega$ /10 W
R6	3,3 $\Omega$ /5 W
R7	1,0 $\Omega$ /5 W

## Zubehör

Anschlußklemme	
Dämmmaterial	Pritex Noppenschäum 50 mm ca. 1 m <sup>2</sup> BAF-Wadding 1,0 x 0,6 m Bailey-Wolle ca. 100 g

wortlich für einen ausgeglichenen Impedanzverlauf und sorgt dafür,

# Weichenteile...

daß jedes Chassis phasen-, amplituden- und frequenzrichtig angesteuert wird.

Für die Minnesota II wurden folgende Flankensteilheiten gewählt: Zwischen Baß und Tiefmitteltöner 12 dB/Okt, zwischen den beiden

Mitteltönern 6 dB/Okt, zwischen Hochmittel- und Hochtöner 18 dB/Okt, wobei der Abfall des Hochmitteltöners aus dem Zusammenspiel zwischen natürlichem Abfall des Mitteltöners und der Steilheit der Weiche resultiert. Zur Verdrahtung der Box sollte Kabel mit einem Mindestquerschnitt von 2,5 mm<sup>2</sup> Verwendung finden. Dünnere Kabel verändert die Gesamt-abstimmung der Minnesota II zum Nachteil.

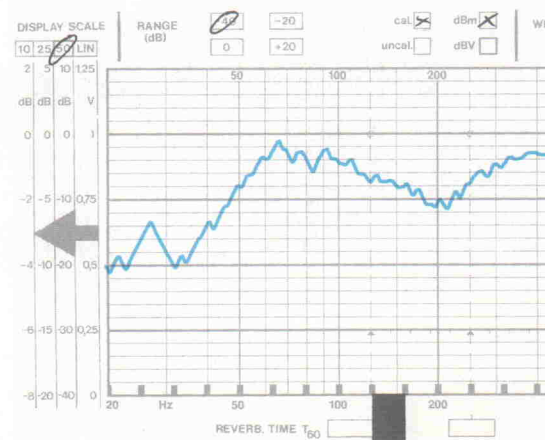
# ... weiche Teile ...

Zur Dämpfung des Gehäuses verwendet man eine Kombination aus 5 cm dickem Pritex-Noppenschäum und BAF-Polyesterwatte. Zuerst werden sämtliche Innenwände mit Pritex ausgekleidet, anschließend der verbliebene Innenraum mit BAF locker gefüllt.

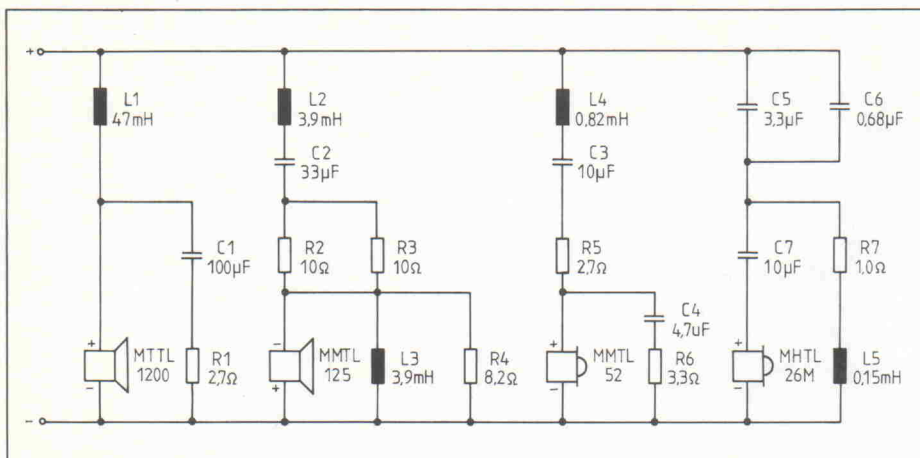
Für das Volumen des MMTL 125 benutzt man am besten Naturwolle (Bailey-Wolle), etwa 100 g locker gepulft. An die Rückwand des Mitteltonvolumens wird aber zuvor ein rundes Stück Pritex (14 cm  $\varnothing$ ) gelegt, um starke Reflexionen, den sogenannten 'back-lash' zu dämpfen.

# ... harte Ware

Als Material für das Gehäuse dient Spanplatte oder noch besser MDF-Platte. Die Plattenstärke für das Baßgehäuse beträgt 22 mm, der Hochtonaufsatz wird aus 16 mm Spanplatte gefertigt.



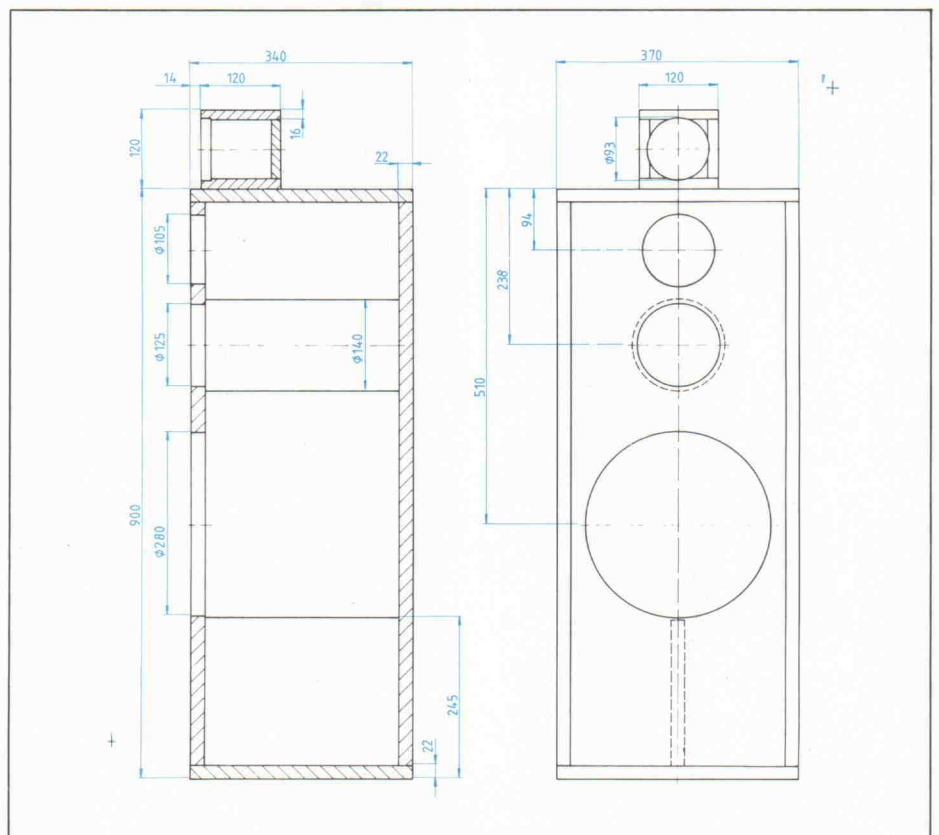




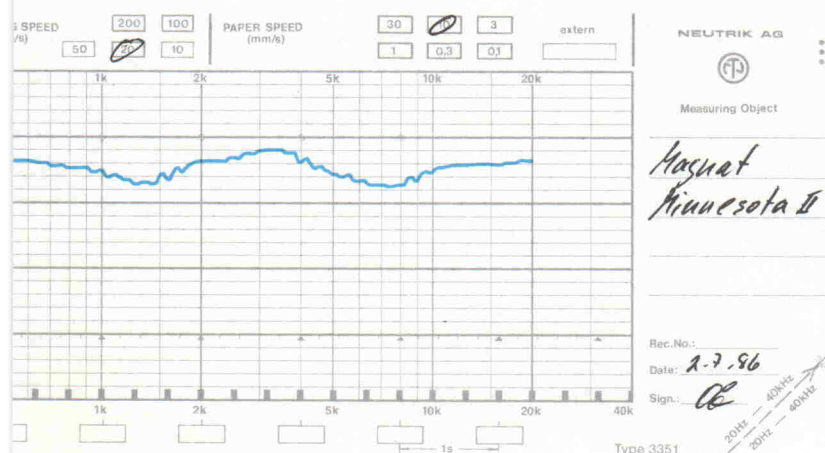
Die Frequenzweiche für eine Vierwegbox ist naturgemäß etwas aufwendiger. Dafür ...

... ist der Gehäuseaufbau recht unproblematisch. Es werden ausschließlich ...

Die einzelnen Bretter läßt man sich am besten anhand der Stückliste in einem Baumarkt zurechtschneiden. Nachdem nach der Gehäusezeichnung die entsprechenden Löcher gesägt worden sind, kann das Gehäuse montiert werden. Es kann den Zusammenbau eventuell erleichtern, in die Kanten des Gehäuses Holzleisten von 20 × 20 mm zu montieren. Für Perfektionisten besteht die Möglichkeit, Mittel- und Hochtonlautsprecher versenkt einzubauen, um Kantenreflexionen zu vermeiden. Ist es nicht möglich, die Schallwände entsprechend einzufräsen, kann zu diesem Zweck eine 8...10 mm dicke zweite Frontplatte mit den entsprechenden Ausschnitten vor die eigentliche Schallwand geleimt werden.



... rechtwinklig geschnittene Platten verwendet.





*Sipe S 100*







# Donnerkeil

Dipl.Ing. L. Kirchner

**„Der Donner wird auch immer schwächer“, sprach Zeus, als er herabsah. „Laßt uns einen neuen Lautsprecher bauen!“ Wir wissen nicht, wie der Lautsprecher dieses freundlichen Herrn gebaut ist — wir empfehlen zur Übertragung eines Gewitters im Wohnzimmer die S 100.**

Das Erscheinungsbild der S 100 wird vornehmlich durch das Bemühen um eine eindrucksvolle, also druckvolle Tiefbaßwiedergabe bestimmt. Das erfordert ein großes Gehäusevolumen und den Einsatz eines großflächigen Tieftöners.

## Ein Fall für zwei

Bei der S 100 wurde mit Bedacht und Erfolg die Lösung gewählt, einen Riesenwoofer durch zwei kleinere Chassis mit zusammen gleicher Membranfläche zu ersetzen.

Die kleineren Membranen sind leichter und auch stabiler, so daß der Lautsprecher ein besseres Verhältnis von Antriebskraft zur Membranmasse erhält und dem Musiksignal exakter folgen kann. Bei zwei Tieftönern im gemeinsamen Gehäuse muß jedoch darauf geachtet werden, daß beide Lautsprecher die gleichen Gehäuseverhältnisse 'sehen'. Dies wird durch symmetrische Anordnung der Chassis auf den Gehäuseseiten erreicht.

Die Lautsprecher strahlen den Schall nun allerdings nicht mehr nach vorne ab. Bei Frequenzen unter 300 Hz ist das auch nicht nötig, denn die tiefen Töne breiten sich ungerichtet aus, ihr Entstehungsort kann also nicht geortet werden. Um jeden Einfluß der seitlichen Anordnung der Tieftöner auszuschließen, wird ihr Übertragungsbereich bei 200 Hz begrenzt.

Als Tieftöner kommen zwei Sipe AS 280/80, die sich schon in der Transmissionline S 80 bestens bewährt haben, zum Einsatz.

Das Gehäusevolumen kann mit Hilfe der Theorie von Thiele und Small leicht bestimmt werden. Welche Schallführung im Gehäuse am besten klingt, ist jedoch nicht berechenbar. Hier hilft nur Erfahrung.

Intensives Hören und Messen - vor allem auch unter Berücksichtigung der Raumeinflüsse - führte zu einem Transmissionline-ähnlichen Gehäuse. Akustisch und elektrisch entspricht es einem geschlossenen Gehäuse. So liegt der Wirkungsgrad bei beachtlichen 91 dB/Wm.

## Sieben auf einen Streich

Im Tieftonbereich wird ein so hoher Standard erreicht, daß ein entsprechender Mittel/Hochtonbereich ohne Aufwand nicht zu realisieren war. Nicht weniger als sieben Lautsprecher sind letztendlich für den Klang verantwortlich. Jedes Chassis wird dabei nur in dem Bereich eingesetzt, den es am besten übertragen kann.

Im Tief/Mitteltonbereich werden zwei 16,5-cm-Lautsprecher eingesetzt. Den Mitteltonbereich bedient ein 13-cm-Lautsprecher, dessen relativ große Membran keine Probleme bei der Wiedergabe großer Lautstärken hat. Im Hochtonbe-



## Technische Daten

Prinzip	Baß-Load-Line
Belastbarkeit	210 W (DIN)
Impedanz	4 Ohm
Kennschalldruck	91 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenzen	200 Hz/1,1 kHz/ 4,2 kHz/12 kHz
Volumen (innen)	ca. 150 l
Außenmaße	Breite 400 mm Höhe 1200 mm Tiefe 500 mm
Entwickler	Dipl.Ing. Leo Kirchner
Design	Dieter Reisner, Braunschweig
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 800,— DM

reich sorgt eine schnelle 25-mm-Kalotte für Brillanz, den Super-Hochtonbereich deckt eine 8-mm-Kalotte ab.

## Viele Bandpässe

Sieben Lautsprecher erfordern natürlich einigen Aufwand bei der Frequenzweiche. Zumal, wenn durch besonders exakte Beachtung der Phasenverhältnisse eine gute Räumlichkeit der Box angestrebt wird.

Nur die beiden parallelgeschalteten Tieftöner werden über einen einfachen Tiefpaß 2. Ordnung angesteuert. In allen anderen Bereichen arbeiten Bandpässe aus Serien-LC-Kreisen, die auf die Mittenfrequenz des jeweiligen Übertragungsbereiches abgestimmt sind.

Um eine gerichtete Abstrahlung (Zeileneffekt) zwischen den beiden Tief/Mitteltönern zu unterbinden, bekommt auch hier jeder Lautsprecher einen eigenen Bandpaß. Dabei sind die Mittenfrequenzen der beiden Filter leicht gegeneinander verstimmt, so daß durch die hierbei entstehende Phasenverschiebung die Richtwirkung aufgehoben wird.

Beim Übergang vom Tief/Mittel zum Mitteltonbereich sorgt ein akustischer Phasenausgleich für stabile Phasenbedingungen. Auch der Superhochtoner besitzt einen Bandpaß, der den Frequenzbereich bei 24 kHz begrenzt. Dies verlä-

## Stückliste

### Chassis (Sipe)

Baß	AS 250/80 (2 Stück)
Tief-/Mitteltöner	AS 165/30 (2 Stück)
Mitteltöner	AMW 130/60
Hochtöner	DT 25/40.8 PRT
Superhochtoner	DT 22.001.8

### Frequenzweiche

#### Spulen (Luftspulen)

L1	4,7 mH/2 mm Ø
L2,3	1,8 mH/1 mm Ø
L4	0,47 mH/1 mm Ø
L5	0,12 mH/0,71 mm Ø
L6	0,68 mH/0,71 mm Ø
L7	0,08 mH/0,71 mm Ø

#### Kondensatoren (150 V Folie, 3 %:

\* 100 V ~ Elko

C1*	168 µF/100 V ~ Elko
C2,4	33 µF/150 V Folie
C3*,6*	22 µF/100 V ~ Elko
C5	15 µF/150 V Folie
C7	8,2 µF/150 V Folie
C8,10	10 µF/150 V Folie
C9	2,2 µF/150 V Folie
C11	0,47 µF/150 V Folie

#### Widerstände

R1,3	2,7 Ω/9 W
R2	4,7 Ω/5 W
R4,6	5,6 Ω/5 W
R5	1 Ω/9 W
R7	6,8 Ω/9 W
R8,9	3,3 Ω/5 W

### Dämmmaterial

Polyesterwatte	300 g/m <sup>2</sup>
Mitteltöner	140 x 400 mm
Tief/Mitteltöner	300 x 300 mm
Baßgehäuse	860 x 200 mm
Kanal	800 x 170 mm

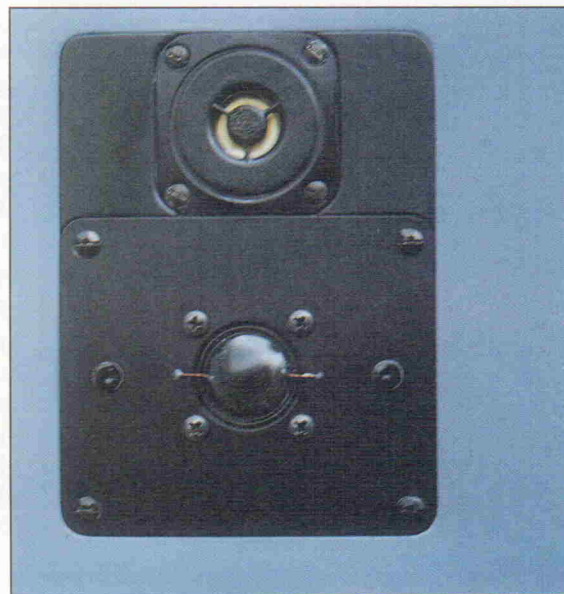
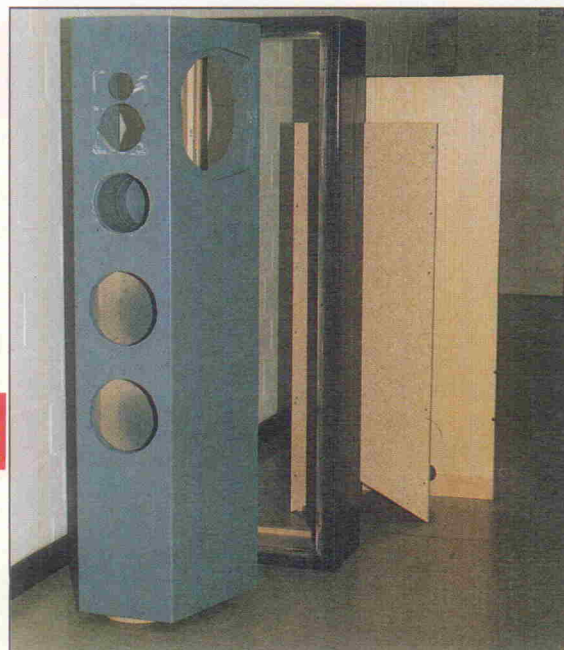
gert seine Lebensdauer bei Fehlern in der Anlage entscheidend.

Damit die Weichentheorie in der Praxis auch funktioniert, wird der Impedanzverlauf von Tief/Mittel- und Hochtoner durch Equalizerglieder zusätzlich linearisiert. Für alle Komponenten der Weiche sollten ausschließlich hochwertige Bauelemente mit maximal 3% Toleranz verwendet werden.

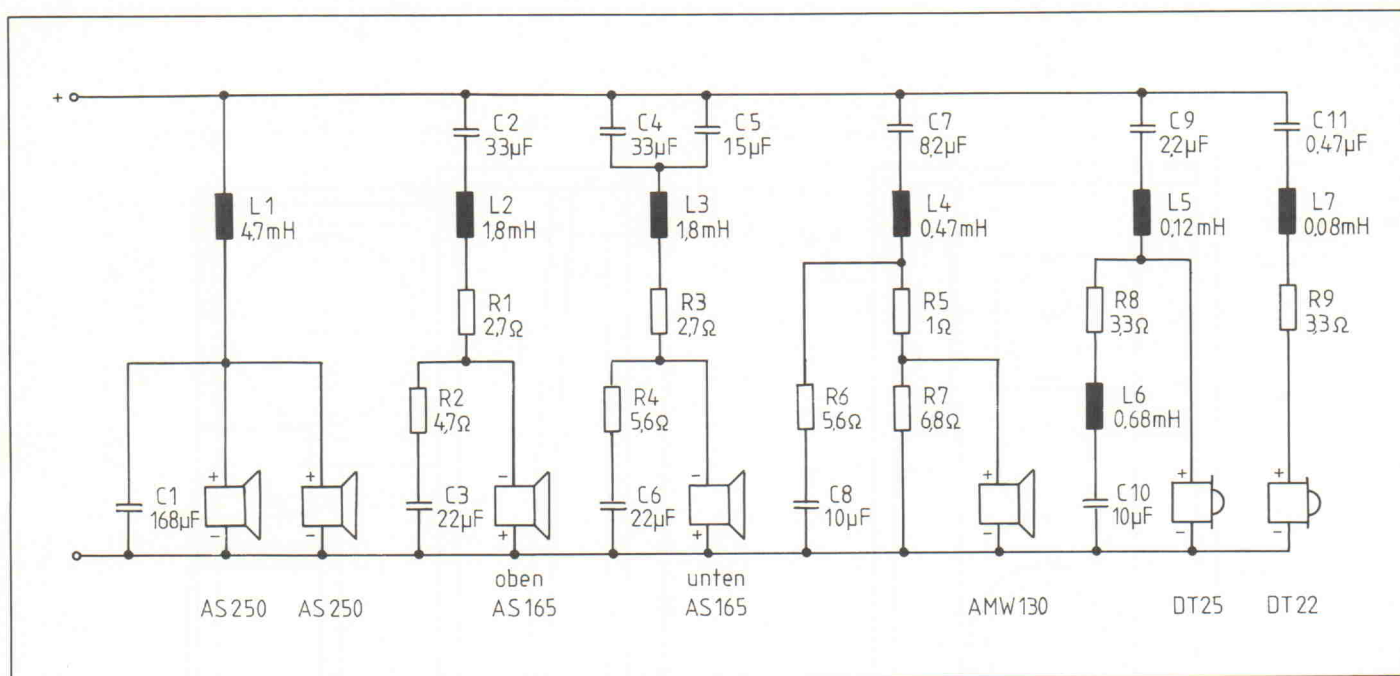
## Wie tarnt man einen Elefanten ?

...hieß die entscheidende Frage bei der Gehäusekonstruktion. Hier konnte nur noch ein Designer helfen, der sich zudem auch noch um den einfachsten Gehäuseaufbau bemühte.

Für die Formgebung war die Aku-







stik entscheidend. Eine optimale Schallabstrahlung wird durch die schmale Schallwand und die schrägen Seitenwände erreicht. Die Tieftöner liegen im oberen Teil des Gehäuses, um Resonanzüberhöhungen zu vermeiden. Bei dieser Konstruktion ergibt sich durch die schrägen Flächen ein fast resonanzfreies Baßgehäuse. Damit die Gehäusewände keine Schwingneigung zeigen, wird 22-mm-Spanplatte verwendet. Resonanzuntersuchungen ergaben, daß die Montageplatten der Tieftöner sowie die Frontplatte durch eine zweite Platte verstärkt werden müssen. Die Rückwand erhält durch ein Stützbrett zur Zwischenwand die nötige Stabilität.

Trotz ihres recht großen Volumens wirkt die Box dank der Aufteilung in zwei Gehäuseteile noch recht schlank und elegant. Außerdem ermöglicht die Konstruktion eine Montage mit einfachen Mitteln.

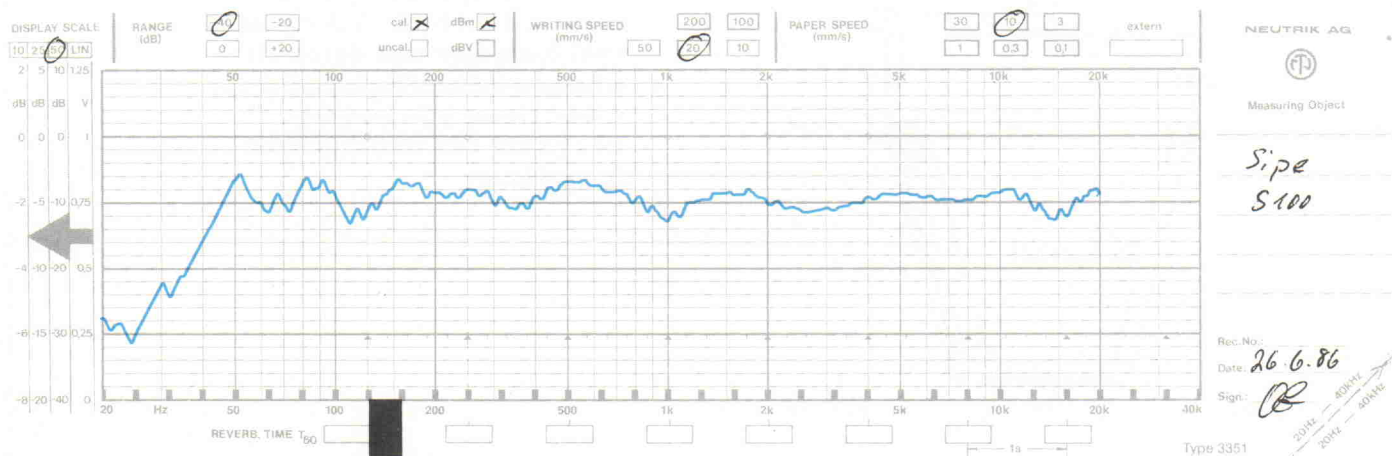
Dabei werden zunächst der vordere abgeschrägte Kasten und der Rahmen des hinteren Teils zusammengeleimt. Der Rahmen wird mit den Auflageleisten für das Vorderteil und für die Schallführungswand versehen. Beide Teile werden verschraubt, die Schallführungswand wird eingesetzt und die Box mit der Rückwand geschlossen.

Nachdem die Oberfläche der Box nach Wunsch behandelt worden ist, wird die Weiche eingebaut.

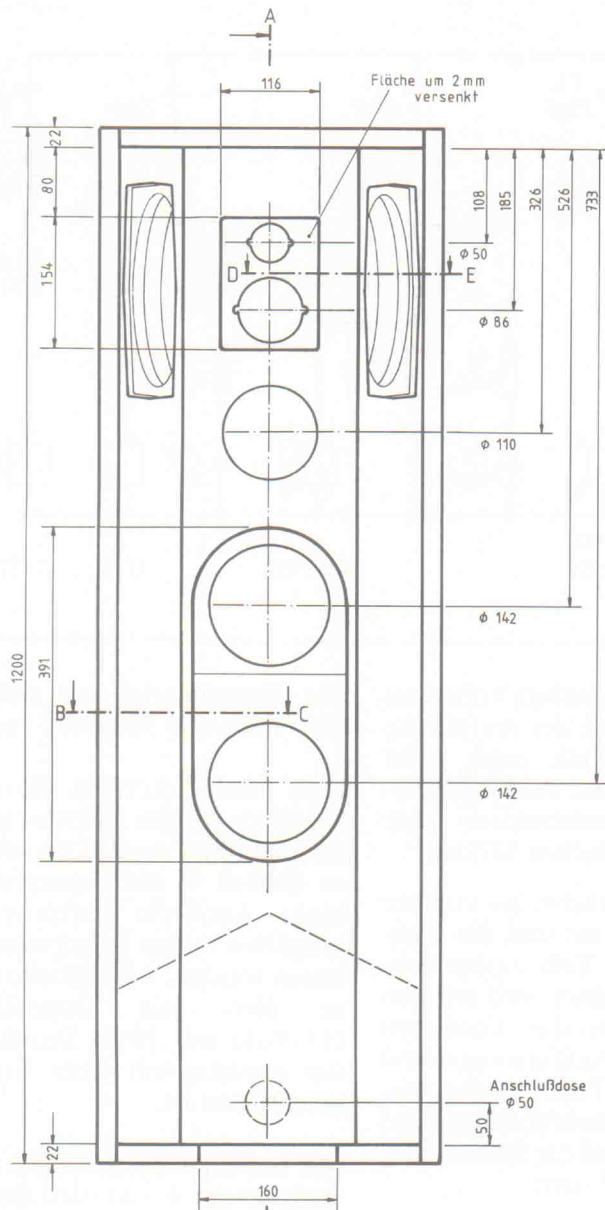
Als Dämmmaterial hat sich Polyesterwatte mit 300 g/m<sup>2</sup> bewährt.

Zum Schluß können die Chassis montiert werden. Hoch- und Superhochtöner werden als verbundene Einheit in der Frontplatte versenkt. Auch die Tieftöner sollten möglichst in ihre Schallwand eingelassen werden. Als Mitteltongehäuse dient ein Doppelflansch-HT-Rohr mit 10 cm Durchmesser, das einseitig mit einer Endkappe geschlossen ist.

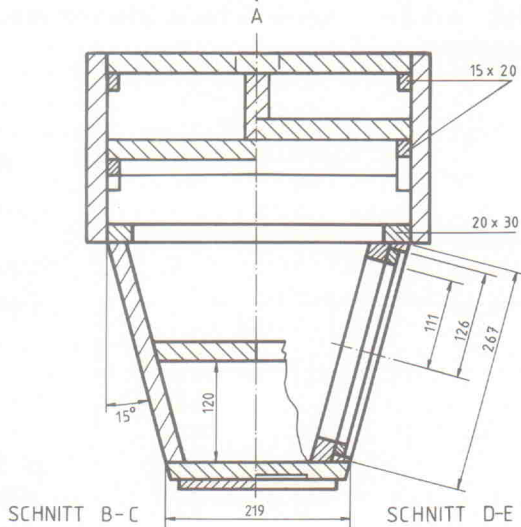
Mit Hilfe der Zeichnungen und der ergänzenden Fotos wird dem etwas geübten Heimwerker der Aufbau keine Schwierigkeiten machen.





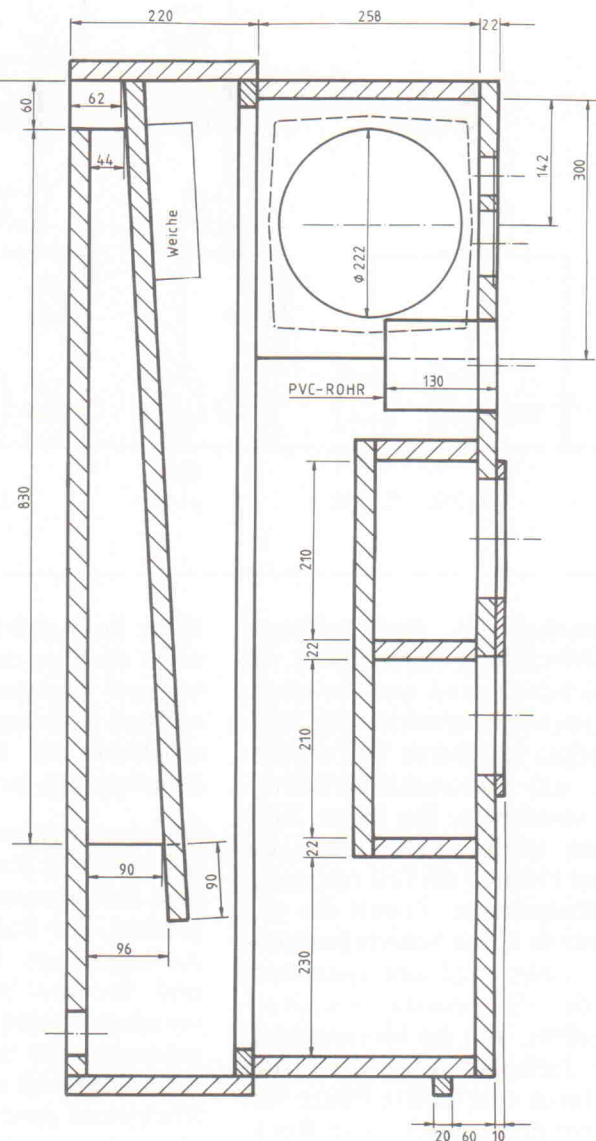


VORDERANSICHT



SNITT B-C

SNITT D-E



SNITT A-A

Die Konstruktion des S-100-Gehäuses ist nicht ganz einfach. Durch die Aufteilung in zwei Kammern und durch die schrägen Seitenwände ergibt sich neben einem interessanten Design ein fast resonanzfreies Baßgehäuse.



Dieter Michel

Das Standardwerkzeug des Lautsprecherentwicklers ist wohl nach wie vor der altbekannte Pegelschreiber, der in der überwiegenden Zahl der Fälle zur Messung von Lautsprecherfrequenzgängen eingesetzt wird. Der eigentliche Pegelschreiber wird bei der Messung mit einem Tonfrequenzgenerator fest gekoppelt. Dabei entspricht einer bestimmten Schreibstiftposition auf dem Papier eine zugeordnete Frequenz.

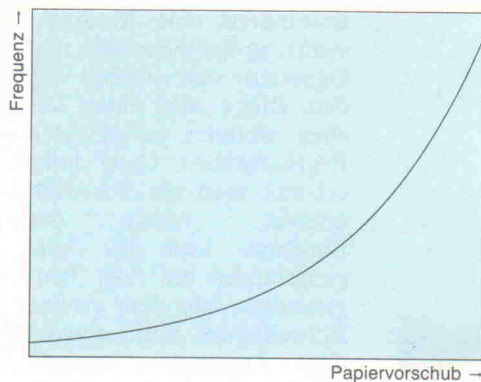
Je nach Hersteller sind Schreiber und Tongenerator getrennte Geräte, die elektrisch oder mechanisch gekoppelt sind, oder sie sind

Damit der Pegelschreiber korrekte Messungen liefert, sollten Einflüsse des Meßraumes weitgehend ausgeschaltet werden. Das heißt, man muß über einen reflexionsarmen Raum verfügen oder ist gezwungen, bei gutem Wetter im Freien zu messen (Freifeldbedingungen). Ist dies nicht möglich, so kann der Raum, in dem gemessen wird, zu Verfälschungen der Meßergebnisse führen.

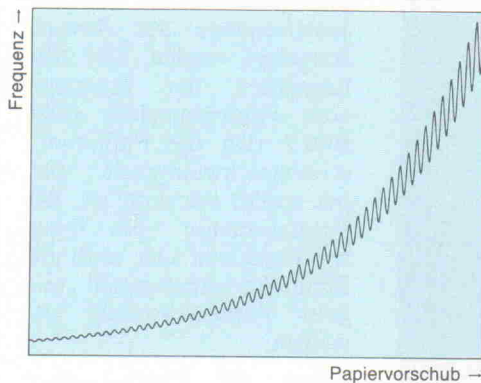
In einem geschlossenen Raum bilden sich immer Stehwellen mit typischen Schalldruckknoten und -bäuchen aus. Dies kann dazu führen, daß der Pegel am Mikrofon höher oder niedriger ist als unter Freifeldbedingungen, falls das Mikrofon in einem Bauch oder Knoten positioniert wurde.

Man kann dieses Problem teilweise umgehen, indem kein stetig ansteigender Sinuston zur Anregung verwendet wird, sondern ein sogenannter Wobbelton. Bei einer solchen Wobbelmessung ändert sich die Meßfrequenz nicht nur proportional zum Papiervor-





**Bild 2. Zusammenhang zwischen Generatorfrequenz und Papiervorschub, normaler Sweep.**



**Bild 3. Wie Bild 2, jedoch mit gewobelter Generatorfrequenz.**

schub, sondern wird während der Messung mit einer Frequenz von etwa 1 Hz frequenzmoduliert. Die so veränderte Sweepkurve zeigt Bild 3. Treten nun raumbedingt Interferenzerscheinungen auf, so sind diese nicht ortsfest, sondern verändern ihren Ort mit der Modulationsfrequenz. Dies entspricht im Prinzip einer Messung, bei der die Meßfrequenz konstant bleibt und das Meßmikrofon hin und her bewegt wird. In beiden Fällen werden die Orte der Knoten und Bäuche gegen den Mikrofonort verschoben und so wird — zusammen mit der mechanischen Trägheit des Schreibstiftes — eine räumliche Mittelung durchgeführt.

Auf dem Frequenzschrieb kann man das Auftreten von Raumresonanzen übrigens daran erkennen, daß keine glatte Linie, sondern eine Art Schlangenlinie geschrieben wird, beziehungsweise die Linie dicker zu werden scheint. Der Effekt ist dann besonders stark, wenn auch die Pegelunterschiede aufgrund von Raumeinflüssen während ei-

nes Wobeldurchlaufs groß waren. Man kann also in gewissem Rahmen anhand des Schriebes beurteilen, ob die Meßgenauigkeit ausreichend war.

## Messung in Terzschritten

In einer weiteren Betriebsart wird die Meßfrequenz nicht kontinuierlich verändert, sondern stufenweise entsprechend den normierten Terzmittenfrequenzen (Bild 4). In der gewobelten Betriebsart wird die Frequenz im Bereich einer Terz um die Mittenfrequenz variiert (Bild 5). Diese Technik versucht die Arbeitsweise des Gehörs nachzubilden, bei der Bestimmung der Lautstärke über Frequenzgruppen zu mitteln. Eine Frequenzgruppe überdeckt bei Frequenzen über 500 Hz etwa den Bereich einer Terz, die genormten Mittenfrequenzen sind allerdings willkürlich gewählt.

Wie auch beim Terzanalyse führt diese Art der Messung dazu, daß schmalbandige Einbrüche oder Überhöhungen im Frequenzgang des

Lautsprechers, die vom Gehör nicht wahrgenommen werden, auch in dem Pegelschrieb nicht erscheinen.

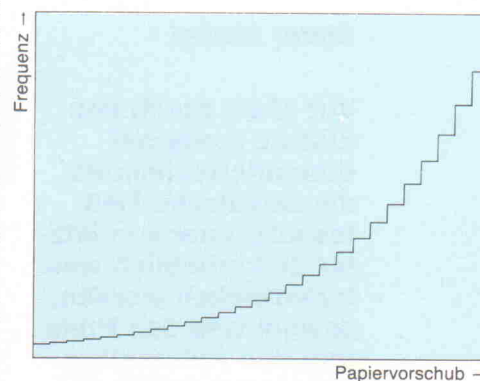
Was auch durch die Wobelmessung beim einfachen Pegelschreiber nicht zu umgehen ist, ist der Einfluß des Nachhalls. Dabei wird zum gerade abgestrahlten Direkt-schall — den man eigentlich messen will — noch der Nachhall der früher abgestrahlten Frequenzen addiert. Hier ist man an der Grenze der einfachen Meßverfahren angelangt.

## Mitlauffilter

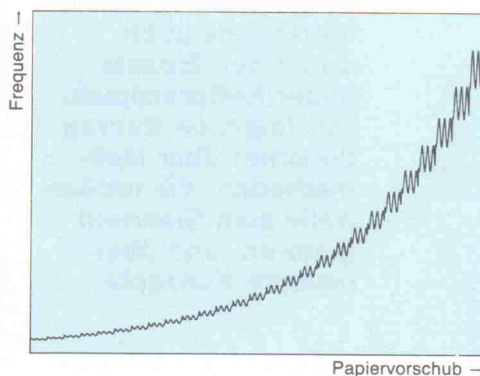
Eine Verfeinerung des Verfahrens liegt darin, parallel zum gleitenden Sinuston ein schmalbandiges Filter mitzuführen, und zwar in der Weise, daß die Mittenfrequenz des Filters immer gerade mit der Frequenz des Sinustones übereinstimmt. Auf diese Weise werden alle Störgeräusche unterdrückt, die nicht zufällig gerade in den Durchlaßbereich des Filters fallen. Der Störabstand einer solchen Messung steigt im Vergleich zu einer gewöhnlichen Pegelschreibermessung erheblich an.

Beim Einsatz sehr schmalbandiger Filter kann man ohne weiteres während der Messung eine Unterhaltung in normaler Lautstärke führen, ohne daß das Meßergebnis wesentlich beeinflusst wird. Prinzipieller Nachteil des Verfahrens ist neben dem hohen Preis guter schmalbandiger Mitlauffilter, daß solche Filter bei geringen Bandbreiten erhebliche Einschwingzeiten aufweisen. Es ist also eine Steuervorrichtung erforderlich, die vor einer gültigen Messung nachprüft, ob die Filter eingeschwungen sind.

Bild 6 zeigt einen sehr aufwendigen zweikanaligen Schmalbandmeßplatz, der dank einer Rechnersteuerung zu extremen Leistungen fähig ist. Zusammen mit dem Rechner, meist einem PC, kontrolliert das Steuergerät (unten links) alle angeschlossenen Meßgeräte. Per Steuerprogramm ist es möglich, den maximal zulässigen Meßfehler vorzugeben. Das Meßsystem mittelt dann für jeden Punkt auf der Frequenzachse so lange, bis die vorgegebene Standardabweichung unterschritten ist



**Bild 4. Zusammenhang zwischen Papiervorschub und Generatorfrequenz bei Terzmessung.**



**Bild 5. Wie Bild 4, Generatorfrequenz jedoch im Bereich der jeweiligen Terz frequenzmoduliert (gewobelt).**



und prüft vorher nach, ob die Mitlauffilter eingeschwungen sind. Eine Erhöhung der Meßgenauigkeit wirkt sich lediglich in einer Verlängerung der Meßzeit aus. Dies entspricht aber einem grundlegenden Naturgesetz und ist von keiner Meßanordnung zu umgehen. Auf diese Weise sind selbst Messungen mit einem Dynamikumfang von 100 dB möglich, während der größte Pegelumfang eines üblichen Pegelschreibers meist bei 50 dB liegt.

### Analysatoren

Ein anderes Meßprinzip wird bei FFT- und Terzanalysatoren angewandt. Hier wird als Anregungssignal weißes oder rosa Rauschen verwendet, das nach Abstrahlung durch den Lautsprecher im Analysator in seine Spektralbestandteile zerlegt wird. Beim Terzanalysator passiert das Mikrofonsignal eine Bank aus terzbreiten Bandpaßfiltern. Diese können analog aufgebaut sein, man kann aber auch das Mikrofonsignal per A/D-Wandler in einen digitalen Datenstrom umwandeln. Die Terzbandfilter werden dann als Digitalfilter realisiert, ein verhältnismäßig aufwendiges Verfahren, das es aber gestattet, sehr stabile und steiflankige Filter einzusetzen und auf einfache Weise den Effektivwert des Ausgangssignals zu berechnen.

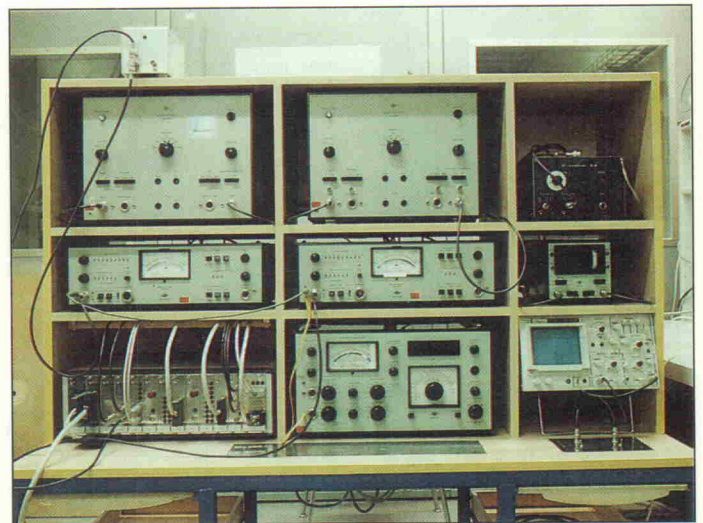
In jedem Fall wird das an den Ausgängen der Filter anliegende Signal meist in Pegeldarstellung auf einem Bildschirm oder LED-Display zur Anzeige gebracht, wobei die Zeitkonstante der Anzeige meist noch verändert werden kann, um eine einigermaßen ruhige Anzeige sicherzustellen. Viele Analysatoren bieten darüber hinaus noch die Möglichkeit, das Mikrofonsignal vorzufiltern, zum Beispiel mit einem A-Bewertungsfiler, und mehrere Messungen

zum anschließenden Vergleich abzuspeichern. Sowohl der Einsatz von Bewertungsfiltren als auch die Wahl von terzbreiten Bandpaßfiltern erfolgen wie beim Pegelschreiber mit dem Ziel, die Arbeitsweise des menschlichen Gehörs zumindest genähert in die Messung einzubeziehen.

Ein FFT-Analyser wird in einem ähnlichen Meßaufbau eingesetzt, jedoch wird das Spektrum des Mikrofonsignals nicht durch eine Filterbank, sondern über die schnelle Fouriertransformation aus dem Eingangsdatenstrom berechnet. Bei FFT-Analysern ist daher immer ein A/D-Wandler im Eingang erforderlich. Grundlage der Berechnung ist die Fouriertransformation, die für ein gegebenes, unendlich langes Zeitsignal das komplexe Spektrum liefert. Die schnelle (diskrete) Fouriertransformation ist ein Algorithmus, der es gestattet, die Messung mit einer endlichen Zahl von Abtastwerten, meist 1024, auf einem Digitalrechner durchzuführen.

Die Bezeichnung 'schnell' liefert leider keine Aussage über die absolute Rechenzeit, sondern unterstreicht lediglich den Unterschied zur sogenannten diskreten Fouriertransformation. Programmiert man eine FFT auf einem Heimcomputer, so kann die Berechnung von 1024 Punkten durchaus einige Minuten dauern. Die als FFT-Analysatoren eingesetzten Geräte sind allerdings durch spezielle Signalprozessoren in der Lage, dieselbe Berechnung mehrmals in der Sekunde durchzuführen. Auf diese Weise entsteht für den Betrachter der Eindruck einer kontinuierlichen Darstellung.

Die FFT-Analyse liefert als Ergebnis Abtastwerte meist des Betrags-, manchmal auch des Phasenspektrums des Eingangssignals, und



**Bild 6. Zweikanaliger, computergesteuerter Schmalbandmeßplatz, Institut für Akustik der UNI Bochum. (Foto: D. Michel)**

zwar in der Regel 400 Linien beziehungsweise Abtastwerte. Diese haben leider einen konstanten Frequenzabstand, so daß bei einer logarithmischen Frequenzachse sehr viele Linien auf hohe Frequenzen und nur sehr wenige auf tiefe entfallen. Besondere Berechnungsmethoden, wie zum Beispiel Zoom-FFT, erlauben aber bei einigen Geräten, auf eine Art Frequenzlupendarstellung überzugehen, also in einem vorgegebenen Frequenzbereich die Auflösung stark zu erhöhen.

Da man für die Entwicklung von Lautsprechern eigentlich nicht unbedingt auf eine Berechnung in Echtzeit Wert legen muß, benutzt man häufig auch weniger spezialisierte Rechner für die FFT-Analyse, kann aber auf diese Weise den Rechner auch für andere Aufgaben einsetzen.

### Time-Delay-Spectrometry

In jüngster Zeit hat ein Meßverfahren stark an Bedeutung gewonnen, das das Prinzip der Schmalband-

messung noch etwas erweitert. Es handelt sich hierbei um die sogenannte Time-Delay-Spectrometry, die anhand des Tectron TEF 10 Systems erläutert werden soll. Es handelt sich hier im Prinzip ebenfalls um eine Schmalbandmeßmethode, der Vorteil ist also auch hier die starke Unterdrückung von Störgeräuschen. Es ist daher ohne weiteres möglich, während der Messung zu sprechen oder sogar die Messung in mäßig lärmgefüllter Umgebung durchzuführen. Für das gründliche Verständnis dieser Meßmethode ist ein intensives Studium der zugrundeliegenden Theorie erforderlich, die leider etwas umfangreich ist, da insbesondere ein komplexer Zeitbereich eingeführt wird. Dies grenzt das Verfahren gegen die bekannte Fourieranalyse ab. Es soll daher nur beispielhaft auf die Messung einer Lautsprecherübertragungsfunktion eingegangen werden.

Ein wesentliches Merkmal des Verfahrens ist die Benutzung eines linearen Sweeps als Anregungssignal — die Frequenz nimmt also linear mit der Zeit zu oder ab. Aufgrund der Vorgabe einer konstanten Sweeprate kann man nun Laufzeit, Momentanfrequenz und Weg eindeutig zueinander in Beziehung setzen. Wenn der

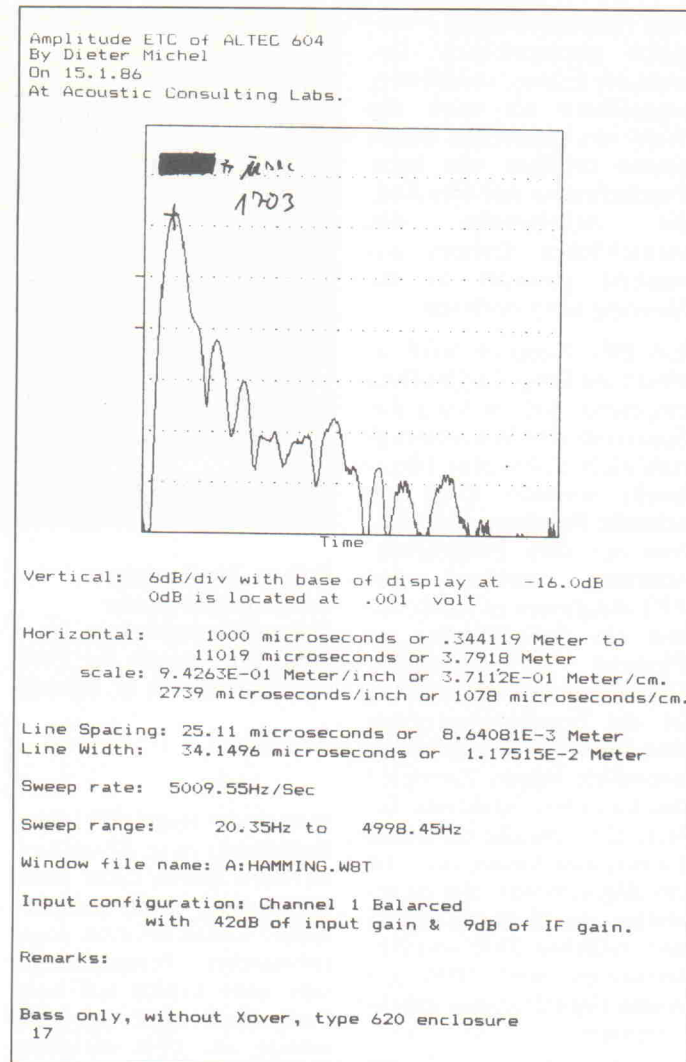


Sweep beispielsweise bei 20 Hz beginnt, so kann man, wenn der Sweep bei 1000 Hz angekommen ist, durch die Frequenzdifferenz bestimmen, vor wie langer Zeit die Momentanfrequenz (genauer: zeitliche Ableitung der Phase) 20 Hz betrug und welchen Weg die '20-Hz-Schallwelle' seitdem zurückgelegt hat.

Beispiel: Bei einer Lautsprechermessung betrage der Abstand Mikrofon-Lautsprecher 1 m und die Sweeprate 1000 Hz/sec. Wenn man am Mikrofon eine Frequenz von 1000 Hz messen kann, so ist der Sweep seit der Abstrahlung des 1000-Hz-Tones weitergelaufen, und zwar in einer Zeit, die der Laufzeit Lautsprecher/Mikrofon entspricht, also ungefähr 1/333 sec. Die vom Lautsprecher gerade abgestrahlte Frequenz beträgt also

$$1000 \text{ Hz} + 1000 \times 1/333 = 1003 \text{ Hz.}$$

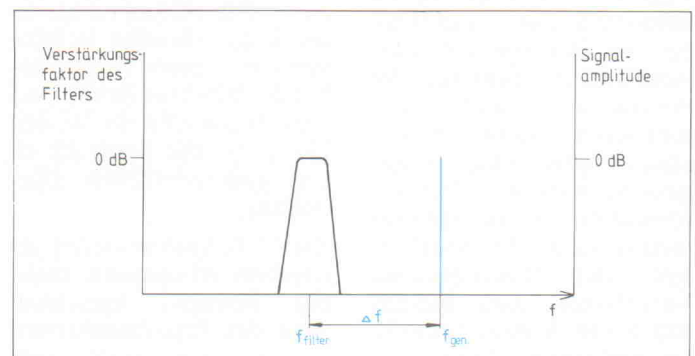
Es treffen aber auch Schallanteile ein, die von den Wänden reflektiert wurden. Da sie einen längeren Weg zurückgelegt haben, müssen sie vom Lautsprecher noch früher abgestrahlt worden sein und haben daher eine deutlich tiefere Frequenz als 1000 Hz. Durch den linearen Sweep ist also eine Beziehung zwischen Laufzeit eines Signals und seiner Frequenz geschaffen worden. Am Mikrofon erhält man daher ein Signalgemisch, dessen spektrale Energieverteilung davon abhängt, welche Zeitverzögerungen (time delay) die Signalanteile durch Reflexion etc. erfahren haben. Durch eine Spektralanalyse (z.B. FFT) des Sweeps kann man daher Aussagen über die Reflexionsstruktur des Raumes ableiten. Die hierfür übliche Darstellungsform ist die sogenannte ETC oder energy time curve (Bild 7). Sie gibt auf einer logarithmischen Skala (Pegel) an, wieviel Energie zu welcher Zeit am



**Bild 7. Meßprotokoll: energy time curve (ETC) eines Monitorlautsprechers (Bass allein, ETC gedehnt).**

Mikrofon eingetroffen ist. Dem Bild kann man auch die kurze Verzögerungszeit entnehmen, die bis zum ersten Eintreffen von Direkt-schall am Mikrofon vergeht. Rechnet man diese Verzögerungszeit über die Schallgeschwindigkeit in einen Weg um, so kann man den genauen Abstand zwischen Lautsprecher und Mikrofon bestimmen. Dies ist wichtig für die eigentliche Frequenzgangmessung, die sogenannte energy frequency curve (EFC). Mit Hilfe der ETC ist es aber auch möglich,

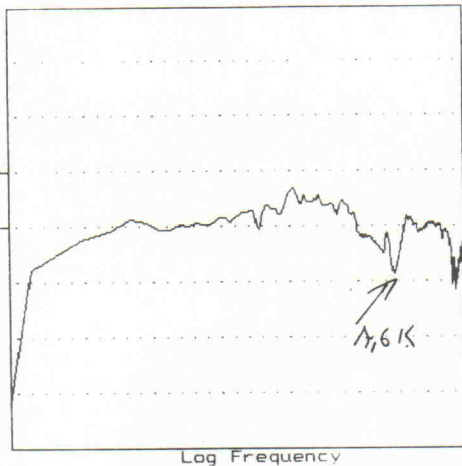
durch entsprechendes Abklemmen der Chassis die einzelnen Wege einer Mehrwegebox auszumessen und Informationen über Laufzeiten zu erhalten. Es hat sich nämlich in Versuchsmessungen gezeigt, daß die Übereinanderanordnung der Schwingspulen allein bisweilen nicht ausreicht, ein korrektes time-alignment zu gewährleisten.



**Bild 8. Testsinuston mit verschobenem Mitlauffilter. Die Frequenzdifferenz zwischen Sinuston und Filtermittenfrequenz bleibt konstant. Die Länge des Zeitfensters kann über die Sweeprate aus der Filterbandbreite bestimmt werden.**



Mag. vs Hz (EFC) of ALTEC 604  
By  
On  
At Acoustic Consulting Labs.



Vertical: 12dB/div with base of display at -40.0dB  
0dB is located at .001 volt

Horizontal: 20.35Hz to 19998.10Hz  
Log freq axis (2.7decades)

Resolution: 3.3217E+00 Meter & 103.62Hz

Time of test: 2102 microseconds, 7.2346E-01 Meter

Sweep Rate & Bandwidth: 10734.80Hz/Sec & 103.62Hz

Input configuration: Channel 1 Balanced  
with 42dB of input gain & 9dB of IF gain.

arm sein müßte. Ein typisches EFC-Meßprotokoll zeigt Bild 9.

Mit diesem Meßprinzip ist es aber nicht nur möglich, in gewissen Grenzen den Einfluß des Raumes zu eliminieren und die reine Lautsprecherübertragungsfunktion zu messen, man kann darüber hinaus auch durch veränderte Filtereinstellung gezielt Raumreflexionen anmessen. Dadurch wird TDS auch zu einem wertvollen Hilfsmittel bei der Raumakustikberechnung.

In seiner kompaktesten Form realisiert wurde das TDS-Prinzip in einem tragbaren Meßcomputer, dem Tecron TEF 10 System. Die eingebauten Diskettenlaufwerke erlauben darüber hinaus, eine große Anzahl von Messungen am eigentlichen Meßort durchzuführen, und die eigentliche Auswertung später in Ruhe durchführen zu können, da mit den gespeicherten Daten eine vollständige Reproduktion der

**Bild 9. Meßprotokoll: energy frequency curve (EFC) eines Monitorlautsprechers.**

Messung durchführbar ist. Da das TEF-System auf einem hardwaremäßig speziell für digitale Signalverarbeitung vorbereiteten Rechner beruht, ansonsten aber völlig offen ist, kann das Gerät natürlich durch entsprechende Software optimal an die Meßaufgabe angepaßt werden.

Die Benutzung des TEF-Systems zeigt aber auch, daß immer mehr Grundlagenwissen Voraussetzung für eine korrekte Planung und Durchführung der Messungen ist. Zu wissen, was man messen will und wie dies mit den vorhandenen Meßgeräten realisiert werden kann, war schon beim konventionellen Pegelschreiber erforderlich, um so mehr gilt dies trotz Computerkontrolle für die modernen Methoden der Lautsprechermeßtechnik. ■

HiFi-Boxen selbstgemacht

# DIESES CELESTION- KOMPENDIUM IST FÜR JEDEN, DER SICH MIT DEM BAU VON HIFI- LAUTSPRECHERN BESCHÄFTIGT, DIE WIRKLICH HOHE ANSPRÜCHE ERFÜLLEN SOLLEN.



Sie erhalten es für eine Schutzgebühr von 5 DM (Schein oder Briefmarken). Legen Sie den Kupon ausgefüllt dazu und bald können Sie „besser bauen mit Celestion“.

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

Celestion Industries GmbH  
Schäferstraße 22-24  
D-6780 Pirmasens

CELESTION  
INTERNATIONAL



**Visaton-Monitor TL 473 D**







# Hörner aufgesetzt

D. J. Schulz

Für 93 db/Wm Kennschalldruck ließen sich sicherlich auch konventionellere Möglichkeiten finden, als mit einer sündhaft teuren Hornkombination den Mittel- und Hochtonbereich abzudecken. Aber welches Konstruktionsprinzip kann die gleiche Dynamik, unverzerrt und frei, analytisch und äußerst differenziert reproduzieren wie ein fehlerfreies Horn in Verbindung mit einem hochqualitativen Treiber? Stellt man diese Ansprüche, so kommt man zwangsläufig nicht umhin, auf dieses Lautsprecherprinzip zurückzugreifen.

Leider haben hochwertige Hornsysteme ihren Preis. Scheinbar preiswerte Angebote, die recht häufig zu finden sind, bringen in aller Regel nichts als Verdruß. Jene sind auch für das Vorurteil der 'typischen Hornverfärbungen' verantwortlich.

Der Monitor TL 473 D ist als HiFi-Box der Spitzenklasse konzipiert und im professionellen Studiobereich einsetzbar. Aus Platzgründen kommt im Tieftonbereich das Baßreflexsystem zum Einsatz. In der Relation Grenzfrequenz/Volumen und unter Berücksichtigung eines akzeptablen Wirkungsgrades stellt dieses Prinzip bei Verwendung eines geeigneten Lautsprecherchassis das Optimum dar.

## Teures Trio

Die im Monitor TL 473 D verwendeten Chassis gehören zu der im Oktober 1985 erstmals vorgestellten „Technology Line“ aus dem Hause Visaton.

Der 30-cm-Tieftöner basiert auf einem schweren Druckgußkorb.

Trotz seines Durchmessers und seiner 61-mm-Schwingspule konnte eine relativ geringe bewegte Masse eingehalten werden. Zusammen mit dem starken Antrieb ist also ein sehr gutes Impulsverhalten zu erwarten.

Typisches Merkmal eines solchen Lautsprechers ist allerdings der zum Mitteltonbereich stetig ansteigende Schalldruckverlauf, der sich jedoch in der Frequenzweiche leicht kompensieren läßt.

Zusammen mit dem Widerstand der Weiche hat der Lautsprecher einen Q-Faktor von 0,2. Somit läge nach Thiele/Small das optimale Volumen bei etwa 32 l. Daraus resultiert eine Tuningfrequenz von 48 Hz und ein -3-dB-Punkt von 63 Hz. Die Flankensteilheit des akustischen Hochpaßfilter-Gehäuses läge bei 24 dB/Okt.

Man sieht sofort, ein für höchste Ansprüche geeigneter Tiefbaß wäre kaum zu erwarten. Allein schon die räumliche Vorstellung, ein 30-cm-Chassis in ein 32-Liter-Gehäuse zu packen, läßt Zweifel aufkommen.



## Technische Daten

Prinzip	3-Weg, Baßreflex + Hörner
Belastbarkeit	200 W (DIN)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	93 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenzen	550 Hz/7500 Hz
Volumen (innen)	ca. 105 l
Außenmaße	Breite 400 mm Höhe 840 mm Tiefe 468 mm
Entwickler	D.J. Schulz, Visaton
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 2100,- DM

Glücklicherweise lassen sich aber das Nettovolumen vergrößern und die Eckfrequenzen in tiefere Regionen manövrieren. Dabei wird die Flanke des akustischen Hochpasses flacher, das heißt, die Dämpfung des Schwingkreises wird stärker. Auf dem Papier sinkt die Gesamtgüte  $Q_T$  - in der Praxis wird man mit einem besseren Impulsverhalten belohnt. In Kauf genommen hat man jedoch einen Schalldruckverlust im Baßbereich.

Fazit: Unter Verzicht auf den größtmöglichen Gewinn an Schalldruck (bei Baßreflexsystemen gegenüber geschlossenen Boxen) erhält man durch Vergrößerung des Volumens eine tiefere Einbauresonanz und ein verbessertes Impulsverhalten.

Das Nettovolumen des TL 473 D liegt bei 105 Litern. Daraus ergibt sich eine Tuningfrequenz (Abstimmungsfrequenz des Baßreflextunnels) von 33 Hz und ein -3-dB-Punkt von 38 Hz.

Wenn man jedoch bedenkt, daß Lautsprecherboxen in aller Regel in einem Wohnraum stehen und nicht wie oft zu Meßzwecken in großen reflexionsarmen Räumen oder bei Freifeldmessungen auf der grünen Wiese, kommen diese -3 dB gerade recht. Die im Verhältnis zum Lautsprecher ewig langen Nachhallzeiten eines Wohnraumes kompensieren den Abfall spielend.

Ab etwa 550 Hz übernimmt die Mitteltontornkombination

## Stückliste

## Chassis und Zubehör (Visaton)

Tieftöner	TL 12/D 61
Mitteltontreiber	TL 445 MD
Horn	TL 300 MH
Adapter	AD 25 H
Hochtonhorn	TL 16 H

Gummifuß	
Pegelregler	2 St. LC 95
Terminals	3 St. TL 10 ST

Universal-Weichenplatine	UP 70/3
--------------------------	---------

## Frequenzweiche

Widerstände, 10 W

R1	8,2 $\Omega$
R2,3	4,7 $\Omega$

Kondensatoren (Folie)

C1	47 $\mu$ F
C2	15 $\mu$ F
C3	22 $\mu$ F
C4,5	2,2 $\mu$ F

Luftspulen

L1,2	2,2 mH/1,32 mm $\varnothing$
L3,5	0,2 mH/1,00 mm $\varnothing$
L4	3 mH/1,00 mm $\varnothing$

TL 300 MH/TL 445 MD die äußerst diffizile Arbeit der Reproduktion der Mittellagen.

## Kritische Mitten

Geringste Verzerrungen, Verfärbungen und Pegelsprünge werden vom menschlichen Ohr in diesem Bereich von 500 Hz bis ca. 6 kHz mit besonderer Kritik wahrgenommen. Der TL 445 MD, ein Treiber mit 44-mm-Schwingspule und 1"-Halsöffnung, gehört zu den aufwendigsten seiner Klasse. In Verbindung mit dem Holzhorn TL 300 MH, 350 Hz Grenzfrequenz, 120° x 40° Abstrahlwinkel, kann dieser Treiber seine Qualitäten zutage bringen.

Herzstück jeden Treibers ist, neben der Membran, das Phasenkorrekturlement. Beim TL 445 MD besteht es aus Zinkdruckguß und ist zweiteilig ausgeführt. Die Form des Phasenkorrekturlements entspricht einem doppelten „W“. Die Polplatten und die Diaphragma-Auflagefläche sind im Micro-Finish-Verfahren fein gedreht bzw. geschliffen.

Gegenüber alternativen Mitteltonsystemen, wie Konus- oder Kalot-

tenlautsprecher, bietet diese Hornkombination den Vorteil weitestgehender Kompressionsfreiheit und ermöglicht damit die Wiedergabe des gesamten Dynamikumfangs. Das hervorragende Auflösungsvermögen wird durch das extreme Masse/Antrieb-Verhältnis erreicht.

## Vom Hals zum Holz

Das TL 300 MH basiert auf der Grundlage eines Radialhorns mit sphärischer Wellenfront. Um jedoch die Nachteile ähnlicher Hörner speziell im oberen Mittel- bzw. Hochtonbereich zu umgehen, teilt sich der Glockenteil des Hornes in vier Sektoren auf. So wird eine lineare Übertragungskennlinie von 0° bis  $\pm 60^\circ$  erreicht.

Um einen gleichmäßigen Schalldruckverlauf der Box zu erzielen, wird der Mitteltöner um etwa 13 dB abgesenkt. Bedingt durch diese starke Spannungsteilung werden dem Lautsprecher bei 200 Watt Eingangsleistung maximal 10 Watt zugeführt. Dies jedoch nur unter der Voraussetzung, daß die gesamte Eingangsleistung auf den Übertragungsbereich zwischen den Trennfrequenzen eingespeist wird. Dies ist in der Praxis jedoch vollkommen absurd. Bei einer Nominalbelastbarkeit des Treibers von 30 Watt ist er damit praktisch unzerstörbar.

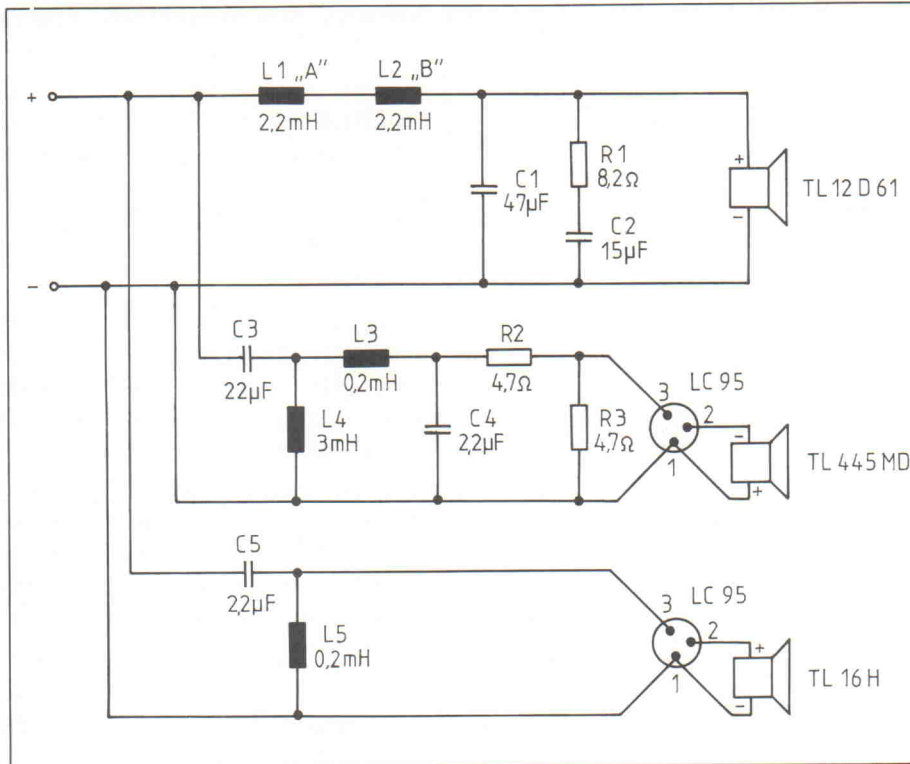
## Der Kleine ganz oben

Den Hochtonpart übernimmt das ausschließlich für High-End oder Studiobereich zu verwendende TL 16 H. Eine dynamisch bewegte Masse von 0,082 g läßt die Möglichkeit einer äußerst differenzierten Hochtonwiedergabe erwarten. Der Frequenzbereich erstreckt sich bis über 35 kHz. Die Trennfrequenz zum Mitteltöner liegt bei 7500 Hz.

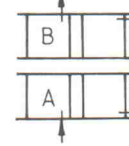
Doch leider nutzen die besten Chassis nichts, wenn am falschen Ende gespart wird. Die Frequenzweiche zählt zu den wichtigsten Punkten einer Lautsprecherkombination. Für den Aufbau kommen daher nur Luftspulen mit vorgege-



## Visaton-Monitor TL 473 D



Spulen A und B  
aufeinander kleben



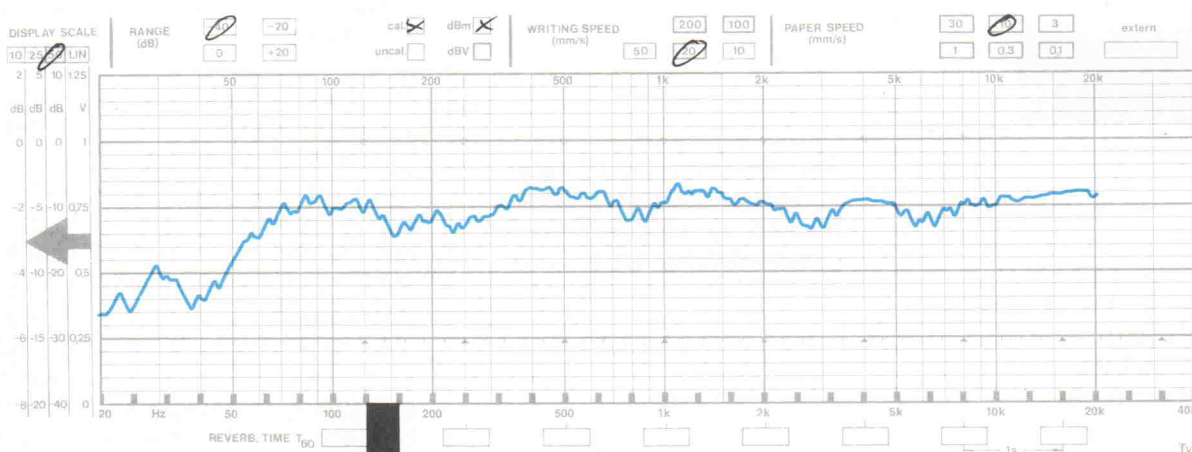
ACHTUNG! Der Dreh-  
sinn beider Spulen  
muß gleich sein!

**Die Pegel-  
steller LC95 im  
Hoch- und  
Mitteltonzweig  
erlauben eine  
Anpassung an  
die Raum-  
akustik.**

benem Drahtquerschnitt und ver-  
lustarme Folienkondensatoren, die  
über Jahre hinweg ihre Stabilität  
wahren, zur Verwendung. Aus  
Gründen der Betriebssicherheit  
sollten die Widerstände eine Mini-  
malbelastbarkeit von etwa 10 Watt  
aufweisen.

Die aus reinem Messing gefertigten  
Terminals TL 10 ST ermöglichen  
den Anschluß von Kabel mit einem  
Querschnitt bis 10 mm. Auch hier  
sollte man nicht falsche Sparsam-  
keit walten lassen.

Nach endlosen Messungen — unter  
anderem mit einem Fast-Fou-  
rier-Spektrum-Analyser, mit dem  
man exakt Phasengang und Grup-  
penlaufzeit ermitteln sowie ein Zer-  
fallsspektrum erstellen kann — und  
nach kritischen Hörsitzungen,  
konnte das endgültige Filternetz-  
werk als Besselfilter 2. Ordnung  
eindeutig als bestes Netzwerk für



NEUTRIK AG



Measuring Object

Visaton  
Monitor  
TL 473 D

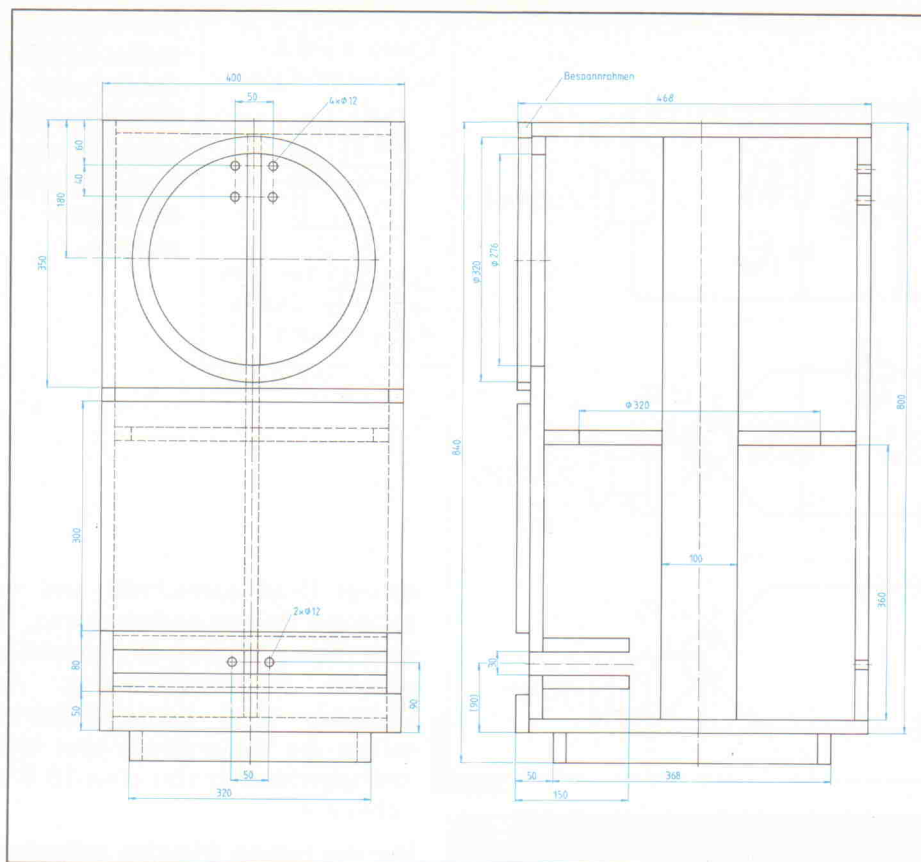
Rec.No.:

Date: 27.86

Sign: [Signature]

Type 3351





diesen Anwendungsfall ermittelt werden.

Damit das Tiefpaßfilter für den Baßlautsprecher der Erwartung entsprechend arbeitet, liegt zur Entzerrung der Schwingspuleninduktivität des TL 12/D 61 ein RC-Glied parallel zum Lautsprecherchassis.

Um eine lineare Übertragungskennlinie zu erzielen, sind die Pegelregler LC 95 für den Mitteltöner auf  $-5$  dB, für den Hochtöner auf  $-7$  dB einzustellen.

Die Anordnung der Chassis zueinander ist ebenfalls von entscheidender Bedeutung. Die erforderlichen Positionen sind in einer gesonderten Zeichnung genau angegeben.

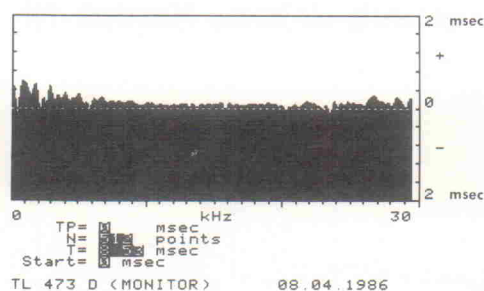
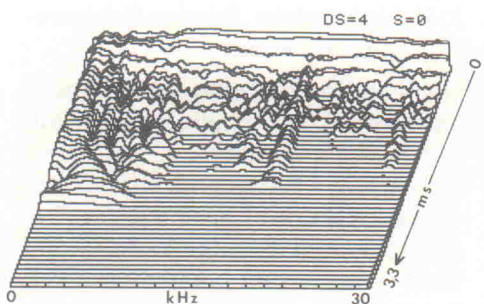
Für den Gehäuseaufbau sollte nur Multiplex-Holz oder hochverdichtete Spanplatte verwendet werden. Der Versteifungsring im Mittelteil der Box ist in jedem Fall zwingend.

## Und nun die Wolle

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Bedämpfung des Gehäuses. Der untere Teil der Box, in dem auch der Reflextunnel liegt, wird nur an den Wänden bedämpft. Dafür sind etwa vier Matten Dämpfungsmaterial erforderlich. Im oberen Teil der Box, also im Bereich des Lautsprechers, ist eine stärkere Dämpfung notwendig. Es werden sechs Matten zu einer Rolle geformt und lose durch die Lautsprecheröffnung in das Gehäuse gelegt. Kleine Nägel in den Wänden verhindern ein Absinken des Blocks. Als Dämpfungsmaterial sollte reine Schafwolle verwendet werden.

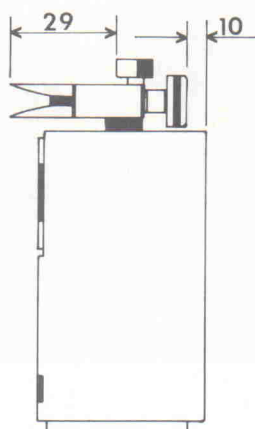
Bei der Aufstellung sollte beachtet werden, daß die Boxen als Standboxen konzipiert sind und daher auch auf dem Boden stehen sollten. Ein minimaler Abstand von 15 cm zur Raumwand muß eingehalten werden. Ebenfalls sollte zu den Raumecken ein Abstand von mehr als 1 m bestehen. Eine Basisbreite von 2,50 m bis 3,50 m ist auch bei größerem Hörabstand in großen bis sehr großen Räumen über 50 m<sup>2</sup> praktikabel.

HiFi-Boxen selbstgemacht



Mit einem Fast-Fourier-Spektrum-Analyser wurden das Zerfallsspektrum der Box (oben) und ihre Gruppenlaufzeit (unten) ermittelt.

Für ein korrektes Phasenverhalten der Kombination müssen die Hornstrahler genau positioniert werden.





# Frankfurt's neuester Hörgeräte-Acustiker



TEAM-WERBUNG, Hanau

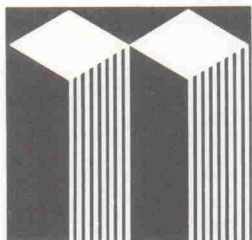


MAINHATTAN-ACUSTIK ist das Lautsprecher-  
fachgeschäft in Frankfurt mit dem völlig neuen  
BOX it yourself-System, das heißt:  
**selbst probenhören** – unverbindlich bei uns,  
**selbst aussuchen** – aus der Vielfalt der Hersteller,  
**selbst bauen und gestalten** – mit **allen** erforder-

lichen Teilen, einschließlich Schrauben, Dämm-Material  
und ausführlicher Bauanleitung, **selbst genießen** – allein  
oder mit Freunden. Das bringt nicht nur mehr  
Spaß als herkömmliche Boxen „von der Stange“,  
sondern spart im Vergleich auch ein  
paar Märker.

Also einfach mal Reinhören!

*BOX it  
yourself*



## MAINHATTAN ACUSTIK

Axel Linke u. Wolfgang Hennig  
Friedberger Landstraße 146 · 6000 Frankfurt · Tel. 069/468979

**INFO-COUPON**

Bitte senden Sie mir vorab Info-Material, damit ich Ihre  
Hörgeräte in Augenschein nehmen kann!

Name \_\_\_\_\_

Str. \_\_\_\_\_

Ort \_\_\_\_\_

(HFB-86)



*Procus Intus*







# **Den im Dunkeln sieht man nicht**

Dr.-Ing. M. Hubert

Mit dem dicken Woofer kann diese Bauanleitung wahrlich nicht auffahren. Jedenfalls nicht äußerlich. Der Schwerarbeiter dieser Box fristet sein Dasein tief im Innern des Gehäuses. So hört das Ohr dann auch deutlich mehr, als das Auge verspricht.

Schlank und schick soll das Gehäuse sein. So schlank, daß die Lautsprecher-Chassis gerade eben auf die Schallwand passen. Diese schmale Form garantiert geringste Reflexionen an der Schallwand, Verfärbungsfreiheit und beste Räumlichkeit. Die üppige Wandstärke von 25 mm sorgt dann zusammen mit den Innereien für stabile Verhältnisse; bekanntlich sollen die Membranen schwingen, nicht die Gehäusewände.

Zunächst steht der Selbstbauer jedoch vor einer wichtigen Entscheidung: entweder er nimmt die Säge und baut sich sein Intus-Gehäuse nach nebenstehender Skizze selbst, oder aber er erwirbt ein professionell gefertigtes Gehäuse bei seinem Händler. Die erste Variante hat den

## **Sägen oder kaufen?**

Vorteil, daß beim Sägen überflüssige Pfunde abgebaut werden, die zweite den, daß neben einem perfekten Finish der Box auch die Brieftasche nicht mehr so in der Hose drückt. Wie auch immer die Entscheidung fällt, die Chassis wird er sich kaufen müssen.

Fangen wir beim kleinsten an, der neuen Procus-25-mm-Kalotte mit Ferrofluid-Füllung. Die Polymer-

Kalotte mit hoher innerer Dämpfung garantiert eine unverfärbte Hochtonwiedergabe.

Der Tief-Mitteltonbereich wird von dem bewährten Procus 501 übertragen. Dieses mit größter Präzision gebaute Langhubchassis sorgt für eine klare und impulsfeste Wiedergabe.

Versteckt im Dunkeln sitzt der robuste Procus 801, der sich seines Daseins aber wahrlich nicht schämen muß! Obwohl man ihn nicht sieht, kann bereits an dieser Stelle verraten werden, daß man ihn sehr wohl hört! Er verrichtet seinen Dienst im Bereich von 40 bis 150 Hertz und zwar in einer Art und Weise, über die es sich lohnt, später noch einige Worte zu sagen.

Es ist bekannt, daß neben Gehäuse



## Technische Daten

Prinzip	3-Wege, Baß-Innen-treiber
Belastbarkeit	100 W (DIN)
Impedanz	4 Ohm
Kennschalldruck	88 dB (1 W, 1 m)
Übergangs-frequenz	150 Hz/1800 Hz
Volumen (innen)	ca. 45 l
Außenmaße	Breite 225 mm Höhe 1000 mm Tiefe 320 mm
Entwickler	Dr. Ing. M. Hubert
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 480,- DM

und Lautsprecher-Chassis jede ordentliche Mehrwege-Box noch mit einer Frequenzweiche ausgestattet ist. Hier benutzen wir eine Weiche zweiter Ordnung. Die Abkopplung des Tief-Mitteltöners und die An-

## Wenig Weiche

kopplung des Hochtöners erfolgt also mit einer Flankensteilheit von 12 dB/Oktave. Diese Weiche ist genau abgestimmt auf die verwendeten Lautsprecher und funktioniert daher nicht mit anderen Chassis!

Spätestens jetzt vermißt der Experte die entsprechenden Weichenbauteile für die Abkopplung des Tieftöners und für die Ankopplung des Tief-Mitteltöners. Diese Aufgabe übernimmt bei der Intus das Gehäuse, denn der Tief-Mitteltöner hat in dem geschlossenen Gehäuse ein natürliches Hochpaßverhalten 2. Ordnung. Eben diese Konstruktion bildet die Besonderheit dieser Box.

## Aus der Tiefe

Bei einem konventionellen Lautsprecher existiert ein direkter Zusammenhang zwischen unterer Grenzfrequenz, dem Wirkungsgrad der Baßwiedergabe und dem Gehäusevolumen. Hält man das Gehäusevolumen konstant, liefert die Baßreflexbox von allen bekannten Bauprinzipien die lauteste und tiefste Baßwiedergabe. Während bei der geschlossenen Box der nach

## Stückliste

### Chassis

Hochtöner	Procus 101
Mitteltöner	Procus 501
Tieftöner	Procus 801
Fertigweiche im Bausatz enthalten	
Reflexrohr	70 x 80 mm Ø x 1

### Frequenzweiche

Widerstände, 5 W	
R1	3,3 Ω
R2	10 Ω
Kondensatoren (MKT)	
C1,2	10 µ
Spulen (Luftspulen)	
L1	1,5 mH/1,5 mm Ø
L2	0,4 mH/1,0 mm Ø

### Dämpfungsmaterial

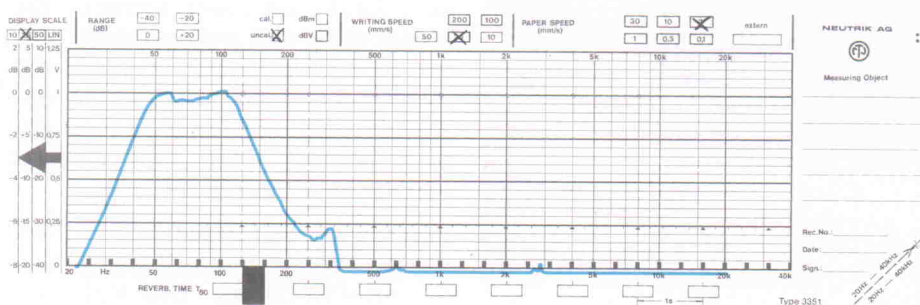
Noppenschaumstoff (Pritex), 50 mm	
1	500 x 230 mm
2	180 x 230 mm
3	270 x 270 mm
4	270 x 140 mm
5	170 x 500 (180) mm Trapez

hinten abgestrahlte Schall vom Dämpfungsmaterial absorbiert wird, erfolgt bei der Baßreflexbox eine Phasenumkehr, und der von der Reflexöffnung abgestrahlte Schall addiert sich zum Schall vom Lautsprecherchassis. Problematisch wird es unterhalb der Abstimmungsfrequenz der Baßreflexöffnung, weil hier beide Schallanteile nicht mehr in Phase sind und daher Auslöschungen auftreten. Der hierdurch hervorgerufene steile Abfall im Frequenzgang führt zu einem schlechteren Impulsverhalten. Außerdem gibt es Probleme mit subsonischen Frequenzen (Rumpelgeräusche etc.), da der Lautsprecher unterhalb der Abstimmungsfrequenz durch das Gehäuse überhaupt nicht mehr belastet wird.

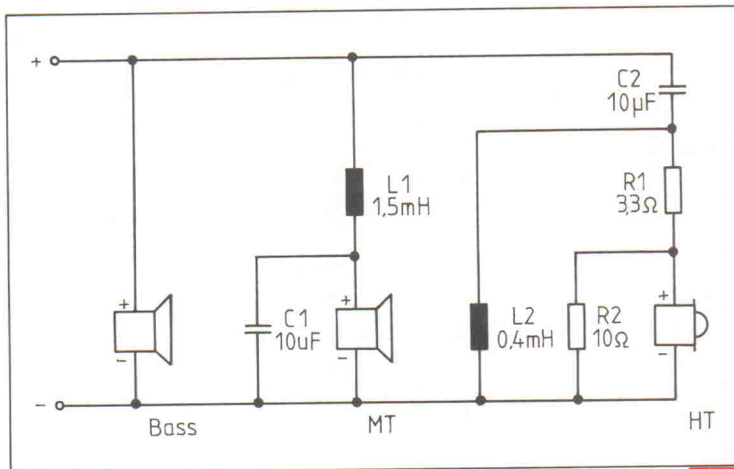
Der Bandpaß-Tieftöner der Intus vermeidet diese Nachteile. Bandpaß deshalb, weil das Übertragungsverhalten des Tieftongehäuses Bandpaßcharakteristik hat. Die Grenzfrequenzen liegen bei 40 Hz und 150 Hz. Außerdem wird nur der von der Reflexöffnung abgestrahlte Schall verwertet. Wie aus der Gehäusezeichnung ersichtlich ist, arbeitet der Tieftöner auf der einen Seite gegen ein geschlossenes Volumen, auf der anderen Seite in eine ventilierte Kammer. Bei diesem Bauprinzip kann keine Frequenzauslöschung erfolgen. Die Verzerrungswerte liegen auf niedrigem Niveau, und auch das Impulsverhalten ist wesentlich besser als bei einer herkömmlichen Baßreflexbox. Außerdem gibt es keine Subsonic-Probleme, da der Tieftöner immer gegen ein geschlossenes Volumen arbeitet.

Durch das natürliche Bandpaßverhalten 2. Ordnung kann eine niedrige Übergangsfrequenz zum Mitteltöner mit einfachsten Mitteln realisiert werden. Liegt bei üblichen 3-Wege-Kombinationen die Übergangsfrequenz zum Mitteltöner bei etwa 600 Hz bis 800 Hz, so trennt die Intus bereits bei 150 Hz. Dies hat den bekannten Vorteil, daß der gesamte Grundtonbereich, einschließlich des wesentlichsten Spektrums der menschlichen Stimme von einem einzigen Chassis-Typ abgestrahlt wird.

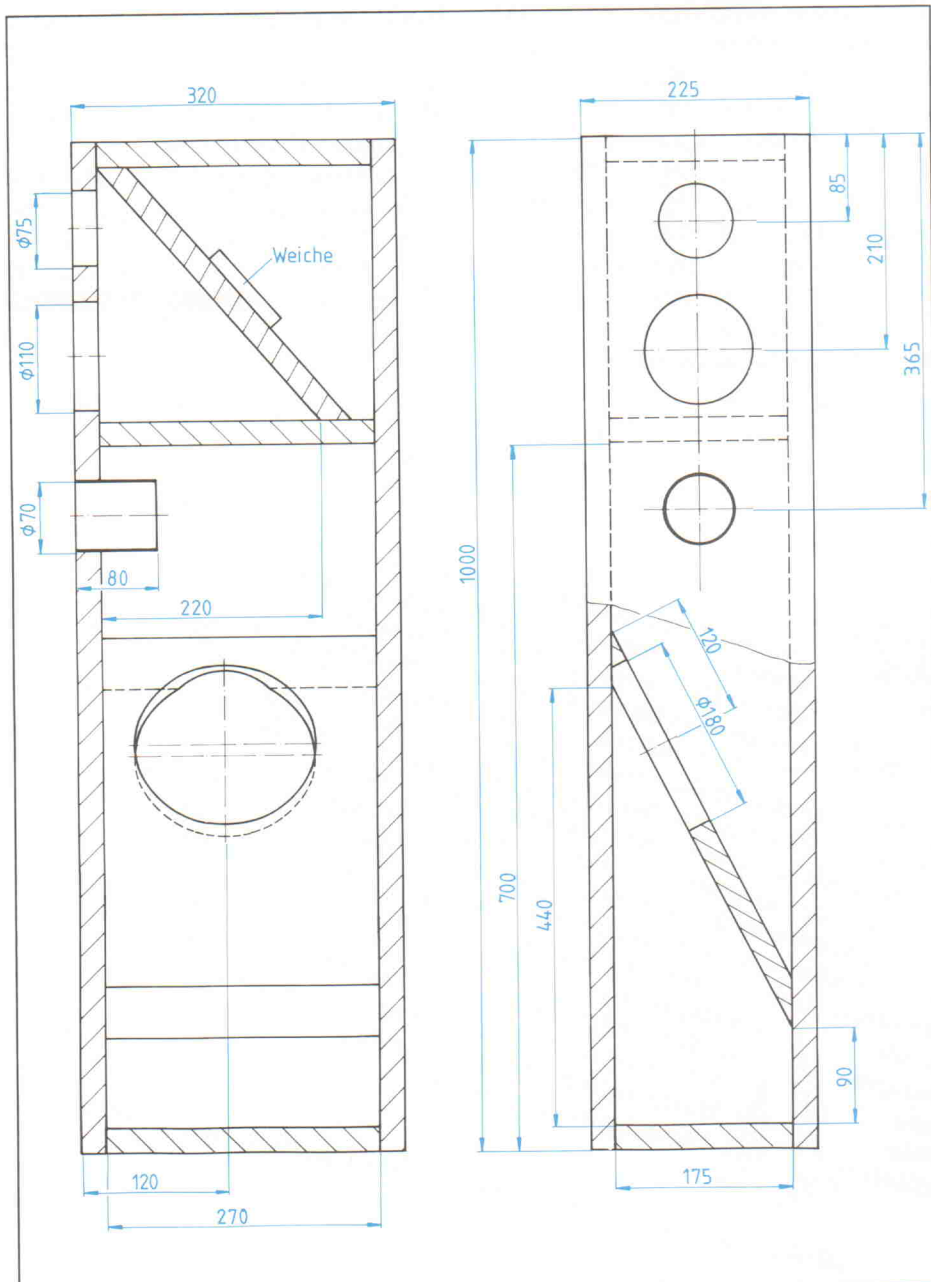
Wie gut das Bandpaßprinzip des Tieftöners funktioniert, zeigt die abgebildete Frequenzgangkurve. Es handelt sich um eine Nahfeldmessung. Der Tieftöner ist dabei ohne Weichenbauteile direkt mit der Endstufe verbunden!





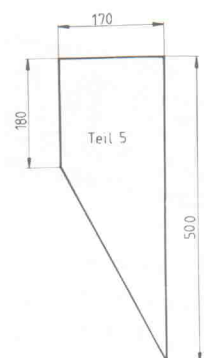
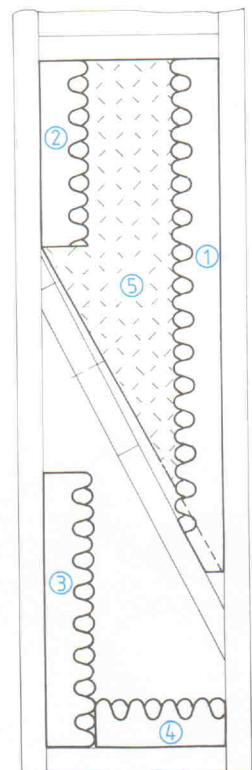


Der Baßlautsprecher zeigt in seinem Innentreibereinbau bereits ein definiertes Bandpaßverhalten. Er kann daher direkt am Verstärker- ausgang betrieben werden.

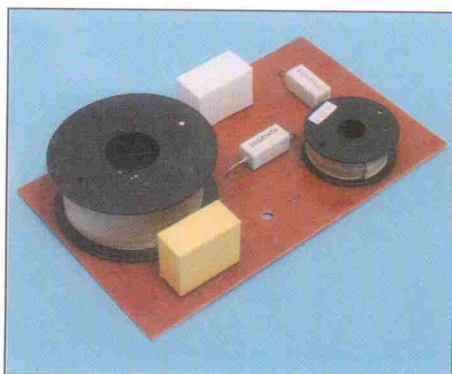
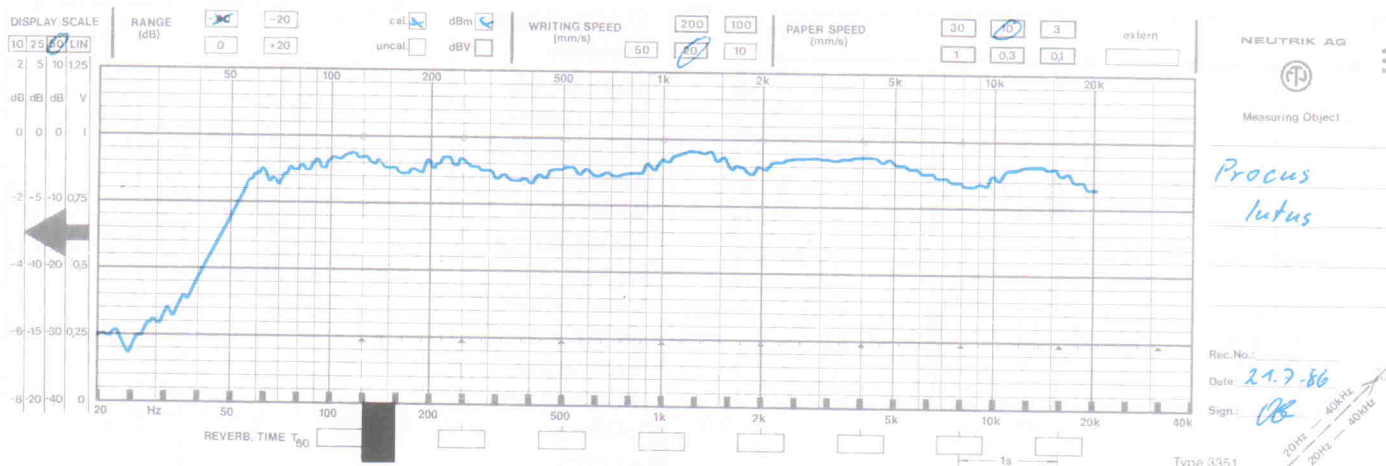


Da der Baßlautsprecher auf einem schrägen Brett innerhalb der Box montiert wird, kann das Gehäuse ungewöhnlich schmal werden.

HiFi-Boxen selbstgemacht







Die Innenverkabelung erfolgt mit Leitungen von mindestens 2,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt. Alle Kabeldurchführungen müssen gut abgedichtet werden. Ebenso werden alle Chassis mit Dichtstreifen (Tesamoll o.ä.) gegen die Schallwand abgedichtet. Das Tief-Mitteltongehäuse wird gleichmäßig mit 60 g Naturwolle gefüllt. Die Bedämpfung des Tieftöners erfolgt nach der Skizze mit Noppenschaumstoff.

Noch etwas: ebenso wie ein guter Wein ein paar Jahre braucht, um sein volles Aroma zu entfalten, benötigen die mit größter Präzision gefertigten Procus-Lautsprecher eine gewisse Einspielzeit, um ihre volle Leistungsfähigkeit zu erreichen. Keine Panik, Jahre braucht es dazu nicht; so etwa 20 Stunden reichen völlig!

# IEM

Weil wir wollen, daß Sie Preisen genießen können, geben Ihnen Gelegenheit, zu sparen. Unser Angebot bis zur großen 300 Watt-Box. Subwooferblenden mit



die Fertigeres Werkzeug benötigen, gestalten sich der Zusammenbau Lautsprechersysteme an die fertig verdrahtete Frequenzweiche angehand haben. Mehr erfahren Sie in unserem kos-



erstklassige HiFi-Qualität zu erschwinglichen bieten wir Ihnen unsere Boxenbausätze an und durch Ihre Eigeninitiative bis zu 50% reicht vom kleinen Autolautsprecher Daneben führen wir auch Boxen in aufwen-



und Baßreflextechnik, sowie passende Zier- und Gitter. Alle unsere Boxen sind in aufwen- und Baßreflextechnik, sowie passende Zier- und Gitter. Alle unsere Boxen sind in aufwen- und Baßreflextechnik, sowie passende Zier- und Gitter. Alle unsere Boxen sind in aufwen-



IEM Industrie Elektronik GmbH, Postfach 40, 8901 Welden.





## Info-Scheck

Name: \_\_\_\_\_

Str. Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ. Ort: \_\_\_\_\_

(PORTO DM 3,—)

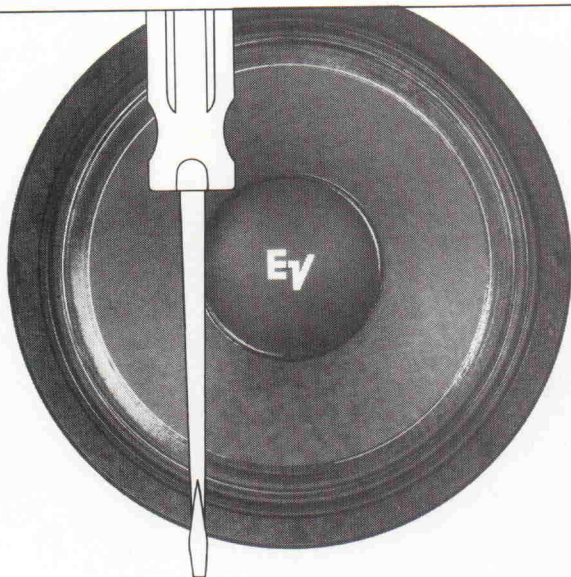


LAUTSPRECHER-BAUSÄTZE

**ACR**

5000 KÖLN · Unter Goldschmied 6  
02 21/2 40 20 88

SELEKTIERTE WEICHENBAUTEILE  
KUPFERLUFTSPULEN  
EIGENE WICKELEI BIS 16 mm Ø



## Lautsprecherselbstbau ein Risiko?

(Nicht mit Komponenten von Electro-Voice!)

Vom 20–76 cm Baßchassis, Druckkammersysteme für Hoch-/Mitteltonbereich, Komplettbausätze, das notwendige Know-how für eine optimale Gehäuseabstimmung, technische Details + Basisinforma-

tionen gibt's im neuen Lautsprecherhandbuch gegen DM 5,— in Briefmarken.

**Ev** **Electro-Voice®**  
Professional Audio Products  
Lärchenstraße 99, 6230 Frankfurt 80

## Die TV-Hobbythek und die Funkschau stellten vor: AKOMP – die High End- Aktiven für Selbstbauer. Sogar fertig gibt's kaum etwas Besseres.



Auch Ungeübte können sich diese Anlage bauen, denn alle Platinen sind fertig bestückt und geprüft. So gibt es keine Fehler. Und die Gehäuse (Esche Echtholz roh geschliffen) können Sie farblich genau Ihren Vorstellungen anpassen.

Das interessiert mich. Bitte Prospekt.

Name \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_ P4

**AKOMP**

Akomp Elektronik GmbH  
Hasselhecker Straße 23  
6352 Ober-Mörlen · Telefon 0 60 02 / 14 04



**Mivoc Subwoofer 150 + Satelliten 200**







# Versöhnung

**Das Problem ist altbekannt: Tief und kräftig soll die Baßwiedergabe sein, doch die Lautsprechergehäuse, bitteschön, möglichst nicht größer als die bekannten Zigarrenkistchen. In nicht wenigen Partnerschaften hat die Tatsache, daß der Sound im Ohr des einen der Dorn im Auge des anderen ist, die Kontrahenten vor den (Scheidungs-) Richtertisch geführt.**

**U**m hier auch gegensätzlichste Wünsche unter einen Hut zu bringen, bleibt also nur der immer populärer werdende Griff zum Subwoofer, kombiniert mit zwei sehr handlichen Satellitenboxen. Bei sachgemäßer Konstruktion weist eine solche Kombination keinerlei Nachteile gegenüber herkömmlichen Boxen auf.

## **Baß mit Palme**

Bei der hier vorgestellten Lösung wurde die Tatsache besonders berücksichtigt, daß bei ausreichend tiefer Trennfrequenz die Baßbox tatsächlich an beliebiger Stelle im Zimmer aufgestellt werden kann. Sie darf deshalb ruhig relativ groß sein, zumal man sie ohne Probleme als Beistelltisch oder dekorativen Palmen-Untersatz verwenden kann.

Das Gehäuse weist daher großzügige 64 Liter Netto-Volumen auf und wurde mit zwei 200-mm-Baß-Systemen bestückt. Das große, geschlossenen Volumen ermöglicht eine besonders weit herabreichende, saubere Baßwiedergabe, ist jedoch so ausgelegt, daß auch die mittleren Baß-Signale um 80 Hz noch mit ausreichendem Druck wiedergegeben werden.

Die Verwendung von zwei Baß-Systemen vermeidet die Notwendigkeit, die Signale beider Verstärker-

kanäle in einer Schwingspule zusammenführen zu müssen; dies wirft nämlich bei einigen Verstärker-Konstruktionen ganz erhebliche Probleme auf. Der Einsatz zweier getrennter Systeme vermeidet diese Nachteile und erhöht außerdem Belastbarkeit und Wirkungsgrad.

## **Welche Weiche will der Woofer**

Ganz besonderes Augenmerk muß bei einer Subwoofer-Anwendung der Konstruktion der Frequenzweiche gewidmet werden. Liegt die Trennfrequenz zu hoch oder ist die Flankensteilheit nicht ausreichend, läßt sich die Baßbox orten. Außerdem entstehen in der Regel deutliche Verfärbungen im Mitteltonbereich, und die räumliche Abbildung der Lautsprecherkombination verschlechtert sich stark.

Der -3-dB-Punkt des Subwoofer-Systems 150 liegt daher folgerichtig bereits bei 90 Hz. Bei 150 Hz sind bereits -9 dB, und bei 300 Hz, wo erfahrungsgemäß die Ortbarkeit des menschlichen Gehörs einsetzt, sind bereits -24 dB erreicht. Bei 500 Hz, wo der akustisch besonders sensible Mitteltonbereich beginnt, ist der Subwoofer mit -34 dB praktisch völlig unhörbar.

Für jeden Verstärkerkanal wird eine separate Weiche in der Baßbox



## Technische Daten

### Satellit 200

Prinzip	Geschlossenes Gehäuse, 2-Wege-System
Belastbarkeit	80 W Sinus (DIN) 100 W Musik (DIN)
Impedanz	4 Ohm
Kennschall- druck	89 dB (1 W, 1 m)
Übergangs- frequenz	3000 Hz
Volumen (innen)	7,5 l
Außenmaße	Breite 200 mm Höhe 295 mm Tiefe 200 mm
Entwickler	Mivoc
Preis (Chassis u. Weiche)	ca. DM 100,-

### Subwoofer 150

Prinzip	Geschlossenes Gehäuse, beide Baß-Systeme arbeiten auf gemeinsames Volumen
Belastbarkeit	80 W Sinus (DIN) 100 W Musik (DIN)
Impedanz	4 Ohm
Kennschall- druck	91 dB (1 W, 1 m)
Übergangs- frequenz	150 Hz (-9 dB)
Volumen (innen)	64 l
Außenmaße	Breite 450 mm Höhe 450 mm Tiefe 430 mm
Entwickler	Mivoc
Preis (Chassis u. Weiche)	ca. DM 200,-

### Satellit 200

<b>Holz- und Gehäuseteile</b> (Spanplatte 16 mm)	
Front- u. Rückwand	295 x 200 mm
Deckel u. Boden	168 x 168 mm
Seitenteile (2)	168 x 295 mm
Dämmmaterial	Mivoc LD 8824, 1 Matte

<b>Chassis</b> (Alle Chassis von Mivoc)	
Baß-Mitteltöner	WAW 164
Hochtöner	HB 11608
Fertigweiche	NW 220/III

<b>Frequenzweiche</b>	
Spulen	
L1	0,82 mH/max. 0,4 $\Omega$
L2	0,43 mH/max. 1,0 $\Omega$
Kondensatoren	
C1	10 $\mu$ F/100 V Folie
C2	15 $\mu$ F/63 V ~ Tonfrequenzelko
C3	2,2 $\mu$ F/100 V Folie
C4	4,7 $\mu$ F/100 V Folie
Widerstände	
R1	3,9 $\Omega$ /5 W
R2	15 $\Omega$ /min. 3 W

## Stückliste

### Subwoofer 150

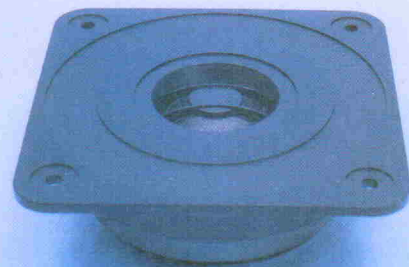
<b>Holz- und Gehäuseteile</b> (Spanplatte 22 mm)	
Front- u. Rückwand	450 x 450 mm
Deckel u. Boden	386 x 406 mm
Seitenteile (2)	450 x 406 mm
Dämmmaterial	Mivoc LD 8824, 5 Matten

<b>Chassis</b> (Alle Chassis von Mivoc)	
Baß (2 x)	WAW 204
Fertigweiche	NWSW 122/III

<b>Frequenzweiche</b>	
Spulen	
L1	7,5 mH/Draht min. 1 mm $\varnothing$ auf 50-mm-Ferritkern
Kondensatoren	
C1	220 $\mu$ F/63 V ~ Tonfrequenzelko
C2	68 $\mu$ F/63 V ~ Tonfrequenzelko
C3	330 $\mu$ F/35 V ~ Tonfrequenzelko, besonders verlustarm
C4	6,8 $\mu$ F/100 V
Widerstände	
R1	2,2 $\Omega$ /5 W



Ein Baß-Mittelton-System und eine 25-mm-Hochtonkalotte teilen sich die Arbeit in der Satellitenbox.



## Statt Weltraum-Räumlichkeit: Die Satelliten

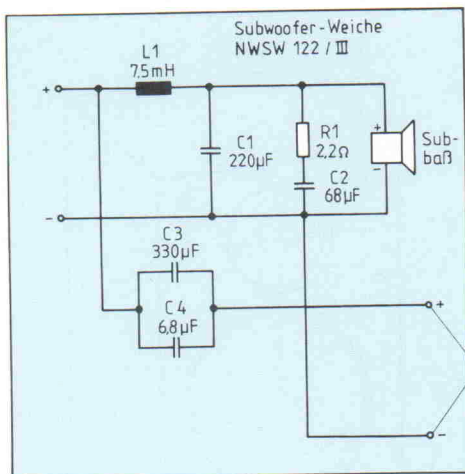
benötigt. Ganz besonders wichtig ist, daß die Spule mit der hohen Induktivität von 7,5 mH einen niedrigen Innenwiderstand besitzt. Ob die Spule auf einen Rollen- oder Glockenkern-Ferritkörper gewickelt ist, spielt keine Rolle. Er sollte jedoch unbedingt einen Durchmesser von mindestens 50 mm besitzen. Eine Reihe von auf dem Markt befindlichen Ferritkernen weist wesentlich kleinere Formate auf, wodurch diese Kerne schon bei halber oder noch geringerer Nennleistung gesättigt sind, was sich dann in lauten Verzerrungen hörbar macht. Also bitte nicht an der falschen Stelle sparen, so eine Spule ist halt nicht ganz billig.

Die Satellitenboxen werden über einen hochwertigen 330- $\mu$ F-Kondensator sanft mit 6 dB angekoppelt. Da in der Subwoofer-Frequenzweiche die Signale eine Phasendrehung von 180° erfahren, muß der Satellit 'verpolt' angeschlossen werden. So ergibt sich ein nahtloser Übergang zwischen der Baßbox und den 'Minis'.

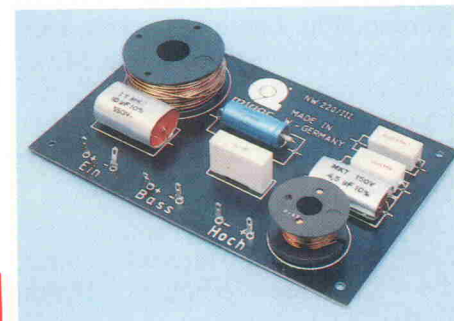
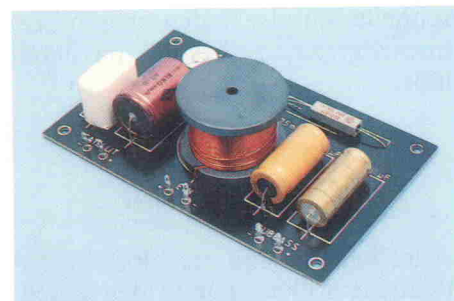
Diese strahlen den noch fehlenden Oberbaß und natürlich den Mittel-Hochtonbereich ab. Das 16-cm-Baß-Mittelton-System ist dabei so hoch belastbar ausgelegt, daß die Satelliten problemlos ohne den Subwoofer betrieben werden dür-

HiFi-Boxen selbstgemacht

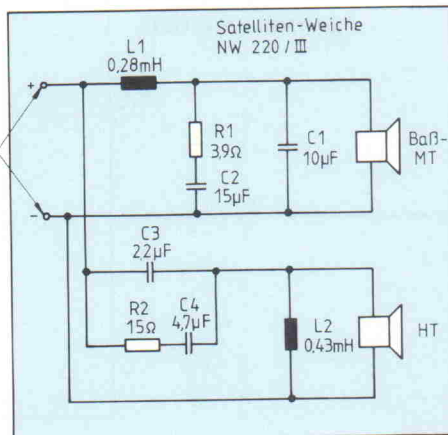




In der Subwoofer-Weiche  
erfahren die Signale  
eine Phasendrehung von  
 $180^\circ$  ...



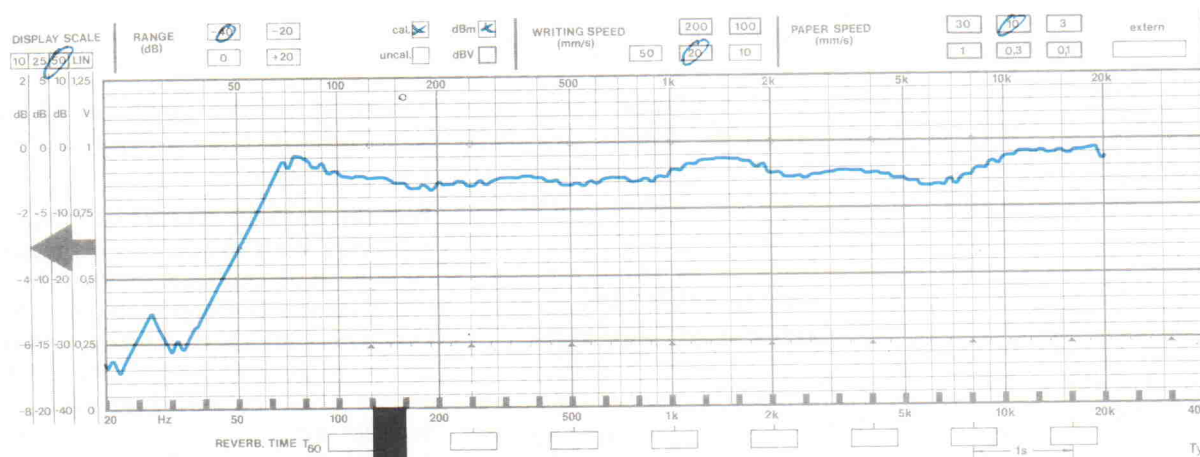
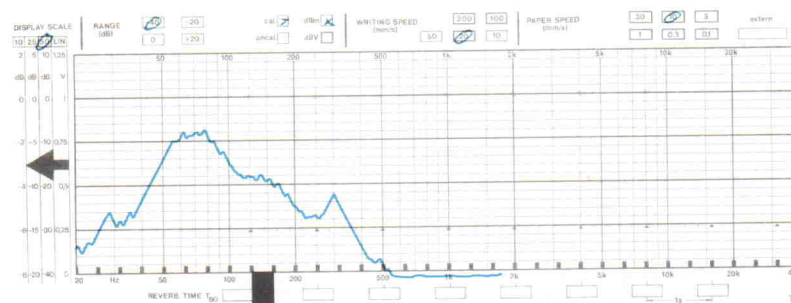
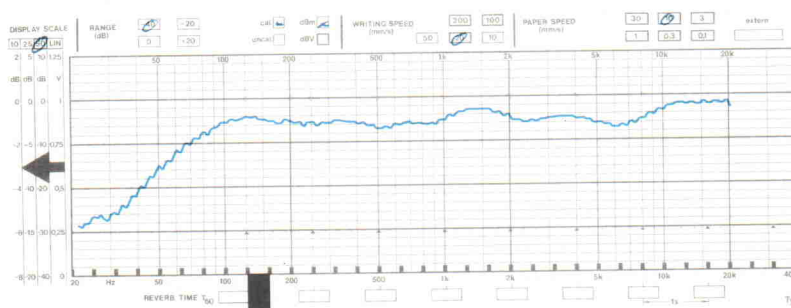
... Die Satellitenbox muß  
also verpolt angeschlossen  
werden.



fen. Die Baßwiedergabe ist dann  
zwar nicht mehr umwerfend, für  
die Größe der Boxen aber er-  
staunlich.

Das mit einer besonders verwin-  
dungsarmen Membran ausgerüs-  
tete Baß-Mittelton-System überträgt  
bis etwa 3000 Hz, eine 25-mm-Ka-  
lotte mit kräftigem Magneten  
schließt sich an.

Die Frequenzweiche ist so konstruiert,  
daß der Schalldruck ab  
ca. 9 kHz um rund 5 dB ansteigt,  
was der Kombination eine ange-  
nehme Frische im obersten Hoch-  
tonbereich verleiht. Auf der Sub-  
woofer-Weiche befindet sich übrigs  
neben dem 330-µF-Ankoppel-  
kondensator auch noch ein Fo-  
lienkondensator von 6,8 µF, der





schnelle Impulse in den oberen Frequenzbereichen besser passieren läßt.

## Gehäuse und Gehäuschen

Alle Gehäuse sind geschlossene Typen. Sie sollten gemäß den Zeichnungen aus Spanplatte gefertigt werden. Für Leute mit wenig Lust zum Schreinern gibt es von Mivoc auch komplett vorgefertigte Faltschalen, die in verschiedenen Farben lieferbar sind und bereits nach wenigen Minuten fertig 'stehen'.

Die Baßbox wird rundum aus 22 mm starkem Material gebaut, die Satelliten erhalten 16 mm Wandstärke. Nicht zu sparsam mit dem Leim umgehen, damit die Gehäuse allseits luftdicht werden! Die Ausschnitte in den Schallwänden müssen besonders beim Satellitengehäuse exakt an der richtigen Stelle sitzen, da sich Mittel- und Hochtöner berühren.

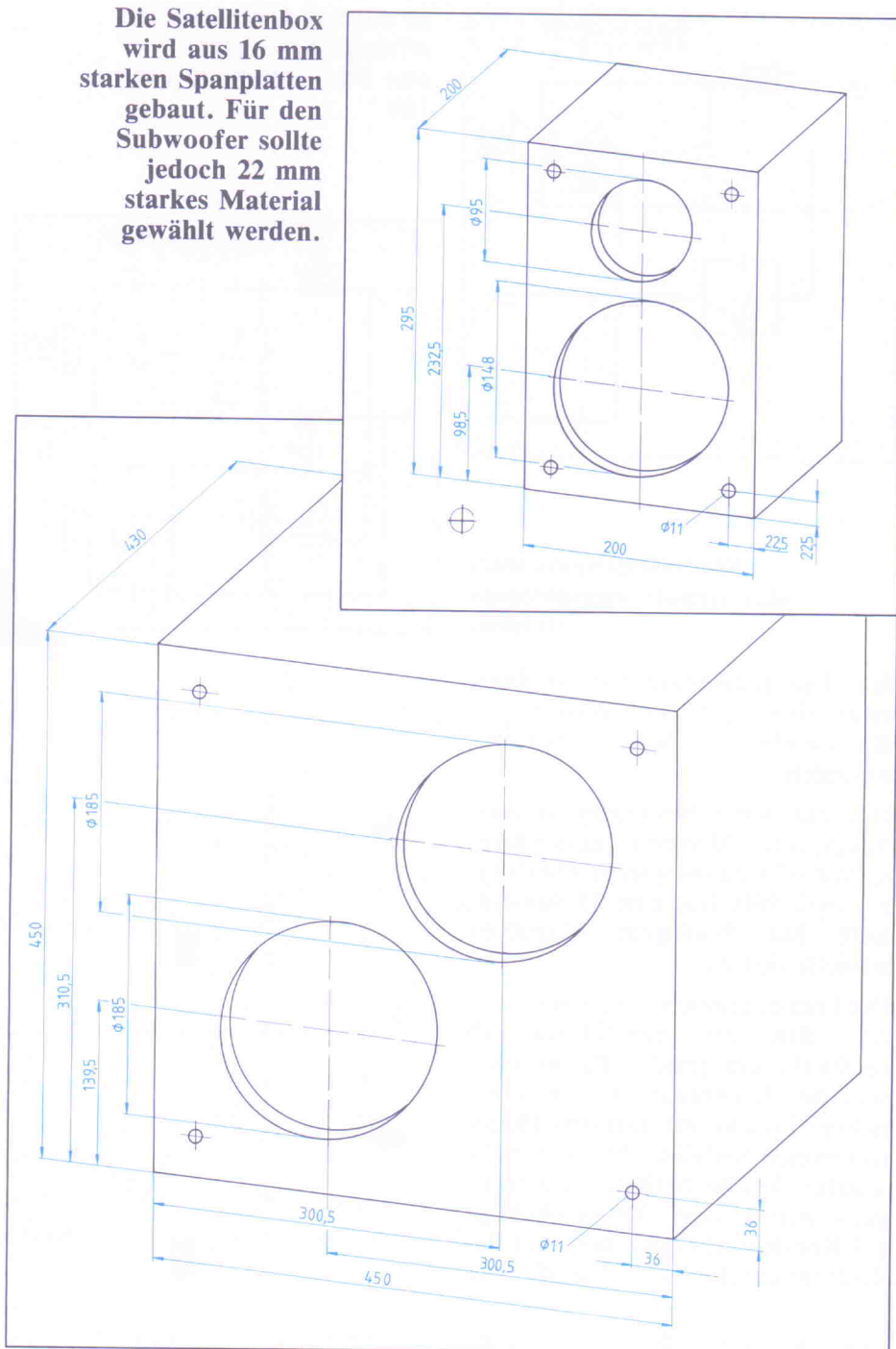
Die Satellitengehäuse werden mit einer, das Baßgehäuse wird mit 5 Matten Akustik-Watte vollständig locker ausgefüllt.

Beim Einbau der Lautsprechersysteme ist auf die richtige Polung zu achten, die auch bei allen Anschlußklemmen und Frequenzweichenanschlüssen unbedingt stimmen muß. Günstigstenfalls ergäbe sich sonst eine hörbare Klangverschlechterung, im Fall der Baßbox kann eine Falschpolung jedoch zu einem vollständigen Verschwinden des Basses führen, da beide Systeme auf ein gemeinsames Gehäusevolumen arbeiten. Wer dann noch versucht, durch Aufdrehen des Baßreglers an seinem Verstärker mit aller Gewalt doch Baß herauszuquetschen, der sollte sich gleich nach neuen Lautsprechern umsehen.

Wer die Weichen selbst anfertigt, sollte also die Polung sorgfältig beachten, wer sich die Weichen fertig aufgebaut kauft, muß nur die Beschriftung richtig ablesen.

Nach dem vollständigen Zusammenbau erfolgt der Funktionstest:

Die Satellitenbox wird aus 16 mm starken Spanplatten gebaut. Für den Subwoofer sollte jedoch 22 mm starkes Material gewählt werden.



Während die Satelliten richtig was zu bieten haben, kommt aus dem Subwoofer nur ein relativ leise erscheinendes Grummeln. Genau so muß es sein!

## Es grummelt unter der Palme

Der Subwoofer besitzt auf der Rückseite vier Anschlußklemmen: 2 Eingänge für die Verstärkersignale und natürlich auch die beiden

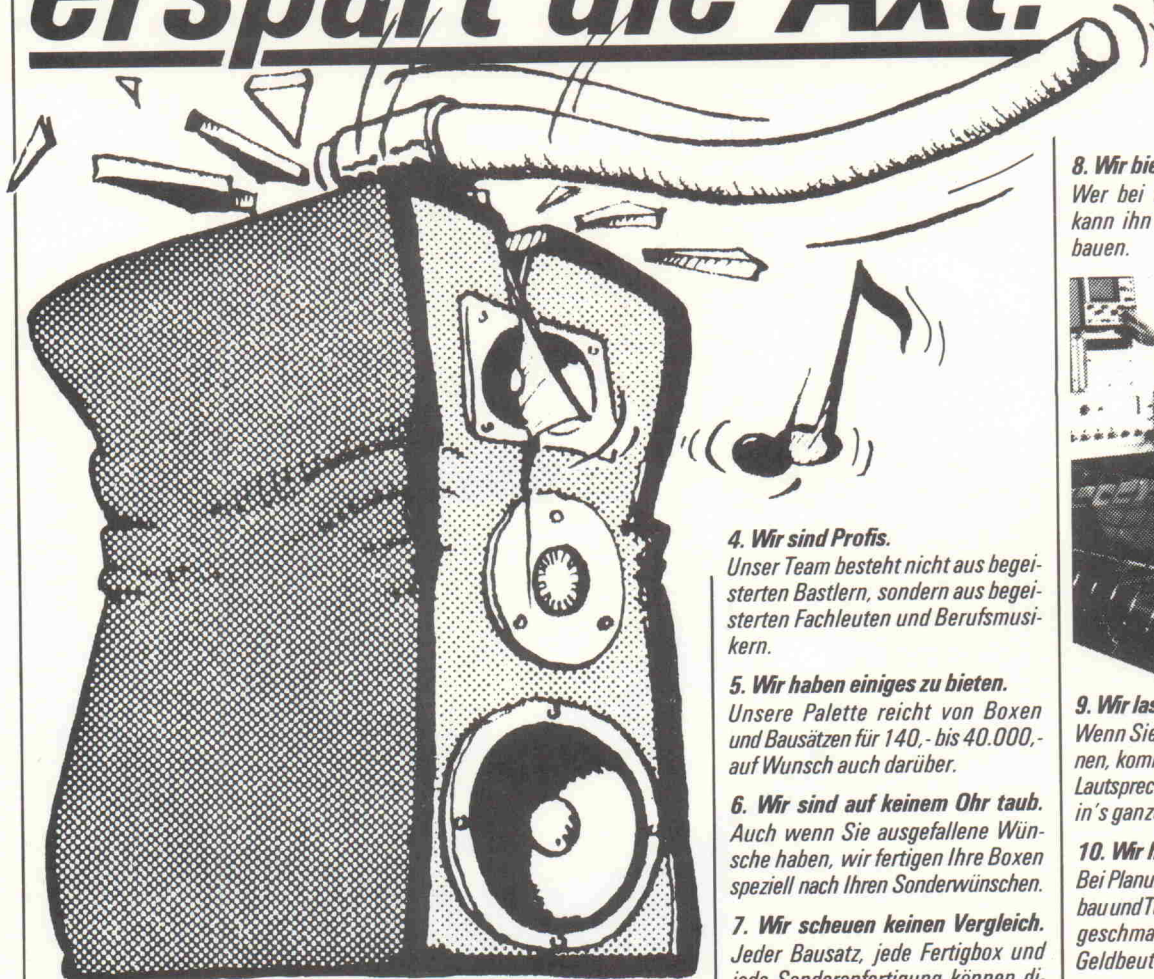
Ausgänge für die Satelliten. Wenn alles miteinander verdrahtet ist, kann's losgehen.

Wer die Baßbox in einer Raumecke aufstellt, wird in aller Regel etwas zu viel Baß beklagen - hier hilft eventuell der Baßregler am Verstärker. Die Satelliten werden vorzugsweise stehend in Ohrhöhe angeordnet, wer sie aus Platzgründen liegend betreibt, wird feststellen, daß die Klangveränderung äußerst gering ist.



# Der richtige Bausatz erspart die Axt.

Aktuelle  
Preise erfragen:  
**0231/  
528091**



Bevor Sie erst zu tief in die Tasche und dann zur Axt greifen, kommen Sie besser gleich zur Lautsprecher Factory.

## 1. Wir sind die Größten.

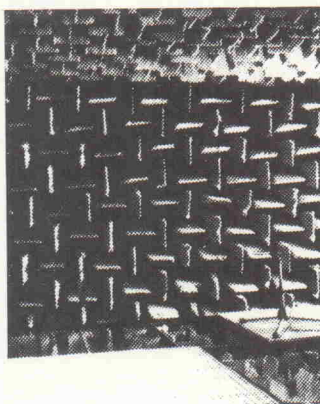
Die Lautsprecher Factory ist keine niedliche, kleine Tüftler-Bude. Um uns unterzubringen, brauchte es schon eine ganze Fabriketage mit 2000 m<sup>2</sup>.

## 2. Wir haben die Ruhe weg.

Das Herz der Lautsprecher Factory ist der absolut schall-tote Meßraum. Ohne Verzerrung, ohne Echo, ohne Hall finden wir hier den richtigen Ton für Ihre Box.

## 3. Wir machen Unerhörtes sichtbar.

Mit unserer Computer-gesteuerten



Meßelektronik fertigen wir von jeder Box exakte Klang-Diagramme an, die auch den unerhörten Bereich erfassen.

## 4. Wir sind Profis.

Unser Team besteht nicht aus begeisterten Bastlern, sondern aus begeisterten Fachleuten und Berufsmusikern.

## 5. Wir haben einiges zu bieten.

Unsere Palette reicht von Boxen und Bausätzen für 140,- bis 40.000,- auf Wunsch auch darüber.

## 6. Wir sind auf keinem Ohr taub.

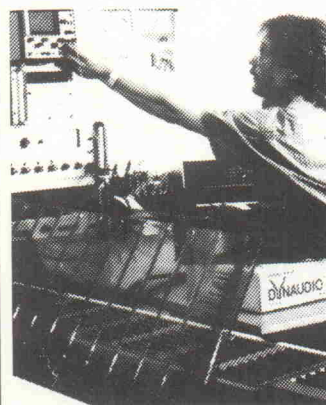
Auch wenn Sie ausgefallene Wünsche haben, wir fertigen Ihre Boxen speziell nach Ihren Sonderwünschen.

## 7. Wir scheuen keinen Vergleich.

Jeder Bausatz, jede Fertigbox und jede Sonderanfertigung können direkt nebeneinander verglichen werden.

## 8. Wir bieten Arbeitsplätze.

Wer bei uns einen Bausatz kauft, kann ihn auch bei uns zusammenbauen.



## 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.

## 10. Wir haben den „Boxen-Planer“.

Bei Planung und Kalkulation bei Eigenbau und Tuning nach Wohnung, Musikgeschmack und Geldbeutel.

# Der größte Bausatz- spezialist eröffnet!

**Coupon**

für Boxen-Planer. Das Angebot kann sich hören lassen. Schicken Sie mir den 16-seitigen Boxen-Planer. Und zwar kostenlos.

Name Adresse

Bitte einsenden an: „High-Tech Lautsprecher Factory“  
Bremer Straße 28 – 30 · 4600 Dortmund 1

# HIGH-TECH Lautsprecher Factory

Bremer Straße 28 – 30 · 4600 Dortmund 1



# Spiel mir das

oder - wie bringt man einen Lautsprecher zum Schweigen

Peter Goldt

Auf einigen zig Seiten in diesem Heft ist zu lesen, wie man sich eine gute Box baut. Widmen wir also einen Beitrag der Frage, wie das edle Stück am sichersten kaputt zu kriegen ist.

Die Stimmung auf der Party war glänzend, doch am nächsten Tag kam der große, dreifache Frust:

1. Abwaschen (hier hilft Pappgeschirr)
2. Kopfschmerzen (vielleicht mal auf eine glykol- oder methanolärmere Weinsorte umsteigen?)
3. Die Hochtöner der Boxen sind durchgebrannt.

Die ersten beiden Phänomene sind wohl bekannt und schnell wieder vergessen, aber die durchgebrannten Lautsprecher geben zu denken. Der Verstärker hatte nur 60 W Nennleistung pro Kanal, die Boxen dagegen 100 W und damit die üblichen 'Reserven'. Außerdem stand der Lautstärkeregel am Verstärker immer nur auf 6, die Skala geht jedoch bis 10. Der Boxenhersteller will trotzdem keine Garantie geben, die teure Reparatur verärgert den Kunden, der sich irgendwie betrogen fühlt.

Das Thema Belastbarkeit hat ziemlich komplexe technische Grundlagen und eine erhebliche finanzielle Bedeutung, vom Ärger mal ganz abgesehen. Hier lohnt es sich, einmal gründlich in die Theorie einzusteigen, denn Wattzahlen sind schnell genannt, geben aber als Belastbarkeitshinweise meist wenig her.

Das liegt zum einen an den Besonderheiten der Lautsprecherkonstruktion, zum anderen an den Eigenschaften moderner Transistorverstärker.

## Baß ade - Der Todesstoß

Die Zerstörung von Baßlautsprechern ist auf viele

Arten zu bewerkstelligen. Beliebt ist das Durchstoßen der Membran mit dem Schraubendreher - gleich beim Einbau des Chassis. Diese triviale Methode hat zumindest einige Vorteile: neben der recht einleuchtenden Theorie ist sie auch vom handwerklich weniger geschickten Bastler leicht zu bewerkstelligen.

## Der große Hub

Subtiler sind jedoch die elektrischen Methoden, wie zum Beispiel: der große Hub. Dabei wird die Schwingspule verbogen,

wenn sie am Grund der Polplatten aufschlägt oder aus dem Luftspalt heraustritt. Hierzu reichen ein einziger Impuls, zum Beispiel ein Schaltknacks, oder wenige Watt Leistung bei extrem tiefen Frequenzen in Verbindung mit offenen Gehäusekonstruktionen und weich eingespannten Bässen aus. Plattenschlag und Rumpelgeräusche über eine Transmissionline wiedergegeben - eine sichere Todesart!

## Subsonic-Filter als Lebensretter

Die in vielen Verstärkern fest eingebauten Subsonic-Filter sind schon ein guter Schutz gegen die genannten

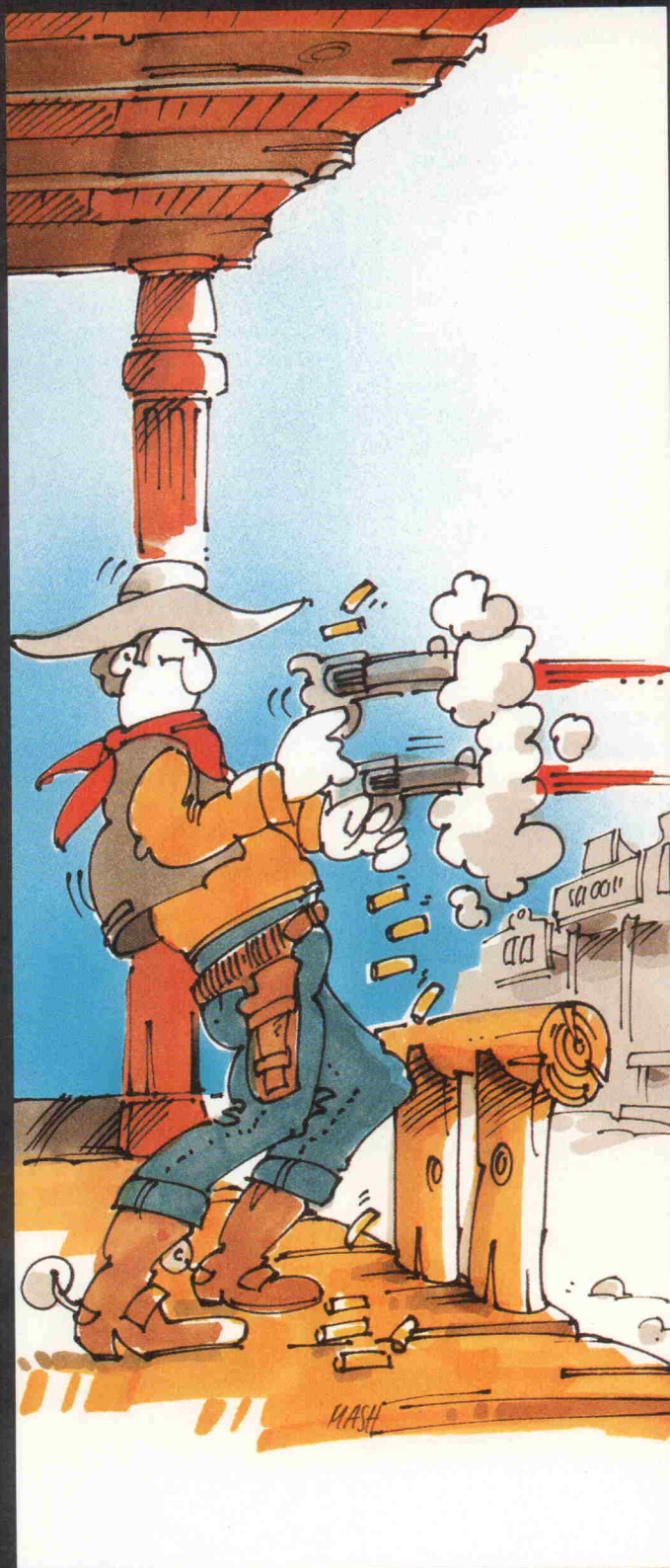




# Lied vom Tod

Überlastungserscheinungen. Fehlt in der Anlage ein Subsonic-Filter, kann ein Steckfilter nachgerüstet werden (z.B. von Nakamichi), das direkt vor den Plattenspieleringang des Verstärkers gesteckt wird.

Warum kann eigentlich ein 120-W-Baß durch ein tief-frequentes Signal mit 3 Hz und nur 5 Watt bereits kaputtgehen? Sieht man sich einmal das Prüfsignal nach DIN 45500 ff an, erkennt man, daß unter 20 Hz keine oder nur geringe Leistungsanteile enthalten sind. Für solche Signale ist ein Baß nicht konstruiert, und sie werden ihm auch beim DIN-Test nicht zugemutet.



## Ohne Rauchzeichen - ausgebrannt

Eine weitere, vielversprechende Methode, einen Baß ins Jenseits zu befördern, ist das 'Durchbrennen', d.h. die thermische Überlastung der Schwingspule durch schlechte elektrische Überlastung. Oftmals fehlen am Spulenträger durchgebrannter Bässe echte Brandspuren. Jedoch schon kleine Bläschen auf der Verklebung der Spulenwicklung deuten auf eine Überhitzung hin, in deren Folge dann an irgendeiner Stelle der Draht durchschmort oder aber der Kleber aufweicht, so daß die Schwingspule rutscht und sich im Luftspalt verklemmt.

## Bewegungstherapie

Paradoxerweise kann jedoch auch zu wenig Hub die Ursache für durchgebrannte Baß-Schwingspulen sein. Die Bewegung der Schwingspule fördert nämlich den Luftaustausch im Luftspalt, sorgt also für zusätzliche Kühlung. Steht die Spule fast still, wie zum Beispiel bei Signalen ab 150 Hz, können schon 50 Watt Dauerleistung eine 50-mm-Schwingspule zerstören, obwohl derselbe Lautsprecher mit wohldosierten Bässen bei etwa 3 mm Hub ein 200-Watt-Dauerprogramm überstehen würde.



Zuviel Tiefbaß unter etwa 50 Hz fördert zwar die Kühlung noch weiter, aber dann besteht wiederum die Gefahr... siehe oben.

### Der kleine Killer...

Seltsamerweise hängen die meisten durchgebrannten Lautsprecher an *kleinen* Verstärkern, statt, wie zu erwarten, an besonders leistungsstarken. Kleine Verstärker werden häufig voll aufgedreht und geraten dabei leicht in den Betriebszustand des 'Clipping': Signalspitzen werden zunehmend gekappt; im Extremfall kommt fast Rechteckspannung aus dem Verstärker. Dem Verstärker ist dieser Betriebszustand nicht einmal unangenehm - seine Verlustleistung, sprich Erwärmung, ist bei voller Übersteuerung deutlich geringer als im sauberen Dauerbetrieb ohne Übersteuerung.

Das rechteckähnliche, 'geclippte' Ausgangssignal hat nun gleich mehrere verheerende Folgen für die Lautsprechersysteme: Zum einen ist sein Wärmegehalt maximal - die Spulen heizen sich sehr schnell auf. Zum anderen enthält es zusätzliche Verzerrungsanteile (Oberwellen), die durch die Frequenzweiche der Box vorwiegend den Hochtönern

zugeführt werden. Diese sind aber von der absoluten Wärmebelastbarkeit mit nur 3 bis 5 Watt Dauerleistung ohnehin die schwächsten Teile der Bestückung. Kein Wunder also, daß meist zunächst die Hochtöner durchbrennen.

Große Verstärker werden bei Leistungsspitzen ein unverzerrtes, kurzzeitig sehr hohes Ausgangssignal reproduzieren, dessen Wärmegehalt bezogen auf den Maximalpegel des Verstärkers relativ geringer ist. Oberwellen durch Verzerrungen entstehen nicht, da genügend Leistungsreserven vorhanden sind. Daher lieber zu große als zu kleine Verstärker einsetzen.

### ...erlegt die Kleinen!

Mittel- und Hochtönlautsprecher haben kleinere und leichtere Schwingspulen als Bässe, damit sie höheren Frequenzen möglichst trägeheitslos folgen können. Dadurch ist ihre Wärmebelastbarkeit entsprechend sehr viel geringer. Außerdem entfällt die zusätzliche Kühlwirkung der im Baßrhythmus flatternden Membran.

Nun fällt das DIN-Prüfspektrum in den oberen Mitten schnell ab, über 4 kHz ist in einem 100-Watt-Prüfsignal nur noch 1 Watt Hochtöntonleistung enthalten. Dadurch erreichen Boxen mit Kalottenhochtönern und steilflankigen Weichen recht einfach ihre Nennbelastbarkeit von 100 oder 200 Watt nach DIN. Das darf aber nicht darüber hin-

wegtäuschen, daß der reine Hochtöntonanteil nicht dauernd über 3 bis 5 Watt liegen darf.

Moderne elektronische Musik mit Synthesizern hat jedoch sehr starke Höhenanteile, so daß für heutige Anwendungen das DIN-Prüfsignal völlig ungeeignet ist. Die Prüfung der Nennbelastbarkeit erfolgt dazu noch im 1:3-Zeittakt: Signal 1 Minute an, danach 2 Minuten aus, 1 Minute an, 2 Minuten aus... Das Ganze über 300 Stunden. Diese Abkühlpausen sind ebenfalls nicht sehr realistisch, wenn man an Feten-dauerbetrieb denkt.

### Wahrheit...

Berücksichtigt man diese Zusammenhänge, so erklären sich auch die Stempelaufdrucke auf Lautsprechern aus Fernost, also aus einer DIN-freien Zone. Da werden Hochtöner mit 5 Watt und große Bässe mit 25 Watt gehandelt. Eben dies sind die Mindestdauerleistungen ohne Weiche und Gehäuse, also das, was wir uns im Grunde unter 'Sinus-

belastbarkeit' vorzustellen haben. Die Belasbarkeitsangabe ist also eher abhängig vom zugeführten Signal und der Auswahl der Frequenzweiche als von den Prospektangaben der Chassis.

Man sollte nicht vergessen, daß guter Klang und hohe Belastbarkeit physikalisch oft Gegensätze sind: schwere, große Schwingspulen können viel Wärme aufnehmen und abführen, sind aber für Impulse wesentlich träger als feinfühligere Technik. Auch der Baßlautsprecher mit der besonders robusten Einspannung und steifer Zentrierspinne ist hinsichtlich Linearität und Auflösungsvermögen eher negativ zu beurteilen.

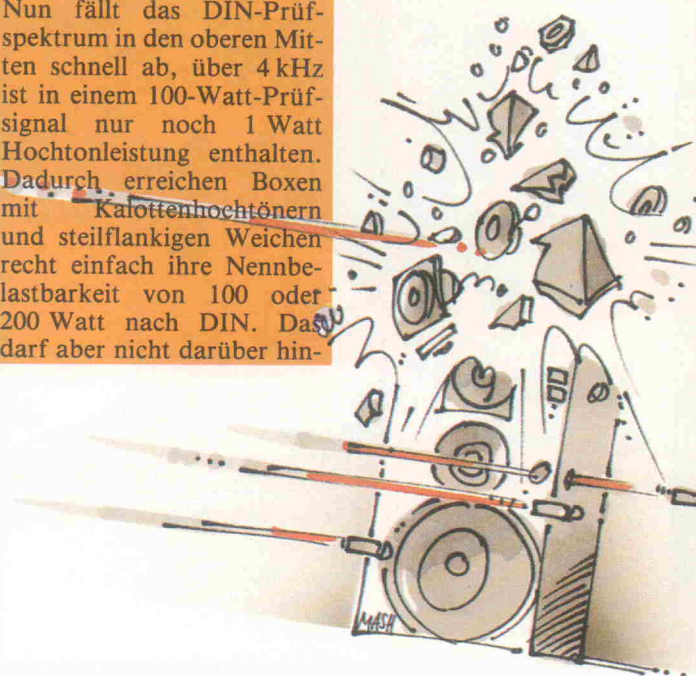
Das Know-how einer guten Lautsprecherkombination liegt in der Abstimmung aller dieser Kriterien, so daß das Endprodukt guten Klang mit einer ausreichenden Robustheit verbindet.

### ...und Täuschung

Unerlässlich für die lange Lebensdauer der Boxen bleibt das Einfühlungsvermögen des Benutzers, der das Zusammenspiel von dem jeweiligen Musikprogramm und der Verstärkerleistung immer im Kopf und im Knopf haben sollte. Der Blick auf den Lautstärkeregler sagt dabei gar nichts aus. Viele Skalen sind so ausgelegt, daß schon bei 50% des Drehwinkels der Verstärker voll angesteuert wird. So werden Leistungsreserven vorgegaukelt, die gar nicht mehr vorhanden sind.

Auch Anzeigen der Leistung mit Zeigerinstrumenten (VU-Meter) oder LEDs können durch zu große Trägheit einen falschen Eindruck vermitteln.

Damit die Box auch Feten bis in den Morgen übersteht, sollte die 'intelligente' High-End-Technik auch mit Intelligenz benutzt werden!





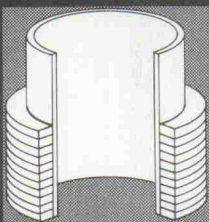
whd serviert

Das neue  
Qualitäts-Markensiegel  
von whd

audio-akustische  
Leckerbissen

Hochtonsystem  
mit modernster  
Metallmembran-  
Technik

Mitteltontonsysteme  
in softdome  
und Konusmembran-  
Technologie

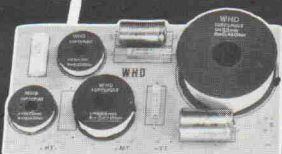


Die „highlights“  
der neuen  
WHD-Lautsprecher-  
Generation

### Superschneller Antrieb

Konventionell gewickelte Schwingspulen mit Runddraht nützen die Kraft des Magneten nur unvollkommen aus. Durch den Einsatz der WHD-Flachdraht-Technik – Schwingspulen aus superflachen, fast rechteckig geformten Drähten – konnte die Ausnutzung des Magnetfeldes auf nahezu 100 % gesteigert werden.

Frequenzweichen  
in vielen Varianten,  
abgestimmt  
auf unsere  
Lautsprechersysteme

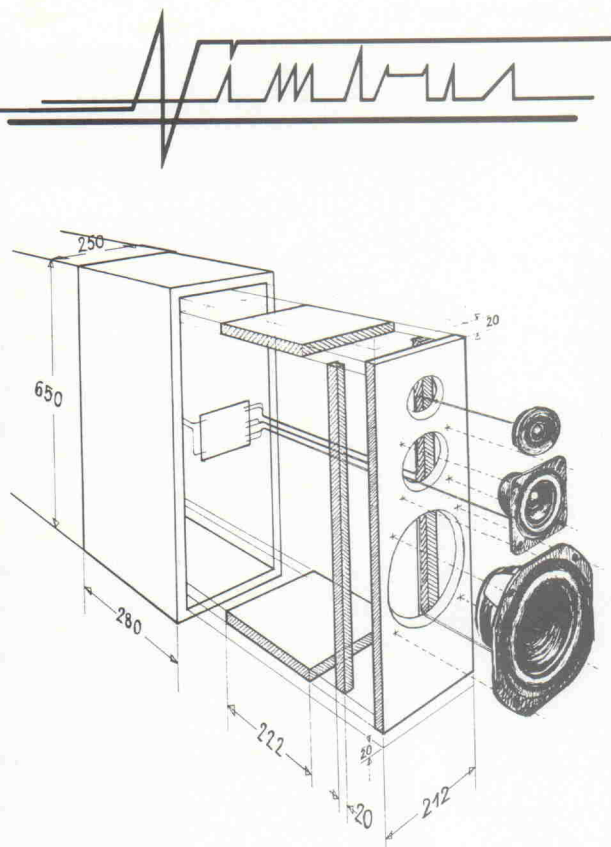


Ich möchte mehr wissen über die neue audio-akustik von whd

Meine Anschrift: \_\_\_\_\_



W. Huber u. Söhne GmbH Co. KG, Bismarkstraße 19, D-7212 Deisslingen



DM 498.- incl. Fertiggehäuse  
(unverb. Preisempfehlung pro Stück)

## Nimbus "Yellow"

Wenn Sie beim Selbstbau schon mal daneben gegriffen haben,  
sind Sie jetzt reif für

### "Yellow"

eine schlanke 3-Weg-Standbox bestückt mit Spitzenchassis aus europäischer Fertigung! Perfekte Abstimmung, eine Super-Weiche und ein Fertig-Gehäuse mit allen Ausfräsungen garantieren absolute Nachbausicherheit. Das "Yellow"- Gehäuse ist erhältlich in allen Regenbogenfarben, natürlich auch in gelb!

Überzeugen Sie sich bei Ihrem Fachhändler:

1000 Berlin 44, Boxen-Gross, Maybachufer 14/15,  
Tel. (030) 6 24 60 55  
2000 Hamburg 20, Der Lautsprecher-Fuchs GmbH,  
Weidenstieg 16, Tel. (040) 4 91 82 75  
2800 Bremen 1, Pro Audio GmbH, Am Wall 45,  
Tel. (04 21) 1 48 74  
2848 Vechta, Ton & Technik, Große Str. 13  
Tel. (044 41) 44 33  
3500 Kassel, LS-Laden, Friedrich-Ebert-Str. 137,  
Tel. (05 61) 77 06 66  
4000 Düsseldorf 1, MDL, Charlottenstr. 49,  
Tel. (02 11) 36 22 89  
4100 Duisburg, Klein aber Fein, Tonhallenstr. 49,  
Tel. (02 03) 2 98 98  
4500 Osnabrück, Ton & Technik, Lohstr. 2,  
Tel. (05 41) 2 96 94  
4500 Osnabrück, HiFi-Shop, Rosenplatz 14,  
Tel. (05 41) 7 28 34  
4600 Dortmund, Lautsprecher Hubert GmbH,  
Borsigstr. 65, Tel. (02 31) 81 12 27  
4630 Bochum, Lautsprecher Hubert GmbH,  
Wasserstr. 172, Tel. (02 34) 30 11 66

4800 Bielefeld, Klangbau, Breitestr. 23,  
Tel. (05 21) 6 46 40  
5000 Köln 1, Matzker & Engels GmbH,  
Jülicherstr. 22, Tel. (02 21) 23 75 05  
5100 Aachen, Klang Pyramide, Karlsgraben 35,  
Tel. (02 41) 3 52 06  
6000 Frankfurt/M. 60, Auditorium 23,  
Gabelsbergerstr. 23, Tel. (0 69) 46 52 02  
6908 Wiesloch, Audio Design GmbH,  
Heilrichsgärten 2, Tel. (0 62 22) 25 40  
7000 Stuttgart 1, Radio Dräger, Sophienstr. 21,  
Tel. (07 11) 60 86 56  
7340 Geislingen/Stg., Das Musikhaus,  
Heidenheimerstr. 1, Tel. (0 73 31) 4 44 04  
7521 Kronau, Audio Design GmbH, Schulstr. 3,  
Tel. (0 72 53) 72 60  
8900 Augsburg, HiFi-Laden, Schillerstr. 3,  
Tel. (08 21) 42 11 33  
Vertrieb Schweiz:  
CH-9472 Grabs, Obi Elektronik GMU,  
Fabrikstrasse, Tel. (00 41 85) 7 38 41

"Nimbus" Entwicklung und Vertrieb: Dr. Hubert GmbH  
Im Westenfeld 22 · D-4630 Bochum · Tel. (02 34) 70 46 13



**Electro-Voice Kit 4**







# Auf den Trichter gekommen

H.-U. Polster

Wenn die Firma Electro-Voice versucht, eine HiFi-Box zu konstruieren, wird's bestimmt ein Monitor. Das ist kein Wunder - hat der amerikanische Hersteller seinen guten Namen doch eher auf den Bühnen der Welt als im heimischen Wohnzimmer verteidigt. Holen wir uns also das Studio in die Stube.

Das Electro-Voice Kit 4 ist ein Zweiwegesystem nach dem Baßreflexprinzip, entwickelt nach den Erkenntnissen der Physiker Thiele und Small. Dabei wurden Komponenten gewählt, die allein durch ihre Konstruktion ein Höchstmaß an Klangqualität garantieren. Der Hoch/Mitteltonbereich ab 2 kHz wird von einem Hochleistungs-Druckkammertreiber mit der Bezeichnung DH 2305 in Verbindung mit einem sogenannten Constant-Directivity-Horntrichter HT 94 übernommen. Die Tiefen bis nahezu 30 Hz 'verarbeitet' der B 12, ein Baßlautsprecher mit 30 cm Durchmesser, der auch schon in dem Electro-Voice Kit 3 (elrad-extra 3) seine Qualitäten unter Beweis stellte. Das Zusammenspiel beider Systeme steuert die Frequenzweiche KX 12/94.

## Treibende Kraft

Beginnen wir mit dem Hochleistungstreiber DH 2305. Mit 1,8 kg ist er sicher kein Leichtgewicht mehr. Er arbeitet nach dem Druckkammerprinzip, das heißt, die Membran der Kalotte arbeitet bei Zuführung elektrischer Impulse auf einen eng dimensionierten Raum - die Druckkammer. Sie strahlt also nicht, wie bei Kalotten-

lautsprechern üblich, frei ab. Diese Arbeitsweise bewirkt, daß bei Aufsatz eines Horntrichters das Luftvolumen durch die Membranbewegungen in eine enge Halsöffnung des Horns gepreßt wird. Damit erhöht sich die Strömungsgeschwindigkeit der Luft, und das wiederum bewirkt einen erhöhten Schalldruck bei gleichzeitig linearer Arbeitsweise des Lautsprechers. Dieses Druckkammerprinzip hat herkömmlichen Kalottenhohtönern gegenüber einen wesentlich höheren Wirkungsgrad als Vorteil.

Um diesen Vorteil auch überzeugend zu nutzen, ist es notwendig, die Konstruktion des Lautsprechers seinem Einsatzgebiet entsprechend zu gestalten. So ist es wichtig, daß die 'Innereien' des Treibers ein möglichst geringes Eigengewicht aufweisen und trotzdem ein hohes Maß an Stabilität und Steifigkeit besitzen, um Eigenschwingungen und daraus resultierende Verzerrungen zu vermeiden. Gerade im Hochtonbereich, wo die Membran sehr schnellen Schwingungen ausgesetzt ist, ist es wichtig, einen Werkstoff zu verwenden, der diese Eigenschaften aufweist. Das Metall Titan entspricht einem guten Kompromiß zwischen hoher Festigkeit und geringem Eigengewicht.



## Technische Daten

Prinzip	Baßreflex-Gehäuse mit Hoch/Mitteltonhorn, 2-Wege-System
Belastbarkeit	50 W (DIN)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	94 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenz	2000 Hz
Volumen (innen)	130 l
Außenmaße	Breite 388 mm Höhe 1223 mm Tiefe 488 mm
Entwickler	Electro Voice
Preis (Chassis u. Weiche)	ca. DM 1400,-

Ein weiteres qualitätsbestimmendes Teil eines Lautsprechers ist seine Schwingspule. Hier wurde für die Wicklung der Schwingspule auf einem Polyamid-Spulenträger das Leichtmetall Aluminium gewählt, das durch sein geringes Eigengewicht ein gutes Impulsverhalten bewirkt. Zudem gewährleistet dieses Metall eine hohe Wärmeableitung bei großer Belastung. Unter Verwendung von Flachdraht bei der DH 2305-Schwingspule konnte eine hohe Wickeldichte erzielt werden. Der Luftspalt wird dadurch enger, die Induktion steigt und bewirkt so einen höheren Wirkungsgrad. Unterstützend zum Schwingspulenmaterial wurde im Luftspalt zwischen Magnetkern und Schwingspule ein sogenanntes Magnetic Fluid verwendet, das die Wärmeableitung weiter erhöht.

Neben der Verwendung guter Materialien ist für die exakte Arbeitsweise des Treibers ein sogenanntes Phasenkorrekturglied notwendig. Da die Schwingspulenmembran nach außen gewölbt ist, erfolgt die Schallabstrahlung dieser Form entsprechend halbkreisförmig. Um die mit unterschiedlichen Laufzeiten auf die Austrittsfläche treffenden Schallanteile wieder auf eine zeitlich gleiche Basis zu zwingen, ist bei dem DH 2305 auf die Membran ein konvexes Phasenkorrekturglied gesetzt (Phasing Plug). Eine Öffnung in diesem Korrekturglied leitet die

## Stückliste

Chassis  
(Alle Chassis von Electro-Voice)

Hoch/Mitteltonhorn	HT 94
Hoch/Mitteltontreiber	DH 2305
Tieftöner	B 12
Fertigweiche	KX 12/94

Frequenzweiche  
Spulen (Luftspulen)

L1	1,6 mH/1,4 mm Ø
L2	1,0 mH/1,12 mm Ø
L3	0,26 mH/1,12 mm Ø
L4	0,32 mH/1,12 mm Ø

## Kondensatoren

C1	1,8 µF/100 V ~
C2	18 µF/100 V ~
C3	2,84 µF/100 V ~

## Widerstände

R1	18 Ω/25 W
----	-----------

Holz und Gehäuseteile  
(Spanplatte 19 mm bzw. \* = 16 mm)

Teil 1	1 St. 1140 x 350 mm
Teil 2	1 St. 1100 x 350 mm
Teil 3	2 St. 388 x 388 mm
Teil 4	2 St. 100 x 350 mm
Teil 5	1 St. 212 x 350 mm
Teil 6	2 St. 1178 x 388 mm
Teil 7	2 St. 100 x 250 mm
Teil 8	1 St. 100 x 350 mm
Teil 9	1 St. 150 x 350 mm
Teil 10	1 St. 66 x 350 mm
Teil 11	2 St. 45 x 350 mm*
Teil 12	2 St. 45 x 318 mm*

Schallanteile mit gleicher Laufzeit in die Druckkammer, so daß an der Schallaustrittsöffnung sämtliche Anteile gleichzeitig ankommen. Das Ergebnis hieraus ist die Wiedergabe eines extrem weiten Frequenzspektrums von 1 bis 23 kHz, ein mit 1 W Eingangsleistung und in 1 m Entfernung gemessener Schalldruck von 113 dB und eine Dauerbelastbarkeit von 20 Watt.

## Ab in den Trichter

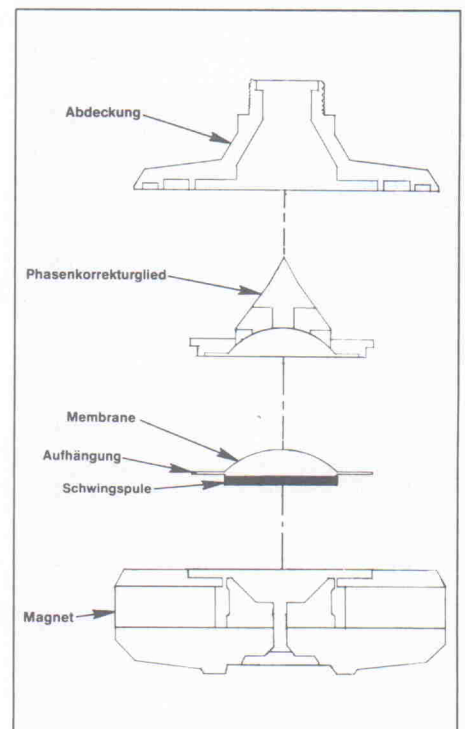
Um das Leistungspotential des DH 2305 voll ausschöpfen zu können und das saubere Klangverhalten zu erzielen, wurde als Horntrichter das sogenannte Constant Directivity-Horn HT 94 gewählt. Der Begriff 'Constant Directivity' soll hier auf ein definiertes Abstrahlverhalten hinweisen. Gerade in problematischen Räumen ist es wichtig, durch vertikal und horizontal sauber begrenzte Schallabstrahlung die Raumakustik in den

Griff zu bekommen. In dem Beitrag „Beschallungstechnik im Wohnraum“, an anderer Stelle in diesem Heft, ist darüber mehr zu lesen.

Das Horn wird durch das 1 3/8"-Gewinde in seiner Halsöffnung mit dem Treiber direkt verschraubt. In Verbindung mit dem Baßlautsprecher B 12 wurde die Trennfrequenz auf 2 kHz gelegt, um einen sanften und ausgeglichenen Übergang zum Tieftonbereich zu erzielen.

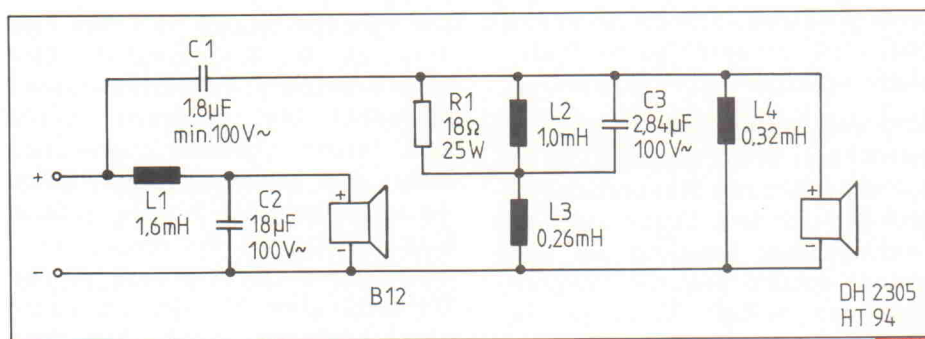
## Unten mit Reflex

Bei dem B 12 handelt es sich um einen 30-cm-Baßlautsprecher, dessen Korb aus stabilem Aluminium-Druckguß besteht. Acht Speichen erhöhen die Stabilität und gewährleisten eine überaus große Fläche zur Wärmeableitung. Der B 12 ist ein sogenanntes Langhub-Baßchassis. Ein Langhub-Lautsprecher zeichnet sich durch hohe lineare Auslenkung des Konus und der Spinne aus. Um diese Auslenkbarkeit zu erzielen, wird die Lautsprechermembran am äußeren Rand des Korbes mit einer Gummisicke verklebt. Ein weiteres Merkmal ist



Ein wichtiges Teil des Horntreibers ist das Phasenkorrekturglied.





die Schwingspule, die gegenüber Kurzhub-Lautsprechern höher gewickelt ist. Mit dieser Langhub-Konstruktion wird eine größtmögliche Verzerrungsarmut erzielt.

Der B 12 ist in der Lage, einen Frequenzbereich von 30 Hz bis 3 kHz zu verarbeiten. Hier wurde die obere -3-dB-Grenzfrequenz auf 2 kHz festgelegt. Die Schalldruckleistung, gemessen bei 1 Watt Input in 1 m Abstand, beträgt 100 dB, die Dauerbelastbarkeit liegt bei 50 Watt, was bei dem hohen Wirkungsgrad des B 12 einen enormen Schalldruck von 117 dB verspricht.

### Bindeglied...

... zwischen den einzelnen Komponenten ist die Frequenzweiche KX 12/94. Die einzelnen Bauteile sind auf einer stabilen Leiterplatte übersichtlich verlötet. Für diese 12-dB-Weiche wurden hochwertige Teile verwendet. Folienkondensatoren erzielen gegenüber herkömmlichen Kondensatoren eine höhere Phasenlinearität und zeichnen sich durch hohe Verlustarmut aus. Luftspulen mit sorgfältiger Draht-

**Die Frequenzweiche der Zweigweg-Kombination ist recht aufwendig ausgeführt.**

wicklung reduzieren die Leistungsverluste um ein weiteres. Entsprechend gekennzeichnete Steckvorrichtungen für Lautsprecher und Anschlußklemmen erleichtern die Inbetriebnahme des Systems. Der Weiche beigegefügte Kabel, die mit Steckschuhen versehen sind, und ein Anschlußterminal mit ausreichend dimensionierten Klemmen machen den Selbstbau des Kit 4 fast zu einem Kinderspiel.

### Säule mit Beule

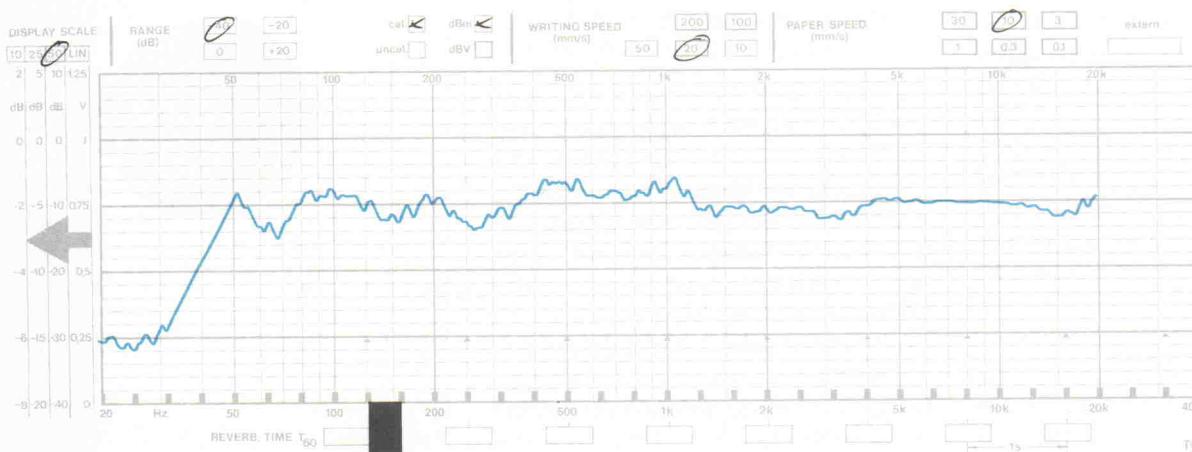
Ein bißchen Handwerk muß natürlich sein. Für das hier vorgestellte Lautsprecherkit ist ein Gehäusevolumen von netto 130 l gewählt worden. Um ein ansprechendes Design zu erzielen, wurde als Form eine schlanke Säule gewählt. Ihre Höhe beträgt etwa 120 cm, Breite und Tiefe sind jeweils 35 cm. Alle übrigen Maße des Gehäuses können der Bauzeichnung entnommen werden.

Um Bodenwellen zu vermeiden, wurde der Baßlautsprecher relativ weit oben im Gehäuse platziert. Eine Bodenkopplung tiefer Frequenzen hat nämlich akustische Verzerrungen und Auslöschungen zur Folge, die ein unsauberes Klangbild im Baßbereich bewirken.

Das Gehäuse erhält sein etwas ungewöhnliches, doch optisch interessantes Design durch die vorgezogene Hochtontombination. Entscheidend für die Wahl dieser Gehäuseform waren jedoch rein akustische Überlegungen.

Der Ort des Schallaustritts bei einer Box ist nicht die Frontwand, also die Montageebene der Lautsprecher, sondern die Ebene der Schwingspulen. Um bei der Abstrahlung von Schallwellen aus zwei oder mehreren Wandlern eine einheitliche Ausgangsposition zu erzielen, müssen demnach die Schwingspulen auf gleicher Höhe gelagert sein. Der durch die Länge des Hornhalses entstehende Unterschied zwischen Frontabschluß des Lautsprechers und Schwingspulenlagerung erfordert also eine nach vorn versetzte Montage der Horn-Treiber-Kombination. Die erzeugten Schallwellen von Hoch/Mitteltöner und Baßlautsprecher erreichen somit das menschliche Ohr zur gleichen Zeit; Laufzeitunterschiede werden vermieden.

Grundmaterial für das hier vorgestellte Gehäuse ist 25 mm starkes mehrfach verleimtes Sperrholz. Im Normalfall reicht jedoch auch 19



NEUTRIK AG

Measuring Object

Electro-Voice  
Kit 4

Rec. No. 26.6.86

Date: 26.6.86

Sign: [Signature]

Type 3351



bis 22 mm starkes Material aus. Je dicker die Wandstärke, desto geringer ist das Mitschwingverhalten des Gehäuses und desto sauberer der Baß.

### Welch ein Sägen!

Für die eigentliche Säule benötigt man sechs einzelne, nach den angegebenen Maßen zugeschnittene Platten für Front-, Rück- und Seitenwände sowie für Boden und Decke. Der Hoch/Mitteltonvorsatz kann aus dünnerem Grundmaterial (15 bis 22 mm) gefertigt werden. Hier werden fünf Einzelteile benötigt. Zur weiteren Versteifung des Gehäuses sind innen zwei zusätzliche Bretter vorgesehen.

### Schritt für Schritt

Sinnvollerweise beginnt man mit dem Zusammenbau des Gehäuses ohne die Schallwand. Alle anderen Teile des Grundgehäuses können zusammengefügt und mit Holzleim verleimt werden. Zusätzliche Stabilität erzielt man durch Verschraubung der Teile. Boden- und Deckenplatte des Gehäuses werden dabei von oben und unten aufgesetzt. Bei der Montage muß auf dichte Verarbeitung geachtet werden. Dazu ist es notwendig, die Teile mit einem hohen Anpreßdruck zusammenzufügen.

Als nächster Schritt können bereits die Bretter zur Gehäuseversteifung eingebaut werden. Auf der Rückwand wird in Höhe des oberen Einbaurandes des Baßlautsprechers ein Brett waagerecht verklebt. Dieses Brett dient zur Versteifung der Rückwand, um Eigenschwingungen durch den im Gehäuseinneren herrschenden Luftdruck zu minimieren. Dem gleichen Zweck dient ein weiteres Brett (150 x 350 mm), das zwischen Front- und Rückwand senkrecht in der Mitte verklebt wird, wodurch gleichzeitig Eigenschwingungen der Schallwand vermieden werden.

Für das Gehäuse wurde zusätzlich ein Sockel vorgesehen. Aus 16 mm starkem Material wird ein Rahmen nach den angegebenen Maßen zu-

sammengesetzt. Dieser Sockelrahmen wird von unten an der Bodenplatte verleimt und verschraubt.

Sind die zusammengefügt Teile getrocknet, können bereits die Fugen von innen mit Silikonmasse abgedichtet werden. Damit kann das Grundgehäuse zunächst zur Seite gestellt werden und die Vorbereitung der Schallwand kann beginnen.

Hier sind zunächst die Ausschnitte für die Lautsprechermontage sowie Löcher für einen vorgesehenen Frontrahmen zu erstellen. Mit einer Stichsäge kein Problem. Am unteren Ende der Frontwand wird schon jetzt der Reflexunnel vorbereitet. Dazu wird ein etwa 16 mm starkes Brett mit den Maßen 66 x 350 mm auf die Wand aufgesetzt und fest verleimt, so daß bei einer Materialstärke von 19 mm eine Gesamttunneltiefe von 85 mm entsteht. Die Breite des Tunnels erstreckt sich über die gesamte Front des Gehäuses.

Sind die Schnittkanten der Lautsprecheraussparungen nochmals gesäubert, kann die Frontplatte von vorne aufgesetzt, verleimt und verschraubt werden. Für die Montage der Weiche und zur Verdrahtung bleibt durch die Öffnung für den Baßlautsprecher noch genügend Raum. Das so zusammengesetzte Gehäuse sollte nun kurzzeitig trocknen. Währenddessen kann auf der Rückwand des Gehäuses im unteren Drittel mit der Stichsäge eine Aussparung für die Anschlußklemmen vorgesehen werden. Nach Säuberung der Kanten wird das Terminal mit den Anschlußklemmen eingesetzt und verschraubt.

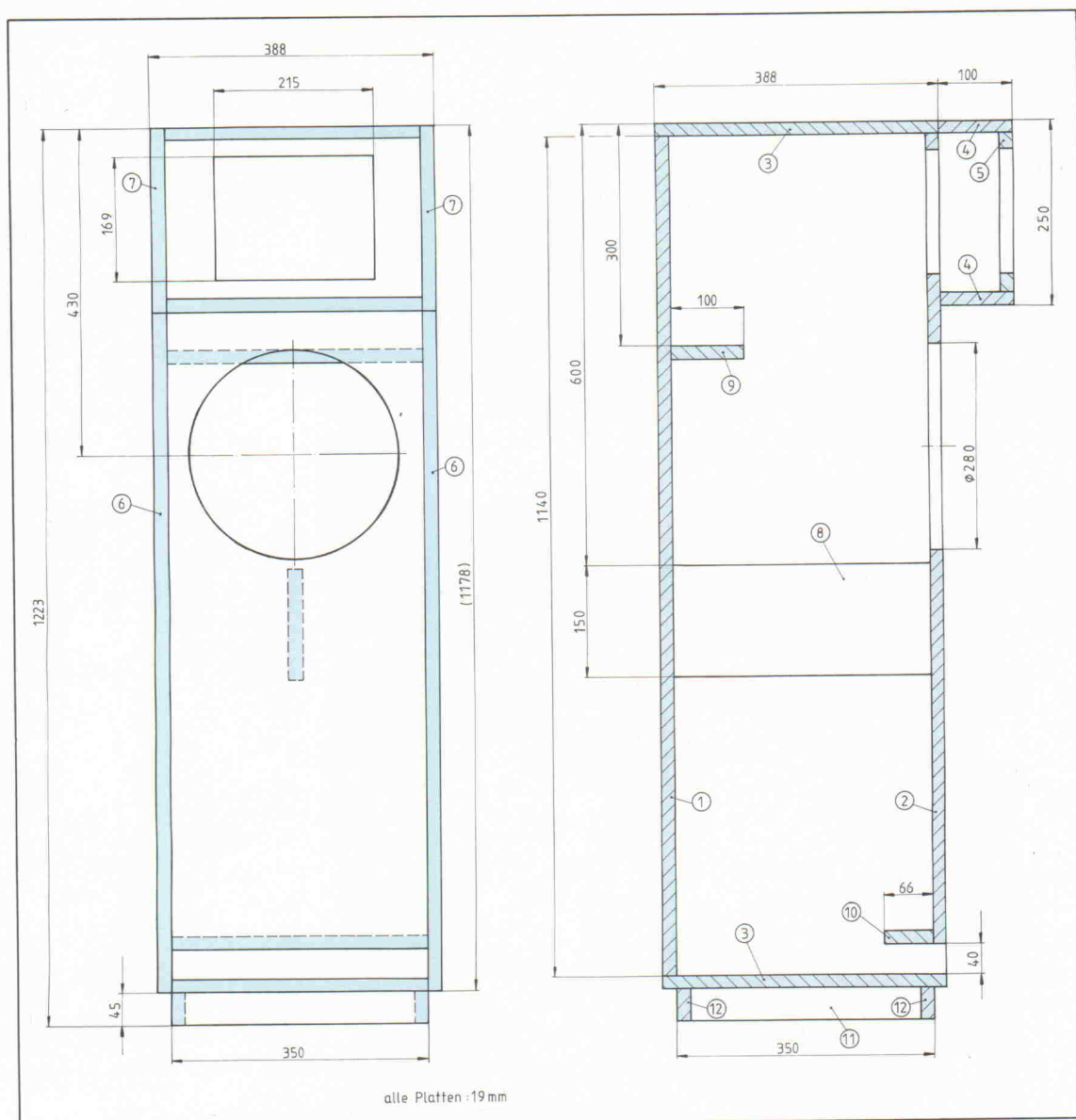
Der nächste Schritt ist der Zusammenbau des Aufsatzgehäuses für das Hochtonhorn. Die nach den angegebenen Maßen zugeschnittenen Teile mit dem Ausschnitt für das Horn werden zusammengesetzt, verleimt und verschraubt. Dieses Kästchen wird nun auf die Frontwand des Grundgehäuses aufgesetzt und verleimt, so daß beide Gehäuseteile am oberen Rand bündig abschließen. Damit ist das Gehäuse im Rohbau fertiggestellt.

Die Frequenzweiche wird nun von innen auf die Rückwand des Gehäuses montiert. Günstigster Montagepunkt liegt zwischen oberer und unterer Gehäuseverstrebung, hinter dem Baßlautsprecher. Beim Aufschrauben der Weiche sollten Unterlegscheiben verwendet werden, damit ein direkter Kontakt der Weichenplatine mit der Gehäusewand vermieden wird. Aus dem mitgelieferten Kabelsatz kann bereits die Verbindung zwischen Anschlußklemmen und Frequenzweiche hergestellt werden. Steckvorrichtungen an Weiche und Kabel sowie eindeutige Kennzeichnungen erleichtern diese Arbeit. Wichtig ist die richtige Polung.

Als nächstes wird das Horn HT 94 mit dem Treiber DH 2305 verschraubt. Die Kombination wird im oberen Gehäusevorsatz unter Verwendung von Dichtmaterial eingesetzt. Auch hier ist der Anschluß an die Frequenzweiche recht einfach, da am Treiber farblich gekennzeichnete Druckklemmen angebracht sind; rot entspricht dem Pluspol, schwarz dem Minuspol. Die Kabel sind an einem Ende abisoliert und verzinnt, am anderen Ende sind Steckschuhe zur Verbindung mit der Weiche angebracht.







Durch den 'Vorbau' für das Hoch/Mitteltonhorn liegen die Schwingspulen beider Treiber auf einer Ebene.

Bevor nun das Gehäuse mit dem Baßlautsprecher geschlossen wird, ist ein letzter Schritt im Innenleben der Box vorzunehmen: Die Bedämpfung.

Mit der Schalldämpfung wird beabsichtigt, sogenannte stehende Wellen, die zu Resonanzen des Gehäuses führen, im Gehäuseinneren zu unterdrücken. Dazu ist es notwendig, mit entsprechendem Material einen bestimmten Teil der Innenwände zu bedecken. Es empfiehlt sich, die Rückwand bis in Höhe des Reflextunnels, die Deckenplatte sowie eine Seitenwand mit dem Material auszulegen. Mit doppelseitigem Klebeband ist die Befestigung kein Problem.

Bleibt eigentlich nur noch der An-HiFi-Boxen selbstgemacht

schluß des B 12. Mit dem mitgelieferten Kabel wird zunächst die Verbindung zur Frequenzweiche hergestellt. Anschließend kann der Lautsprecher auch hier mit Dichtmaterial in der Öffnung versenkt und fest verschraubt werden. Somit ist die Box betriebsbereit.

### Äußerlichkeiten

Möglichkeiten der Oberflächenbearbeitung des Gehäuses gibt es verschiedene. Lackieren, Furnieren, Bekleben sind die üblichen Arten. Die Kreativität jedes einzelnen läßt hier viele Alternativen offen. Das hier abgebildete Modell wurde in Teak-Holz furniert, mit weißem Lack überarbeitet und hochglanzpoliert. Weitere Feinheiten sind die

abgerundeten Kanten, die mit etwas Geschicklichkeit und entsprechendem Werkzeug ebenfalls beim Eigenbau vorgesehen werden können.

Ein letzter optischer Schliff ist ein Frontrahmen mit schwarzem Bespannstoff. Aus dem 4-cm<sup>2</sup>-Vierkantholz wird ein Rahmen mit den Maßen der Frontplatte abzüglich des Reflextunnels gebaut, über den der schalldurchlässige Bespannstoff gezogen und mit Klammern am Innenrand befestigt wird. In die auf der Schallwand vorgesehenen Bohrungen werden 'Nüppies' eingesetzt, die Gegenstücke im Rahmen befestigt. All dieses Zubehör ist im Lautsprecherfachhandel erhältlich.



*Coral Twin Set*







# **Drei Wege — fünf Ecken**

H.J. Thiele

**Fünfe gerade sein zu lassen, kann sich heute kein Boxenentwickler mehr leisten. Fügt er jedoch fünf Bretter zu einer schlanken Säule zusammen, so erhält er neben einem originellen auch noch ein stabiles und damit resonanzarmes Gehäuse.**

Das Entwicklungsziel bei dieser Box war, ein Konzept anzubieten, das hohe Dynamik mit Klangneutralität verbindet. Diese beiden Kriterien gleichzeitig zu verwirklichen, ohne den preislichen Rahmen zu sprengen, ist nicht ganz einfach. Insbesondere Mitteltöner, die einen hohen Wirkungsgrad bieten, ohne daß sie zu Verfärbungen neigen, sind ziemlich rar.

## **Ein guter Mitteltöner ist die halbe Box**

Die Firma Coral bietet seit neuestem eine Reihe von drei Kalottenmitteltönern an, die einen ausgezeichneten Wirkungsgrad zwischen 92 und 97 dB (1 W, 1 m) aufweisen. Wir entschieden uns für den mittleren Typ MD-50.

Die sehr leichte Kalotte aus einer titandotierten Aluminiumlegierung ist mit einer ziehharmonikaförmigen Textilsicke aufgehängt und verkraftet auch große Auslenkungen ohne Taumelbewegungen. Ein massiver akustischer Equalizer sorgt für einen breiten Abstrahlwinkel auch bei hohen Frequenzen, und das große angeschlossene Luftvolumen ermöglicht einen Frequenzgang bis zu 600 Hz herab. Der große anisotrope Magnet mit hoher magnetischer Flußdichte garantiert eine saubere Impulsverarbeitung.

## **Im Baßbereich arbeiten die Zwillinge**

Auch in der unteren Etage kommt ein neuer Kandidat aus dem Coral-Programm zum Einsatz: Ein 8-Zöller mit 94 dB Kennschalldruck, der somit gut zum verwendeten Mitteltöner paßt. Beste Ergebnisse lieferten allerdings erst zwei parallel getriebene Chassis. Neben dem grundsätzlichen Vorteil, daß zwei kleinere Tieftöner ein besseres Impulsverhalten zeigen als ein flächengleiches großes Chassis, machte der Duo-Einsatz auch erst die schmale Gehäusekonstruktion möglich. Auch der Preis steht der paarweisen Verwendung nicht entgegen.

Bleibt kaum noch zu erwähnen, daß auch der Hochtöner HD-7 eine Neukonstruktion ist. Qualitativ dem bekannten HD-60 ebenbürtig, ist er speziell auf den Mitteltöner MD-50 abgestimmt und kann in dieser Kombination problemlos ab 6 kHz eingesetzt werden.

## **Für Auge und Ohr**

An ein Gehäuse werden zwei Forderungen gestellt: akustisch soll es optimal sein, und es soll ästhetisch ansprechen. Beide Forderungen werden durch eine schlanke Säule mit dem 'richtigen' Innenvolumen erfüllt. Hier wurde eine fünfeckige Form gewählt. So sind fast keiner-



## Technische Daten

Prinzip	3-Wege-Baßreflexbox
Belastbarkeit (DIN)	160 W (Sinus)
Impedanz	4 Ohm
Kennschalldruck	94 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenzen	800 Hz/7 kHz
Volumen (innen)	ca. 75 l
Außenmaße	Breite 393 mm Höhe 1038 mm Tiefe 376 mm
Entwickler	H.J. Thiele
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 650,- DM

lei parallele Flächen im Inneren vorhanden, ein originelles Design ist sichergestellt, und eine schmale Schallwand gewährleistet die gute Mitten- und Höhenabstrahlung.

Falls die Herstellung eines solchen Gehäuses zu schwierig erscheint, können die 75 Liter Nettovolumen auch auf einen Quader umgerechnet werden. Auf jeden Fall ist dabei jedoch eine möglichst schmale Frontplatte anzustreben. Doch mit einigen Tips ist auch der Bau der fünfeckigen Säule nicht so schwierig, wie es scheint.

Das Gehäuse ist so berechnet, daß sich mit den zwei verwendeten Baßtreibern und einer Grenzfrequenz von 32 Hz eine Butterworth-Charakteristik ergibt. Diese Art der Abstimmung zeichnet sich durch gutes Impulsverhalten bei gleichmäßigem Frequenzverhalten aus.

Das Prinzip, die Lautsprecher an einer Weiche nicht parallel, son-

## Stückliste

## Holz- und Gehäuseteile

19 mm Spanplatte oder Multiplex

Seitenwände	5 St. 1000 x 244 mm
Boden	1 St. 420 x 420 mm
Deckel	1 St. 400 x 380 mm
Verstreben	2 St. 80 x 357 mm 2 St. 80 x 349 mm
Auflagen	10 St. 80 x 19 mm

## Chassis (alle Coral)

Tieftöner	8L-40 (2 Stück)
Mitteltöner	MD-50
Hochtöner	HD-7

## Frequenzweiche (Bausatz ADX-Twin Set)

Spulen	
L1	0,75 mH/1,6 mm Ø
L2	1,5 mH/1,6 mm Ø
L3	0,2 mH/1,0 mm Ø
L4	2,5 mH/1,6 mm Ø
L5	0,1 mH/1,0 mm Ø
Kondensatoren	
C1	80 µF
C2	5 µF
C3	40 µF
C4	2,5 µF
C5	3 µF
Widerstände	
R1,2	10 Ω/9 W
L-Regler	Coral AT-61 (50 W)
Sonstiges	
Baßreflexrohr	72 x 80 mm Ø x 1
Dämmmaterial	Watte 600 x 600 mm
Terminals	SAFE MS-6 (2 Stück)

problematisch war, mußten einige Änderungen vorgenommen werden. So war es zum Beispiel nötig, den Mitteltöner zur Phasenoptimierung an den Grenzen seines Übertragungsbereiches mit einer Impedanzkorrektur zu versehen.

Außerdem erfordert der Weichentyp prinzipiell ein gleichphasiges Anschließen der Chassis. Nur so ist bestes Impulsverhalten und Linearität im gesamten Übertragungsbereich gewährleistet. Je nach Sitzposition und Entfernung kann es jedoch von Vorteil sein, eventuell den Hochtöner umzupolen.

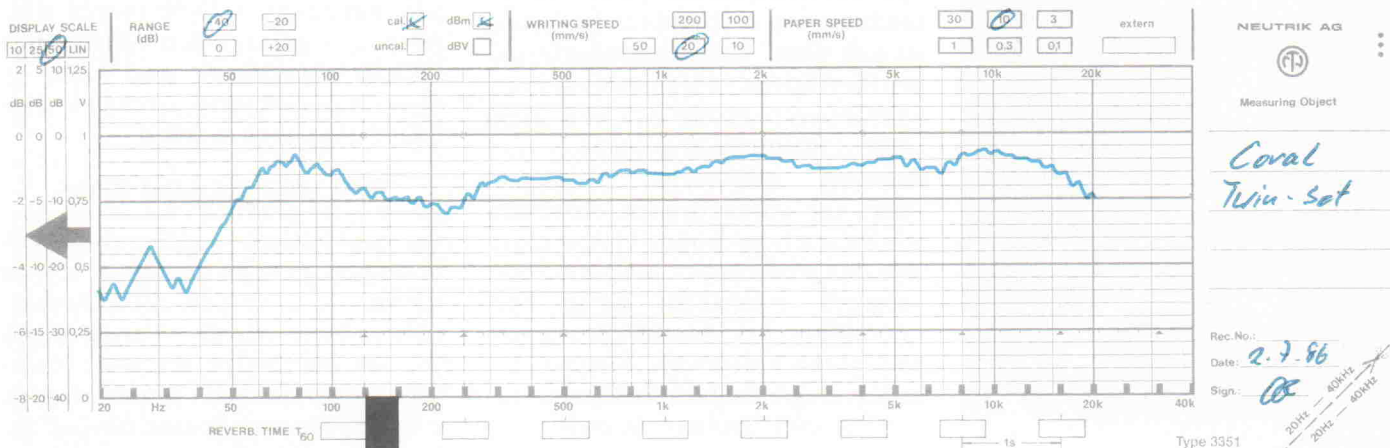
Um Kreuzinduktionen durch magnetische Verkopplungen der Spulen innerhalb der Weiche zu verhindern, wurden Tiefpaß, Bandpaß und Hochpaß räumlich voneinander getrennt. Ansonsten kann es passieren, daß Baßimpulse ein Echo im Mitteltonbereich zur Folge haben. Daß nur Folienkondensatoren verwendet werden sollten, ist eigentlich selbstverständlich. Um dabei möglichst geringe Abweichungen zu erhalten, werden viele kleine Werte zu großen zusammengeschaltet. Das verbessert die Ortbarkeit entscheidend.

dern quasi in Serie zu betreiben, ist seit langem bekannt, wird aber sel-

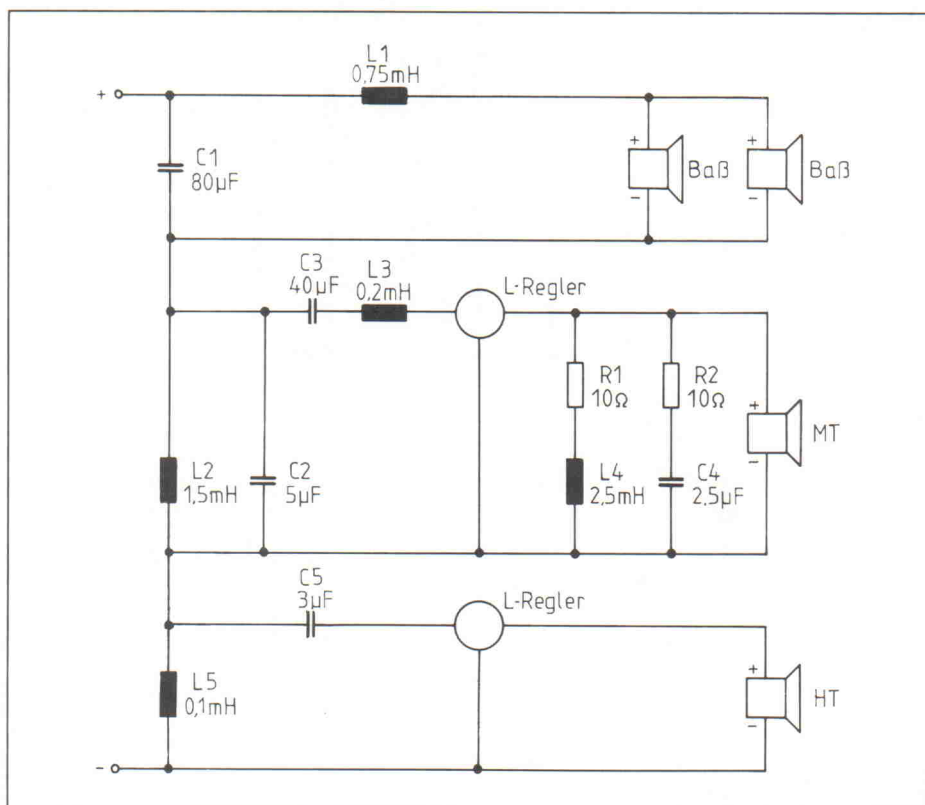
## Weiche — einmal anders

ten angewendet. Hier diente eine von Coral entwickelte Serienweiche als Grundlage. Da die Beschaltung der Kalotten jedoch nicht ganz un-

Statt einer Platinenmontage werden die Bauteile auf Holzplättchen geklebt. Dadurch wird die Weiche in sich stabiler (kein Klappern), und das Parallelschalten der Kondensatoren ist leicht im Turmbauverfahren möglich. Außerdem bietet sich jetzt die Verwendung dicker Kabel auch innerhalb der Weiche an.

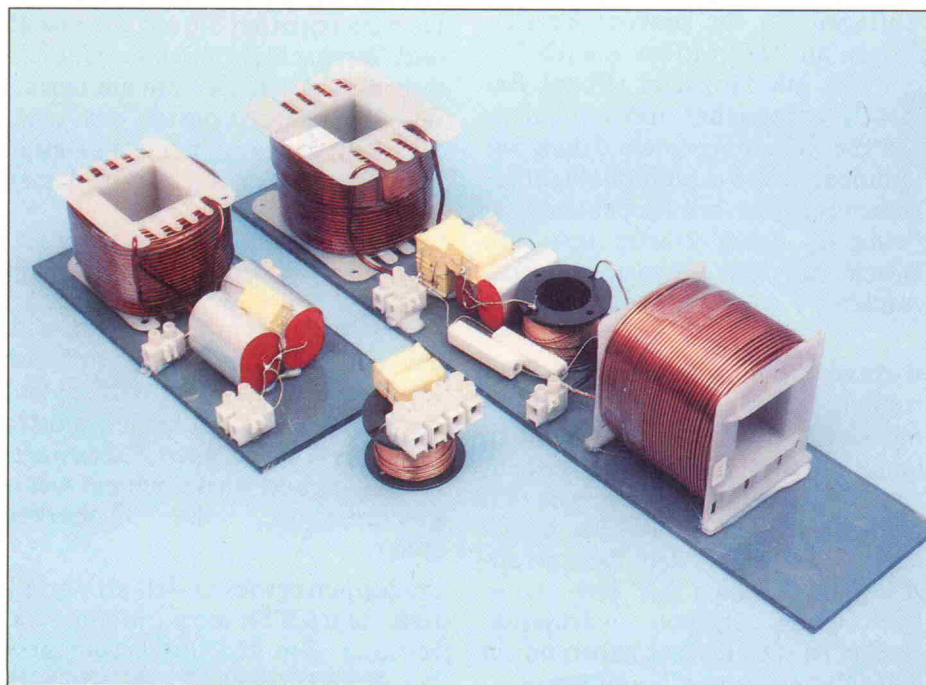






Ein zwar kleines, aber erfahrungsgemäß ärgerliches Problem stellen immer wieder die Anschlußterminals dar. Die meisten angebotenen Typen können nur Kabel bis 4 mm<sup>2</sup> aufnehmen, oder sie haben Probleme, das Kabel auch richtig festzuhalten. Deshalb wurde für diese Box eigens der Typ SA-FE MS-6 entwickelt. Dieses Termi-

nal aus massivem Messing kann Kabel bis 6 mm Durchmesser (28 mm<sup>2</sup>) aufnehmen und diese mit einer M 6-Schraube absolut sicher festhalten. Diese Schraubenköpfe haben zudem eine  $\oplus/\ominus$ -Markierung, die gleichzeitig als Schlitz für den Schraubenzieher dient. In der Gehäusewand wird jeder Pol ebenfalls mit einer M 6-Schraube befe-



HiFi-Boxen selbstgemacht

## pro audio HiFi-BAUSÄTZE

- **DAS SELBSTBAU-CENTER** in Norddeutschland. 8 Weltmeister im Direkt-Vergleich. 30 Klassensieger testbereit.
- **DAUER-NIEDRIGPREISE** mit Garantie und Rückgaberecht.
- ☎ **Tel. (04 21) 1 48 74** für Bestellungen und Anfragen. Info-Heft + Preisliste anfordern!
- **ALLE PREISE INKLUSIVE** Weichen-Kit, Dämmmaterial, Anschlußterminal, Verkabelung und Versandkosten! Weitere Preise, auch für Leergehäuse, bitte anfragen.

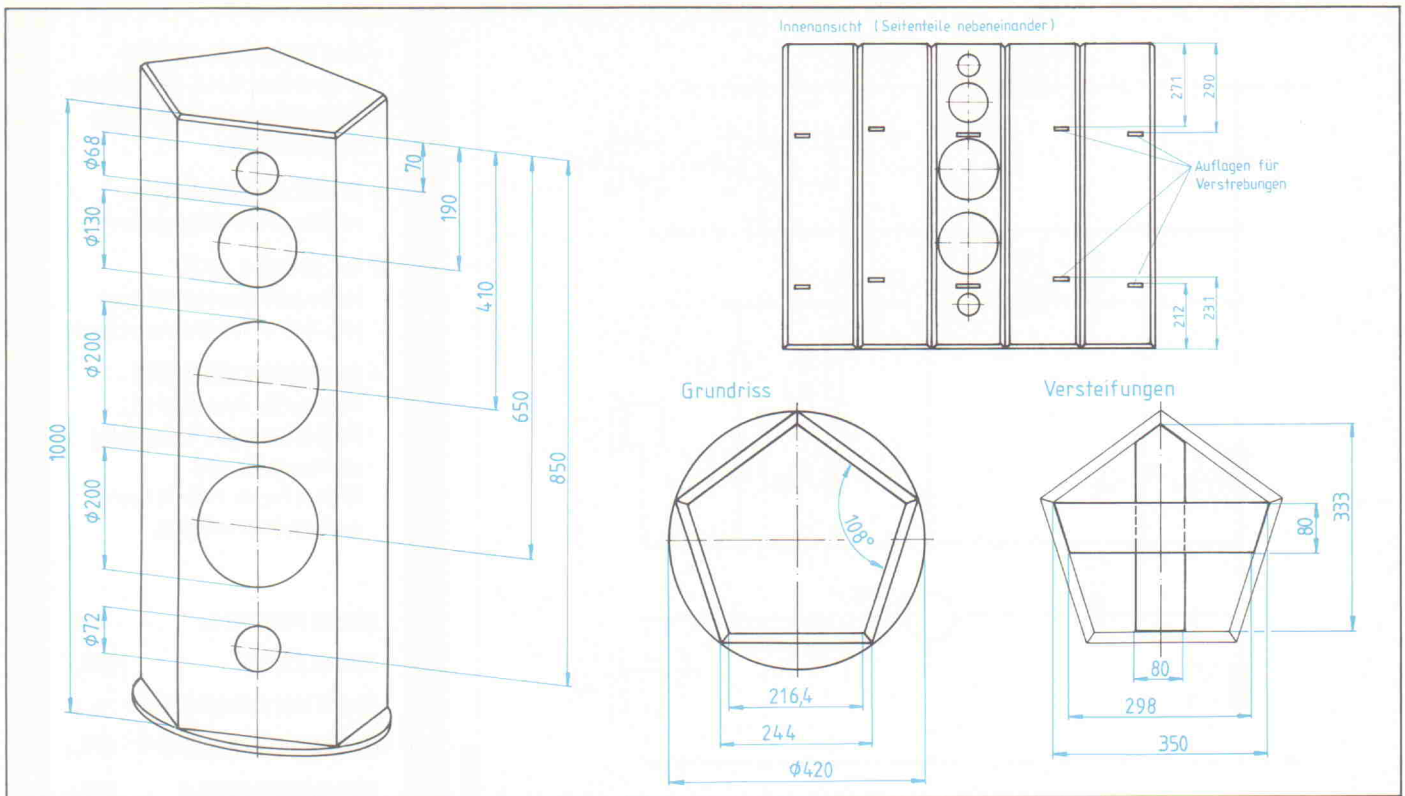
AUDAX PRO TPX 21	a. A.
AUDAX PRO 38	1189,-
CELESTION SUBWOOFER	a. A.
DYNAUDIO PENTAMYD 3	398,-
DYNAUDIO PROFIL 4	748,-
DYNAUDIO AXIS 5	1070,-
ETON 100 HEX	328,-
KEF SLIM-LINE	298,-
MAGNAT ILLINIOS	475,-
MAGNAT NEBRASKA	648,-
MAGNAT MINNESOTA 2	898,-
MB-SYSTEM 400	798,-
NIMBUS YELLOW*	370,-
PEERLESS PROFI 1	640,-
PROCUS INTUS*	466,-
PROCUS FIDIBUS*	798,-
PYRAMIDE P 3*	268,-
SCAN-SPEAK KRYSTAL	1080,-
SEAS MIRAGE*	970,-
VIFA MCS-1	a. A.
VISATON MONITOR	1698,-

\* mit Original-Fertigweiche

### pro audio GmbH

Am Wall 45 (Ecke Doventor)  
2800 Bremen 1  
Telefon (04 21) 1 48 74  
Mo-Fr 10-13 + 14-18.30 Uhr  
Sa 10-14 Uhr  
langer Samstag bis 18 Uhr!





stigt und kann folglich in bis zu 90 mm starken Wänden montiert werden!

### **Auch beim Fünfeck braucht niemand zu verzweifeln**

Nun noch einige Tips, die Ihnen den Bau des Gehäuses erleichtern sollen. Zuerst machen Sie alle Zugschnitte — bis auf den des Deckels. Wenn Sie eine gute Kreissäge-Tisch-Kombination Ihr eigen nennen, werden Sie keine Schwierigkeiten haben, ansonsten müssen Sie improvisieren.

Um Ihre Handkreissäge oder Stichsäge exakt führen zu können, müssen Sie auf dem Seitenteil eine Holzleiste als Führung anbringen. Durch Probeschnitte können Sie ermitteln, wie groß deren Abstand vom Rand des Seitenteils sein muß. Danach stellen Sie die fünf Teile zusammen und überprüfen, ob Sie ausreichend exakt gearbeitet haben. Gegebenenfalls müssen Sie etwas nachschleifen. Dazu stapeln Sie alle Seitenteile versetzt übereinander, so daß sich eine schiefe Ebene ergibt.

Legen Sie nun die Seiten jeweils eines Gehäuses nebeneinander auf den Tisch, so daß die Außenflächen nach oben zeigen und die Kanten möglichst eng aneinanderstoßen. Überkleben Sie die Stöße längs und quer mit breitem Klebeband (50 mm). Wenden Sie vorsichtig alle 5 Teile gleichzeitig, so daß die Fugen nach oben zeigen. Leimen und nageln Sie jetzt die Auflagen für die inneren Versteifungen an. Dann füllen Sie die Fugen satt mit Holzleim (Ponal Express), verstreichen ihn und klappen die Seiten zu einem 5-Eck zusammen. Die Verschlussnaht überkleben Sie auch mit Klebeband und ziehen es dabei kräftig fest, um Druck auf die Leimstellen auszuüben.

Richten Sie nun die Säule auf der runden Bodenplatte aus. Vorsichtig! Lassen Sie den Korpus nicht zu lange auf der Bodenplatte stehen, sonst klebt er schon jetzt fest! Am fertigen Korpus können Sie die genauen Maße für den Deckel abzeichnen. Ordnen Sie aber jeder Box einen eigenen markierten Deckel zu. Die Körper haben nur in Ausnahmefällen vollkommen iden-

tische Querschnitte! Um absolute Dichtheit zu gewährleisten, sollten Sie den Abschluß des Deckels noch einmal überprüfen und gegebenenfalls so lange schleifen, bis er plan aufliegt.

Haben Sie diese Arbeiten vollendet und ist der Leim getrocknet, können Sie Boden und Deckel verkleben und vernageln oder verschrauben. Überstehende Teile des Deckels schleifen Sie am Korpus ab und verspachteln etwaige Undichtigkeiten. Auch die Fasse am Deckel schleifen Sie am besten erst jetzt. Sie dient allerdings nur dem Design und kann daher auch weggelassen werden.

### **Lätzchen statt Maulkorb**

Wer nun noch ein übriges tun will, der entferne die Schutzgitter von Hoch- und Mitteltöner und beklebe die Frontplatten um beide Kalotten mit einer 2 mm dicken Filzauflage. Das Klangbild wird noch ein wenig geschmeidiger, die Ortbarkeit steigt.

Außerdem erwies es sich als vorteilhaft, je nach Sitzposition und -entfernung, den Hochtöner umzupolen.



# Gerhard Haas Was Sie schon immer über Boxen wissen wollten

Hier sollen nicht die schon so oft abgehandelten Daten und Eigenschaften von Boxen nochmals rein technisch durchgekaut werden, sondern es soll vielmehr ein Versuch stattfinden, das Thema unter etwas anderen Gesichtspunkten, nämlich von den eigentlichen Quellen her zu sehen — von der Musik also und ihrer optimalen Wiedergabe. Dabei sind selbstverständlich auch die aufnahmetechnischen Bedingungen zu berücksichtigen.

Zum Thema Lautsprecherboxen sollte sich jeder zuerst die folgenden vier Fragen stellen:

1. Wie wurde die abzuhörende Musikaufnahme erstellt?
2. Wie groß soll die Abhörlautstärke sein?
3. Wie groß ist die Entfernung zur Box?
4. Welchen Wirkungsgrad (Kennempfindlichkeit) hat die Box?

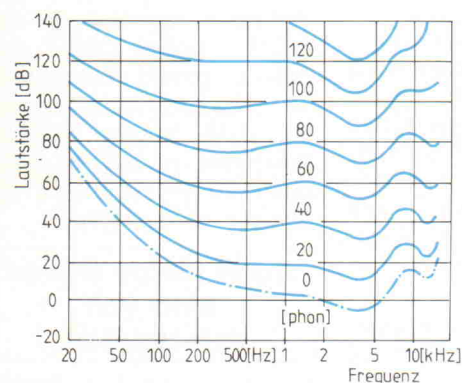
Beantworten wir die Fragen in obiger Reihenfolge.

## Bezugspunkt ist das Studio

Bei der Aufnahme einer Schallplatte oder eines Masterbandes gibt es eine Abhörlautstärke, auf die der

Toningenieur seine Klangmischung bezieht. Das menschliche Ohr hat bei verschiedenen Lautstärken (phon) einen unterschiedlichen 'Frequenzgang' (Bild 1). Um ein ähnliches Klangbild wie im Studio bei der Aufnahme auch zu Hause zu reproduzieren, müßte im Idealfall die gleiche Abhörlautstärke erzielt werden.

Normalerweise ist die Studioabhörlautstärke 80 phon entsprechend 80 dBSL bei 1 kHz, kann aber bis 95 phon ansteigen. Der Verlauf der phon-Werte über die Frequenz ist in Bild 1 dargestellt. Die Benennung dBSL wird für Schalldruckangaben verwendet und ist definiert als 0 dBSL = 0 phon bei 1 kHz.



**Bild 1:**  
Kurven gleicher Lautstärke nach Robinson und Dadson



80 phon entsprechen etwa einer mittellaut spielenden 15-Mann-Band auf einem guten Abhörplatz in der 10. bis 15. Konzertsaalreihe.

## Watt allein sagt noch gar nichts

Die zweite Frage galt der Abhörlautstärke. Hier spielen einige wesentliche Faktoren mit. Da muß zunächst der Wirkungsgrad der Box beachtet werden. Am einfachsten läßt es sich an einem Beispiel erklären:

Anlage A hat einen Verstärker mit 50 W Ausgangsleistung und eine Box mit der Kennempfindlichkeit von 86 dBSL in drei Metern Entfernung bei 2 W Eingangsleistung. Anlage B hat einen Verstärker mit 100 W und eine Box mit 83 dBSL in drei Metern Entfernung und ebenfalls 2 W Eingangsleistung. Ähnliche Angaben, oft bezogen auf 1 W und 1 m, finden sich in den meisten Prospekten. Preisfrage: Welche der beiden Anlagen ist lauter? Die Antwort ist sehr einfach: Beide sind gleich laut! Damit tut sich die nächste Frage auf: Warum? Zur Beantwortung ist allerdings etwas Rechenarbeit notwendig.

Das Verhältnis zweier elektrischer Leistungen in dB ist definiert als

$$10 \times \log(P_1/P_2),$$

d.h. 100 W Verstärkerleistung erzeugen 3 dB mehr Schalldruck als 50 W an der gleichen Box! Ein Vergleich der maximal erzeugbaren Schalldrücke beider Anlagen soll unsere Behauptung beweisen, nämlich zeigen, daß beide Anlagen gleich laut sind. Für Anlage A ergibt sich eine maximale Schalldruckerhöhung von  $50 \text{ W}/2 \text{ W} = 25$ , also entsprechend nach obiger Formel von 14 dB.

Bezogen auf die Kennempfindlichkeit von 86 dBSL bei 2 W stellt sich ein maximaler Schalldruck von 86 dBSL + 14 dB = 100 dBSL ein. Die

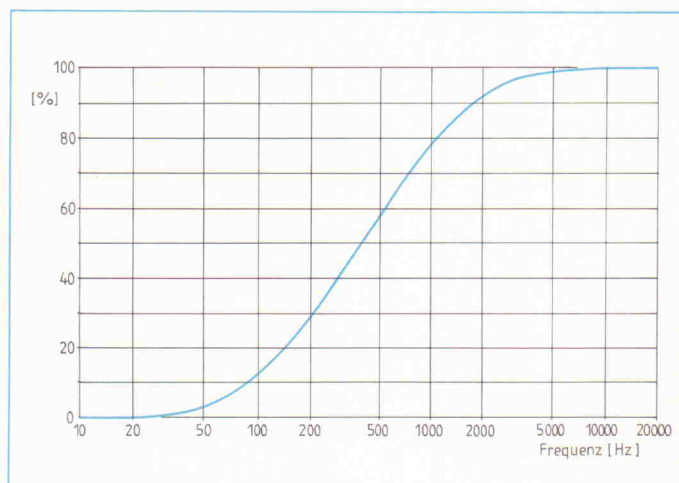
gleiche Rechnung für Anlage B ausgeführt, ergibt:  $100 \text{ W}/2 \text{ W} = 50$  entsprechend 17 dB + 83 dBSL (Kennempfindlichkeit), also ebenso 100 dBSL maximal erreichbaren Schalldruck. Fazit: Wenn es zu leise ist, muß nicht immer ein leistungsfähigerer Verstärker zum Einsatz kommen, sondern eine Box mit höherer Kennempfindlichkeit führt ebenfalls zum Ziel.

## Doppelte Lautstärke erfordert zehnfache Leistung

Zur Beantwortung der dritten Frage muß man wissen, daß der Schalldruck mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt. Um bei unseren oben erwähnten Musterboxen zu bleiben, würde die Anlage A in 3 m Entfernung einen Schalldruck von 86 dB erreichen, in 6 m Abstand nur noch 80 dB. Dies bedeutet, daß für einen gewünschten Schalldruck bei doppeltem Abhörabstand die vierfache elektrische Leistung (Verstärkerleistung) aufzuwenden ist. Weiterhin ist auch noch zu beachten, daß eine der Box um den Faktor zehn erhöhte zugeführte Leistung am Ohr nur eine Verdoppelung der Lautstärkeempfindung ergibt, da das Ohr eine logarithmische Empfindlichkeit hat! Daraus folgt, daß derjenige, der seine Musik doppelt so laut hören möchte, die Verstärkerleistung der Anlage A zum Beispiel auf 500 W erhöhen müßte und daß der gerade noch hörbare Lautstärkeunterschied von 1 dB, um bei unseren Beispielen zu bleiben, statt eines 50-W-Verstärkers einen mit 63 W erfordert.

## Auch kleine Boxen sind voll hifi-tauglich

Um die Frage 4 zu beantworten, betrachten wir wieder ein Beispiel aus der Pra-



**Bild 2: Summenleistungsverteilung des Prüfsignals (nach DIN) als Funktion der Frequenz**

xis: Eine Untersuchung von Boxen verschiedener Hersteller mit Volumina zwischen 10 und 30 Litern ergab Unterschiede der Kennempfindlichkeit für 91 dBSL in 1 m Abstand von 1,2 bis 5 W, das entspricht 81 dBSL in 3 m bei einer mittleren Leistung von 2,4 W.

Beziehen wir uns wieder auf den 50-W-Verstärker und die drei Meter Abstand zur Box, so ergeben sich folgende Schalldrücke:

Verstärkerleistung	Schalldruck
2,5 W	81 dBSL
5,0 W	84 dBSL
10,0 W	87 dBSL
20,0 W	90 dBSL
40,0 W	93 dBSL
50,0 W	94 dBSL
80,0 W	96 dBSL

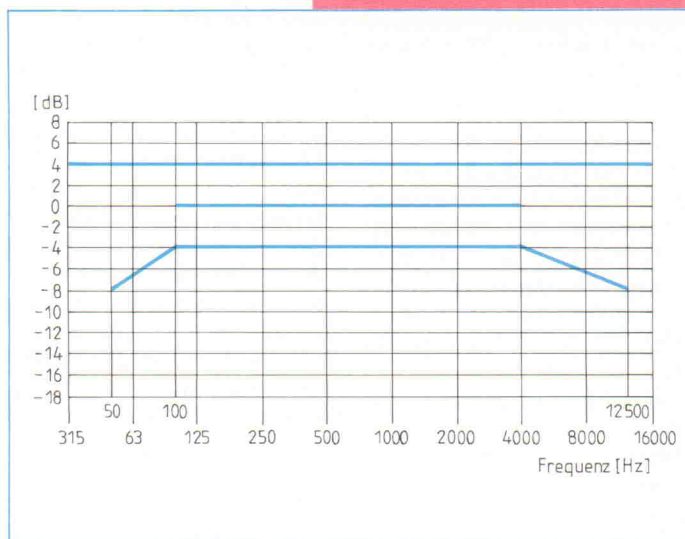
Daraus kann man ersehen, daß sich im Wohnraum ziemlich große Abhörlautstärken mit relativ kleinen Endstufen erreichen lassen,

um Hifi mit originalgetreuer Lautstärke genießen zu können. (Siehe dazu auch die Beantwortung der Frage 1.)

## Es gibt für eine Box richtige und notwendige, aber auch zweifelhafte Daten

Die Sinusleistung einer Box nach DIN ist definiert durch Dauertests von 300 Stunden Länge. In dieser Zeit wird die Box in ständigem Wechsel eine Minute lang ein- und zwei Minuten lang ausgeschaltet. Die Ansteuerung erfolgt durch einen Verstärker, der in der Lage ist, mindestens eine vierfach höhere Nennleistung abzugeben, als die zu testende Box vertragen soll. Die Ansteuerung erfolgt durch Rauschsignale, die eine musikähnliche Leistungsverteilungskurve haben. Die Leistungsverteilungskurve ist genormt und in Bild 2 dargestellt. Sie stellt die Sinusleistung über die Frequenz dar und gilt allgemein für Tonwiedergabe. Für eine Box, die diesen Test schadlos überstanden hat, kann eine Lebensdauer von 25 Jahren erwartet werden. Die Bedingungen zur Erfüllung der DIN in diesem Punkt sind für eine Box wesentlich schwieriger als für eine Endstufe, die ihre Sinusleistung nur über einen Zeitraum von 10 Minuten schadlos abgeben können muß!





Die **Musikleistung** nach DIN ist im Bereich 20 bis 250 Hz definiert als die Leistung, die ein Lautsprecher ohne Verzerrungen und Störgeräusche verkraften kann. Auch hier hat es ein Verstärker wieder wesentlich leichter. Von ihm verlangt die DIN nur eine theoretische Leistung, die folgendermaßen definiert ist: Die Leerlauf-Versorgungsspannung des Netzteils wird als konstante Spannung angesehen und dann die Ausgangsleistung des Verstärkers ermittelt. Der ideale Verstärker würde keinen Unterschied zwischen Sinus- und Musikleistung aufweisen, denn seine Netzteilspannung bliebe demnach konstant! Die Musikleistung ist bei Verstärkern eine theoretische Leistung, bei der Box aber durchaus eine reell erreichbare Größe.

Über den **Frequenzgang** einer Box kann man streiten, denn laut DIN sind nur einige Bezugsdaten festgelegt, innerhalb derer sich die Produkte eines Herstellers bewegen müssen. Diese beinhalten die Grenzfrequenzangaben (obere und untere Grenzfrequenz für -8 dB bezogen auf einen mittleren Schalldruck) und das Toleranzfeld (Bild 3). Innerhalb dieser vorgegebenen Toleranzen kann der Boxenbauer einen mehr oder weniger geschmacksneutralen Ab-

**Bild 3. Toleranzfeld nach DIN 45500. Innerhalb dieses Bereiches muß die Lautsprecher-Frequenzgangkurve liegen.**

gleich der Box vornehmen, um seine Kunden anzusprechen. Eine gute Box soll keinen 'Sound' haben, sondern natürlich klingen. Die Schlußfolgerung daraus ist, daß eine Box, die über lange Jahre gefallen soll, vor dem Kauf intensiv probegehört werden sollte.

Bei einer Hörprobe sind eine Reihe von wichtigen Faktoren zu beachten. Das wichtigste gleich vorweg: Das Programm-Material sollte dem Hörenden bekannt sein! Aufnahmen mit überwiegend elektronischen Instrumenten sind kaum für Boxentests geeignet. Musikstücke mit natürlichen Instrumenten (Violine, Klavier, Klarinette, Trommeln, Zupfinstrumente) und Ge-

### **Eine Hörprobe will vorbereitet sein**

sangsstimmen zeigen wesentlich besser die Stärken und Schwächen einer Box auf. Zu empfehlen sind auch Hörspielaufnahmen der Rundfunkanstalten. Wenn ein Sprecher zum Beispiel so klingt, als wenn er persönlich vor dem Hörer

steht, oder wenn ein Streichquartett so klingt, als wenn es dem Hörer ein Ständchen bringen würde, dann sind dies eindeutig Merkmale einer guten Box.

Die klangbeeinflussenden Elemente des Verstärkers müssen für den Boxentest unbedingt alle in Linearstellung sein und die gesamte Abhöranlage muß hohen Anforderungen genügen. Das Probehören sollte immer nur im A/B-Vergleich zwischen zwei Boxenpaaren erfolgen. Die Aufstellung der Testkandidaten muß richtig sein. Eine Regalbox gehört zur Vorführung ins Regal und eine Standbox auf den Boden. Sie wurden vom Hersteller für die jeweilige Aufstellungsart konzipiert. Aufstellungen in Ecken oder direkt an der Wand sind zu vermeiden, da es sonst zu unerwünschten Reflexionen und Anhebungen im Bassbereich kommen kann — besonders zu Klangverfärbungen im Bereich bis zu 500 Hz und unter schlechten Bedingungen auch noch bei höheren Frequenzen.

Zum A/B-Testverfahren noch einige Anmerkungen. Man wählt aus dem Angebot zwei Boxenpaare aus, die einem von den häuslichen Aufstellungsmöglichkeiten und den Daten her geeignet erscheinen. Es wird nun das Paar ermittelt, welches besser gefällt. Dann ersetzt man das weniger zusage Paar durch ein neues. So fährt man fort, bis das optimale Boxenpaar gefunden ist.

Einem besonderen Punkt des Frequenzgangs der Box muß besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden, nämlich der **unteren Grenzfrequenz**. Diese ist in den Prospektdaten meistens besonders herausgestellt. Für diese sind mehrere Parameter maßgebend: die Eigenresonanz des Tieftöners, das Boxenvolumen, die Dämpfung der Box und last

not least die Größe des Abhörraumes.

Die **Eigenresonanz** des Tieftöners kann mit einem Tongenerator leicht gemessen werden. Sie ist die Frequenz, bei der ein Stromminimum gemessen wird, da die Impedanz hier ihr Maximum erreicht. Beim Einbau des Lautsprechers in eine geschlossene Box erhöht sich die Resonanzfrequenz des Gesamtsystems. Bei Verwendung des dem Lautsprecher entsprechenden Boxenvolumens steigt sie auf etwa den 1,5- bis 2fachen Wert der Eigenresonanz. Als Faustformel ergibt sich daher als untere Grenze des Übertragungsbereiches eine Frequenz, die etwa in der Nähe dieser Resonanzfrequenz liegt. Ab hier fällt der Schalldruck stetig ab. Frequenzen bis hinunter zur Eigenresonanz des Lautsprechers können noch durchaus brauchbar übertragen werden.

Wenn zwei Boxen zur Wahl stehen, die erste mit einem Frequenzgang von 80 Hz bis 22 kHz und die zweite von 40 Hz bis 18 kHz, stellt sich die Frage, welcher der Vorzug gegeben werden soll. Die erste hat ja oben immerhin 4 kHz mehr zu bieten als die zweite, die ja an der unteren Frequenzgrenze nur 40 Hz mehr bringt. Wenn man jedoch bedenkt, daß der Bereich von 40 Hz bis 80 Hz eine ganze Oktave abdeckt, die 4 kHz an der oberen Frequenzgrenze jedoch nicht einmal eine halbe, so ist die zweite Box unbedingt vorzuziehen. Außerdem liegen die 4 kHz bei der oberen Grenzfrequenz praktisch schon außerhalb des Hörbereichs.

### **Die Art von Verzerrungen ist entscheidender als ihr Wert**

Der nächste wichtige Ansprechpunkt in der Reihe unserer Parameter ist der



**Klirrfaktor.** Zuerst dazu die DIN 45 500. Sie sagt aus, daß die Box im Frequenzbereich von 250 bis 1000 Hz einen maximalen Klirrfaktor von 3 % haben darf, bis 2000 Hz stetig abfallend auf 1 % sein muß und bei höheren Frequenzen maximal 1 % aufweisen darf.

Diese Aussage sieht auf den ersten Blick einfach aus, ist aber schwierig zu interpretieren. In Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Hörbarkeitsschwelle für Verzerrungen verschiedener Arten, die zwar meßtechnisch die gleichen Werte ergeben, vom menschlichen Ohr dennoch sehr unterschiedlich empfunden werden. 1 % Klirrfaktor einer Endstufe werden als wesentlich störender empfunden als der gleiche Wert, wenn er bei einem Tonbandgerät auftritt. Studiotonbandgeräte haben durchaus Werte in dieser Größenordnung.

Klirrfaktor, der in einer Endstufe durch Clipping erzeugt wird, empfindet das Ohr bereits ab 0,1 % als störend. Dieser Wert kann schon allein durch Messung mit einem Oszilloskop festgestellt werden, da die Sinuswelle sichtbar geclippt wird. Allgemein kann festgestellt werden, daß das Ohr auf dynamische Verzerrungen wesentlich empfindlicher reagiert als auf statische. Bei den meisten Messungen wird leider nur der statische Klirrfaktor erfaßt, was wiederum keinerlei Aussage über das musikalische Verhalten einer Box zuläßt. Bei vergleichenden Untersuchungen zwischen Hörtests und Ergebnissen von Messungen wurde festgestellt, daß die Zusammensetzung des Klirrspektrums eine große Rolle spielt. Oberwellen höherer Ordnung (ab  $k_4$  aufwärts) verfälschen das natürliche Klangbild eines Instruments wesentlich stärker, als es nach den Meßdaten zu er-

warten wäre. Dies läßt sich damit erklären, daß im Klangspektrum eines Instruments z.B. die dritte Oberwelle mit 10 %, die zehnte aber nur mit 0,1 % Anteil vorhanden ist. Da sich Klirrfaktoren quadratisch unter der Wurzel addieren, ersieht man hieraus, daß sich die dritte Oberwelle kaum verändern wird, die zehnte jedoch wesentlich. So lassen sich Hörunterschiede erklären, die sich meßtechnisch kaum erfassen lassen.

Die **Impedanz** einer Box ist nach DIN so festgelegt, daß die angegebene Nennimpedanz um maximal 20 % unterschritten werden darf. Eine 8- $\Omega$ -Box darf also minimal 6,4  $\Omega$  aufweisen, eine 4- $\Omega$ -Box bis zu 3,2  $\Omega$ . Nach oben ist die Impedanztoleranz nicht festgelegt. Bei der Resonanzfrequenz des Tieftöners können durchaus Werte bis zu 80  $\Omega$  und mehr erreicht werden.

### **Nur gute Chassis können eine gute Box ergeben**

Augenfälligster Teil einer Box ist zumeist der **Tieftöner**. Aus dem bereits Gesagten erkennen wir, daß es zunächst um die Kennempfindlichkeit geht, aus welcher sich die maximal erreichbare Lautstärke ableitet. Die Frage ist: Wie können gute Schalldruckwerte erreicht werden? Der 'Motor' eines Lautsprechers ist das Magnetsystem. Dieses hat einen wesentlichen Anteil an der Qualität des Lautsprechers und an seinem Preis. Um einen guten Wirkungsgrad zu erreichen, muß man möglichst viele Windungen im Luftspalt des Magneten unterbringen. Dies kann man durch verschiedene Maßnahmen erreichen: Einsatz von mehrlagigen Schwingspulen, Verwendung von hochkant gewickelten Flachdrähten und möglichst lange Schwing-

spulen, um ein homogenes magnetisches Durchdringungsfeld zu erreichen.

Die 'Motorleistung' eines Magneten (magnetische Induktion) wird durch die Einheit Tesla (T) beschrieben. Wichtiger ist jedoch der 'Hubraum', der magnetische Fluß, der in Mikroweber ( $\mu$ Wb) gemessen wird. Der 'Hubraum' entspricht hierbei dem Volumen im Luftspalt. Auch wenn Magnete mit gleichen Tesla-Werten zur Anwendung kommen, können sie sich in der Angabe der Mikroweber sehr stark unterscheiden. Bei gleicher Tesla-Angabe ist für den Wirkungsgrad der magnetische Fluß entscheidend.

Der Lautsprecherwirkungsgrad hängt weiterhin von der abstrahlenden Fläche und vom maximal mechanisch erzeugbaren Membranhub ab. Mit jeder Verdoppelung der abstrahlenden Membranfläche bei gleicher eingespeister elektrischer Leistung erhöht sich der Schalldruck um 3 dB. Dies ist gleichbedeutend mit der Verdoppelung der Verstärkerleistung. Durch diese Feststellung könnte man zu dem Schluß gelangen, daß neun Lautsprecher mit 100 mm Durchmesser genauso gut sind wie ein 300-mm-Chassis. Dies ist aber nicht grundsätzlich der Fall, weil Interferenzen zwischen den einzelnen Lautsprechern auftreten und zudem die Resonanzfrequenz der kleinen Chassis höher liegt. Große Chassis haben im allgemeinen eine um ein bis zwei Oktaven niedriger liegende Resonanzfrequenz.

### **Mitteltöner haben den kritischsten Teil des Musikspektrums zu verarbeiten**

Für den **Mitteltöner** werden verschiedene Konstruktionsprinzipien angewandt, wie Konuslautsprecher, Kalotten, Bändchenlautsprecher

und Elektrostaten. Alle haben prinzipbedingte Vor- und Nachteile. Das Mitteltonchassis sollte in der Lage sein, ein möglichst breites Frequenzspektrum zu übertragen, um Phasenverschiebungen im Grundtonbereich der Instrumente zu vermeiden. Die Phasenverschiebungen entstehen durch die Frequenzweiche im Zusammenhang mit dem komplexen Widerstand der Lautsprecher. Die untere Grenzfrequenz des Mitteltöners wird durch seine Eigenresonanz bestimmt. Um hörbare Klirrfaktoren zu vermeiden, sollte die Ankoppelfrequenz um mindestens eine Oktave, besser aber um zwei bis drei Oktaven oberhalb der Eigenresonanz liegen. Das bisher Gesagte gilt vornehmlich für Elektrostaten und Konuslautsprecher, da für diese konstruktionsbedingt niedrige Eigenresonanzen machbar sind.

Ein guter Übertragungsbereich eines Mitteltöners wäre der Grundtonbereich von Musikinstrumenten, nämlich 250 Hz bis 6000 Hz. Frequenzen außerhalb dieses Bereichs sind wegen ihrer geringeren Wirkung auf das Gehör wesentlich weniger schwierig zu übertragen. Die Resonanzfrequenz von häufig verwendeten Kalottenmitteltönern mit 37 mm Durchmesser beträgt 500 Hz bis 700 Hz. Die Ankoppelfrequenzen dieser Lautsprecher liegt dann zwischen 1 kHz und 2 kHz, also mitten im Grundtonbereich, und führt so prinzipbedingt zu Problemen.

### **Manche Hochtöner sind auf der Bühne gut — aber nicht hifi-tauglich**

Für **Hochtöner** kommen verschiedene Bauformen wie Kalotten-, Bändchen-, Plasma-, Elektrostaten-, Piezo- und Konuslautsprecher zur Anwendung. Konuslautsprecher sind aufgrund bestimmter Parame-



ter für Hifi weniger geeignet. Hierzu gehören die Abstrahlcharakteristik (Bündelungsmaß bei hohen Frequenzen), der relativ wellige Frequenzgang oberhalb 10 kHz und das schlechte Impulsverhalten wegen des hohen Gewichtes der bewegten Masse. Piezohochtöner sind aufgrund ihres Bündelungsmaßes und ihres 'harten' Klangcharakters für Beschallungsanlagen durchaus geeignet, aber nicht für Hifi.

Alle anderen Typen sind hifi-tauglich, unterscheiden sich aber wesentlich durch ihre Parameter und den Preis! Zwischen dem preiswertesten geeigneten Typ und dem teuersten sind Preisunterschiede um den Faktor 100 durchaus üblich. Je nach Anwendungsfall können sie auch gerechtfertigt sein. Der Kalottenhochtöner ist bei weiter Verbreitung sehr preiswert. Die typische Eigenresonanz einer 25-mm-Kalotte liegt zwischen 1000 Hz und 1500 Hz. Ein weiterer Parameter dieses Lautsprechertyps darf nicht unerwähnt bleiben — die thermische Belastbarkeit! Wie aus Bild 2 ersichtlich, liegt das Leistungsspektrum des Hochtöners bei einer Ankoppelfrequenz von 2000 Hz bei Musikansteuerung mit 100 W bei ca. 8 W. Ein Wert von 8 bis 12 W entspricht auch der thermischen Belastbarkeit eines Hochtöners! Durch unsachgemäße Einstellung eines Verstärkers, zum Beispiel volles Aufdrehen des Höhenreglers, wird dieser Grenzwert sehr schnell erreicht. 14 dB Höhenanhebung bedeuten 25fache Leistung für den Hochtöner und verursachen seinen 'Wärmetod' durch thermische Überlastung.

Die Sinusangabe einer Lautsprecherbox bezieht sich daher *nicht* auf den Mittel- und Hochtonbereich, weil sie aufgrund der Summenleistungsverteilungskurve

nach DIN 45 573 ermittelt wurde. Der Käufer verliert deshalb seine Garantiesprüche gegenüber dem Hersteller, wenn er derart unsachgemäße Verstärkereinstellungen vornimmt.

Manche Hersteller verbessern die Belastbarkeit von Kalottenlautsprechern wesentlich durch den Einsatz von Magnetfluid. Das ist eine ölähnliche Flüssigkeit, die sehr kleine Eisenteile enthält und in den Luftspalt gefüllt wird. Die in der Schwingspule auftretende Verlustwärme kann so um ein Vielfaches besser und schneller an das Magnetsystem abgeleitet werden. Der Hochtöner kann deshalb wesentlich höher belastet werden. Eine fünf- bis zehnfache Belastbarkeit des Lautsprechers ist durchaus erreichbar. Als positiver Nebeneffekt tritt noch eine Bedämpfung der Resonanzspitze des Hochtöners auf.

Bei der Aufstellung der Box sollte eine weitere Eigenheit von Lautsprechern nicht unbeachtet bleiben. Zu hohen Frequenzen hin nimmt der Abstrahlwinkel immer mehr ab. Er beträgt bei 10 kHz aber immer noch ca. 90 Grad. Deshalb muß eine bestimmte Ausrichtung des Hochtöners auf den Hörer gegeben sein, um einen starken Abfall zu hohen Frequenzen hin zu vermeiden. Auch sind Aufstellungen hinter höhenschluckenden Stoffen wie z.B. Vorhängen zu vermeiden.

### **Eine Lautsprecherbox ist mehr als die Summe ihrer Teile**

Das Lautsprechergehäuse ist nicht nur der Behälter für Frequenzweiche und Chassis, sondern ein wichtiges, klangbestimmendes Teil am Gesamtsystem. Die Abstimmung einer Box entsteht aus dem Zusammenspiel von Chassis, Frequenzweiche und Gehäuse, welche eine harmonische Einheit bilden

müssen. Der Lautsprecher ist der reproduzierende Teil der Musikanlage und somit das Gegenstück zum Musikinstrument am Anfang der Übertragungskette.

Zur exakten Berechnung einer Lautsprecherbox aus ihren einzelnen Bestandteilen ist nicht einmal ein Großrechner in der Lage, da es für die Komplexität des Themas weder allgemein gültige Formeln noch geeignete Rechenprogramme gibt. Um zu einer vernünftigen Lösung einer Lautsprecherbox zu gelangen, sind verschiedene Messungen und Hörtests erforderlich. Bei der Entwicklung einer Box wird auf Freifeldmessungen, Messungen im reflexionsarmen Raum und in Abhörräumen zurückgegriffen, daneben werden A/B-Hörtests mit Konkurrenzprodukten vorgenommen. Als Meßsignale werden Sinustöne (im reflexionsarmen Raum) und Terzrauschen bei Freifeld- und Hörraummessungen verwendet. Durch Rauschmessungen lassen sich stehende Wellen vermeiden, die zu Anhebungen oder Einbrüchen im Frequenzgang führen würden. Der direkte Vergleich von Messungen unterhalb 250 Hz ist selbst mit Terzrauschen kritisch. Wenn man weiß, wieviel Aufwand diese Tests benötigen, ist es leicht zu verstehen, daß die Wahrscheinlichkeit sehr gering ist, aus irgendwelchen zusammengekauften Komponenten eine gute Box zu bauen.

Eine weitere Tatsache hat sich in den letzten Jahren aufgrund von Untersuchungen verschiedener Boxenhersteller herauskristallisiert. Der Phasenlage und den Laufzeitunterschieden kommt eine größere Bedeutung zu, als bisher angenommen wurde. Der wichtigste Punkt im Frequenzgang, dem hierbei Aufmerksamkeit geschenkt werden muß, ist die Übernahmefre-

quenz zwischen zwei Systemen. Hierbei ist der Schalldruck im Idealfall aufgrund der Beschaltung des Lautsprechers mit der Weiche um 3 dB abgefallen, und der Phasenwinkel beträgt 45 Grad. Bei phasenrichtigem Zusammenschalten beider Systeme erhält man einen glatten Amplitudengang ohne Einbrüche. Die zeitlich gleiche Abstrahlung einer bestimmten Frequenz durch zwei verschiedene Systeme führt dazu, daß am Ohr keine Laufzeitunterschiede entstehen. Durch entsprechende Anordnung der Systeme auf der Schallwand, nämlich in der Tiefe versetzt, kann dieser Ausgleich geschaffen werden. (Siehe auch elrad 4-5/86, Linkwitz-Filter.)

Es gibt drei Wege, zu einer guten Hifi-Box zu kommen:

- Man kauft sich eine Fertigbox von einem renommierten Boxenhersteller, das ist am einfachsten.
- Man kauft sich einen gut abgestimmten Bausatz mit ausführlicher Bauanleitung von einem seriösen Hersteller und baut ihn mit viel Sorgfalt zusammen. Das ist meistens am preisgünstigsten.
- Man konstruiert sich seine Idealbox unter Verwendung von viel Zeit, hohem finanziellen Aufwand und einigen Meßgeräten selbst. Was dazu unbedingt noch erforderlich ist — ein gutes Ohr und jahrelange Erfahrung.

Trotz aller Parameter und Meßwerte darf eines nicht vergessen werden: Für die letzte Entscheidung, ob eine Box gut ist oder nicht, zählt nur das geübte Ohr. Die Leistungsfähigkeit des Ohres hat jemand einmal treffend so beschrieben: „Wenn das Auge eine so große Auflösung hätte wie das Ohr, müßte man von der Erde aus eine Zeitung auf dem Mond lesen können“.



Vifa MCS 1







# flächendeckend

H. Schmitt

„Fläche ist durch nichts zu ersetzen.“

**Als Lieblingsmaxime vieler Politiker und Feldherren mag uns dieser markige Ausspruch heute zweifelhaft erscheinen. Als Konstruktionsregel für den Bau von Baßlautsprechern gilt diese Tatsache jedoch auch heute noch uneingeschränkt.**

Daß das Prinzip der großflächigen Schallabstrahlung allerdings nicht nur im Tieftonbereich Vorteile bringt, ist bislang offensichtlich ausschließlich den Herstellern von Elektrostaten und ähnlicher Systeme aufgegangen. Die Faszination, die von diesen hauptsächlich in der Spitzenklasse angesiedelten Lautsprechern ausgeht, ist nicht nur das Ergebnis des andersartigen Wandlerprinzips. Die Form der Membran, die zumeist schmal und hoch ist, hat einen großen Anteil am realistischen Höreindruck dieser Systeme. Zielsetzung bei der Konstruktion der Vifa MCS 1 war es, die Vorteile dieser Wandlergeometrie auch mit unkomplizierten, dynamischen Lautsprechern nutzbar zu machen.

## Blick zurück

Schon in den Kindertagen der elektromechanischen Lautsprecher tauchte ein großes Problem auf: Der mäßige Strahlungswiderstand handlicher Membrangrößen. Es war den damaligen Lautsprecherkonstrukteuren schnell klar, daß man den Strahlungswiderstand nur über die Vergrößerung der schallabstrahlenden Fläche erhöhen konnte. Gerade zu jener Zeit, als auch größere Verstärker nur 6 bis 8 Watt Leistung abgaben, brannte dieses Problem besonders auf den Nägeln, da ein guter Wirkungsgrad unmittelbar von einem hohen Strahlungswiderstand abhängt.

Gleich zu Beginn spalteten sich die Konstrukteure in zwei Lager. Die Erfinder des elektromechanischen Lautsprechers, die Amerikaner Kellogg & Rice, setzten auf die Addition vieler kleinerer Membranflächen und bauten bis zu 56 ihrer 20-cm-Chassis pro Box ein. Andere Tüftler, wie J. Voigt und Paul Klipsch, montierten vor ihre Chassis verschiedene Exponentialhörner und Trichter.

Das Horn ist ein akustischer Transformator und daher in der Lage, die kleine Membranfläche des Treibers auf die Größe des Hornmundes zu transformieren. Das alles diente damals ausschließlich dazu, den Wirkungsgrad zu erhöhen. Mit der Zeit wurden Verstärker aber so leistungsfähig und preisgünstig, daß der recht bescheidene Wirkungsgrad von Lautsprechern kein so wichtiges Thema mehr war. Man hatte aber mittlerweile einen anderen Vorzug solcher Konstruktionen erkannt, nämlich deutlich verringerte Verzerrungswerte durch Reduzierung des Membranhubs.

Bei einem Exponentialhorn wird ja, wie schon erwähnt, die kleine Fläche des Treibers auf die große Fläche des Hornmundes hochtransformiert. Der dadurch erzeugte höhere Schalldruck — der ja bekanntlich mit einer Vergrößerung der schallabstrahlenden Fläche quadratisch steigt — hat für eine feste gewünschte Lautstärke eine Reduzierung der Membranauslenkung zur



## Technische Daten

Prinzip	3-Wege, geschlossenes Gehäuse
Belastbarkeit	240 W (Sinus), 800 W (Impuls)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	94 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenzen	200 Hz/4500 Hz
Volumen (innen)	ca. 123 l (Baß) ca. 40 l (Mittelton)
Außenmaße	Höhe 1400 mm Breite 415 mm Tiefe 418 (340) mm
Entwickler	H. Schmitt / Audio Design
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 1500,- DM (mit Standard-Weiche) ca. 1720,- DM (mit Profi-Weiche)

Folge, die von der Größe des Horns und seiner Geometrie abhängt. Eine geringere Membranauslenkung führt aber immer zu geringeren nichtlinearen Verzerrungen, da die meisten Membranaufhängungen nur in einem verhältnismäßig kleinen Bereich mit linearer Federkennlinie arbeiten. Außerdem werden Verzerrungen durch Intermodulation und solche, die durch eine höhere Kompression der Luft entstehen, geringer.

Das für Hörner Gesagte gilt auch für die bereits angesprochenen Vielfachsysteme. Hier reduziert sich die Membranauslenkung um den Faktor, der der Anzahl der verwendeten Systeme entspricht. Daraus ergeben sich ähnliche Vorteile

## Stückliste

## Chassis (Vifa)

Tieftöner	4 St. 21 WM 180
Mitteltöner	9 St. M 110
Hochtöner	4 St. HT 198

## Frequenzweiche

Spulen	
L1	15 mH Glockenkern SK52 oder Rollenkern, 0,8 mm Ø
L2	0,33 mH Luft, 0,8 mm Ø
L3	0,39 mH Luft, 0,8 mm Ø

## Kondensatoren

C1	100 µF bipolar. Elko
C2	47 µF bipolar. Elko
C3	68 µF/100 V Folie
C4	3,3 µF/100 V Folie
C5	2,2 µF/100 V Folie

## Widerstände

R1	4,7 Ω/10 W
----	------------

Für die Profi-Ausführung der Weiche ändern sich folgende Bauelemente:

L1	Luftspule auf Trafo- wickelkörper mit 2 mm Draht-Ø
L2	1,4 mm Draht-Ø
L3	1,0 mm Draht-Ø
C1,2	Folienkondensatoren, 100 V

Holz- und Gehäuseteile  
19-mm-Spanplatte

Front	1 St. 225 x 1362 mm 1 St. 205 x 1362 mm
Seiten	1 St. 380 x 1362 mm 1 St. 302 x 1362 mm
Rückwand	1 St. 415 x 1362 mm
Boden/Deckel	2 St. 415 x 418 mm
Mittelton- kammer	1 St. 228 x 1362 mm 1 St. 190 x 1362 mm

wie bei Exponentialhörnern. Außerdem lassen sich einige weitere Vorzüge der Vielfachanordnung aufzählen. Die Eigenresonanz der verwendeten Chassis ist durch die

erhöhte Luftlast niedriger als bei nur einem Chassis, was den Einsatzbereich zu tieferen Frequenzen hin erweitert. Die durch Fertigungstoleranzen nie völlig identischen Parameter der einzelnen Lautsprecher gleichen sich aus. Das heißt zum Beispiel, daß benachbarte Resonanzspitzen zu einer Gesamtresonanz verschmelzen, die weniger ausgeprägt ist.

Ein weiterer Pluspunkt derartiger Vielfachsysteme ist eine größere erzielbare Gesamtdynamik, da ja der maximal mögliche Hub der Chassis erhalten bleibt, wodurch eine Dynamikkompression erst bei sehr viel größeren Lautstärken erfolgt. Auch die Belastbarkeit solcher Kombinationen wird größer, weil sich die vom Verstärker gelieferte Spannung auf viele Schwingspulen verteilt, wodurch jede einzelne Spule weniger Leistung zu verarbeiten hat. Mehrere kleine Chassis haben außerdem gegenüber einem großen den Vorteil wesentlich geringerer Partialschwingungen, da hier nicht eine große Fläche durch zentrale Stoßanregung bewegt wird. Das erweitert den Einsatzbereich der Chassis auch zu höheren Frequenzen hin.

All diese aufgezählten Vorteile führen zu der besonderen Wiedergabegüte solcher Lautsprecherkonstruktionen. Nachteilig wirkt sich bei der hier gewählten Zeilenanordnung der einzelnen Systeme lediglich die bei zu geringem Hörabstand auftretende vertikale keulenförmige Richtcharakteristik aus.



NEUTRIK AG



Measuring Object

ViFa  
MCS 1

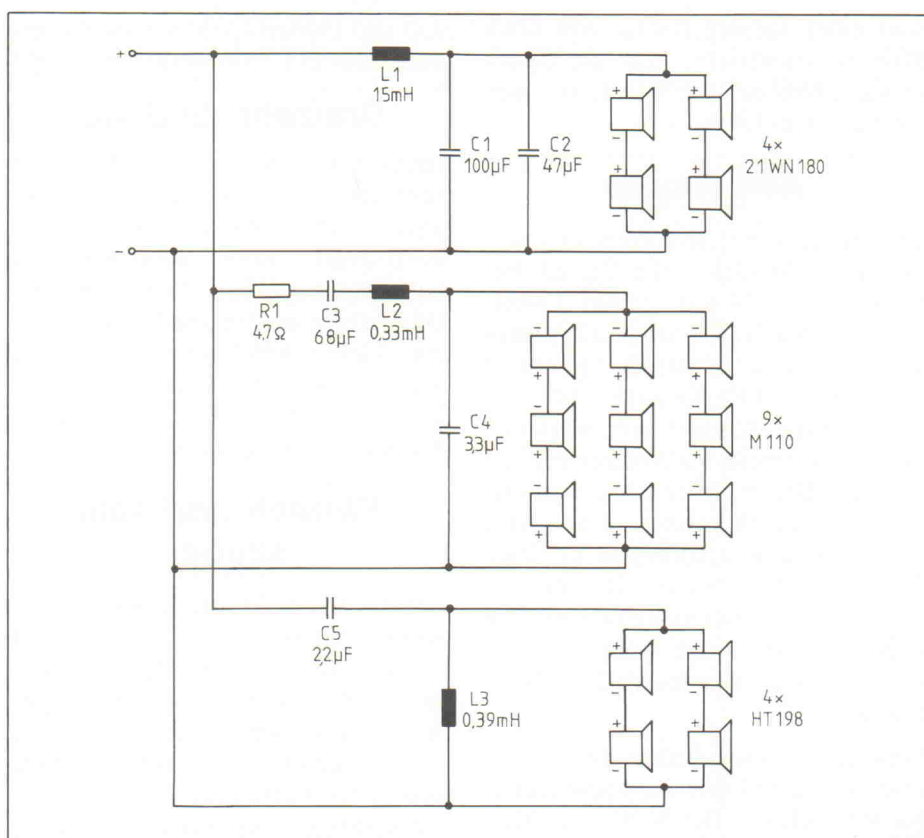
Rec.No.:

Date: 26.6.86

Sign: OB

Type 3351





Was man aber in kleinen Räumen durch eine sehr genaue Hörposition ausgleichen kann.

## Das Möbel

Wie schon erwähnt, haben wir uns für eine senkrechte Zeilenanordnung der einzelnen Lautsprecher entschieden. Da es sich um ein 3-Wege-System handelt, müssen drei Zeilen nebeneinander untergebracht werden. Um im besonders kritischen Mitteltonbereich möglichst wenige Verzerrungen zu produzieren, werden neun Mitteltöner eingesetzt, was eine Zeile von etwa einem Meter Länge erfordert. Dadurch ist die Höhe der Box bereits vorprogrammiert. Die Richtcharakteristik der Zeilen macht es erforderlich, daß man beim Hören die Ohrhöhe etwa auf der Mitte einer solchen Zeile hat. Im allgemeinen befinden sich die Ohren eines sitzenden Hörers in einer Höhe von 90 bis 95 Zentimetern, was folglich



## Aus unserem Lieferprogramm



- Variationsreich und technisch ausgereift!
- Solide Markenqualität eines erfahrenen Herstellers!
- Seit Jahren auch im industriellen Boxenbau verwendet!
- Nachkauf jederzeit möglich!
- Hinter oder vor der Schallwand montierbar (Abb. m. Zierblende)!



### RENKFORCE-HiFi-Kalottenmitteltöner:

Breitstrahler für hohe Leistung, Membranschutz integriert in schwarzer Zierblende. Nenn-/Sinusbelastbarkeit nach DIN 100 W/2 kHz bzw. 60 W/1 kHz, 8 Ohm, 1000—20000 Hz, Reson. 950 Hz, 35 mm Kalotte, Magnet 80 mm Ø, Blende 100 x 100 mm.  
Best.-Nr. 0702332 ..... 33,50 DM



### RENKFORCE-HiFi-Hochtöner:

Universeller Membranlautsprecher für Mehrwege-Boxen, hochbelastbar, verstärkter Sickenrand, aufgesetzte schwarze Mylar-Kalotte. Nenn-/Sinusbelastbarkeit nach DIN: 100 W/8 kHz bzw. 50 W/2 kHz.

Musikbel.: bis 140 Watt, 8 Ohm, 1600—19000 Hz, Reson.: 1250 Hz, 57 mm Korb-Ø, Front 66 mm Ø.

Best.-Nr. 0701066 ..... 8,75 DM

Zierblende:

Schwarz, innen 66 mm Ø, außen: 110 x 110 mm:

Best.-Nr. 0701075 ..... 2,95 DM



### RENKFORCE-HiFi-Hornhohtöner:

Sehr hoher Wirkungsgrad, Schalldruck 100 dB, Horn massiv Alu-Druckguß, mattschwarz-lackiert, geschliffener Zierring. Nenn-/Sinusbelastbarkeit: 80 W/8 kHz bzw. 40 W/4 kHz nach DIN. Musikbelastung bis 120 Watt, 8 Ohm, 3000—18000 Hz, Reson.: 2100 Hz. Austritt 85 mm Ø, Front: 102 x 102 mm, keine Zierblende erforderlich!

Best.-Nr. 0701084 ..... 26,80 DM



### RENKFORCE-HiFi-Mitteltöner, akustisch bedämpft

Luftdicht im angepaßten Gehäuse eingebaut, daher sehr hoch belastbar. Niedrige Eigenresonanz. Nenn-/Sinusbelastbarkeit nach DIN: 120 W/1,8 kHz bzw. 80 W/1,2 kHz. Musikbel.: bis 160 W, 8 Ohm, 300—7000 Hz, Reson.: 280 Hz, 105 mm Korb-Ø, schwarze Front 123 x 123 mm. Einbautiefe: 93 mm.

Best.-Nr. 0701128 ..... 22,50 DM

Zierblende:

Schwarz, innen 105 mm Ø, außen 130 x 130 mm:

Best.-Nr. 0701137 ..... 3,60 DM



### RENKFORCE-HiFi-Tieftöner 180 mm:

Mit Schaumstoffdicke für Baßreflex und geschlossenes Gehäuse. Nenn-/Sinusbelastung nach DIN: 40 W in geschlossener Box, Musikbel.: 60—80 Watt, 8 Ohm, 50—5000 Hz, Reson.: 45 Hz, Alu-Schwingspule 25 mm Ø, Magnet: 72 mm Ø, 150 mm Korb-Ø, Front mit Schaumstoffdichtung 182 mm Ø.

Best.-Nr. 0701146 ..... 29,00 DM

Zierblende:

Schwarz, innen 150 mm Ø, außen: 185 x 185 mm:

Best.-Nr. 0701155 ..... 3,80 DM

Unzählige interessante Artikel finden Sie in unserem soeben erschienenen ELEKTRONIK-KATALOG 86/87 (über 350 Seiten). Stammkunden erhalten ihn wie immer unaufgefordert und kostenlos.



### RENKFORCE-HiFi-Tieftöner 200 mm:

Mit Gewebesicke für hochbelastbare, geschlossene Gehäuse und Baßreflex-Boxen. Nenn-/Sinusbelastbarkeit nach DIN: 80 W in geschlossener Box, Musikbel.: 120—150 W, 8 Ohm, 40—3000 Hz, Reson.: 40 Hz, Alu-Schwingspule 38 mm, Magnet 90 mm Ø, 180 mm Korb-Ø, Front mit Schaumstoffdichtung 205 mm Ø.

Best.-Nr. 0701164 ..... 46,80 DM

Zierblende:

Schwarz, innen 177 mm Ø, außen: 210 x 210 mm:

Best.-Nr. 0701173 ..... 4,40 DM



### RENKFORCE-HiFi-Tieftöner 300 mm:

Mit Schaumstoffdicke und verstärkter Membran, hochfesteste Verklebungen, Spulenzuführung aus flexibler Spezial-Litze, geeignet für geschlossene Gehäuse und Baßreflex-Systeme. Nenn-/Sinusbelastbarkeit nach DIN: 120 W in geschl. 30-Ltr.-Gehäuse. Musikbel.: 150—180 W, 8 Ohm, 28—2000 Hz, Reson.: 30 Hz, Alu-Schwingspule 48 mm Ø, Magnet 120 mm Ø, Korb-Ø 272 mm, Front mit Schaumstoffdichtung 307 mm Ø.

Best.-Nr. 0701208 ..... 108,00 DM

Zierblende:

Schwarz, Innen-Ø 271 mm, außen: 311 x 311 mm:

Best.-Nr. 0701217 ..... 5,25 DM

### „RENKFORCE“

#### HiFi-Frequenzweichen DIN 45500:

Bestückt mit hochwertigen Bauteilen, Epoxyd-Platine, gedruckte Schaltung mit Lötanschlüssen, eindeutige Anschlußbelegung. Hohe Belastbarkeit, ausgezeichnetes Preis-/Leistungsverhältnis:

2 Wege, Übergang 2760 Hz, 6 dB/Oktave, 8 Ohm, 120 Watt

Best.-Nr. 0701663 ..... 8,75 DM

3 Wege, Übergang 600/3800 Hz, 6 dB/Oktave, 8 Ohm, 130 Watt

Best.-Nr. 0701672 ..... 14,75 DM

3 Wege, Übergang 1280/3300 Hz, 12 dB/Oktave, 8 Ohm, 200 Watt (Anschlußmöglichkeit für Pegelanzeige!)

Best.-Nr. 0701681 ..... 23,80 DM

4 Wege, Übergang 430/1850/5400 Hz, 12 dB/Oktave, 8 Ohm, 200 Watt (Anschlußmöglichkeit für Pegelanzeige!)

Best.-Nr. 0701850 ..... 29,80 DM

Best.-Nr. 0701850 ..... 29,80 DM



Kennen Sie unsere bequemen Teilzahlungsmöglichkeiten ab 250,— DM Auftragswert?

Wir liefern auch mit Anzahlung von 10% per NN, 10 Monatsraten Zinsaufschlag von 0,7% (eff. Jrsz. 16,2%) pro Monat, keine weiteren Kosten. 3 Monatsraten mit 25% Anzahlung ohne Aufschlag. Keine größeren Formalitäten: Angabe von Geburtsdatum und Beruf genügen!



Postfach 5320  
33 Braunschweig  
Telefon (0531)  
87 62-111  
Telex 952 547



eine Gehäusehöhe von 140 Zentimetern vorgab.

Die Schallwand für Mittel- und Hochtöner ist um 22 Grad zum Hörer hin angewinkelt, um die bei großen Lautsprechern unschöne Schrägstellung der gesamten Box zu vermeiden. Durch die sehr enge Anordnung der Zeilen zueinander wird das Gehäuse nur 41,5 Zentimeter breit und wirkt daher noch sehr gut proportioniert. Baß- und Mitteltonteil arbeiten nach dem Prinzip des geschlossenen Gehäuses. Und zwar beim Baßteil mit einer Gesamtgüte von 0,7, was zu einem sanft abfallenden Baß mit Butterworth-Charakteristik führt, und beim Mitteltonteil mit einer Güte von 0,5, die einer Filterfunktion mit kritischer Dämpfung entspricht — also der mit dem besten Ein- und Ausschwingverhalten.

#### 4 mal 20 ist 38

Die Entwickler der Vifa MCS 1 lassen in dieser Box vier Baßchassis vom Typ 21 WN 180 zum Einsatz kommen. Dieser 20 cm große Lautsprecher hat die günstigsten Parameter für den Einsatz in geschlossenen Gehäusen. Die Eigenresonanz liegt mit 29 Hertz für einen Baß dieser Größe sehr niedrig. Der Korb besteht aus Magnesiumguß und hat stabile, verrippte Stege. Die Membran ist zur Dämpfung von Partialschwingungen mit einem Beschichtungsmaterial überzogen. Jeder einzelne der eingesetzten vier Lautsprecher hat eine wirkungsvolle Membranfläche von 224 cm<sup>2</sup>,

was einer Gesamtfläche von etwa 900 cm<sup>2</sup> entspricht. Nur ein 38 cm großer Baßlautsprecher hätte hier mithalten können.

#### Alle Neune

Im Mitteltonbereich verrichtet der aus dem Modell Vifa Signal bekannte Typ M 110 seinen Dienst (elrad extra 3). Diesmal allerdings von acht seiner Kollegen tatkräftig unterstützt. Die Gründe für eine derart hohe Anzahl von Mitteltönern sind bereits zu Anfang erklärt worden. Dieser Mitteltöner von nur 10 cm Durchmesser hat mit 115 Hertz eine erstaunlich niedrige Eigenresonanz. Durch die enge Anordnung der neun Systeme sinkt die Eigenresonanz noch weiter. Daher ist der Einsatz bereits ab 250 Hertz möglich.

Weitere Besonderheiten des M 110 sind der weite Übertragungsbereich bis 8000 Hertz, der Korb aus Magnesiumguß, ein Doppelmagnetsystem mit großer Tauchtiefe und eine Langhubschwingspule. Ein durchbohrter Polkern verhindert Kompressionseffekte hinter der Staubschutzkalotte. Nur 3,4 Gramm bewegte Masse versprechen ein gutes Impulsverhalten dieses Mitteltöners, dessen Membran wie die des Baßchassis beschichtet ist. Bleibt nur noch zu erwähnen, daß die Gesamtfläche der neun Mitteltöner immerhin der eines 25 cm großen Chassis entspricht.

Vier Hochtöner vom Typ Vifa HT 198 sorgen in der MCS 1 dafür,

daß die Höhen nicht zu kurz kommen. Der HT 198 entspricht im we-

#### Dreizehn und vier

sentlichen dem Typ HT 190, verfügt aber durch einen zweiten Magneten über einen höheren Wirkungsgrad. Eine 19-mm-Kalotte aus Supranyl mit hoher innerer Dämpfung strahlt die Signale über eine kleine Schallführung ab. Erst jenseits der Hörgrenze — bei ca. 23 kHz — endet der Übertragungsbereich des Hochtöners.

#### Einfach und sehr sauber

Als die ersten Meßreihen im Labor abgeschlossen waren, zeigten sich bereits die Vorteile des Multisystems. Größere Unregelmäßigkeiten im Frequenzgang waren nicht mehr erkennbar. Dieser Umstand ließ eine vorteilhafte und wenig aufwendige Frequenzweichenschaltung zu. Die Weiche ist frei von sogenannten Schaltungskniffen wie Sperr- oder Saugkreisen, die eigentlich immer nur die Aufgabe haben, mechanische oder elektrische Fehler eines Lautsprechers leiser zu machen — aber eben nur leiser. Besser ist es, die Chassis sorgfältig auszuwählen und die Weiche wirklich nur für die Abgrenzung der Frequenzbereiche einzusetzen. In der vorliegenden Schaltung sind ausschließlich Filter mit Flankensteilheiten von 6 und 12 dB pro Oktave eingesetzt worden.

„Wir sind die ständigen Glaubenskriege leid!“ haben die Vifa-Ent-



#### Lautsprechervertrieb GmbH stellt ein neues Produkt vor

Unter dem Namen techniko wurden von einer kleinen Gruppe versierter Techniker + Designer Lautsprecher entwickelt, die von Fachleuten der Branche in die High End Klasse eingestuft werden.

Es handelt sich im einzelnen um Lautsprecherboxen + Bausätze, die zum großen Teil von der jahrelangen Zusammenarbeit mit dem Hause scanspeak gmbh deutschland profitieren.

Das Know-how der Entwickler, die paarweise Selektion der Chassis und Weichenbauteile sowie das Aussuchen der Hölzer für die Gehäuse, garantieren, daß die Klangvorstellung der techniko-Entwickler voll erfüllt wird.

Zur Abrundung erhalten die „Meisterwerke in Musik“ den letzten Schliff bei der Gehäusebearbeitung.

Mehr erfahren Sie bei

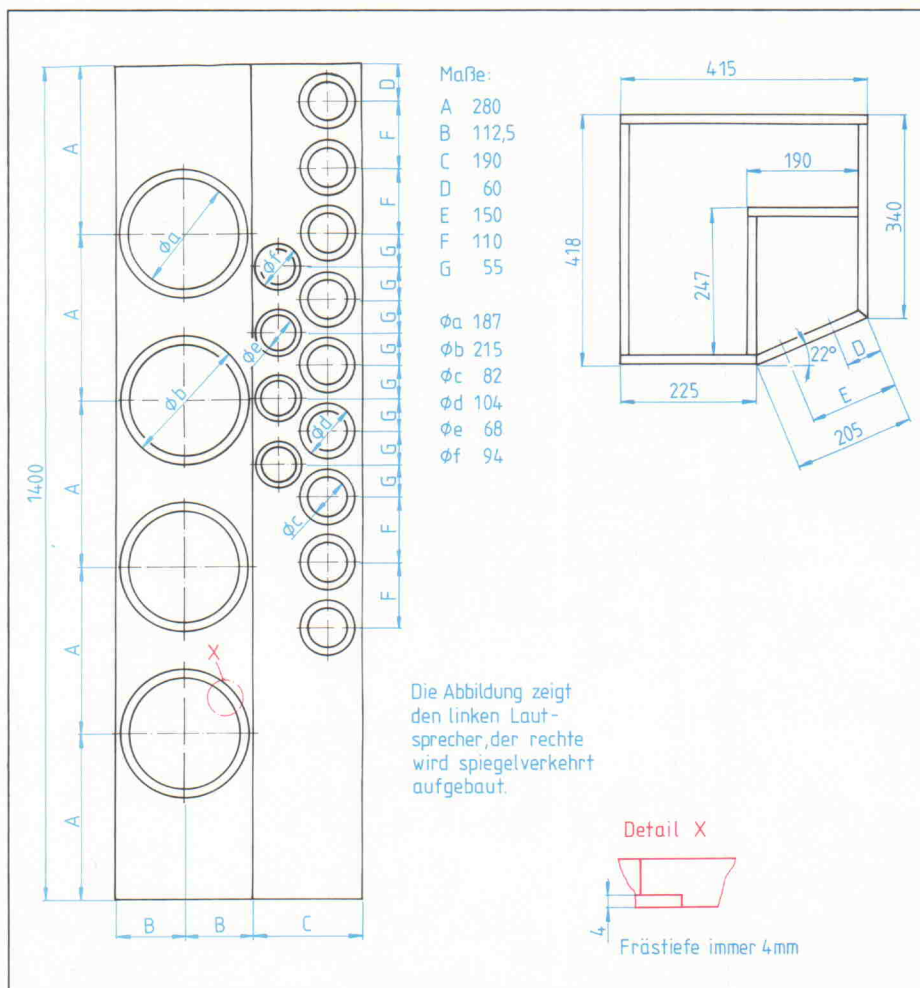
techniko elektrotechnik + electronic vertrieb gmbh  
postfach 30 04 66, 5060 bergisch gladbach 1

scanspeak lautsprecher vertrieb gmbh  
in der auen 88, postfach 30 04 66, 5060 bergisch gladbach 1  
oder in der Zeit vom 6. 9. — 9. 9. 1986 auf der AUDIO '86  
in Essen, „Ausstellung Hifi Boxen selbstgebaut“, Raum E/C

**techniko**  
elektrotechnik + electronic vertrieb gmbh







wickler wohl geseufzt, als sie den Entschluß faßten, die Frequenzweiche in zwei Versionen anzubieten. Für den Normalverbraucher die Standardausführung und für den Perfektionisten das Kupfergrab. Dabei verspricht schon die einfachere Ausführung mit einer Ferrit-spule und einem Elko im Baßzweig ein sehr gutes klangliches Ergebnis. Die andere Ausführung ist für den Liebhaber großvolumiger Weichen gedacht, dem nur das Beste gut genug ist und der seine Weichen auch gerne mit dem Auge betrachtet. Denn die Bestückung mit einer großen Trafokernspule im Baßbereich, mit dickdrahtigen Luftspulen und Folienkondensatoren ist nicht nur klanglich vorzüglich, sondern auch eine Augenweide. Das korrekte Zusammenschalten der einzelnen Systeme geht aus dem abgebildeten Weichenschaltbild hervor. Man erkennt sofort, daß die Anzahl der Reihen- und Parallelschaltungen gleich ist. Dadurch bleiben die ur-

HiFi-Boxen selbstgemacht

sprünglichen Impedanzen der einzelnen Systeme erhalten.

### Nichts für den Küchentisch

Der Aufbau des Gehäuses ist kein Anfängerprojekt. Die teilweise angewinkelte Schallwand und die benötigten paßgenauen Ausfräsungen für 17 Lautsprecher sind Schwierigkeiten, die einen Schreiner oder zumindest einen sehr versierten Bastler mit gut ausgerüsteter Werkstatt erforderlich machen. Das Gehäuse wird aus 19 Millimeter dicken MDF-Platten aufgebaut. Aus dem abgebildeten Gehäuseplan sind die benötigten Einzelteile ersichtlich. Wichtig ist vor allem der spiegelbildliche Aufbau der linken und rechten Box, wobei die Mitteltöner nach innen anzuordnen sind. Die Abbildung zeigt also die linke Box. Wer keinen guten Schreiner in der Nähe hat, kann natürlich auch Fertiggehäuse beziehen.

**FOCAL SYSTEMES**

**KIT 200**  
Elegante Zweiwege-Standbox, brillant-voll, hervorragend. Hervorragendes räumliches Auflösungsvermögen durch schmale Schallwand und enge Position der Chassis.

Paarpreis DM 650,00 \*  
kpl. mit Fertigweiche.

Gehäusekits oder Fertiggehäuse auf Wunsch.  
\* unverb. Preisempfehlung

**Das Forum für engagierte Audiophile.**  
Bisher erschienen Heft 1, 2 und 3.  
Mit Tips, Modifikationen, Boxentests, Insider-Projekten. Probeexemplar und weitere Infos zum Focal-Club gegen DM 7,00 (Briefmarken, Scheck)

**Clubhändler**  
 2000 Hamburg: Open Air - Rentzelstr. 34 Tel. 040-445810  
 3451 Heinseln, SAD - Hauptstr. 5 Tel. 05335-328  
 4000 Düsseldorf: ACP-Laden Frey - Steinstr. 28 Tel. 0211-328170  
 4100 Duisburg: Klein aber Fein Tonhallenstr. 49 Tel. 0203-29888  
 4300 Essen: Audio Design: Kurlfurststr. 53 Tel. 0201-277427  
 4400 Münster: HiFi Sound Lautsprecher - Jüdelfelderstr. 35  
 4600 Dortmund: Lautsprecher Hubert - Borsigstr. 65  
 Tel. 0231-811227  
 4600 Bochum: Klangbau - Breite Str. 23 Tel. 0521-64640  
 Tel. 0234-301166  
 4630 Bochum: Hifi Corner - Blessestraße 28 Tel. 05241-29888  
 Tel. 0234-301166  
 4800 Bielefeld: Hifi Corner - Blessestraße 28 Tel. 05241-29888  
 4800 Bielefeld: Kirchhoff Elektronik S. - Auf der Freiheit 2  
 4900 Herten: Kirchhoff Elektronik S. - Auf der Freiheit 2  
 Tel. 05221-15394  
 5000 Köln: AS Soundtechnik - Kamekestr. 2-8 Tel. 0221-561693  
 5100 Aachen: Klangpyramide - Karlsgraben 35 Tel. 0241-35206  
 5100 Wuppertal: Pink Noise - Karstr. 54 Tel. 0202-443476  
 5600 Wuppertal: Roseler - Obere Mühle 28 Tel. 02371-27861  
 5860 Iserlohn/Main: Auditorium 23 - Gabenberger Str. 23  
 6000 Frankfurt/Main: Sound & Design - Birkenstr. 65 Tel. 06121-841616  
 Tel. 069-465202  
 6200 Wiesbaden: Tonfabrik - Dagobertsstr. 2 Tel. 06131-235795  
 6300 Mainz: Musik + Design - Ploek 75 Tel. 06221-163553  
 6800 Mannheim: Musik + Design - Ploek 75 Tel. 06221-163553  
 6900 Heidelberg: LS-Laden Schwarz - Rich.-Wagner-Str. 65  
 Tel. 0631-63355  
 6750 Kaiserslautern: Lautsprecherladen - Hermann-Kurz-Str. 17  
 Tel. 07121-34052  
 7410 Reutlingen: Membran - Kreutzstr. 21 Tel. 07121-661068  
 7500 Karlsruhe: Heinkelmann - Michstr. 3 Tel. 071-33252  
 7800 Freiburg: Audiophil-GmbH - Implerstr. 14 Tel. 089-7256624  
 8000 München: Audio Essence - Mittelstr. 51 Tel. 089-66985  
 8600 Bamberg: Audioladen - Val-Becker-Str. 8 Tel. 0931-51289  
 8700 Würzburg: Audioladen - Val-Becker-Str. 8 Tel. 0931-51289

**Focal-Vertrieb, Manfred Zoller**  
Dantestraße 47, 6900 Heidelberg  
Telefon 06221 / 162338



**Celestion Trigon 10**







# Eckensteher

Die Trigon 10 ist eine reine Subbaßbox, die speziell für die Tiefbaßerweiterung der bekannten Celestion Ars Nova entwickelt wurde. Aber auch andere Boxen können mit diesem Subwoofer 'unterkellert' werden.

Ungewöhnlich ist die Form der Trigon 10. Ihre asymmetrisch dreieckige Grundfläche verbannt die Box geradezu in die Zimmerecke, wo sie wenig Platz beansprucht und sich optisch und akustisch gut in den Wohnraum einliedert.

Das Konzept der Trigon 10 ist so ausgelegt, daß zu einem Paar Ars Nova (oder ähnlicher Boxen) ein zusätzliches Paar Subwoofer auf einfache Weise zugeschaltet wird. Bei der Ars Nova geschieht das durch phasenvertauschtes Parallelschalten. Dabei sollte die Ars Nova unbedingt freistehend auf Ständern betrieben werden — nicht auf der Baßbox. Nur so werden beste Ergebnisse erreicht. Bei Kombinationen mit anderen Boxen muß die beste Wiedergabe eventuell durch Hörversuche herausgefunden werden.

Die Trigon 10 ist weder als Sound-Kanone gedacht, noch als Disco-Subwoofer ausgelegt, sondern als sinnvolle Ergänzung zu kleinen Hi-Fi-Lautsprechern.

Die Gesamt-Frequenzkurve des Subwoofers in Verbindung mit der Ars Nova zeigt einen Frequenzgang, welcher der Regelcharakteristik eines Baßreglers am Stereoverstärker entspricht. Dadurch ist es möglich, auf einfache Weise eine überbetonte Baßwiedergabe durch Verstellen dieses Reglers zu kompensieren, ohne einen verbogenen Frequenzgang hinnehmen zu müssen.

## Passivmembran

Der erste Eindruck beim Betrachten der Trigon 10 täuscht. Nur ein

Chassis arbeitet in diesem Subwoofer als Treiber. Das zweite 'System' ist eine Passivmembran, sozusagen ein Lautsprecher ohne antreibende Schwingspule und ohne Magnet.

Damit steht dieses Konzept auf der Schwelle zwischen geschlossenen Boxen und Baßreflexsystemen. Geschlossen ist die Box zweifellos — die Funktion der schwingenden Luftsäule im Reflextunnel übernimmt die vom Luftvolumen der Box angetriebene, mitschwingende Passivmembran, von Celestion als ABR (Auxillary-Bass-Radiator) bezeichnet.

## Bausatz mit Profil

Jedem Chassis-Bausatz der Trigon 10 sind zwei kleine Hölzer von unschätzbarem Wert beigelegt. Es handelt sich dabei um die Profilleisten aus Hartholz, die die beiden spitzwinkligen Kanten der Box bilden. Die Frontplatte findet in dem rechtwinklig ausgefrästen Falz dieser Leisten ihren Platz. Angst vor der großen Raspel ist also unbegründet!

Wer beim weiteren Betrachten der Baupläne nun noch über die Ausfräsungen in der Frontplatte stolpert, der sei auch hier beruhigt: Die Frontplatte läßt sich genauso gut aus zwei miteinander verleimten Sperrholzplatten von 12 mm und 6 mm Stärke herstellen, wobei



# Technische Daten

## Trigon 10

Prinzip	geschlossenes Gehäuse mit Passivmembran
Belastbarkeit	100 W
Impedanz	4 Ohm
Kennschalldruck	90 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenz	150 Hz
Volumen (innen)	ca. 70 l
Außenmaße	Höhe 698 mm Breite 690 mm Tiefe 430 mm
Entwickler	Celestion / Stauber
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 600,- DM

# Stückliste

## Trigon 10

### Chassis

Tieftöner	PL 10 (Bextrene-Membran)
oder wahlweise	PC 10 (Faserkonus)
Passivmembran	ABR 2501

### Sonstiges (im Bausatz enthalten)

Lautsprecheranschlußbuchsen	4 St.
Befestigungsklammern*	8 St.
Einschlagmutter	8 St.
Inbusschrauben	8 St.
Unterlegscheiben	8 St.
Profilleisten	
Dämmwatte	

\* Löcher auf 5 mm aufbohren

### Dämmmaterial

Aus der mitgelieferten Polyesterwatte folgende Stücke schneiden:

Boden u. Deckel	4 St. ca. 50 x 30 x 60 cm (dreieckig)
gr. Rückwand	1 St. ca. 60 x 66 cm
kl. Rückwand (Seitenteil)	1 St. ca. 40 x 66 cm
Schallwand	2 St. ca. 25 x 25 cm

Vom Autozubehörhandel:

Selbstklebende Antidröhnplatten z.B. Carlofon ST 1, 2 mm stark, zum Beschichten der Innenflächen der Box	4 St. ca. 50 x 50 cm (in passende Stücke schneiden)
--	---

### Frequenzweiche (im Bausatz enthalten)

Spulen	
L1	12 mH
L2	5 mH
Kondensatoren C1,2,3	68 µF

### Holz- und Gehäuseteile

13fach verleimtes finnisches Birken-sperholz, 18 mm stark

a) Schallwand	1 St. 680 x 660 mm
b) Rückwand	1 St. 560 x 660 mm
c) Seitenteil	1 St. 350 x 660 mm
d) Oberteil	1 St. 690 x 430 x 815 mm (dreieckig)
e) Unterteil	1 St. 690 x 430 x 815 mm (dreieckig)
f) Brettchen	1 St. 100 x 200 mm
g) Brettchen	1 St. 190 x 170 mm
Vierkantleisten 25 x 25 mm	
h)	3 St. 660 mm
i)	2 St. 550 mm
k)	2 St. 265 mm
l)	2 St. 490 mm

men und schrauben (siehe Zeichnung).

- Den Ausschnitt für die Buchsenplatte mit dem dafür vorgesehenen Brettchen f (100 x 200 mm) von innen verschließen, leimen und schrauben. Vier Löcher für die Anschlußbuchsen bohren.
- Große und kleine Rückwand (Seitenteil) zusammensetzen, verleimen und verschrauben.
- Selbstklebende Antidröhnplatten auf Rückwände und Schallwand kleben. Evtl. mit Kammzwecken (Flachkopfnägel o.ä.) helfen. Die Innenflächen von Deckel und Boden werden auf gleiche Weise nach dem Zusammenbau der Box beschichtet.
- Front mit der Außenfläche auf den Tisch legen. Vorbereitetes Rück- und Seitenteil aufsetzen, verleimen und verschrauben.
- Oberteil und Unterteil mit dem soweit fertigen Korpus verleimen und verschrauben.
- Überstehende Ecken abrunden.

Bei Verwendung des empfohlenen Holzmaterials — dreizehnfach verleimtes finnisches Birkensperholz (18 mm Stärke) — kann man die naturbelassene Oberfläche auf einfache Weise veredeln:

Nach dem Zusammenbau der Holzteile läßt man den Leim aushärten. Dann wird mit 80er Schleifpapier grob vorgeschliffen und danach mit 280er feingearbeitet und die Box vom Schleifstaub gereinigt.

Wenn die Box schön glatt ist, wird sie mit Holzbeize im gewünschten Farbton gebeizt. Nach dem Trocknen der Beize erfolgt ein leichter Zwischenschliff mit 280er Schleifpapier. Danach muß man mit Schnellschliffgrund grundieren (geht mit einem breiten Flachpinsel). Nach dem Trocknen mit 280er Schleifpapier leicht nachschleifen und wieder reinigen.

Als nächster Arbeitsgang wird eine Patinierfarbe in dem gewünschten Farbton gleichmäßig aufgetragen. Zum Schutz wird abschließend ein glänzender oder matter farbloser

dann die größeren Ausschnitte in die dünnere Platte gesägt werden.

Danach werden die Bohrungen und die Einschlagmutter für die Lautsprecherbefestigungen angebracht sowie die Löcher für die Buchsen der Frontgrill-Fixingstuds gebohrt, falls die Befestigung eines Frontgrills vorgesehen werden soll. Auch der Ausschnitt für die Buchsenplatte an der Rückwand erfolgt schon jetzt.

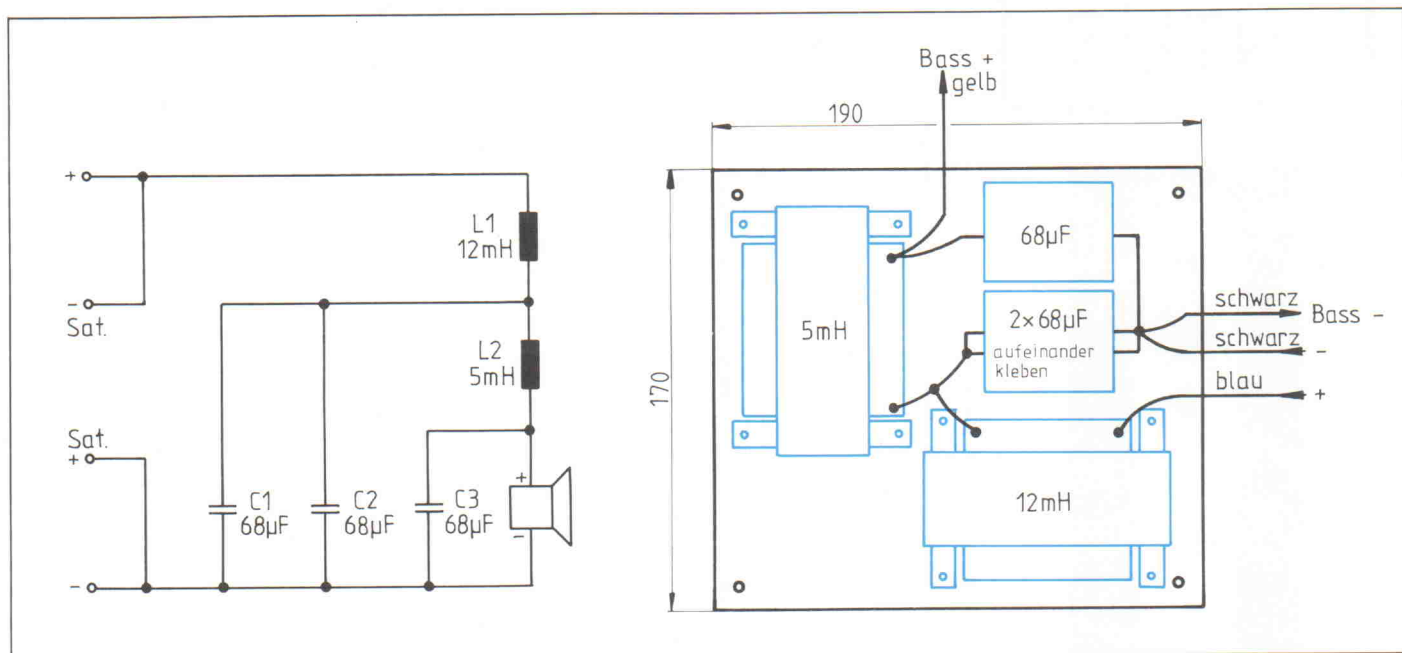
Der Zusammenbau der Teile läßt sich in wenigen kurzen Sätzen beschreiben:

- Zwei Leisten h (660 mm) an die mitgelieferten Hartholzprofile nach Zeichnung anleimen und verschrauben.
- Hartholzprofile an die Frontplatte nach Zeichnung anleimen und durch die Vierkantleisten von hinten anschrauben.

Die Kanten der Frontplatte, welche in die Profile geleimt werden, vorher brechen, damit besserer Sitz erreicht wird.

- Leisten i (550 mm) an Rückseite der Frontplatte oben und unten anleimen und verschrauben (siehe Zeichnung).
- Eine Leiste h (660 mm) und zwei Leisten l (490 mm) an die große Rückwand anleimen und verschrauben (siehe Zeichnung).
- Zwei Leisten k (265 mm) an kleine Rückwand (Seitenteil) anleimen





Schlußlack aufgesprüht. Wenn keine Spritzpistole vorhanden ist, kann man eine Sprühdose verwenden.

Das Birkensperrholz bekommt, wenn sorgfältig gearbeitet wird, auf diese Weise auch ohne Furnier ein sehr wertvolles, handwerklich schönes Aussehen.

### Bleibt noch die Elektrik...

- Lautsprecherterminals (Lautsprecheranschlusklemmen) wie vorgesehen in Rückwand einbauen.
- Weiche laut Schaltbild und Zeichnung aufbauen (Brettchen g 190 x 170 mm).

— Weiche in Box einbauen und am Bodenteil verschrauben. Zuleitungen zur Weiche an Anschlußklemmen verlegen und anlöten. Ausgang für Satellitenbox anschließen.

— Polyesterwatte an den Innenwänden anbringen, evtl. etwas anheften.

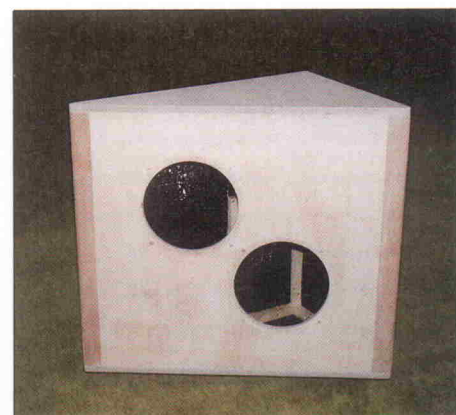
— Baß einbauen und anschließen. Auf richtige Polung achten. ABR einbauen. Auf Luftdichtigkeit der Box achten.

### ...und die Optik

Eine Frontverkleidung kann durch Anfertigen eines Bspannrahmens aus Holzleisten 40 x 15 mm und Bspannen mit geeignetem Lautspre-

cherbespannstoff hergestellt werden.

Eine andere Möglichkeit ist, die beiden Systeme (Baßtreiber + ABR) mit 10-Zoll-Lautsprechergittern abzudecken.



NEUTRIK AG  
Measuring Object

Celestion  
Trigon 10  
Ars Nova

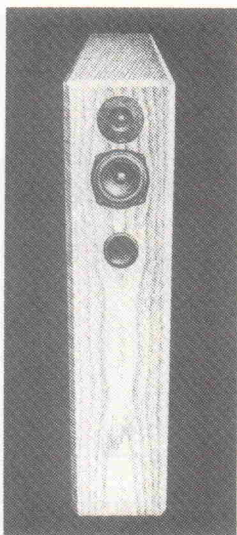
Rec No.:  
Date: 28.6.86

Sign:

Type 3351



# INTUs



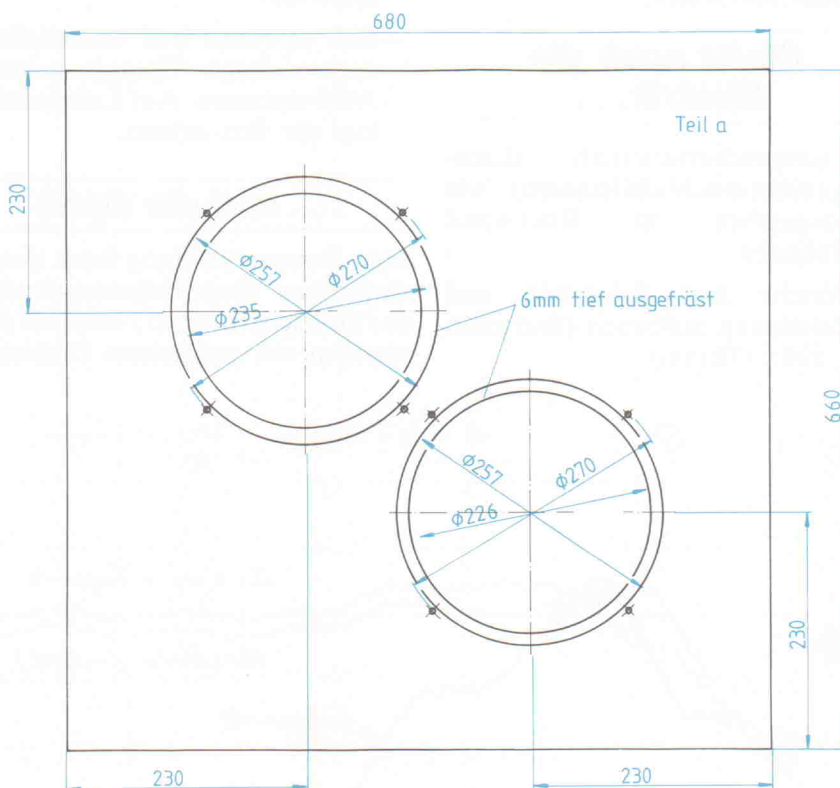
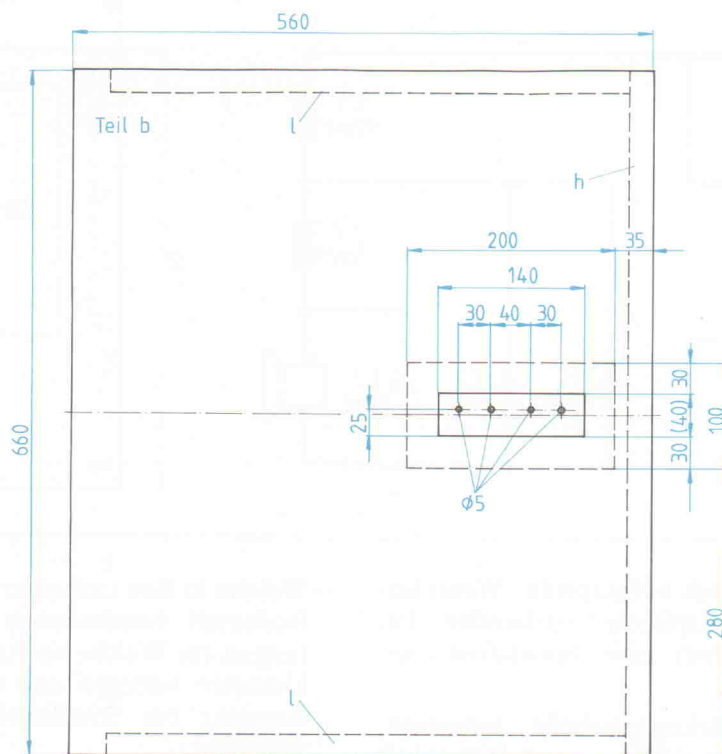
**DM 798.- incl. Fertiggehäuse**  
(unverbindl. Preisempfehlung pro Stück)

1000 Berlin 44, Boxen-Gross, Maybachufer 14/15,  
Tel. (0 30) 6 24 60 55  
2000 Hamburg 20, Der Lautsprecher-Fuchs GmbH,  
Weidenstieg 16, Tel. (0 40) 4 91 82 75  
2800 Bremen 1, Pro Audio GmbH, Am Wall 45,  
Tel. (0 421) 1 48 74  
2848 Vechta, Ton & Technik, Große Str. 13  
Tel. (0 44 41) 44 33  
3500 Kassel, LS-Laden, Friedrich-Ebert-Str. 137,  
Tel. (05 61) 77 06 66  
4000 Düsseldorf 1, MDL, Charlottenstr. 49,  
Tel. (02 11) 36 22 89  
4300 Essen, Audio Design GmbH & Co KG,  
Kurfürstenstr. 53, Tel. (02 01) 27 74 27  
4500 Osnabrück, Ton & Technik, Lohstr. 2,  
Tel. (05 41) 2 96 94  
4600 Dortmund, Lautsprecher Hubert GmbH,  
Borsigstr. 65, Tel. (02 31) 81 12 27  
4630 Bochum, Lautsprecher Hubert GmbH,  
Wasserstr. 172, Tel. (02 34) 30 11 66  
4800 Bielefeld, Klangbau, Breitestr. 23,  
Tel. (05 21) 6 46 40  
5000 Köln 1, Matzker & Engels GmbH,  
Jülicherstr. 22, Tel. (02 21) 23 75 05  
5100 Aachen, Klang Pyramide, Karlsgraben 35,  
Tel. (02 41) 3 52 06  
6000 Frankfurt/M. 60, Auditorium 23,  
Gabelsbergerstr. 23, Tel. (0 69) 46 52 02  
6908 Wiesloch, Audio Design GmbH,  
Heilrichsgärten 2, Tel. (0 62 22) 25 40  
7000 Stuttgart 1, Radio Dräger, Sophienstr. 21,  
Tel. (07 11) 60 86 56  
7340 Geislingen/Stg., Das Musikhaus,  
Heidenheimerstr. 1, Tel. (0 73 31) 4 44 04  
7521 Kronau, Audio Design GmbH, Schulstr. 3,  
Tel. (0 72 53) 72 60  
8000 München 70, Audiophil GmbH, Implerstr. 14,  
Tel. (0 89) 7 25 66 24  
8900 Augsburg, HiFi-Laden, Schiöblerstr. 3,  
Tel. (08 21) 42 11 33  
Vertrieb Schweiz:  
CH-9472 Grabs, Obi Elektronik GMU,  
Fabrikstrasse, Tel. (00 41 85) 7 38 41

# PROCLUs<sup>®</sup>

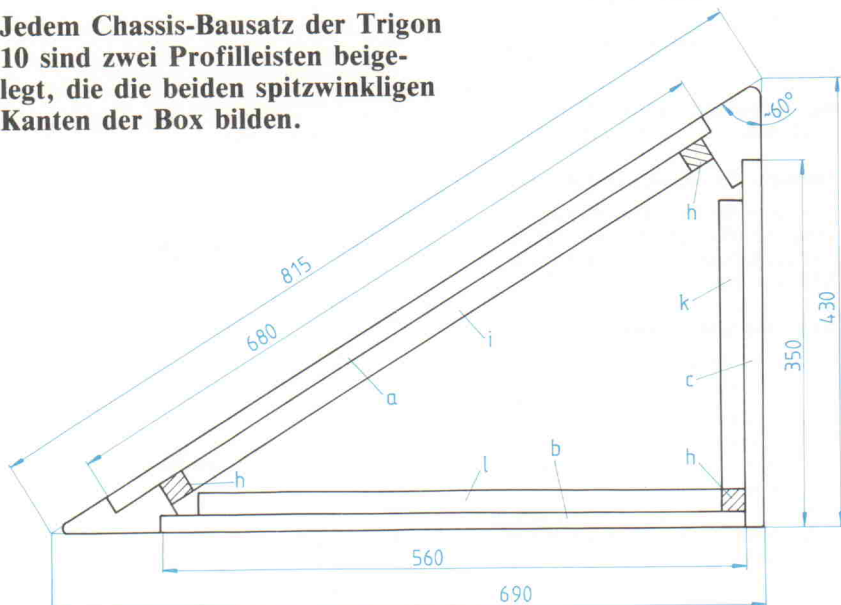
Dr. Hubert GmbH · Im Westenfeld 22  
D-4630 Bochum · Tel. (02 34) 70 46 13

## Celestion Trigon 10





Jedem Chassis-Bausatz der Trigon 10 sind zwei Profileisen beigelegt, die die beiden spitzwinkligen Kanten der Box bilden.



## Ars Nova II

Die Trigon 10 ist speziell für die Tiefbaßerweiterung der Ars Nova entwickelt worden. Diese Box wurde im letzten Sonderheft extra 3 vorgestellt. Inzwischen konnte auch die Ars Nova noch weiter verbessert werden:

Um die Steifigkeit des Gehäuses zu erhöhen, wurde ein inneres Verstrebungsteil eingebaut. Diese Maßnahme setzt die Frequenz der Gehäuseresonanz herauf, während gleichzeitig die Intensität der Resonanz verringert wird.

Eine neue Hochtontkalotte aus einer speziellen Leichtmetall-Legierung bewirkt eine Wirkungsgradverbesserung um 2 dB. Ihr verbessertes Verhältnis von Steifigkeit und Gewicht hat außerdem zur Folge, daß die Systemresonanz bei 23,5 kHz liegt und weniger ausgeprägt ist als bei der Kupferkalotte. Deshalb kann auf das Notch-Filter verzichtet werden, wodurch drei Bauteile im Signalweg des Hochtöners entfallen.

Die PVC-Randeinspannung des Baßchassis war ausgezeichnet geeignet, stehende Wellen speziell im kritischen Grund- und Mitteltonbe-

reich durch ideale Bedämpfung zu verhindern, und war damit der Hauptgrund für die klare Mittenwiedergabe. Der Nachteil jedoch — bewirkt durch die Steife der PVC-Einspannung — war ein langsameres Ansprechen und dadurch ein Mangel an Lebendigkeit im Baßbereich.

Mit der Entwicklung einer Composit-Einspannung, deren äußerer Teil aus Gummi und deren innerer Teil aus PVC ist, wurde das Richtige gefunden. Die größere Flexibilität des Gummis läßt den Lautsprecher schneller auf Impulse im Baßbereich reagieren. Das Resultat ist bessere Artikulation und Impuls-wiedergabe, während das PVC wie vorher für die Dämpfung stehender Wellen sorgt.

Auch die Schwingspule wurde mit dem Ziel einer niedrigeren Induktivität bei schnellerem Ansprechen und längerem Hub neu entwickelt.

Die Befestigung des Baß-Mitteltonsystems auf der Schallwand wurde ebenfalls verbessert. Das alte System wurde mit der Aluminium-Zierplatte auf der Schallwand festgehalten. Bei der Ars Nova II wird das Baßsystem, das einen neuen Alugußkorb erhalten hat, mit vier

**HIFI-BOXEN + BAUSÄTZE**  
DIREKT VOM HERSTELLER

TEST STEREOPLAY 100% Klang gut - SEHR GUT Qualität SEHR GUT Preis-Leistungs-Verhältnis SEHR GUT

Unsere Schnellbausätze enthalten alle Einzel- und Kleinteile einschließlich vorgelötetem Gehäuse!

**220**  
Hochwertiges 2-Wege-Bassreflex-System, 165-mm-Langhub-Bass, 1"-Kalotte mit FXD-Magnet, Sattel-Bass und brillante Hochtöner. Gehäuse in Schwarz, Weiß oder Eiche. H x B x T: 465 x 230 x 270 mm. 4 Ohm, 30-24000 Hz. 100/80 Watt.  
**Schnellbausatz BS 220 DM 174,- Fertigversion BF 220 DM 219,-**

**200**  
Aufwendige Satelliten-Box, kräftiger Bass, 165-mm-Langhub-Bass, 1"-Kalotte mit FXD-Magnet, Sattel-Bass und brillante Hochtöner. Gehäuse in Schwarz, Weiß oder Eiche. H x B x T: 295 x 200 x 200 mm. 4 Ohm, 50-24000 Hz. 100/80 Watt.  
**Schnellbausatz BS 200 DM 149,- Fertigversion BF 200 DM 178,-**

**150**  
Kompromissloser Stereo-Subwoofer, pro Kanal ein 200-mm-Langhub-tiefentonsystem, 60-lte Gehäusevolumen 22 mm Gehäuse-stärke, mächtiger Tiefbass. Gehäuse in Schwarz, Weiß oder Eiche. H x B x T: 450 x 450 x 450 mm. 4 Ohm, 20-50 Hz. 2 x 100/60 Watt.  
**Schnellbausatz BS 150 DM 329,- Fertigversion BF 150 DM 398,-**

**1200**  
1 x Subwoofer 150 + 2 x Satelliten 200 zum geringsten Paketpreis.  
**Schnellbausatz BS 1200 DM 598,- Fertigversion BF 1200 DM 736,-**

Alle Bausätze auch ohne Holz lieferbar. Preise = Stückpreise. Wir als Hersteller beileihen Sie direkt per Nachnahme oder über unsere Studios in Solingen und Dortmund.

**Fordern Sie unseren vollständigen Katalog an!**  
Bestelladresse + Verkaufsstudio I: 5559 Solingen 1, Konrad-Adenauer-Straße 11, Tel. 02 12/1 80 14.  
Verkaufsstudio II: 4600 Dortmund 1, Hamburger-Straße 57, Tel. 02 31/ 52 84 17

Osterreich: TARGET Tel. 05 22/ 215 29  
Schweiz: HOBBYTRONIC Tel. 034/ 23 1500

**mivoc**



## Technische Daten

### Ars Nova II

Prinzip	2-Wege-System, geschlossenes Gehäuse
Belastbarkeit	100 W
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	86 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenz	2,8 kHz
Volumen (innen)	ca. 12 l
Außenmaße	Höhe 400 mm Breite 230 mm Tiefe 240 mm
Entwickler	Celestion / Stauber
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 460,- DM

Schrauben auf der Schallwand befestigt, was eine bessere akustisch-mechanische Verbindung mit dem Gehäuse bewirkt.

Die Veränderungen an Baß und Hochtöner machten es notwendig, die Übergangsfrequenz der Weiche auf 2,8 kHz festzulegen. Dabei wurde der Hochpaß von einem Filter zweiter Ordnung zu einem dritter Ordnung, was zudem den Stereo-Hörbereich in vertikaler Richtung erweitert.

Bei der alten Version wurde empfohlen, eine Antidröhnmasse, z.B. Bostic 6043, in das Gehäuse zu spachteln und darauf den Spannfalz und die Luftpolsterfolie zu kleben. In einigen Fällen hat die Antidröhnmasse durch länger anhaltende Ausdünstungen des darin enthaltenen Lösungsmittels Schwierigkeiten bereitet. Das wurde durch

## Stückliste

### Ars Nova II

#### Chassis

Baß/Mitteltöner	LPH 6 II
Hochtöner	LPH 6 II

#### Sonstiges (Im Bausatz enthalten)

Zierplatte für Baß, Einschlagmutter, Inbusschrauben, Schrauben, Scheiben, Anschlußklemmen, Luftpolsterfolie, BAF-Wadding

#### Holz- und Gehäuseteile

13fach verleimtes finnisches Birken-sperrholz, 18 mm stark

a) Schallwand	1 St. 194 x 364 mm
b) Rückwand	1 St. 194 x 364 mm
c) Seitenteile	2 St. 240 x 400 mm
d) Teile oben + unten	2 St. 240 x 230 mm
e) Versteifungsteil	1 St. 194 x 364 mm
f) Bretchen	1 St. 70 x 144 mm

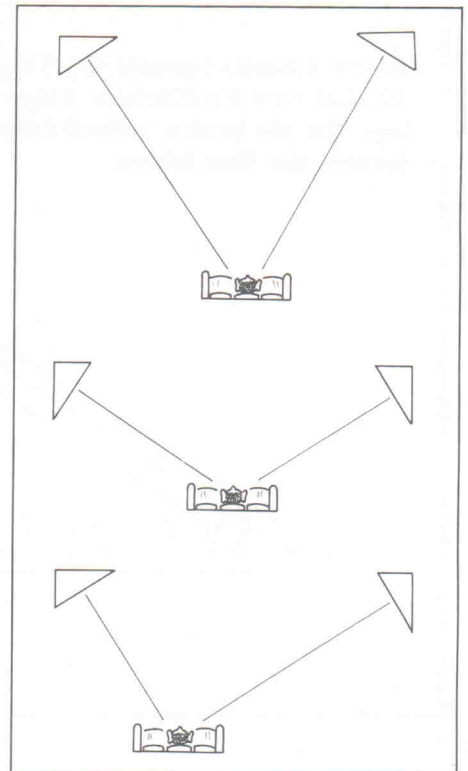
Vierkantholzleisten 20 x 20 mm

g)	4 St. 90 mm
h)	4 St. 194 mm
i)	4 St. 56 mm
k)	2 St. 324 mm

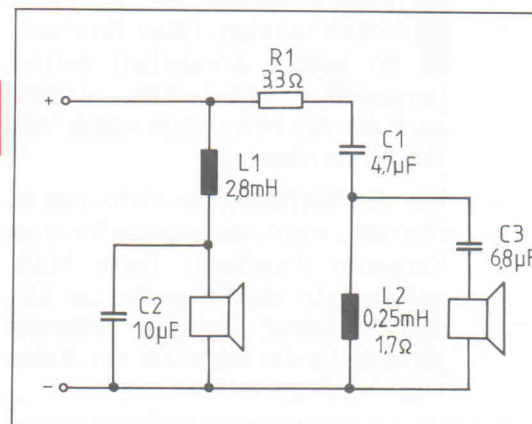
#### zusätzliches Dämmmaterial

selbstklebende Antidröhnplatten	1,5 St. ca. 50 x 50 cm (z.B. Carlofon ST 1)
Falz	ca. 0,3 m <sup>2</sup> , 8 mm dick (z.B. Spannfalz vom Teppichbodenhandel)
Klebeband	5-m-Rolle doppelseitig klebendes Band, 36 mm breit (Teppichverlegeband z.B. Tesafix)

Verwendung von selbstklebenden Antidröhnplatten umgangen, die zugleich ein sauberes Arbeiten erlauben, ohne einen Nachteil in Kauf nehmen zu müssen. Außerdem wird nun eine verbesserte Luftpolsterfolie verwendet, die mit Schaummaterial kaschiert ist.



Durch entsprechende Aufstellung der Boxen kann jeder Raum optimal beschallt werden.



GUTE VERBINDUNGEN SIND GOLD WERT



## Beste Tests:

NEU! **OEHLBACH OPTOFER** alpha

Stereoplay 12/84 Stereoplay 9/85  
Stereoplay 9/85 Audio 5/82

Alpha optoelektronisches Übertragungssystem

Volles Kabelprogramm:

NF-Programm:

Super-Steckerprogramm:

Cinch-Steckerverbindungen:

von 1,5 Ø qmm – 25 Ø qm beige/transp./silber

Koaxiale und Sym. Kabelsysteme

Banana's, Tast's, Polklemmen, Pins etc.

13 verschiedene Typen (vergoldet)

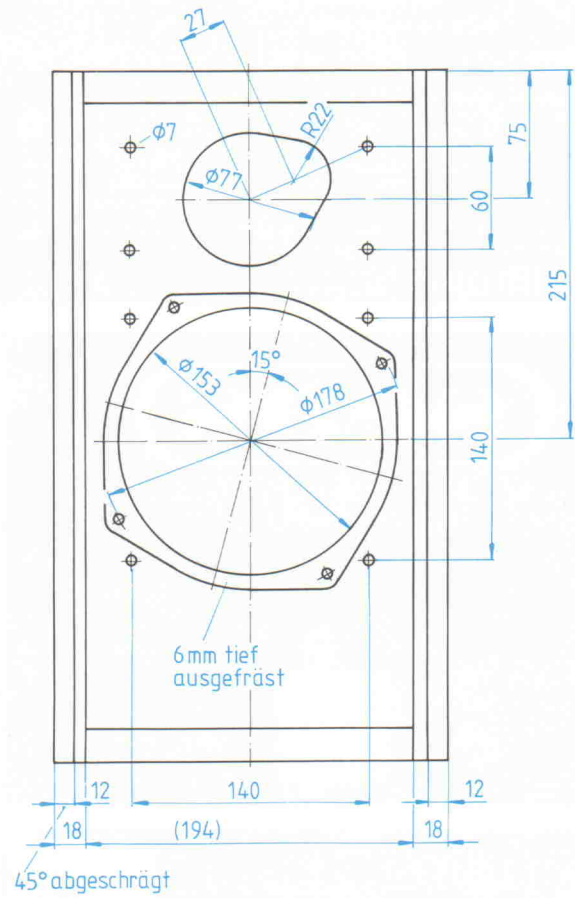
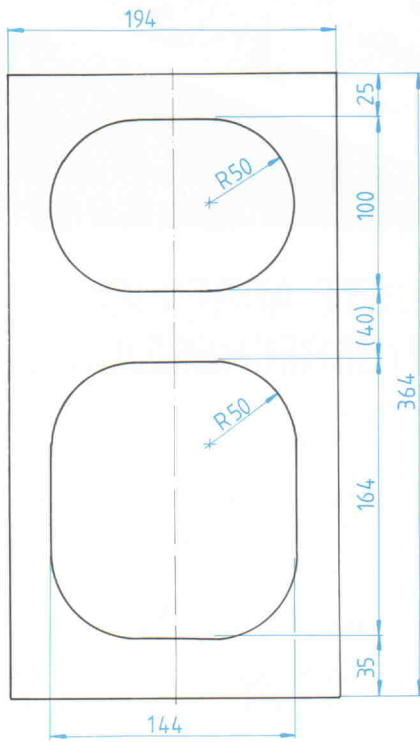
Prospekt von:

**OEHLBACH-Kabel GmbH**

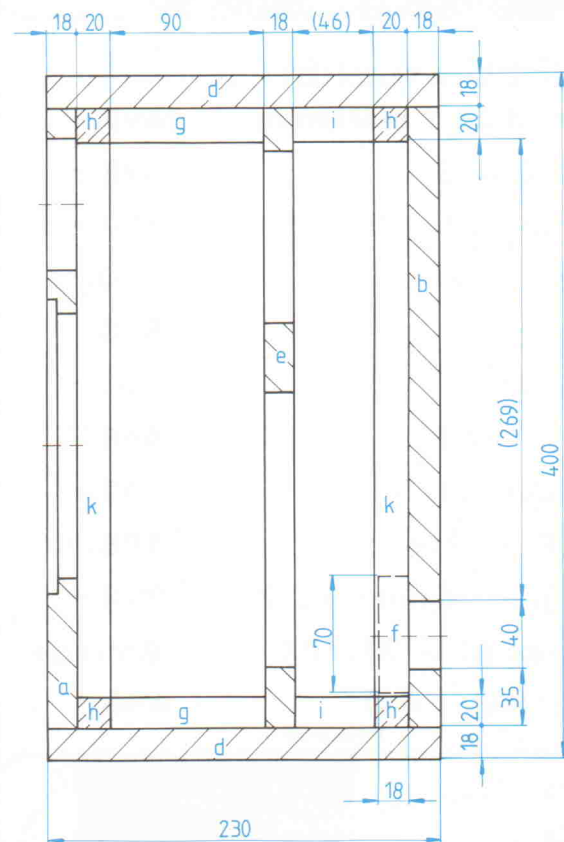
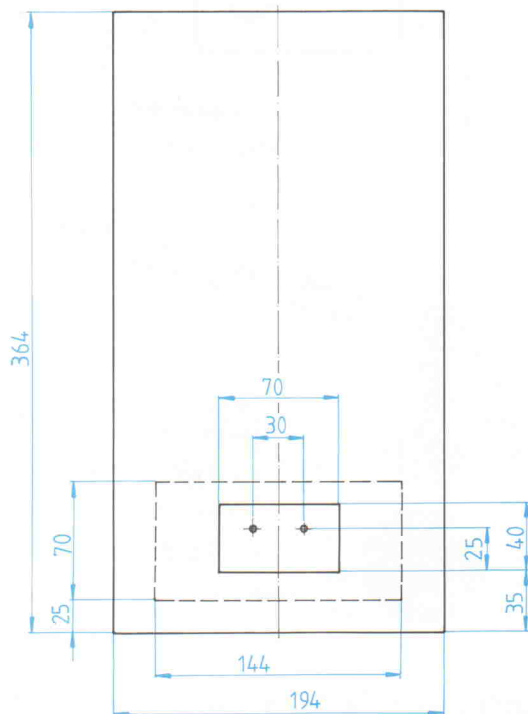
Nancystraße 3a  
7500 Karlsruhe 21



Mittelwand e



Rückwand b





**NEU**  
**SYMOS+**  
**PAM-10**

**albs**

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

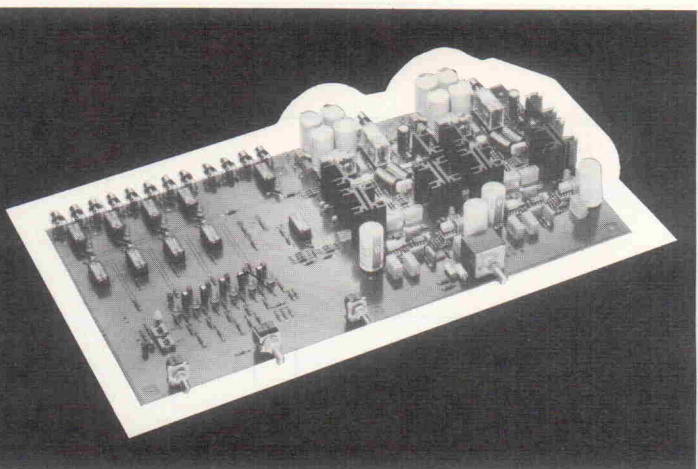
**Wir fordern auf zum Hörvergleich – testen Sie uns!**

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  $\mu$ F bis mehrere 100 000  $\mu$ F • Ringkerntransformatoren von 150 VA bis 1 200 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 VB6 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. 070 41/27 47 · Tx. 7 263 738 albs



**seas**

HIFI LAUTSPRECHERCHASSIS  
IM FACHHANDEL

AUDIO  
PROJEKT

Vertrieb  
Bundesrepublik

Augustenstraße 82A  
7000 Stuttgart 1  
Tel. 07 11/62 08 85

## 5 GUTE ADRESSEN FÜR LAUTSPRECHERBAUSÄTZE

Die hier im Heft angebotenen Bausätze sind zum großen Teil  
ab Lager lieferbar.

**Arlt Elektronik GmbH**

Karl-Marx-Str. 23  
1000 Berlin 44  
0 30/6 23 40 53

**Arlt Elektronik GmbH**

Kaiser-Friedrich-Str. 17a  
1000 Berlin 10  
0 30/3 41 66 04

**Arlt Elektronik GmbH**

Münsterplatz 1  
6500 Mainz  
0 61 31/22 56 41

**Arlt Elektronik OHG**

Katharinenstr. 22  
7000 Stuttgart 1  
07 11/24 57 46

**Arlt Elektronik GmbH**

Münchner Str. 4-6  
6000 Frankfurt/M. 1  
0 69/23 40 91

KEF

**Audio-Design**  
Studio für audiophilen Lautsprecherbau



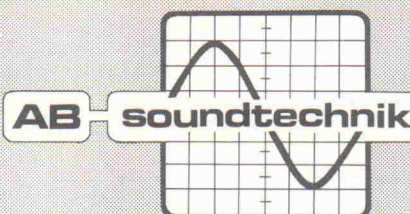
### VORFÜHRBEREIT :

vifa MCS 1 reference	1498,-
vifa BASIS	698,-
Focal kit 200	319,-
Eton 100	330,-
LT 33	550,-
LT 44	700,-
TDL RSTL	1498,-
Procus Intus	465,-
KEF slimline	198,-
Magnat Minnesota 2	998,-
Audax PRO 21 TPX	a. Anfrage
Peerless Profi	648,-

sowie 20 weitere Bausätze ...

vifa TDL DYNAUDIO  
AUDAX Celestion

AUDIO-DESIGN GmbH & Co KG  
Filiale Essen  
Kurfürstenstraße 53 · 4300 Essen  
Tel.: 02 01 / 27 74 27



### Lautsprecher Bausätze

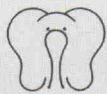
*Wir haben die Qualität verbessert  
und den Vertrieb erweitert!*

- z.B. — gegengekoppelter aktiver Subbass mit Beschleunigungsaufnehmer
- F3 — Lyd 2406 Low Compression Tweeter der absoluten Spitzenklasse
- über 30 Boxenpaare verfügbar

Preisliste, Katalog und Sonderliste kostenlos

Kamekestraße 2-8 (Am Friesenplatz)  
5000 Köln 1 · 0221-561693 · 11<sup>00</sup>-18<sup>00</sup>





# klangbau

zeigt

und Sie?



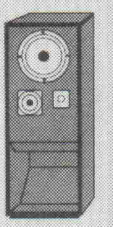
# Profil\*

Hören Sie doch mal rein!

In der Bielefelder Altstadt · Breite Str. 12 + 3—7  
Tel. 05 21/6 46 40

- \* **klangbau**: zum Beispiel die neuen Hexacone-Konzepte von Eton, die bewährten Dynaudio-Systeme, das Procus Programm, die frischen Focal-Kits und andere bedeutende Hersteller ...
- \* **klangbau Studio II**: Focal's Audiom (vollaktiv), Podszus-Göhrlich in Stein, ein Folien-Lautsprecher (Überraschung) und Elektronik von Schäfer + Rompf ...
- \* **Service**: gute, praktische Beratung, individuelle Konzepte, Meßcomputer für Selektion, Raummessungen, Weichenberechnung u.a., Gehäuse in allen Ausführungen und bester Qualität.

BERNDT STARK  
**LAUTSPRECHER  
HANDBUCH**



PFLAUM VERLAG MÜNCHEN

»Das  
derzeit beste  
Buch zum Thema...  
weit mehr wert,  
als es kostet«  
stereoplay

Berndt Stark  
Lautsprecher-Handbuch  
Theorie und Praxis des Boxen-  
bauens. 309 Seiten. 162 Abb.  
geb.  
DM 38,-

**Pflaum  
Verlag**  
Lazarettstraße 4  
8000 München 19

## Audio Workshop

Inh. O. Raphael



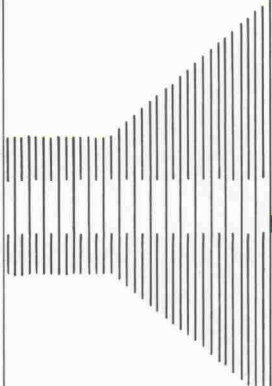
audiophile  
Röhrenverstärker  
und Lautsprecher-  
bausätze sowie  
LINN,

SYSTEMDEK, CREEK,  
A & R und andere High-End Geräte.



Info  
2,-

Bachstr. 11  
D-4390 Gladbeck, 0 20 43/6 66 44



**HiFi-Musikanlagen  
Hören und Erleben  
Wie Zuhause**

**SCHALL-  
QUELLE**


---

**LAUTSPRECHER VON:**

AB-Soundtechnik  
Dynaudio  
Dynaudio  
Stratec  
u.v.a.

● „Reference“  
● „Axis 5“  
● „Jadee“  
● „System I“

**ELEKTRONIK VON:**  
**AUDIO EXKLUSIV**



**Wir verkabeln  
mit  
Monitor PC**

*Schallplatten-  
Reinigungsservice*

5020 FRECHEN · TEL: 00 22 34 - 5 93 00

stereoplay 10/85

# SIEGER

**Spitzenklasse I · Superbillig**

Wir präsentieren  
Ihnen in Essen,  
wie die **AXIS 5**  
aktiv gemacht  
werden kann.



**A U D I O**



**ESSEN**  
6. - 9. 9. '86  
EMPORE E/01  
RAUM E/L

**AXIS 5 Lautsprecher-Bausatz**

**DYNAUDIO®**  
AUTHENTIC FIDELITY

DYNAUDIO Vertriebs GmbH  
Winsbergring 28 · 2000 Homburg 54  
Telefon 0 40/85 80 66 · Telex 215 489 dyna d

„Wer jetzt nicht baut, ist selber schuld“, sagt **stereoplay 10/85** und testete 8 renommierte Lautsprecher-Bausätze. Im kompletten Testbericht lesen Sie, warum die **AXIS 5** mit **großem Vorsprung** gewinnt. Einfach **Test anfordern**, er kommt **postwendend** zu Ihnen.



Focal Kit 200





# Nachfolger

Manfred Zoller

**Als Standbox mit 30 Liter Nettovolumen besitzt das Kit 200 äußerst wohnraumfreundliche Abmessungen und kann in Verbindung mit einer guten Hifi-Anlage auch größere Wohnzimmer (35 bis 50 m<sup>2</sup>) ausreichend beschallen. Ihr guter Wirkungsgrad und die ausgewogene Klangwiedergabe stellen die Box an die Stelle des früher erfolgreichen Kit 300 (bekannt aus elrad extra 2).**

Die Nachbaufähigkeit dieser Bauanleitung ist bewußt hoch angesetzt worden, da mit dieser Box auch der Einsteiger in die Selbstbauszene angesprochen werden soll.

Wie bei allen Focal-Kits wird auch im Kit 200 die Baßreflexabstimmung angewendet, denn so kann ein Optimum an Wirkungsgrad und Tiefbaßwiedergabe realisiert werden. Das hier gewählte Volumen entspricht einer B4-Abstimmung (Butterworth 4.Ordnung) und läßt eine lineare Wiedergabe bis 50 Hz zu. In einer Computer-Simulation (Bild 1) ist der theoretische Verlauf des B4-Hochpasses zu erkennen. Bei der Interpretation der Kurve muß berücksichtigt werden, daß keine Raumeinflüsse enthalten sind. Die Daten für diese Abstimmung lauten:

Volumen (netto)	30 Liter
Helmholtz-Resonanzfrequenz	43 Hz
Verlustfaktor	$Q_1 = 5$
einbezogener Verlustwiderstand (Spulen, Kabel, Verstärker)	ca. 0,5 $\Omega$
Tunneldurchmesser (innen)	45 mm
Tunnellänge gesamt	48 mm

Die Chassisdaten für den 7 C 04 DBA:

eff. Membrandurchmesser	141 mm
Resonanzfrequenz	39 Hz
eff. bewegte Masse	16 g
VAS-Volumen	35,44 l
$Q_{ts}V$	0,32
$Q_{es}$	0,36
$Q_{ms}$	3
$C_{ms}$	1,04 mm/N
DC-Widerstand (2 Spulen par.)	3 $\Omega$

## Theorie...

Das in Bild 2 dargestellte Meßdiagramm zeigt, daß die Impedanz der Box bei keiner Frequenz unter 4 Ohm fällt und damit an jedem guten Verstärker problemlos funktioniert. Kurve 3 beweist, daß man die Computersimulation auch durch eine Messung im Raum nachvollziehen kann.

Die Bedingungen waren:

- Mikro 20 cm Abstand auf Achse 7 C 04 DBA
- 1/3 Okt. gewobbelt
- 50 mm/s Schreibgeschwindigkeit
- 3 mm/s Papiervorschub
- 50 dB Skalenauflösung

Die Box war im Meßraum (9 x 5 x 3 m) frei auf dem Boden aufgestellt. Die Kurve verläuft von ca. 50 Hz bis 2 kHz linear  $\pm 3$  dB. Eine weitere Messung (Bild 4) ist eine echte Nahfeldmessung (2 cm



## Technische Daten

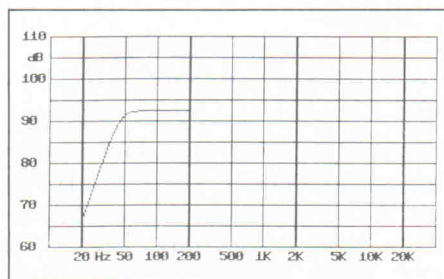
Prinzip	2(3)-Wege, Baßreflex-gehäuse
Belastbarkeit	60 W
Impedanz	4 Ohm
Kennschalldruck	92 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenzen	200 Hz/3500 Hz
Volumen (innen)	ca. 30 l
Außenmaße	Höhe 750 mm Breite 225 mm Tiefe 276 mm
Entwickler	M. Zoller
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 325,- DM

Membranabstand) mit Sinussignal. Gut zu erkennen ist der kleine Einbruch bei 45 Hz — der Helmholtz-frequenz. Hier befindet sich das Amplitudenmaximum der Reflexrohröffnung, die in der 2. Kurve (rot) ersichtlich ist. Im Raum ergibt sich an dieser Stelle eine Addition, und der Baßverlauf bleibt bis 50 Hz linear.

Die Übergangsfrequenz liegt bei 3 kHz. Ab hier arbeitet der bekannte Hochtöner T 120 S. Der Zusatz „S“ steht für „selected“ und bedeutet, daß für den deutschen Markt nur noch ausgemessene Exemplare eingesetzt werden. Die Frequenzkurven liegen jedem Hochtöner bei und lassen eine optimale Paarung nach strengsten Kriterien zu. Dieser Service ist auf dem Selbstbausektor selten, wird jedoch zur Nachahmung empfohlen.

In Bild 5 erkennt man den Frequenzverlauf des eingebauten T 120 S in 2 cm Abstand (Nahfeld)

**Bild 1. Theoretischer Verlauf des Frequenzganges bei einer Butterworth-Abstimmung 4. Ordnung.**



## Stückliste

### Chassis (Focal)

Baßmitteltöner	7 C 04 DBA
Hochtöner	T 120 S
Reflexrohr	

### Frequenzweiche (Fertigweiche)

Spulen	
L1	6 mH
L2	1,5 mH
L3	0,35 mH
Kondensatoren	
C1	10 µF Folie
C2	4 µF Folie
Widerstände	
R1,2	2,2 Ω

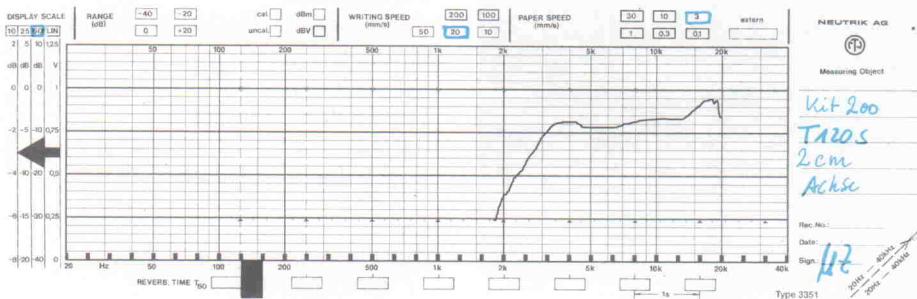
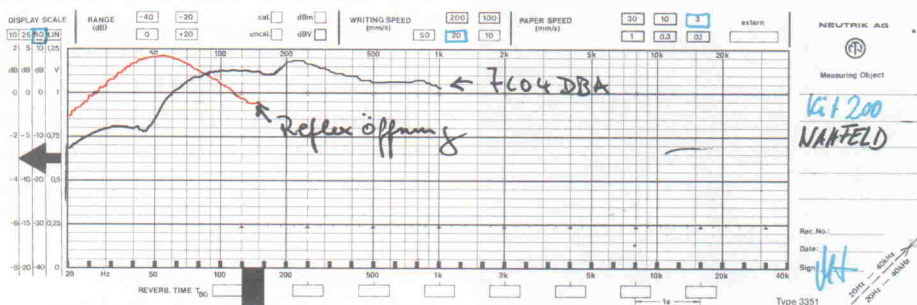
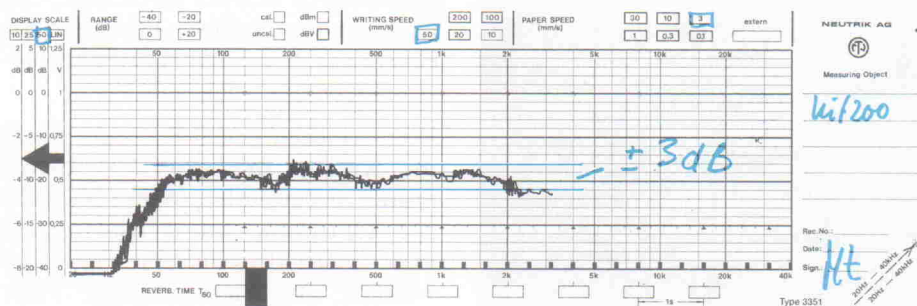
### Holz- und Gehäuseteile

22-mm-MDF-Platte	
Schallwand/	
Rückwand	2 St. 181 x 750 mm
Seitenwände	2 St. 276 x 750 mm
Boden/Deckel	2 St. 181 x 232 mm
Versteifung (19-mm-Spanplatte)	1 St. 181 x 75 mm

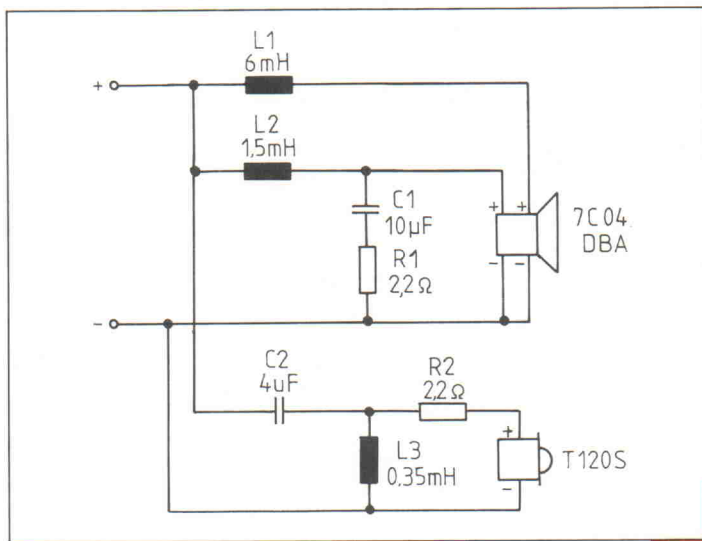
mit Frequenzweiche. Der Anstieg ab 14 kHz ist erwünscht und bei 3 m Hörabstand 20 Grad oberhalb der Bezugsachse verschwunden.

## ... und Praxis

Der 7 C 04 DBA ist ein 17,5-cm-Baßmitteltöner, der von Focal nach den Vorgaben des deutschen Vertriebes modifiziert wurde. Er zeichnet sich durch eine beschichtete Gewebeabdeckkalotte und eine neue Membranbeschichtung aus, die Partialschwingungen wirksam unterdrückt, sowie durch eine 25-mm-Doppelschwingspule, die konzentrisch auf Nomex-Trägermaterial gewickelt ist und eine symmetrische Drahtzuführung hat. Die Sicke ist aus Neopren und PVC gefertigt.







**Die Doppelschwingspule des Tieftöners wird aus getrennten Zweigen der Frequenzweiche angesteuert.**

Der T 120 S ist die bekannte inverse Hochtonkalotte von Focal, die mit ihrer speziell beschichteten Glasfasermembran neue Maßstäbe im Hochtönerbau setzte. Alle Versuche, diese Kalotte zu kopieren, schlugen bisher fehl, denn der Aufbau erfordert viel Gefühl und Erfahrung bei der Zentrierung. Es kann dabei nicht mit der üblichen Zwangszentrierung gearbeitet werden.

Die Qualität resultiert auch hier aus der Summe vieler Einzelheiten wie der mit Dämpfungsmaterial beschichteten Sicke, dem 1,4-kg-Magnet für eine hohe elektrische Bedämpfung und der damit verbundenen Verbesserung des Impulsverhaltens.

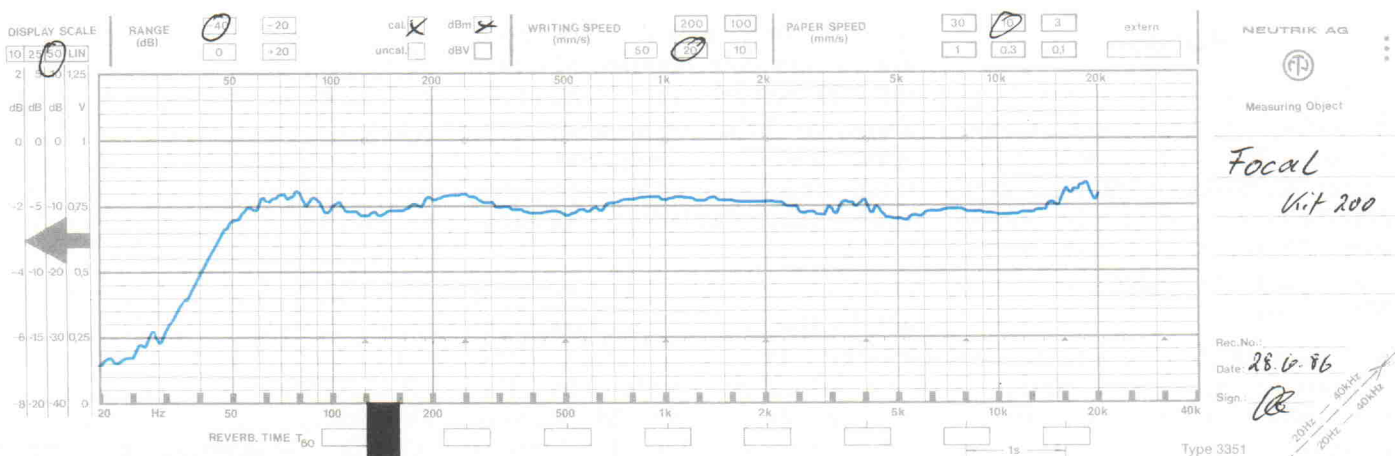
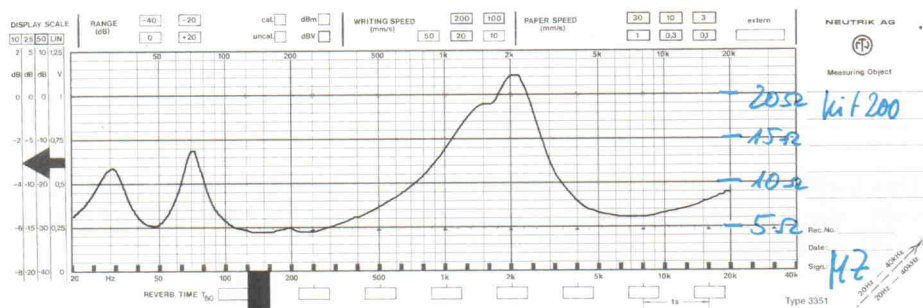
Die geringe bewegte Masse von 0,28 g und die tiefe Resonanzfrequenz von etwa 600 Hz ergeben einen ausgezeichneten mechanischen Gütefaktor. Der Wirkungsgrad ist dem des 7C 04 DBA mit 92 dB (1 W, 1 m) gut angepaßt.

Die fertige Frequenzweiche von BLM — mit konfektionierten Kabeln unverwechselbar gekennzeichnet — erleichtert erheblich den Aufbau dieses Bausatzes. Die Bauteile werden speziell ausgesucht und sind klanglich ausgezeichnet. Die Pilzferritkernspule und die Stiftkernspule im Baßbereich sind in die Gehäuseberechnung mit 0,5 Ohm einbezogen und arbeiten verzerrungsfrei bis zur Belastungsgrenze der Lautsprecher.

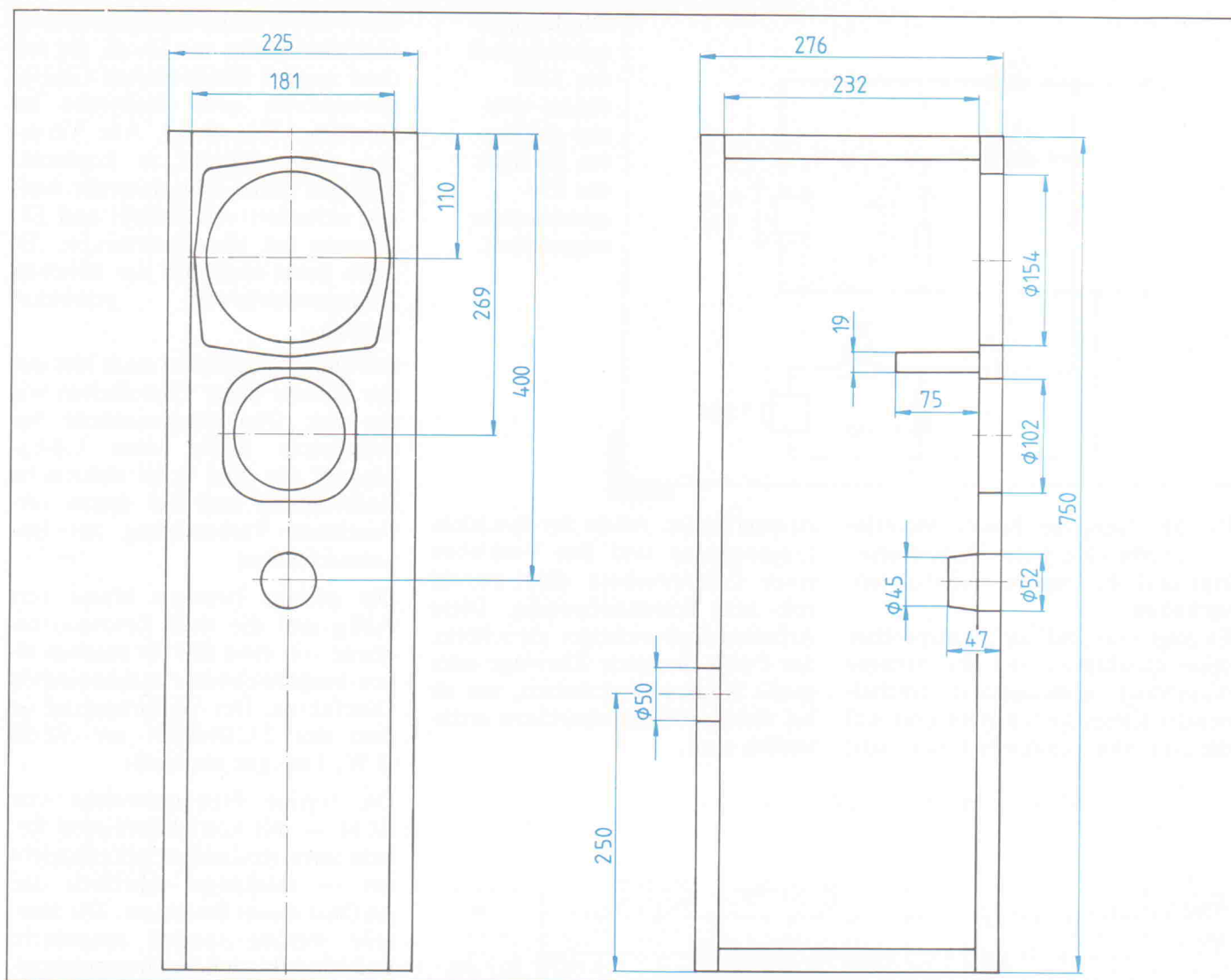
Die Mischung der beiden Materialien ergibt eine hohe Temperaturkonstanz bei besten Transientenverhalten.

Es zeigt sich, daß ein Lautsprecher seine Qualitäten aus der Summe manchmal unbedeutend erscheinender Kleinigkeiten zieht und daß die gute alte Handarbeit hier nicht

zu ersetzen ist. Allein der Beschichtungsvorgang und das Verkleben eines Lautsprechers sind extrem zeit- und kostenaufwendig. Diese Arbeiten sind wichtiger als schöne, der Optik dienende Zierringe oder große Staubschutzkalotten, wie sie bei vielen Billiglautsprechern anzutreffen sind.







Im Hochtonzweig sorgen ein Folienkondensator und eine Luftspule für beste Langzeitkonstanz. Es werden keine bipolaren Elkos eingesetzt. Durch eine entsprechende Auflage ergibt sich ein günstiger Preis, so daß der Eigenbau hier überflüssig wird.

### Aufbau

Das Gehäuse wurde bewußt als Standbox konzipiert, um eine ausgeprägte Baßwiedergabe trotz geringer Standfläche zu realisieren. Das Gehäusematerial sollte mindestens 22 mm Stärke besitzen und aus Spanplatte oder besser aus MDF bestehen.

Das Baßreflexrohr mit konischem Verlauf ist im Bausatz enthalten, muß jedoch auf 48 mm Gesamtlänge gekürzt werden. Es ist empfeh-

**Das Gehäuse ist problemlos nachzubauen. Trotz ihrer geringen Größe sollte die Box nicht im Regal betrieben werden. Das Kit 200 wurde bewußt als Standlautsprecher konzipiert.**

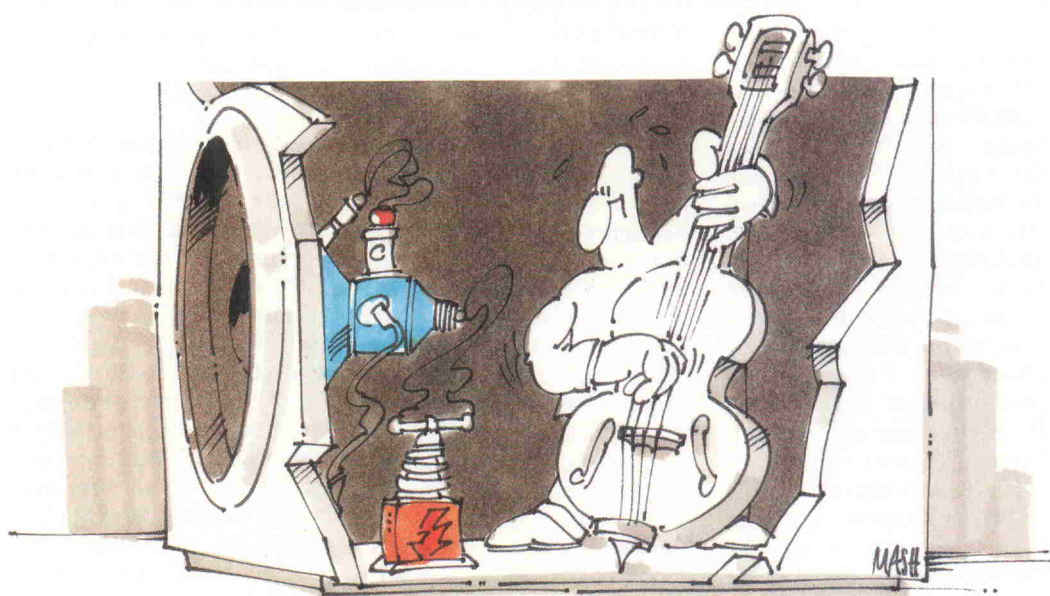
lenswert, beide Lautsprecher einzufräsen, um eine bündige Montage mit der Schallwand zu erreichen. Zwischen Schallwand und Lautsprecher sollte ein dämpfendes Material eingefügt werden, zum Beispiel dauerelastischer Installationskit.

Die fertige Frequenzweiche wird auf der Rückwand — am besten gegenüber der Baßöffnung — mit vier Schrauben befestigt. Das Kabel mit der grünen Markierung führt zum Pluspol des Hochtöners

(mit rotem Farbpunkt gekennzeichnet), die beiden braun markierten zu jeweils einem Pluspol des Basses (auch hier rot gekennzeichnet) und das rote Kabel zum Pluspol der Eingangsklemme. Die weißen Kabel werden jeweils dem Minuspol zugeordnet.

Die Gehäuserückwand und die Seitenwände sollten mit 5 cm starken Pritex-Matten belegt werden. Von anderen Materialien ist abzuraten. Die Montage der Chassis bildet den Abschluß.





# Unsichtbarer Teilhaber

## Innentreiber äußern sich

H.J. Lüschen

**Stille Teilhaber sind sie wahrhaftig nicht — die im ewig Dunkeln, im Inneren der Box angesiedelten Innentreiber. Diese Lautsprecher, die einer Box zu einem imponierenden Baß verhelfen können, die jedoch nie äußerlich in Erscheinung treten, sind also eher ein Thema für Leute, die ihre Boxen hören und nicht nur ausstellen wollen.**

Unter einem Innentreibersystem versteht man im allgemeinen eine Lautsprecherbox, bei der ein Tieftöner nach außen abstrahlt und ein zweiter im Inneren des Gehäuses arbeitet. Der in diesem Zusammenhang häufig verwendete Begriff „Compound“ ist als Gebrauchsmuster durch die deutsch-dänische Firma Dynaudio geschützt und bezieht sich dabei nur auf eine bestimmte Art der Abstimmung zweier Chassis. Da hier jedoch die verschiedensten Bauweisen aufgezeigt werden sollen, ist es korrekter, von Innentreiberboxen zu sprechen.

### Schon lange bekannt

In der Literatur wurden Innentreibermodelle bereits im Jahre 1947 zum ersten Mal von Harry F. Olsen erwähnt, der ja zu den großen

Ahnvätern der Lautsprecherentwicklung zählt. Leider fehlten ihm jedoch noch die Grundaxiome der modernen Lautsprechermessung — nämlich die Thiele-Small-Parameter — zur genauen Bestimmung der Auswirkungen eines zweiten Treibers auf die Baßwiedergabe. Ganz bewußt ist in diesem Zusammenhang nur von der Baßwiedergabe die Rede, denn nur in diesem Frequenzbereich hat die Verwendung eines solchen doppelten Systems überhaupt einen Sinn. Damit ist auch schon der Grund für die äußerst sparsame Anwendung dieses Bauprinzips in der industriellen Fertigung von Boxen erklärt: Lautsprecherhersteller sind eben auch Kaufleute — Innentreiberkonzepte verlangen zwei Tieftöner, und Baßlautsprecher sind meistens das kostspieligste Element einer Kombination.

Wozu also einen zweiten Treiber einbauen, den der Kunde noch nicht einmal sieht? Liegt hier auch der Grund für die seltene Beschreibung in der Literatur?

Daß ein Innentreibersystem einen beachtlichen Zuwachs der Baßwiedergabe bewirkt, können sich die Hersteller von Fertiglautsprechern bei vielen fortgeschrittenen Hobbyboxenbauern und bei exklusiven 'High-End'-Herstellern anhören.

Als eine der bekanntesten Firmen verwendet Linn in vielen ihrer Modelle ein Doppelbaßsystem — meistens mit KEF-Lautsprechern. Linn-Boxen genießen einen ausgezeichneten Ruf in Fachkreisen.

### Hand in Hand

In einer Innentreiberbox arbeiten zwei Baßchassis, die über ein luftdicht geschlossenes Volumen miteinander gekoppelt sind, auf ein (meistens geschlossenes) Gehäuse. Die beiden Lautsprecher sind dabei durch die Luft zwischen ihnen mehr oder weniger direkt miteinander verbunden. Das eingeschlossene Luftvolumen wirkt dabei praktisch wie eine Feder; das heißt, die Bewegungen des einen Treibers werden direkt auf den anderen übertragen. Je weniger Luft zwischen den Chassis eingeschlossen ist, desto steifer ist die Federwirkung der Luft, desto stärker werden die Chassis miteinander gekoppelt. Die Nachgiebigkeit der Luft wird hierbei als Compliance bezeichnet und im elektrischen Ersatzschaltbild der Box als Kapazität betrachtet.

Für eine enge Kopplung der beiden Lautsprecher ist es also sinnvoll, die Chassis über eine Frequenzweiche mit dem gleichen Signal anzusteuern. Dabei sollte allerdings beachtet werden, daß die Entfernung der Lautsprecher nicht die kürzeste zu übertragende Schallwel-



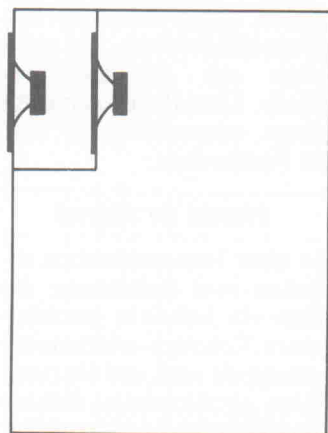
lenlänge überschreitet. Mit anderen Worten: Baßchassis, die weit in den Mittenbereich hinein übertragen, sollten entweder sehr dicht beieinander montiert sein oder aber durch unterschiedliche Frequenzweichen akustisch soweit voneinander getrennt sein, daß der innere Treiber ausschließlich tiefe Bässe reproduziert. Besonders bei sehr leichten Membranen, die keine besonders hohe Innen-

Nimmt jedoch der Raum zwischen den Treibern einen erheblichen Teil des Gesamtvolumens ein, so gewinnt die Nachgiebigkeit der Luft im Zwischenraum an Bedeutung. Das bedeutet, daß die Lautsprecher unabhängig voneinander arbeiten können. Man kann sie somit auch durch unterschiedliche Weichen in verschiedenen Frequenzbereichen arbeiten lassen. Zum Beispiel könnte man den äußeren Tieftöner normal an einen Konusmitteltöner bei 400 Hz ankoppeln, das innere Chassis jedoch nur im Tiefbaßbereich bis 100 Hz laufenlassen. Man sollte jedoch in jedem Fall darauf achten, daß die Weiche dabei gleiche Phasenverschiebungen verursacht.

Verwendung von zwei schwingenden Systemen wird nämlich die gesamte bewegte Masse verdoppelt (vorausgesetzt, man verwendet zwei gleiche Lautsprecher). Weiterhin muß zur bewegten Masse noch die Masse der eingeschlossenen Luft zwischen den Lautsprechern mitgezählt werden. Die ist jedoch (vorausgesetzt, man baut Lautsprecher mit sehr kleinen bewegten Massen ein) bei einem kleinen Koppelvolumen vernachlässigbar. Bei Innentreiberboxen, in denen das Koppelvolumen zwischen den Chassis einen erheblichen Teil des Gesamtgehäuses einnimmt, muß die Masse der Luft jedoch in die Berechnung der Kammer hinter dem zweiten Treiber mit eingehen.

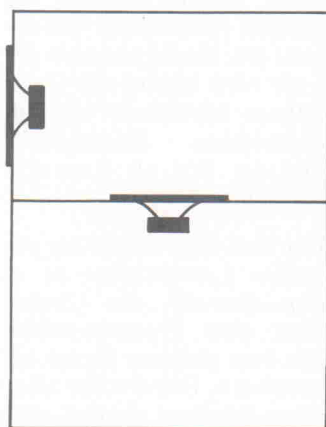
Ausschwingverhalten aus, so daß der Baß tiefer und trockener klingt.

Viele Hörer haben den Eindruck, daß eine Innentreiberbox einen geringeren Wirkungsgrad zeigt als eine normale Box mit nur einem Tieftöner. Dieser Eindruck beruht jedoch in erster Linie auf der Eigenschaft des menschlichen Gehörs, bei Amplitudenschwankungen im unteren Frequenzbereich wesentlich schlechter zu differenzieren. Was man also bei normalen Boxen als laut empfindet, sind zumeist nur unerwünschte Resonanzen der Box, die verstärkt wiedergegeben werden. Bei einer gut abgestimmten Innentreiberbox werden Gehäuseresonanzen eher durch die zwei Membranen gedämmt.



Eng gekoppelte Treiber.

dämpfung aufweisen, könnten sonst Verfärbungen im Mitteltonbereich durch Resonanzen im Raum zwischen den Treibern entstehen.



Innentreiberbox mit großem Koppelvolumen.

### Wunsch und Wirklichkeit

Wenn man den Prospekten der wenigen Hersteller von Innentreiberboxen Glauben schenkt, so ist dieses Prinzip das Nonplusultra schlechthin. Durch den zweiten Treiber soll der äußere Tieftöner praktisch von allen Beschränkungen und Fehlern, die ihm durch das Gehäuse aufgezwungen würden, verschont bleiben. Der Lautsprecher soll also angeblich auf die berühmte unendliche Schallwand arbeiten.

Dem ist leider nicht so! Wie gesagt, sind die Lautsprecher durch die eingeschlossene Luft miteinander verbunden und arbeiten demnach wie ein Lautsprecher auf ein Gehäuse. Die Dämpfung des inneren Lautsprechers durch das Gehäuse wird also genau wie bei einer normalen Lautsprecherbox an den äußeren Tieftöner weitergegeben.

Trotzdem ändert sich einiges. Zunächst einmal die Resonanzfrequenz des gesamten Systems. Durch die

Da nun diese vergrößerte bewegte Masse von zwei elektromagnetischen Wandlern angetrieben wird, kann man davon ausgehen, daß lediglich die Resonanzfrequenz sinkt, ohne daß sich Wirkungsgrad, Dämpfung oder Impulsverhalten ändern. Das bedeutet in der Praxis, daß Innentreiberboxen bei vergleichbarer Grenzfrequenz mit weniger Volumen auskommen oder aber bei gleicher Gehäusegröße eine tiefere untere Grenzfrequenz reproduzieren.

Dieses Verhalten wird erreicht, ohne die sonst üblichen Nachteile einer Box mit sehr tiefer Resonanzfrequenz in Kauf nehmen zu müssen. 'Normale' Boxen mit tiefer Resonanzfrequenz erfordern zwangsläufig relativ große Gehäuse mit entsprechend hohen  $Q_{tc}$ -Abstimmungen. Dadurch verschlechtert sich jedoch das Impulsverhalten durch die schlechte Dämpfung des Gehäuses.

Innentreiberboxen zeichnen sich jedoch durch eine relativ tiefe Resonanzfrequenz bei sehr gutem Ein- und

### Kraftakt

In der Regel ist die Impedanz einer Innentreiberbox geringer als die einer Box mit nur einem Treiber, denn meistens werden dabei zwei 8-Ohm-Lautsprecher eingebaut, die dann in ihrer Parallelschaltung eine Impedanz von 4 Ohm aufweisen. Dadurch wird dem Verstärker gerade im Tiefbaßbereich mehr Leistung abverlangt.

Das bedeutet, daß man Innentreiberlautsprecher ausschließlich an Verstärkern mit sehr stabilen Netzteilen betreiben sollte, die sich selbst bei Impedanzsenken unter 4 Ohm nicht sofort verabschieden. Experimente mit 4-Ohm-Chassis sollte man also von vornherein vermeiden.

Auch von den Lautsprechern wird eine ganze Menge verlangt. Durch die Absenkung der Resonanzfrequenz müssen die Lautsprecher wesentlich größere mechanische Hübe der Membran verkraften. Deshalb kommen nur Chassis mit re-

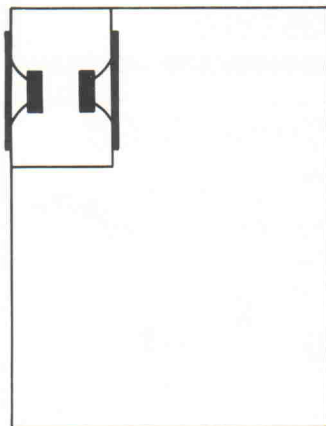


lativ langen Schwingspulen (Langhubchassis) und großer Auslenkungsfähigkeit in Frage. Die Lautsprecher sollten sehr solide verarbeitet sein und eine hohe Belastbarkeit aufweisen. Daß sich hier Billigchassis aus Fernost nicht eignen und daß die Lautsprecher ihren Preis haben, versteht sich von selbst.

Jedes Chassis produziert in den beiden Auslenkungsrichtungen unterschiedliche mechanische Hübe bei gleichen Antriebsverhältnissen. Deshalb kann es in einigen Fällen durchaus sinnvoll sein, die Chassis so einzubauen, daß ihre Membranen oder ihre Magneten einander zugewandt sind (Bild 3). Dadurch können solche auslenkungsbedingten Verzerrungen im Baßbereich ausgeglichen werden. Die Chassis müssen dann selbstverständlich gegenphasig gepolt werden.

## Bedämpfung

Je dichter die Treiber beieinander sitzen, desto weniger muß der Zwischenraum bedämpft werden, da ja die Chassis mit der eingeschlossenen Luft als ein einziges



**Wird einer der beiden Treiber umgedreht, so heben sich mechanische Unsymmetrien der Chassis auf.**

HiFi-Boxen selbstgemacht

schwingendes System mit neuen Parametern arbeiten sollen. Wenn der Abstand der Chassis allerdings größer wird, kann es sinnvoll sein, einen Strömungswiderstand oder schallgeschwindigkeitsreduzierende Materialien (z.B. Schafwolle) einzubringen. Als Strömungswiderstand kann aber auch ein Variovent (Dynaudio) oder — besser noch — eine Holzplatte mit genau berechnetem keilförmigem Ausschnitt, der nur bestimmte Frequenzen 'durchläßt', benutzt werden.

Wie man sieht, läßt die Konstruktion eine Menge Platz für Experimente. Genaue Berechnungen lassen sich bei Innentreiberboxen jedoch nie bis ins kleinste vorher durchführen. Da ist es sinnvoll, der Selbstbauer hält sich genau an die Vorgaben im Bauvorschlag des Herstellers.

Gerade im Selbstbau lohnt sich der erhöhte Aufwand klanglich fast immer. Professionelle Hersteller scheuen meist aus Kostengründen die Verwendung von Innentreibersystemen. Das Ergebnis ist in der Regel ein sehr tiefer, sauberer Baß, der im Vergleich zu Baßreflex- oder geschlossenen Gehäusen eher trocken klingt. Auch im Hinblick auf die zunehmende Verbreitung der Compact-Disc bieten sich Innentreiberboxen wegen ihrer guten Impulsverarbeitung an.

Weiterhin ist es interessant, bestehende Boxen nachträglich durch einen zweiten Baßtreiber zu verbessern. Dann braucht man nicht gleich eine neue Box zu bauen, wenn man mit der Baßwiedergabe unzufrieden ist. Auf jeden Fall sollte man aber vorher seinen Fachhändler konsultieren und sich eingehend beraten lassen.

Zunächst einmal muß noch einmal zwischen den zwei

Typen von Innentreiberboxen differenziert werden: Boxen mit dicht aneinander liegenden Chassis und In-

## Rechnen und messen

nentreiberboxen, in denen der Zwischenraum der Chassis einen Großteil des Gehäuses einnimmt. Die Berechnung der zweiten Version ist für den Laien äußerst schwierig und sollte lieber den Profis überlassen werden.

Auch wurde bislang von zwei gleichen Chassis ausgegangen. Man kann natürlich auch zwei verschiedene Lautsprecher miteinander kombinieren, wodurch sich dann ganz neue Parameter ergeben, die ebenfalls sehr schwierig zu berechnen sind. Am einfachsten ist es, man baut ein Testgehäuse mit verschiebbaren Volumina, in die man dann seine Chassis einbauen kann. Die Parameter der Lautsprecher werden dann nicht berechnet, sondern gemessen. Eine sehr sinnvolle und einfache Anleitung zur Parametermessung findet sich in elrad extra 2. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, daß man sich praktisch einen Lautsprecher, der vielleicht nicht am Markt erhältlich ist, mit genau den Parametern, die man braucht, 'zurechtschneiden' kann.

Wir beschränken uns also auf die Berechnung einer Innentreiberbox mit kleinem Koppelvolumen und zwei gleichen Chassis. Wichtig ist dabei noch, daß die Lautsprecher eine hohe Serienkonstanz aufweisen.

Wie bereits erwähnt, verändert sich die Resonanzfrequenz eines Innentreibermodells gegenüber der einer normalen Box. Die Resonanzfrequenz eines normalen schwingenden Systems berechnet sich nach der Formel:

$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2 \times \pi \sqrt{M_{\text{md}} \times C_{\text{ms}}}}$$

$f_{\text{res}}$  = Resonanzfrequenz im nichteingebauten Zustand [Hz]

$M_{\text{md}}$  = gesamte bewegte Masse [kg]

$C_{\text{ms}}$  = Compliance (Nachgiebigkeit) des Systems [ $\text{s}^2/\text{kg}$ ]

Wenn man nun die dynamische Masse durch einen zweiten Treiber verdoppelt und die Compliance gleichbleibt, verändert sich die Resonanzfrequenz nach Umstellung der Formel wie folgt:

$$f_{\text{res,C}} = f_{\text{res}} \times 0,707$$

$f_{\text{res,C}}$  = Resonanz zweier Lautsprecher [Hz]

Voraussetzung bleibt dabei, daß die Masse der Luft im Zwischenraum sehr klein ist (1 l Luft hat unter Normalbedingungen eine Masse von 1,18 g). Wenn man also zwei Bässe mit sehr geringen Membranmassen (z.B. unter 10 g) verwendet und zudem das Koppelvolumen vergrößert (z.B. über 10 l), muß die Masse der Luft unbedingt in die Resonanzberechnung mit einbezogen werden. Bei der Bestimmung des Koppelvolumens muß natürlich die Menge Luft, die vom Chassis verdrängt wird (Magnet und konusförmige Membran), abgerechnet werden.

Mit der neuen Resonanzfrequenz wird dann ganz normal weitergerechnet, als handele es sich um einen einzigen Lautsprecher. Die anderen Parameter ( $V_{\text{as}}$ ,  $Q_{\text{t}}$ , etc.) bleiben gleich. Auch ist kein bestimmter Boxentyp vorgeschrieben. Die meisten Entwickler lassen ihre Innentreiberlautsprecher auf ein geschlossenes Gehäuse arbeiten, man kann aber durchaus auch eine Baßreflexbox, eine Transmissionline oder ein Horn damit verwirklichen.



# Lautsprecher für HiFi-Disco- Musiker

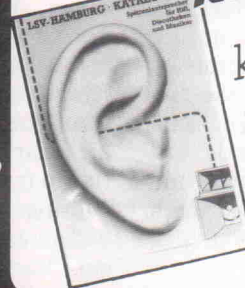
Geld sparen  
leichtge-  
macht durch  
bewährte  
Komplettbau-  
sätze der  
führenden  
Fabrikate



MAGNAT  
ELECTRO-  
VOICE  
MULTICEL  
DYNAUDIO  
GOODMAN  
CELESTION  
FANE  
JBL  
KEF  
RCF  
u.a.

**LSV-HAMBURG**  
Lautsprecher Spezial Versand  
Postfach 76 08 02/HB · 2000 Hamburg 76  
Tel. 040/29 17 49

## Katalog kostenlos!



kommt  
sofort  
Postkarte  
genügt

## Das Lautsprecher-Fachgeschäft seit 1977. Mit neuem Hörstudio jetzt über 120 qm.

### ISOPHON

Die neuen Baßlautsprecher  
sofort lieferbar

### DYNAUDIO

Alle Bausätze, Chassis und  
Weichen

AUDAX — SEAS — FOCAL  
— JBL — E. V. — VISATON

Erfragen Sie die stets ak-  
tuellen Preise!

Alle aktuellen Bausätze und Zubehör lieferbar.  
Leergehäuse Multiplex ab 98,—

**TONSTUDIO**  
HORST FRIEDRICH



Dehnhaiide 18  
2000 Hamburg 76  
Telefon 0 40/29 41 90

## CHARLY'S LAUTSPRECHERLADEN

„DIE SPEZIALISTEN“  
RUND UM DEN  
LAUTSPRECHER

**DIE  
KLANGENTSCHEIDUNG**  
IHR OHR

SEAS  
AUDAX  
SIPE • SIARE  
ISOPHON • CORAL  
BEYMA • RICHARD ALLAN  
ITT U.V.M.

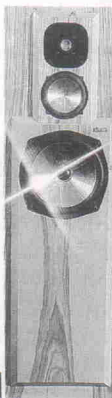
8500 Nürnberg, Pillenreuther Str. 55, Tel. 09 11/44 77 19

Mo—Fr 10—18 Uhr, Sa 10—13 Uhr

## 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 (Elektrostatistische Systeme, Systeme mit besonderen Membrankonstruktionen, Görlich, Harbeth, etc)



P.-Görlich 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**  
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!**

## Information + Wissen



Verlag  
Heinz Heise GmbH  
Bissendorfer Str. 8  
3000 Hannover 61



## Hi-Fi-Bausätze individuell

**ML**

4000 Düsseldorf 1  
Charlottenstraße 49  
Tel.: 02 11/36 22 89

## JOKER. HIFI-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 Bera-  
tung, viele Boxen ständig vorführ-  
bereit, Schnellversand ab Lager.



10,— DM  
50,— oS  
per Schein  
oder NN

KATALOG  
86/87  
anfordern

D-8000 München 80, Sedanstr. 32, Postfach 80 09 65, Tel. (0 89) 4 48 02 64  
A-5020 Salzburg, Gabelsbergerstr. 29 Tel. (06 62) 7 16 93



## HiFi-Lautsprecher von

**ACR**

**AUDAX**

**scan-speak**

**EV**

**Multicel**  
The total system

**seas**

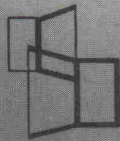
**focal**

**KEF**

**eton**

**CELESTION**

sowie alles Zubehör und Literatur zum Boxenbau ab Lager lieferbar.



**Lautsprecher-Versand  
G. DAMDE**  
Wallerfanger Straße 5  
6630 Saarlouis  
Tel. (06 81) 39 88 34

**KATALOG KOSTENLOS!**

## +SCHWEIZ SUISSE+

+SVIZZERA+

**OEG AKUSTIK**

**DYNAUDIO**

**PROCUS**

**Lowther**

**eton**

**CELESTION**

**FOCAL**

**vifa**

**OEG - Ihr Spezialist für Lautsprecher-Eigenbau**

Fabrikstrasse  
9472 Grabs  
085 7 38 41

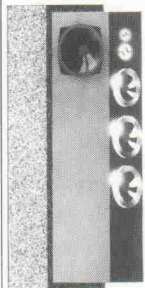
+SVIZZERA+

## +SCHWEIZ SUISSE+



# SIPE

**LAUTSPRECHER  
FÜR  
INDUSTRIE  
HIFI  
UND  
AUTO**



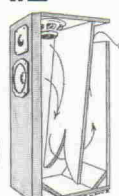
„S 100“

Entwicklung:  
HI-FI-MANUFAKTUR  
Dipl.-Ing. Kirchner  
Wendenstr. 53  
3300 BRAUNSCHWEIG  
Tel. 05 31/4 64 12



„MIKRO TM“

Entwicklung:  
DIPLOM. P. GOLDT  
Böckerstr. 43  
3000 Hannover 1  
Tel. 05 11/33 26 15



„MIDI-LINE“

Entwicklung:  
ART + AUDIO  
Grindelhof 35  
2000 Hamburg 13  
Tel. 0 40/45 95 91



„TRIAGON“

Entwicklung:  
SPEAKER SELECTION  
HiFi-Vertriebs-GmbH  
Friedenstr. 2  
3500 KASSEL  
Tel. 05 61/2 29 15



**Beratung, Baupläne,  
Verkauf bei HiFi-  
Spezialisten und  
Fachhandel**

GENERALVERTRETUNG:

**WIRTH ELEKTRONIK GMBH**  
POSTFACH 100348 3004 ISERNHAGEN 1

TELEFON 05 11/610074

TELEX 921148



**eton**

**eton 200 hex\***

## HEXA CONENENOLOGY

**Der Audiophile Maßstab im Selbstbau!**  
Prospekt 3- DM / Katalog m. Bauanleitung 10,- DM.  
Bitte Abt. mit angeben! Abt. 1 \* ges. geschützt.

eton-Deutschland-Electro-Acoustic-GmbH · POB 1321 · D-2860 Osterholz-Scharmbeck · 047 91 - 20787/9 · Telex 24 700 eton

**SAD**  
STEIN AKUSTIK-DESIGN  
PACH

Marmorleergehäuse  
direkt vom Hersteller  
z. B. Marmor  
„Bianco Carrara“

<b>eton</b>	100 HEX	698,-
“	200 HEX	843,-
“	300 HEX	896,-
<b>FOCAL</b>	250 MK II	350,-
“	200	648,-
“	400 MK II	787,-
“	Onyx	1098,-

Weitere Marmor- u. Natur-  
steinarten sowie andere  
Leergehäuse und Sonder-  
anfertigungen lieferbar.

Wir führen außerdem alle  
Bausätze aus den „Elrad“  
u. „Elektor“-Lautsprecher-  
Sonderheften '86 und  
sämtliches Zubehör  
zum Boxenbau.

Umfangreiche Unterlagen  
(incl. neuer Focal-Katalog)  
gegen 10,- DM (Schein oder  
Scheck) Schutzgebühr.

**KARL-HEINZ PACH**  
HAUPTSTRASSE 5  
3451 HEINSEN  
TELEFON 0 55 35 / 5 28

**LAUT-  
SPRECHER-  
BOXEN UND  
-BAUSÄTZE  
DIREKT VOM HERSTELLER**

**TITAN**

**FÜR NUR  
29,-**

19 mm TITAN-Hochton-Kabine MIVOC HFT 180. Extrem  
schnell + impulsstark durch ultraleichtes, reines TITAN  
Keine billige Legierung! Verfügt über mit ferrofild-führung  
Deutsche Spitzen-Technologie. Unschätzbar! Spritzge-  
höhen! 92 dB / 25 x 25 x 23 mm 1 Jahr Vollgarantie. 4 oder  
8 Ohm. 88 x 35 x 23 mm 1 Jahr Vollgarantie. 4 oder  
zum unschlagbaren MIVOC-Preis: DM 29,- / Stück  
Bestelladresse + Studio I: MIVOC-Konrad-Adenauer-Str. 11  
5800 Solingen 1, Tel. 0212 6014 Telex 851470 mivoc d  
Studio II:  
460 Dortmund, Hamburger Str. 67, Tel. 0231/328417

**mivoc**



**IEM - Argon HR 1**







# Tiefen aus den Ecken

Originell ist das Äußere — auch nicht ganz alltäglich sieht es im Inneren aus. Schon das Baßreflexprinzip, nach dem diese Box arbeitet, verspricht eine kraftvolle Tiefenwiedergabe. Strahlen aber, wie hier, der Baßlautsprecher und die Reflexöffnung ihre Schallanteile in einen hornartigen Trichter ab, darf noch etwas mehr erwartet werden.

Die Argon HR 1 gehört nicht gerade zu den kleinen Boxen. Hat man sie jedoch endgültig plaziert und ihr Gewicht vergessen, dann wirkt sie, dank ihres Designs, gar nicht mehr so wuchtig. Die funktionale Trennung in Baßgehäuse, Hornöffnung und Hoch-Mitteltonaufsatz teilt die Front der Box auch optisch auf, der waagrecht eingebaute Tieftöner und die geknickte Schallwand geben ihr ihre Originalität.

## Ecken und Kanten

Neben einer interessanten Optik bietet die verwinkelte, fünfeckige Konstruktion eine große innere Festigkeit, so daß Gehäuseschwingungen wirksam unterdrückt werden. Erkauft wird dieser Vorteil jedoch durch recht hohe Anforderungen beim Nachbau.

Um die guten Eigenschaften des Gehäuses voll auszunutzen, wurde auch bei der Auswahl der Chassis auf Qualität geachtet. Die Wiedergabe der tiefen Frequenzen von 40 bis 700 Hz wurde einem bewährten Baß-Chassis, dem SW-300-2618, übertragen. Seine Nennbelastbarkeit liegt bei 120 Watt, sein großer Magnet verspricht eine gute Impulsverarbeitung. Durch die Baßreflex/Horn-Kombination wird zudem ein hoher Schalldruck von 90 dB (1 W; 1 m) erreicht, ohne da-

bei den Klirrfaktor ansteigen zu lassen.

## Die drei von der Galerie

Der Mitteltöner 12-M-51/4 entspricht akustisch und optisch ebenfalls den Ansprüchen des Gehäuses. Belastbarkeit und Wirkungsgrad sind auf den Baßbereich abgestimmt.

Das gleiche gilt für die beiden Hochtonhörner PH-5. Ihre paarweise Anordnung auf den beiden Schrägseiten der Frontplatte garantiert einen breiten Abstrahlwinkel.

Die Frequenzweiche wurde mit Hilfe aufwendiger Messungen im freien Schallfeldhalbraum der Firma Westra entwickelt. Die Feinabstimmung erfolgte jedoch in verschiedenen Hörräumen, da das menschliche Ohr noch immer nicht ersetzt werden kann. Da Abhörräume bekanntlich verschieden sind, entschied man sich, den Mittel- und Hochtonbereich extern über Regler einstellbar auszuführen. Hierdurch kann die Box am späteren Aufstellungsort der Raumakustik entsprechend angepaßt werden.

## Schräge Schnitte serienweise

Die Gehäuseform der Argon HR 1



## Technische Daten

Prinzip	3-Wege-Baßreflexgehäuse
Belastbarkeit	100/150 W
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	90 dB (1 W; 1 m)
Übergangs- frequenz/en	700 Hz/5,1 kHz
Volumen (innen)	ca. 56 l + 43 l
Außenmaße	Höhe 1000 mm Breite 620 mm Tiefe 490 mm
Entwickler	Westra
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 350,- DM

## Stückliste

**Chassis**

Tieftöner	SW-300-2618
Mitteltöner	12-M-51
Hochtöner	PH-5 Hörner (2 Stück)

## Frequenzweiche

Spulen	
L1	2,7 mH
L2	0,5 mH
L3	1,0 mH
L4	0,2 mH
Kondensatoren	
C1	22 $\mu$ F
C2	6,8 $\mu$ F
C3	15,0 $\mu$ F
C4	1,5 $\mu$ F

## Widerstände

R1	1 $\Omega$ /10 W
MR	Mittelton-Regler
HR	Hochton-Regler

**Holz- und Gehäuseteile**  
19-mm-Spanplatte

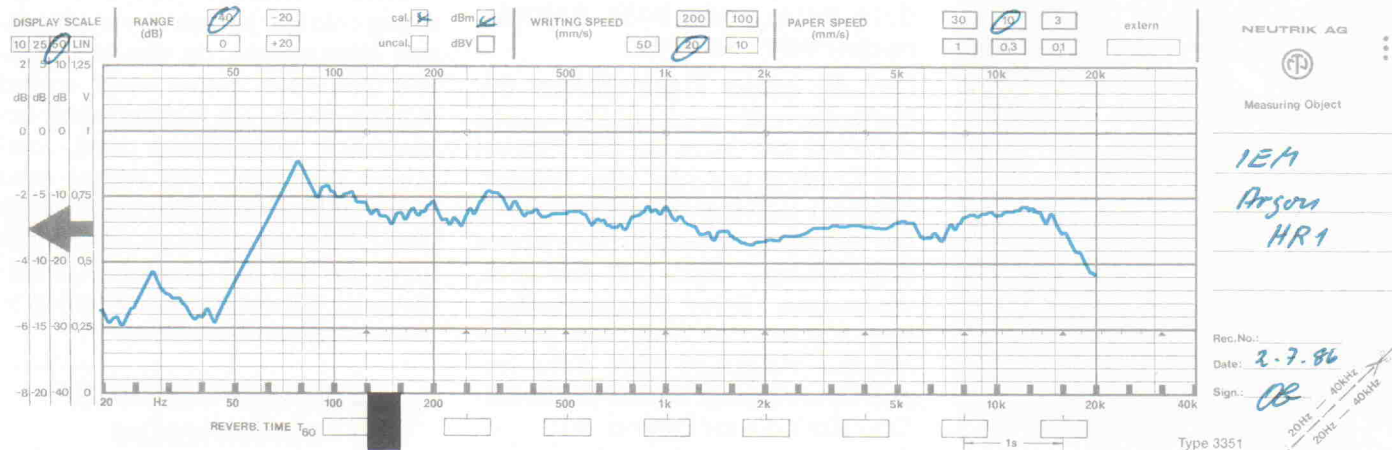
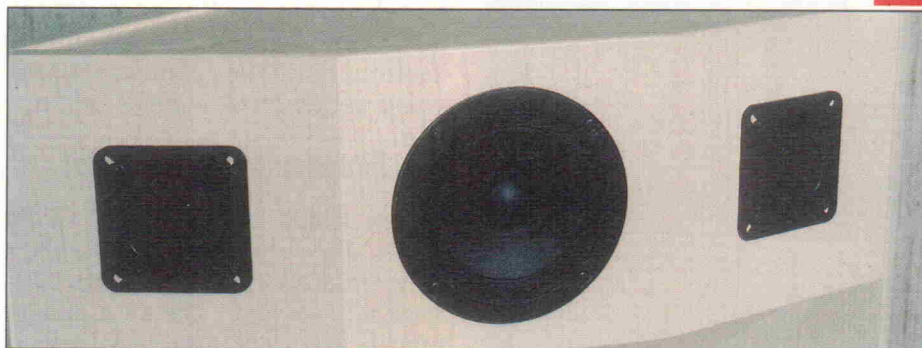
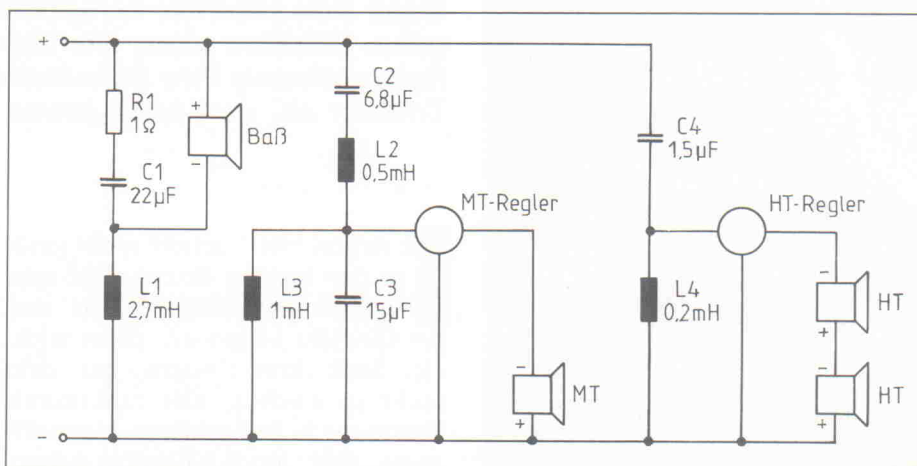
1	2 St. 1000 x 425 mm
2/3	2 St. 380 x 380 mm
4	1 St. 200 x 190 mm
5	2 St. 195 x 190 mm
6	1 St. 380 x 380 mm
7	1 St. 380 x 380 mm
8	1 St. 410 x 264 mm
9	2 St. 410 x 215 mm
10	1 St. 560 x 400 mm
11	1 St. 250 x 50 mm

Sonstiges: Spanplattenschrauben, Holzleim, Holzspachtel, Steinwolle

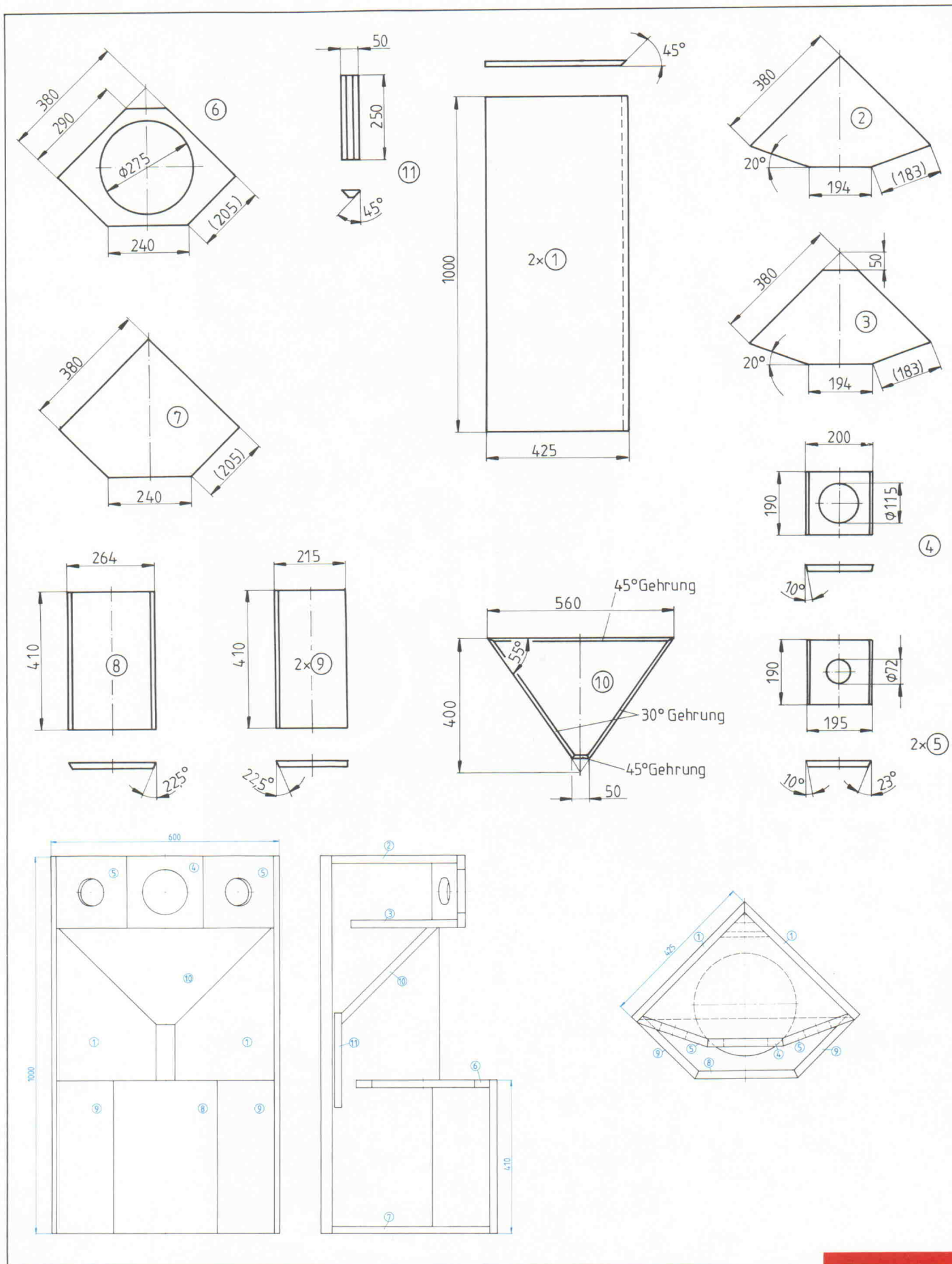
stellt an den Selbstbauer, an seine Ausrüstung mit Werkzeugen und an seine Erfahrung im Umgang mit Spanplatten erhöhte Anforderungen. Wer mit den Maßangaben, Winkeln und Gehrungen aus der technischen Zeichnung nicht zu- recht kommt, dem wird empfohlen, ein Fertiggehäuse zu kaufen oder seinem Schreiner einen Besuch ab- zustatten. Exakte Einhaltung aller Maßangaben der einzelnen Bauteile erleichtern den Zusammenbau wesentlich und gewährleisten Stabilität, Festigkeit und Dichtheit des Gehäuses.

Zur Dämpfung des Tieftöners wird das Baßgehäuse mit 50-mm-Steinwolle ausgekleidet, wobei darauf geachtet werden muß, daß die Reflexöffnung frei bleibt.

Die Frequenzweiche montiert man am einfachsten auf dem Gehäuseboden. Der Einbau der Chassis erfolgt am besten mit Spanplatten-schrauben von außen.









**McEntire Hybrid**







# Horn-Line

Dipl.Ing. P. Goldt

Die bekannten Vorzüge eines Exponentialhorns, wie hoher Schalldruck und knackige Impulswiedergabe, werden prinzipbedingt mit einer fehlenden Tiefbaßwiedergabe erkauft — zumindest, wenn man bei erträglichen Gehäusegrößen bleibt. Mit einer ungewöhnlichen Mischform zweier Gehäuseprinzipien ist es jedoch mit dieser Bauanleitung gelungen, das eigentliche Horn mit einer Frequenzetage zu unterkellern.

Grundlage der Bauanleitung bildet ein eindimensional gefaltetes Horn in einer typischen Form. Die Grenzfrequenz dieser Konstruktion liegt bei vorgegebener Gehäusegröße um 40 Hertz. Bis hier gelingt die Wiedergabe mit allen bekannten Vorzügen eines guten Horns, darunter fällt der Schalldruck - physikalisch bedingt - sehr schnell ab.

## Angekoppelt . . .

Ganz anders arbeitet eine Transmissionline. Dieses Gehäuseprinzip eignet sich besonders zur Tiefbaß-Wiedergabe. Es liegt also nahe, beide Arbeitsweisen miteinander zu kombinieren. Durch die zusätzliche Ankopplung einer Transmissionline an die Druckkammer des Horns können neben knackigen Rock- und Popbässen auch extreme Tiefbässe elektronischer Musik und tiefste Orgeltöne eindrucksvoll reproduziert werden.

Für diese Box wird eine numerierte Serie von 500 selektierten Chassis-kombinationen geliefert, wobei jedem System ein Originalmeßprotokoll beigelegt ist.

## . . . und doppelt gemoppelt

Im Tiefbaßbereich verrichten zwei 25-cm-Baßtreiber ihre Arbeit.

Wenn auch die Weiche beiden Systemen etwas versetzte Frequenzbereiche zuteilt, so arbeiten doch beide Lautsprecher weitgehend parallel. Diese Tatsache verhilft der Box zum einen zu ihrem hohen Kennschalldruck von 99 dB/Wm, zum anderen hat die Parallelschaltung der Chassis zur Folge, daß die Box den Verstärker mit einer Impedanz von 4 Ohm belastet.

Gute HiFi-Verstärker verkraften das spielend. Allerdings darf kein zweites Boxenpaar parallelgeschaltet werden. Für professionelle Endstufen aus dem Studio- oder Bühnenbereich gilt diese Beschränkung natürlich nicht. Solche Geräte nehmen auch 2 Ohm nicht übel.

## In der Mitte konventionell

In der Regel läßt sich ein wirkungsvolles Baßhorn nur mit einem Mitteltonhorn kombinieren. Während der Preis des Baßlabyrinths jedoch vor allem durch die Säge- und Schleifbereitschaft des Hobby-Tischlers in Grenzen gehalten werden kann, enden beim Mitteltonhorn meist die Möglichkeiten des noch so versierten Heimwerkers.

Da die Firma McEntire mit dem M 180 einen Konusmitteltöner liefert, der mit dem Kennschalldruck



## Technische Daten

Prinzip	3(4)-Wege-Baßhorn mit angekoppelter Transmissionsline
Belastbarkeit (DIN)	200 W (Sinus)
Impedanz	4 Ohm
Kennschalldruck	99 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenzen	250 Hz (500 Hz)/5 kHz
Volumen	ca. 200 l
Außenmaße	Höhe 1400 mm Breite 300 mm Tiefe 500 mm
Entwickler	Dipl.-Ing. Peter Goldt
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 650,- DM

des Baßhorns voll konkurrieren kann, gestaltet sich der Mitteltonbereich der Box ebenso preisgünstig wie wirkungsvoll.

## Oben wieder mit Horn

Um allerdings im Hochtonbereich ebenfalls den nötigen Schalldruck zu erzielen, ist ein Hornsystem unumgänglich. Das McEntire H 108 tut hier sogar etwas zuviel des Guten. Folglich wurde in der Weiche eine zusätzliche Dämpfung eingefügt, die das System gleichzeitig vor Zerstörung schützt.

Ungewöhnlich mag hier zunächst die Lampe in der Zuleitung zum Hochtöner erscheinen. Sie dient hier nicht etwa zur Beleuchtung, sondern als einfacher Kaltleiter. Im normalen Betrieb liegt ihr Kaltwiderstand bei etwa 1 Ohm — bei Überlastung steigt der Wert bis 10 Ohm an, so daß ein guter Schutz des Hochtöners gewährleistet ist.

Auch der Widerstand R2 hat eine wichtige Funktion. Sollten nämlich der Hochtöner (unwahrscheinlich) oder die Lampe (eher möglich) durchbrennen, so läge mit C7 und L5 ein ungedämpfter Schwingkreis am Verstärkerausgang. Bei Resonanz hieße das: Kurzschluß — und damit eventuell Ende der Endstufe. Der Widerstand R2 belastet jedoch in jedem Fall den Schwingkreis so

## Stückliste

### Chassis (McEntire)

Baß	B 250 (2 Stück)
Mitteltöner	M 180
Hochtöner	H 108

### Frequenzweiche

Spulen	
L1	10 mH
L2	4,7 mH
L3	2,5 mH
L4	0,33 mH/1,5 mm Ø
L5	0,12 mH/1 mm Ø
	Ferrit-Glockenkern, 52 mm Ø
	Luftpule
	Luftpule

### Kondensatoren

C1	100 µF/100 V ~ bipolar.Elko
C2	33 µF/100 V ~ bipolar.Elko
C3	4,7 µF/63 V ~ bipolar.Elko
C4	22 µF/100 V Folie
C5	4,7 µF/100 V Folie
C6	0,68 µF/100 V Folie
C7	1,5 µF/200 V Folie
C8	1,5 µF/63 V ~ bipolar.Elko

### Widerstände, 5 W

R1	8,2 Ω
R2	47 Ω
R3	6,8 Ω

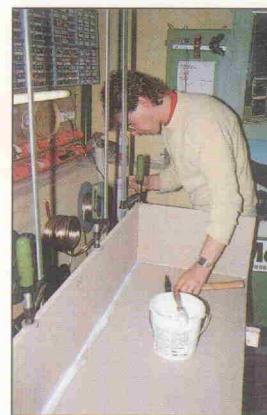
### Sonstiges

Lampe	12 V/10 W
-------	-----------

### Holz- und Gehäuseteile

Material 19-mm-Spanplatte (\* 3-mm-Hartfaser)

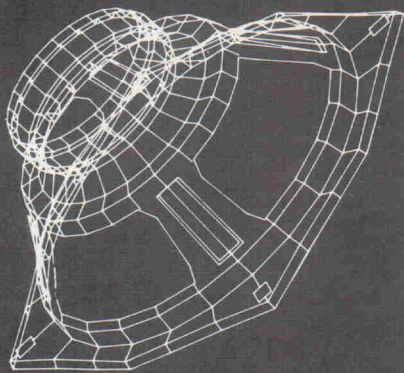
1	2 St. 500 x 262 mm
2	1 St. 1362 x 262 mm
3	1 St. 900 x 262 mm
4	1 St. 675 x 262 mm
5	1 St. 300 x 262 mm
6	1 St. 1160 x 262 mm
7	1 St. 443 x 262 mm
8	1 St. 552 x 262 mm
9	1 St. 248 x 262 mm
10	1 St. 127 x 262 mm
11*	2 St. 78 x 262 mm
12*	1 St. 200 x 262 mm
13	2 St. 1400 x 500 mm











**SCHAULANDT**



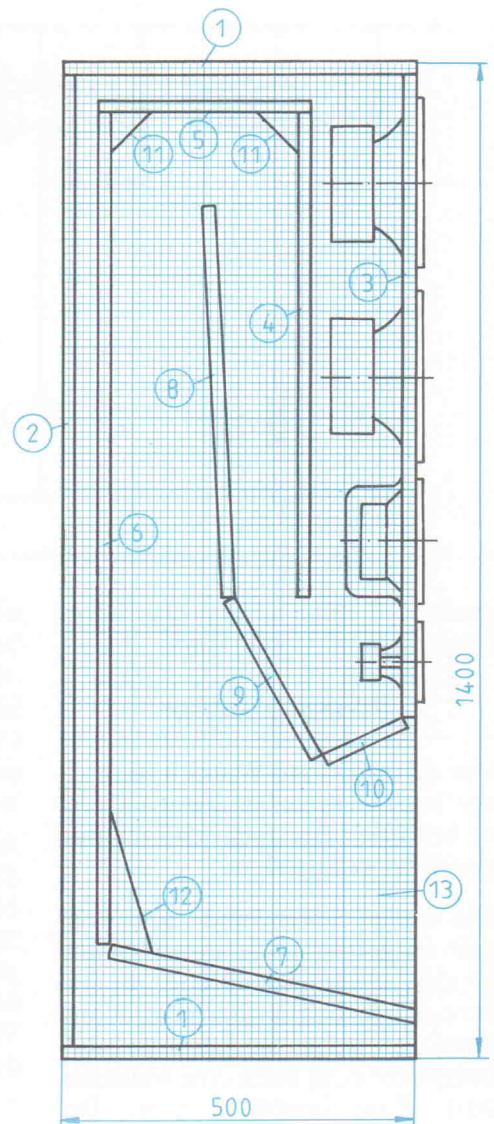
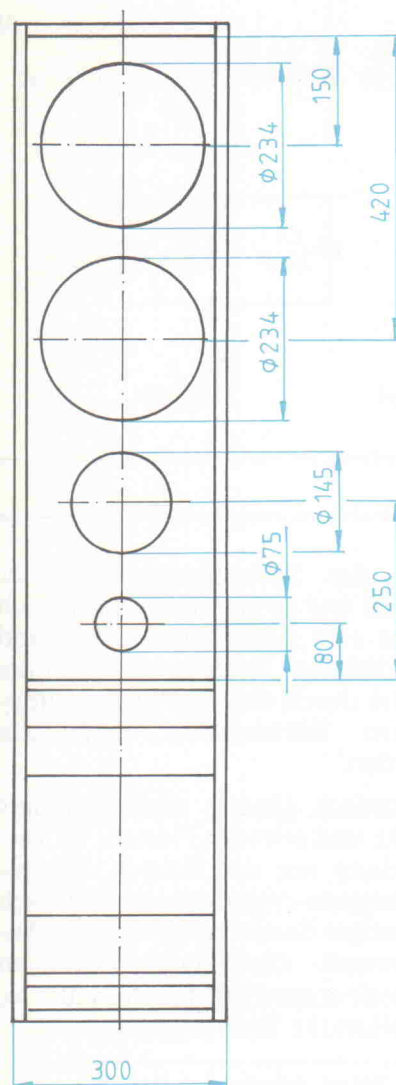
**WHARFEDALE**

**SELBST-BAUEN.**

SCHAULANDT IST DER KEF UND WHARFEDALE GENERAL-IMPORTEUR. INFORMATIONEN DURCH SCHAULANDT VERSAND NEDDERFELD 98 2000 HAMBURG 54 TELEFON 040/477 007 ODER SCHAULANDT HARBURG GROSSMOORBOGEN 7 2100 HAMBURG-HARBURG TELEFON 040/77 24 64 ODER SCHAULANDT 4 DÜSSELDORF GRAF ADOLF STRASSE 67-71 TELEFON 0211/37 90 92



**McEntire Hybrid**



Bei der Positionierung der inneren Bretter müssen die Maße vom blauen Raster auf eine Seitenwand übertragen werden.

wechselt werden darf. Es gibt auch unter den 40-W-Verstärkern einige, die diese Boxen sauber ansteuern können. Am besten verschiedene Verstärker im Vergleich hören!

Um wirklich tiefe Bässe unter 50 Hz hören zu können, muß der Raum groß sein. In einer Studentenwohnheim-„Zelle“ von 12 m<sup>2</sup> wird jede noch so große Box nicht unter 50 Hz kommen, da das geringe Luftvolumen des Raumes den Tiefbaß unterdrückt. Ab 25 m<sup>2</sup> kommt diese Box gut zur Geltung. Sie sollte jedoch nicht direkt in den Raumecken platziert werden. Ein Mindestabstand von einem halben Meter zu den Raumecken sichert eine trockene Baßwiedergabe. ■

HiFi-Boxen selbstgemacht



## DIE LEI(S)TUNGSGESELLSCHAFT KR-AKUSTIK VERTRIEBS-KG



**Eagle-products**  
Erhältlich im Fachhandel!

Spezialist für Lautsprecherkabel und Phonozubehör mit bestechendem Preis-/Leistungsverhältnis:

### „Skyline“-Programm, höchstflexibel

Aufbau 0,07 Kupferdrähte mit Spezial-PVC-Ummantelung transparent / rosé

Ausführungen:  
2 x 1,5 qmm  
2 x 2,5 qmm  
2 x 4,0 qmm  
2 x 6,0 qmm

*Der Vergleich ist  
unser bestes Argument*

### „Silver-Line“-Programm, höchstflexibel

Aufbau 0,07 Einzellitzen Kupfer und Kupfer-versilbert mit Spezial-PVC-Ummantelung transparent

Ausführungen:  
2 x 2,5 qmm  
2 x 4,0 qmm  
2 x 6,0 qmm

*The famous  
strip*

DAS Programm für höchste Ansprüche.

### „High-Standard“-Programm

transparent oder schwarz hochflexibel  
in den Ausführungen:

2 x 0,75 qmm  
2 x 1,5 qmm  
2 x 2,5 qmm  
2 x 4,0 qmm

*Mehr als  
Standard*

### „Component-power“

Weiter bei uns: Diodenkabel (auch konfektioniert), Cinchstecker und Cinchkupplungen vergoldet, nützliches Zubehör wie Carbonbürsten etc.

**KENNEN SIE EINE BESSERE VERBINDUNG?**

**Tel. 057 44/1086** — Telex 972159 — Siedlungsweg 5, 4971 Hüllhorst

## Profi-Bauteile für Frequenz- weichen

- Selektion
- Einzelanfertigung

Wir  
vertreiben  
Inter  
technik  
Produkte

# SPEAKER EQUIPMENT

Waldstr. 99  
5100 Aachen  
Telefon:  
024 05/9 48 88

**TDL  
ELECTRONICS**

Die neue Generation englischer Transmission-Lines  
*wie Hören  
zum Erlebnis wird!*

**TDL setzt Maßstäbe! Von 20 Hz bis 25 kHz.**

Wo Hören zum Erlebnis wird



Abb.: TDL STUDIO  
1018x279x444 (HxBxT)  
30-20 kHz

1000 Berlin 44:	Boxen-Gross, Maybachufer 14-15, Tel. 624 60 55 / 56
2000 Hamburg 13:	Open Air, Rentzelstr. 34, Tel. 040 / 44 58 10
2160 Stade:	Elektroakustik Stade, Bremervörder Str. 5, Tel. 0 4141 / 844 42
2900 Oldenburg:	ACR, Ziegelhofstr. 97, Tel. 0441 / 77 62 20
3260 Rinteln:	Stuwe Akustik, Messingbergstr. 3, Tel. 0 57 51 / 7 65 78
3400 Göttingen:	Lautsprecherbox, U. Karspule 8/9, Tel. 05 51 / 592 25
4000 Düsseldorf:	ACR, Steinstr. 28, Tel. 02 11 / 32 81 70 (RSTL)
4100 Duisburg:	Klein aber Fein, Tonhallenstr. 49, Tel. 02 03 / 298 98
4300 Essen:	Audio Design, Kurfürstenstr. 53, Tel. 02 01 / 27 74 27 (RSTL)
4544 Ladbergen:	Akustik + Design, Kattenvennerstr. 38, Tel. 054 85 / 2174 (RSTL)
4630 Bochum:	Hubert Lautsprecher, Wasserstr. 172, Tel. 02 34 / 30 1166
4600 Dortmund:	Hubert Lautsprecher, Borsigstr. 65, Tel. 02 31 / 8112 27
4600 Dortmund 1:	High-Tech-LS-Factory, Brennerstr. 28-30, Tel. 02 31 / 52 73 07 (RSTL)
5000 Köln:	Matzker + Engels, Jülicher Str. 22, Tel. 02 21 / 23 75 05
5100 Aachen:	Klangpyramide, Karlsgraben 35, Tel. 02 41 / 3 42 06
5600 Wuppertal:	Pink Noise, W.-Elberfeld, Karlstr. 54, Tel. 02 02 / 44 34 76
6050 Offenbach:	Studio Heusel, Mauerfeldstr. 22, Tel. 069 / 69 50 32 (RSTL)
6500 Mainz:	Tonfabrik, Dagobertstr. 2, Tel. 0 61 31 / 23 57 95
6630 Saarbrücken:	Tip-Lautsprecher, Pavillonstr. 8-12, Tel. 0 68 31 / 497 36
6700 Ludwigshafen:	Profisound Hieske, Dürkheimer Str. 31, Tel. 06 21 / 67 31 05
6750 Kaiserslautern:	Lautsprecherladen, Richard-Wagner-Str. 65, Tel. 06 31 / 633 55
7410 Reutlingen:	Lautsprecher-Laden, Hermann-Kurz-Str. 17, Tel. 0 71 21 / 34 05 22
7800 Freiburg:	LS-Studio M. Lehnis, Haslachstr. 176, Tel. 07 61 / 49 34 34 (RSTL)
7890 Waldshut:	KKS-Elektrik, Brückenstr. 17, Tel. 0 77 51 / 57 75
8700 Würzburg:	Audioladen, Valentin-Becker-Str. 8, Tel. 09 31 / 5 12 89
8000 München:	Joker HiFi, Mch. 80, Sedanstr. 32, Tel. 089 / 44 82 64
8130 Starnberg:	a+o electronics, Perchastr. 11a, Tel. 0 81 51 / 143 21 (RSTL)
8900 Augsburg:	HiFi-Laden, Schiellerstr. 3, Tel. 08 21 / 42 11 33
DK-4900:	Audio Sound I/S Bygvaenge 8, Nakskov, T.03-926205 (ab 16.30)
A-5020:	Joker, Gabelsbergerstr. 29, Salzburg, Tel. 06 62 / 7 16 93
CH-9472:	OEG-Akustik, Fabrikstr., Grabs, Tel. 085 / 7 38 41

Wenn Sie mehr über das professionelle TDL-Boxen und -Bausatzprogramm erfahren möchten, fordern Sie den TDL-Katalog vom zuständigen Landesvertrieb an (Schutzgebühr: DM 5,- / 40 s / 5 sfr / 20 kr in Bfm, Schein, Scheck). Landesvertretungen in Dänemark, Österreich u. Schweiz, siehe Fenster.



Abb.: TDL RSTL  
1170x540x490 (HxBxT)  
20-25 kHz

TDL-Vertrieb:

a+o electronics  
Postfach 1562, Perchastr. 11a  
D-8130 Starnberg, Tel. 08151/14321



Peerless PROFI I







# Hexarei

G. Erdmann

**Ein 30-cm-Baßlautsprecher in einer schlanken Säule? Kein Problem - wie das Foto zeigt - wenn der Tiefbaß aus dem Verborgenen wirkt. Das Resultat ist ein edles Möbelstück, bestückt mit den hochwertigsten Chassis aus der HiFi-Professional-Serie von Peerless.**

An die Gehäusekonstruktion wurden viele unterschiedliche Forderungen gestellt: Ein 30-cm-Subwoofer sollte Platz finden, die Schallwand jedoch schmal und abgeschrägt sein. Das Gehäuse sollte resonanzarm sein, jedoch aus normalen Spanplatten gefertigt.

## ***Machen wir's den Bienen nach***

Der Hut, unter den diese Anforderungen passen, ist sechseckig. Konkret - es ist eine sechseckige Säule mit 185 mm innerer Schenkellänge. Damit reicht die Querschnittsfläche aus, den 30er Subbaß aufzunehmen, und auch der 206-mm-Tiefmitteltöner findet gerade noch auf einer der sechs Seitenflächen Platz, die damit zur Schallwand wird.

Die Frage, ob der Subbaß nach oben oder unten abstrahlen soll, wurde zugunsten einer Blumentopfplatzierung entschieden.

## ***Bitte in Scheiben***

Wie der Subwoofer, so brauchen auch der Tiefmitteltöner und der Mitteltonlautsprecher jeweils ein bestimmtes Volumen und damit ihre eigenen (acht) Wände. Also wurde die Säule scheibenweise aufgeteilt, gerecht nach Größe und Funktion der Lautsprecher. Die dickste Scheibe bekommt der Subwoofer mit 59 Litern netto. Da ihm das noch nicht luftig genug ist,

wird ihm mit einem Baßreflexrohr geholfen. Durch die Unterteilung der Säule in drei verschiedene Kammern ergeben sich einschließlich oberer Deckplatte und unterer Schallwand vier Zwischenwände, die der Gesamtkonstruktion zu einer äußerst 'starren Haltung' verhelfen, so daß Gehäuseresonanzen keine Chance haben.

## ***Rangfolge***

Die Positionierung der Lautsprecher auf der Schallwand wurde so gewählt, daß sich eine optimale Klangverteilung ergibt. An oberster Stelle der 120 cm hohen Säule sitzt der Tiefmitteltöner, der den Frequenzbereich bis 500 Hz abstrahlt. Direkt unter diesem folgt der Mitteltöner, danach der Hochtöner direkt in Hörposition. Auf der Achse des Hochtöners hat rückseitig das Baßreflexrohr seinen Platz.

## ***Keine Leisetreter***

In der PROF II finden im wahrsten Sinne des Wortes 'Laut'sprecher Verwendung. Die Box erreicht damit einen Kennschalldruck von 92 dB (1 W, 1 m) und bietet eine Nennbelastbarkeit von 200 Watt. Klar, daß solche Lautsprecher nicht zu den billigsten gehören, das Preis/Leistungs-Verhältnis stimmt jedoch.

Als Subwoofer wurde das Modell PT 300 S eingesetzt. Dieser 30-cm-



## Technische Daten

Prinzip	4-Wege-System mit eingebautem Subwoofer
Belastbarkeit (DIN)	200 W
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	92 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenzen	125 Hz/500 Hz/4500 Hz
Volumen (innen)	ca. 59 l (Subwoofer) ca. 19 l (Tief-Mitteltöner)
Außenmaße	Höhe 1200 mm Breite einer Seitenwand 214 mm max. Gesamtbreite 430 mm Tiefe 375 mm
Entwickler	Peerless / Erdmann
Preis (Chassis ohne Weiche)	ca. 650,- DM

Tiefsttöner mit einer Eigenresonanz von 28 Hz ist eine Spezialentwicklung für diesen Einsatz. Das zeigt sich unter anderem an seiner

## Untergrundkämpfer

dynamischen Masse von 60 g und einer 4-Lagen-Schwingspule mit einem Kupfergewicht von 18 g. Der Lautsprecher hat eine obere Frequenzgrenze von 600 Hz, wird in der PROF II aber bereits bei 125 Hz abgetrennt.

## Kein Lückenfüller...

...soll der Tiefmitteltöner PT 210 X sein. Der neun Pfund schwere Druckgußlautsprecher mit Polypropylen-Membran und 76-mm-Schwingspule wurde ursprünglich für Hornkonstruktionen entwickelt. In der PROF II findet der Lautsprecher wegen seiner hervorragenden Klangauflösung im Tiefmittelfrequenzbereich Verwendung. Die Abkopplung nach unten erfolgt über Kondensatoren und mechanisch durch das Gehäusevolumen. Gleichzeitig wird durch eine Parallelschaltung von Subwoofer und Tiefmitteltöner im Resonanzbereich eine Frequenzkompensation erreicht, die eine harmonisch verlaufende Impedanzkurve bewirkt.

Stimmgewaltig ist der Mitteltöner PM 130. Ein Druckgußkorb mit

## Stückliste

### Chassis (Peerless)

Tieftöner (Subwoofer)	PT 300 S
Tief-Mitteltöner	PT 210 X
Mitteltöner	PM 130
Hochtöner	SR 10

### Zubehör

Baßreflexrohr	BR 70/2, 50 mm lang (Peerless)
Spanplatten-schrauben	12 St. 5 x 30 mm 8 St. 4 x 20 mm

Lautsprecheranschlußplatte, Knetkitt zum Abdichten der Kabeldurchbrüche, Verbindungskabel

### Dämmmaterial

Glaswolle 50 mm	1 St. 3000 x 600 mm 3 St. 210 x 600 mm 3 St. 130 x 600 mm
-----------------	---

### Frequenzweiche

Spulen (bitte Text beachten)

L1	15 mH/ $\leq 0,75 \Omega$
L2	5 mH/ $\leq 0,4 \Omega$
L3	2,4 mH/ $\sim 0,4 - 2,5 \Omega$
L4	0,3 mH/ $\leq 0,4 \Omega$
L5	2,4 mH/ $\leq 2,5 \Omega$
L6	0,22 mH/ $\leq 0,3 \Omega$

Kondensatoren

C1,2,3,4,5,6,10	47 $\mu$ F/250 V MKT
C7	0,22 $\mu$ F/250 V MKT
C8,9	22 $\mu$ F/250 V MKT
C11	3,3 $\mu$ F/250 V MKT

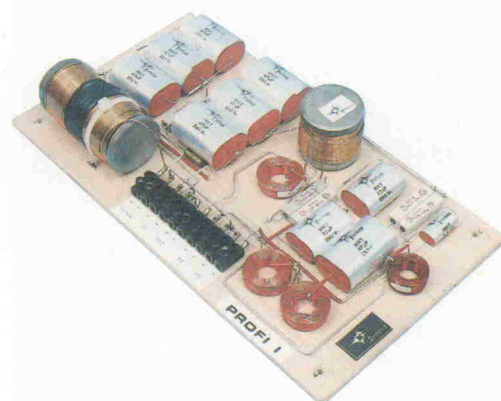
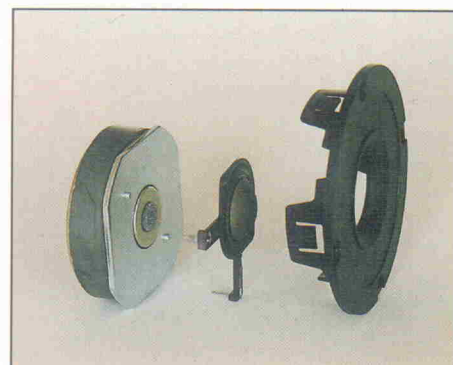
Widerstände

R1,2	10 $\Omega$ /9 W
R3	33 $\Omega$ /9 W
R4	4,7 $\Omega$ /9 W
R4	2,2 $\Omega$ /5 W
R5	2,2 $\Omega$ /5 W

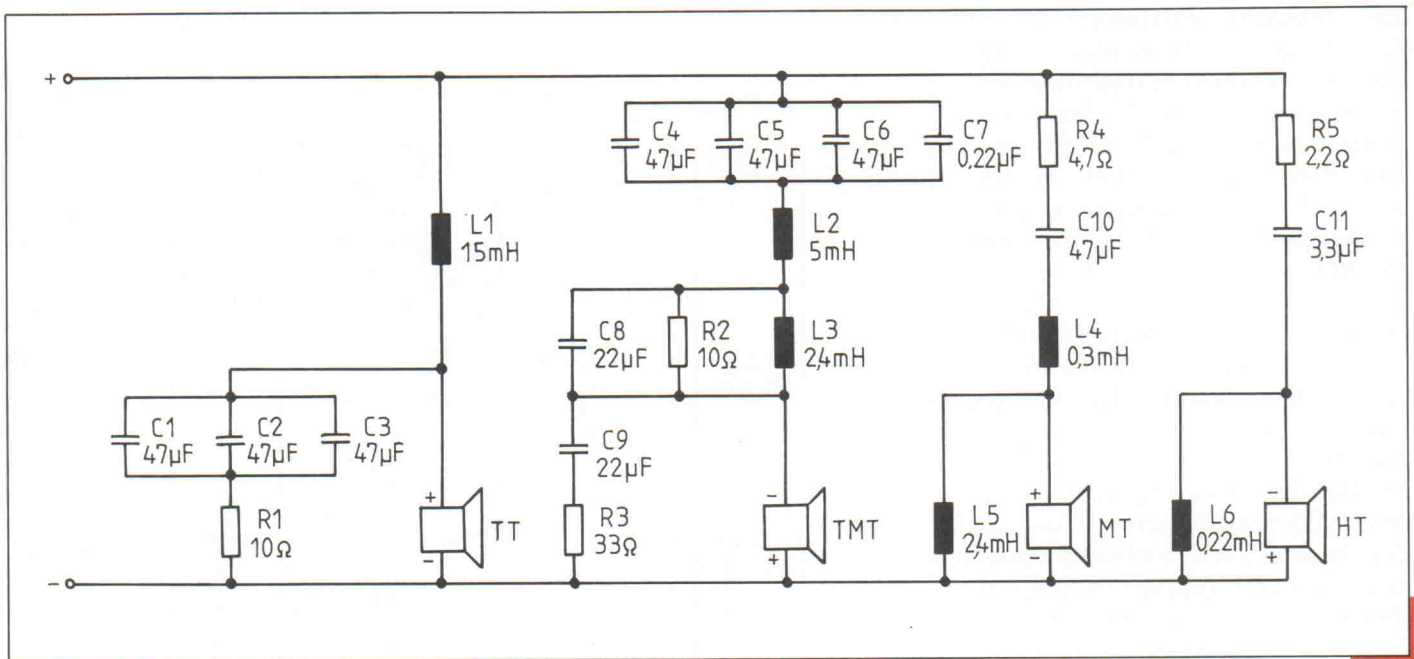
schmalen Stegen, die Korbfensterresonanzen sicher vermeiden, trägt ein üppiges Magnetsystem. Ein Schwingspuldurchmesser von 25 mm und eine dynamische Masse von nur 5 g ermöglichen sehr schnelle Ein- und Ausschwingvorgänge. Der Mitteltöner ist auch bei hohen Schallpegeln äußerst verfärbungsfrei.

## Die Technik liegt im Detail

Alle verwendeten Lautsprecher haben Schwingspulenträger aus Aluminium. Durch spezielle Kleber wird eine hohe thermische Belastbarkeit gesichert. Die drei Konuslautsprecher sind mit progressiven Zentriermembranen versehen, die







ein Anschlagen der Schwingspule auch bei starken Impulsspitzen verhindern. Der Mitteltöner hat eine 'Soft-Membran'. Hierbei handelt es sich um eine geschöpfte Papiermembran, die partiell unterschiedlich mit einer Acrylemulsion getränkt ist. Dabei wird die Membran zum inneren Bereich hin steifer. Das kompensiert die Laufzeitunterschiede in der Abstrahlung zwischen tieferen und höherfrequenten Signalen und macht eine verzerrungsfreie Wiedergabe in einem weiten Frequenzbereich möglich.

### Stammgast

Inzwischen schon ein alter Bekannter ist der Kalotten-Hochtöner

SR 10. Der von jedermann reparable Hochtöner mit einem 25-mm-Soft-Dome hat seinen festen Platz in der HiFi-Szene gefunden. Mit seiner Empfindlichkeit von 93 dB paßt er hervorragend in die Bestückung der PROFIL.

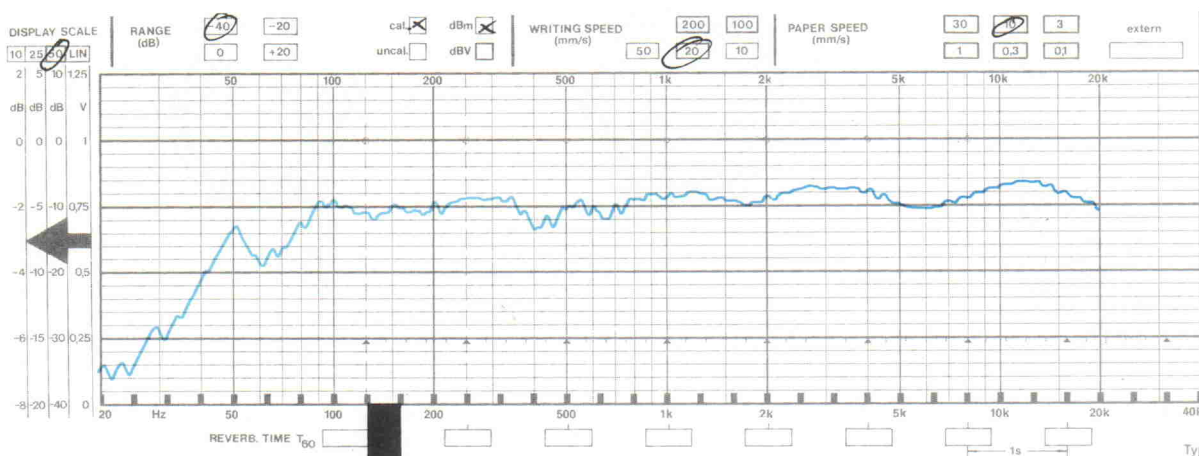
### Dirigent...

...im Orchester der vier Lautsprecher ist die Frequenzweiche PFW 1. Wer nicht die Fertigweiche auf Montageplatte verwenden will, sondern auch hier dem Eigenbau den Vorzug gibt, muß sich unbedingt an die angegebenen Werte und Qualitäten halten. Äußerst wichtig ist die Einhaltung der Widerstandswerte bei den Spulen. Die

Spulen für den Subwoofer und den Tiefmitteltöner haben einen geringstmöglichen Widerstandswert. Keine Spulen verwenden, die schnell in die Sättigung kommen! Luftspulen oder Spulen mit Puderkerne erfüllen voll die Ansprüche. Spulen mit Ferritkern sind in dieser Leistungsklasse nicht verwendbar. Für den Mittel- und Hochtöner sind nur Luftspulen geeignet. Die angegebenen Widerstandswerte sind extrem wichtig. Bei Bedarf können Hochlastwiderstände zur Erreichung des Gesamtwiderstandes eingefügt werden.

### Checkliste

Bei Eigenbau des Gehäuses wird



NEUTRIK AG



Measuring Object

Peerless  
Profi 1

Rec. No.:

Date: 16.6.86

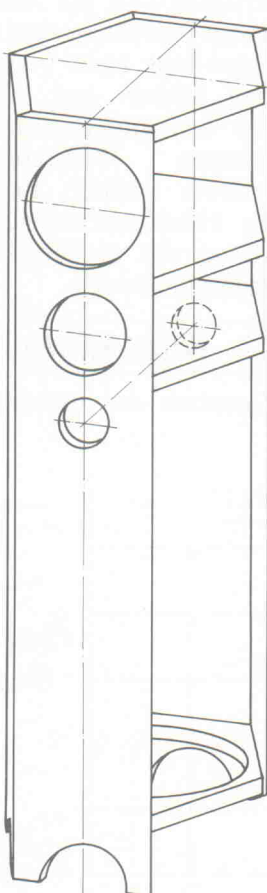
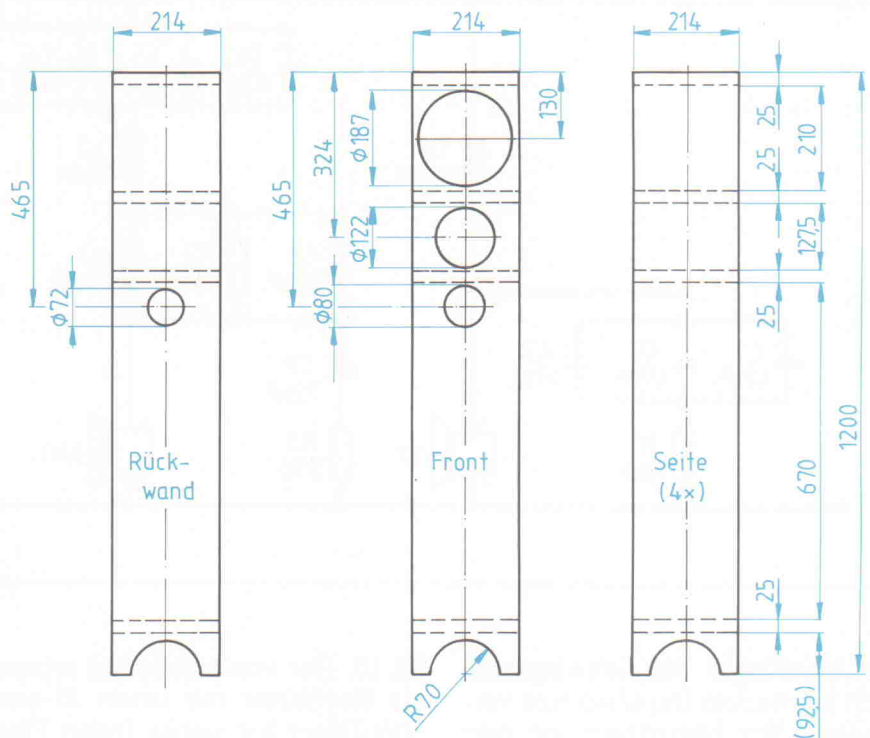
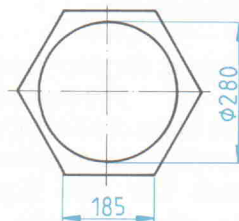
Sign: [Signature]

Type 3351

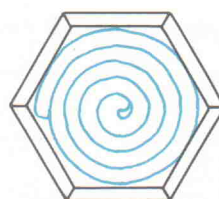
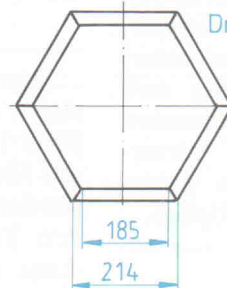


das Material entsprechend der Zeichnung zusammengestellt. Dann den unteren Halbkreis je Seitenteil aussägen und die Seitenteile verleimen. Vor Zuschneid der Zwischenböden den Ausschnitt der unteren Schallwand aussägen und anschließend die vier Zwischenböden zuschneiden. In einen Boden ein Loch von 10 mm als Kabeldurchlaß, in den anderen Böden zwei Löcher hierfür bohren. In die Frontseite des verleimten Korpus die Lautsprecherausschnitte und auf der Rückseite den Ausschnitt für das Baßreflexrohr sägen. Den Korpus auf die Seite legen und die beiden inneren Zwischenböden einleimen und mit dünnen Nägeln sichern. Danach die obere Platte und die untere Schallwand entsprechend befestigen. Zuletzt alle Stoßkanten mit einer zusätzlichen Leimnaht versehen.

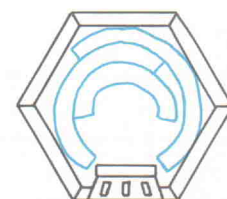
Die folgenden Arbeitsgänge sind für das Fertiggehäuse und das Selbstbaugehäuse gleich: - Gehäuse


Schallwand  
Subwoofer


Draufsicht



Bedämpfung Subbaß


Bedämpfung  
Mitteltief und Mittel



nach Wunsch lackieren oder bearbeiten - an der Gehäuserückwand Anschlußdose oder -klemmen für das Zuleitungskabel anbringen - ausreichend langes Kabel ( $2,5 \text{ mm}^2$ ) am Tiefmitteltöner anlöten - Dämmmaterial für den Tiefmitteltöner einlegen - Kabel durch die beiden Zwischenböden nach unten herausführen, abdichten und den Lautsprecher mit Schrauben direkt am Seitenrand befestigen (4 Schrauben beim Fertiggehäuse mit Einfräsung, 8 Schrauben beim Selbstbaugehäuse mit aufliegen-

dem Lautsprecher) - Mitteltöner in gleicher Weise einbauen - Hochtöner einbauen - die drei nach unten herausgeführten Kabel und die Anschlußdose mit der Frequenzweiche verbinden - kurzes Kabel für den Subwoofer an die Frequenzweiche löten - Frequenzweiche an der Korpusinnenwand aufschrauben - in die untere Kammer Dämmmaterial einlegen - Baßreflexrohr kürzen und einbauen - Kabel an den Subwoofer anlöten und Lautsprecher einbauen - Boxen an Verstärker anschließen.

## Die Stunde der Wahrheit

Der Verstärker sollte mindestens eine Nennleistung von 100 Watt je Kanal an 8 Ohm aufweisen. Natürlich läßt sich die PROFIL aufgrund ihres hohen Wirkungsgrades auch an kleineren Verstärkern betreiben, aber auch ein Sportwagen macht erst richtig Spaß, wenn man ab und zu mal richtig Tempo fahren kann.

## Erst hören dann bauen! !

Bei uns vorführbereit:

- **Kef Slim-Line**
- **Nimbus Yellow**
- **Procus Intus · Fidibus**
- **Audax TPX 21 · Pro 38**
- **Vifa MCS 1 · Korrekt · Filigran**
- **M + EN · Pentagon · Monopol · Reference**
- **Subwoofersysteme, auch aktiv**

sowie 30 weitere Bausätze u.a. von

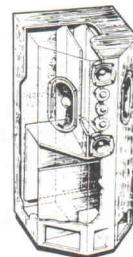
**MB · TDL · Seas · Visaton · WHD · Celestion**

Zu unseren Kombinationen gibt es fertig zugeschnittene Gehäusebausätze aus MDF oder Span, z.B.:

- |  |   |
|--|---|
| ● <b>Procus Intus</b> ..... 79,00 DM   | ● <b>Vifa korrekt MK II</b> .... 39,00 DM |
| ● <b>Procus Fidibus</b> ..... 99,00 DM | ● <b>KEF Slim-Line</b> ..... 59,00 DM     |

### Kabel-Sonderangebote:

2x $2,5 \text{ mm}^2$ , transparent	1,00 DM/m
2x $4 \text{ mm}^2$ , transparent	1,60 DM/m
High-End Kabel, flexibel, Kennung blau-rot	
2x $6 \text{ mm}^2$	3,60 DM/m
2x $10 \text{ mm}^2$ , 2 Einzeladern	5,50 DM/m
2x $25 \text{ mm}^2$ , 2 Einzeladern	11,70 DM/m
100 Seiten Katalog gegen 5,- DM-Schein	



**Matzker + Engels GmbH** · Jülicher Str. 22  
5000 Köln 1 · Telefon 0221/23 75 05



# Sinn oder Unsinn von Membran- beschichtungen

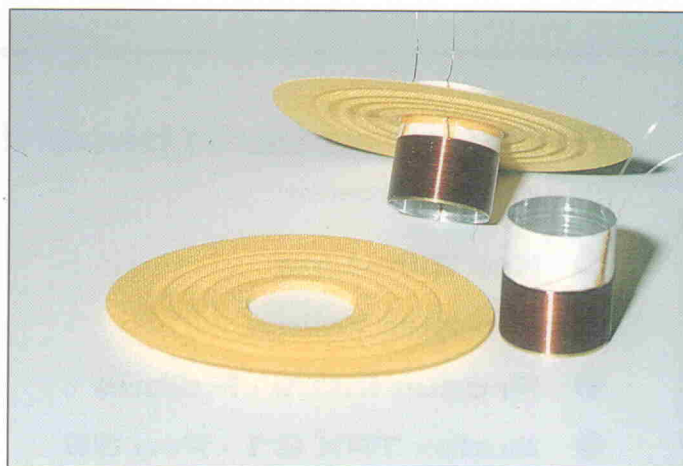
Marian Tepe

Es gibt zur Zeit einen Trend, der sowohl bei kleinen Herstellern von Lautsprecherboxen wie auch beim Handel und bei Verbrauchern feststellbar ist - Beschichtung von Lautsprechermembranen.

wer will da behaupten, daß es jetzt nicht besser klingt?

**Nicht alles, was klebt, belebt...**

Dabei werden alle möglichen Mittel eingesetzt, allein nach dem Motto - es muß anders aussehen und auch etwas glänzen. Jeder glaubt natürlich, mit seinem Mittel das 'Gelbe vom Ei' gefunden zu haben. Ob es nun Weißleim, Buchbinderleim, Silikon oder sonst ein klebriger Stoff ist. Eines haben alle diese Mittel gemeinsam, sie wurden für eine bestimmte Anwendung erfunden, nur nicht für Membranbeschichtungen. Die falsche Auswahl von Beschichtungsmitteln hat häufig ihre Ursache in dem Wunsch, daß die ganze Be-



Ein Lautsprecher entsteht: Korb und Magnet werden miteinander verschraubt ...

Durch eine Membranbeschichtung sollen die vorhandenen oder verwendeten Lautsprecher verbessert werden. Oft steht allein der Wunschgedanke dahinter, daß mit einer optischen Verschönerung auch gleichzeitig eine akustische Verbesserung erreicht wird. Man kann ja schließlich eine Klangänderung hören. Und

... Schwingspule und Zentrierung werden verklebt und in den Korb montiert.





Für die Membran hat jeder Hersteller seine Geheimrezepte.

Billigmembranen werden in der Regel in einem Arbeitsgang gepreßt, getrocknet und geschnitten. Sie sind sofort für die weitere Verarbeitung in der Lautsprecherproduktion verwendbar. Aufwendige Papiermembranen werden geschöpft. Bei dieser Herstellungsart tau-

schichtung auch noch schnell machbar sein soll. Aber mit Schnelligkeit wurde noch kein gutes Resultat erreicht.

Grundsätzlich kann gelten, daß gute Lautsprecher nur wenig zu verbessern sind. Und das Wenige verlangt zumindest einen relativ hohen Zeitaufwand. Wenn dem nicht so wäre, säßen wohl in den Labors der namhaften Lautsprecherhersteller nur Ignoranten anstelle erfahrener und gut ausgebildeter Entwickler. Andererseits sind einfache Billiglautsprecher tatsächlich spürbar zu verbessern. Diese Lautsprecher werden mit der Maxime produziert, bei geringstmöglichem Aufwand und schnellstmöglichem Fertigungsdurchfluß ein akzeptables Ergebnis zu erreichen.

Bei sehr guten Lautsprechern liegt schon ein ungleich höherer Aufwand in der Herstellung der einzelnen Lautsprecherkomponenten. Zum Beispiel die Lautsprechermembran. Eine gute Lautsprechermembran kann im Vergleich zu einer Billigmembran gleicher Größe um den Faktor 20 teurer sein, in Extremfällen mehr. Nicht berücksichtigt sind hierbei Sonderausführungen aus allen erdenklichen Materialien, sondern ausschließlich Papiermembranen.

HiFi-Boxen selbstgemacht



Nach dem Einkleben der Membran ist der Lautsprecher optisch komplett, akustisch aber noch recht stumm.



Erst ein von außen aufgezwungenes äußerst starkes Magnetfeld macht das rückwärtige Eisenpaket zum kraftvollen Antrieb für die Schwingspule.



Die Herstellung der Weiche und der anderen 'Zutaten' zur Box erfordern die gleiche Sorgfalt wie die Chassisfertigung.



**Die Membranbeschichtung — auch 'coaten' genannt — ist der letzte Arbeitsgang. Ob notwendig, sinnvoll, überflüssig oder schädlich — das hängt vom Chassis ab.**

chen Siebe in Form der späteren Membranen in eine dünnflüssige Substanz aus Wasser, gemahlenem Papier und sonstigen Zutaten. Die

### **Die Membran - eine Schöpfungsgeschichte**

genaue Zusammensetzung dieser Substanz ist schon eine der wichtigen Voraussetzungen für gute Membranen. Jeder Hersteller hat hier seine eigenen, geheimgehaltenen Rezepte. Die genau eingehaltene Schöpfzeit bestimmt, zusammen mit der Substanz und dem Sieben, die Materialstärke der Membranen. Nach dem Schöpfen kommen die mit Membranmaterial beschichteten Siebe in einen Trockenofen. Anschließend werden die Rohmembranen von den Sieben getrennt und auf Maß geschnitten. Nach einer Gewichtskontrolle unterliegen die Membranen noch weiteren Behandlungen, die in ihrem Aufwand davon abhängig sind, wie gut das Endprodukt, der Lautsprecher, schließlich werden soll und wie teuer er werden darf. Dieser ganze Herstellungsprozeß braucht seine Zeit, und Zeit kostet Geld. Und schon wird der Unterschied zwischen Billig-



lautsprechern und wirklicher HiFi-Qualität deutlich. Aber auch die Hersteller von Spitzenlautsprechern kommen an den Punkt, wo sie sich fragen müssen, ob weitere geringe Verbesserungen einen unverhältnismäßig höheren Aufwand rechtfertigen und ob dieser Mehraufwand noch von der Mehrzahl der Käufer bezahlt wird. So erfordert eine sinnvolle Membranbeschichtung viel Zeit, sprich: Geld.

Hier schlägt die Stunde des HiFi-Freaks. Er hat die Zeit und will nur das Beste. Also greift er zur Flasche - leider meistens zur falschen. Denn vor einer erfolgreichen Membranbeschichtung steht die Frage: Was soll erreicht werden?

Es ist gewiß nicht das Ziel, aus einem guten Lautsprecher einen schlechten Lautsprecher zu machen. Das geschieht leider allzu häufig. Eine gute Membranbeschichtung kann die Eigen-

dämpfung von Membranen verbessern und dadurch Partialschwingungen verringern. Auch kann die Impulstreue verbessert und der Frequenzverlauf linearisiert werden. Zudem lassen schwarz anfärbende Beschichtungsmittel so manchen Lautsprecher optisch schöner erscheinen. Alte, ausgebleichte Membranen können wieder regeneriert werden. Schließlich können auch noch die Wetterfestigkeit und die Langzeitstabilität erhöht werden.

### Indikation und Nebenwirkung

Ein gutes Beschichtungsmittel für Lautsprechermembranen muß also schon einige Voraussetzungen erfüllen, damit ein erfolgreiches Ergebnis erzielt werden kann. Es muß leicht und dünnflüssig sein. Ein dickflüssiges Mittel erhöht merklich das Membrangewicht, wodurch die Laut-

sprecherparameter erheblich verändert werden. Der Lautsprecher kommt in ein Ungleichgewicht und ist für die vorgesehene Konzeption nicht mehr verwendbar.

Daneben muß ein Beschichtungsmittel eine gute Oberflächentrocknung erreichen, sonst bleibt die Membran 'dauerklebrig' - sie zieht viel Staub an und wird schwer. Die Lautsprecherparameter ändern sich fortlaufend, und der Lautsprecher hat keine Langzeitstabilität.

Trotz guter Oberflächentrocknung muß das Beschichtungsmittel aber dauerelastisch bleiben. Andernfalls ergäbe sich eine sehr negative Klangentwicklung. Bei durchhärtenden Mitteln sind starke Partialschwingungen und eine kurze Lebensdauer die Folge.

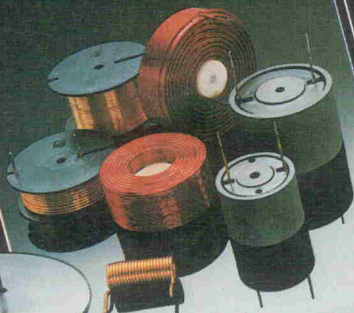
Die Membranbeschichtung selbst braucht ihre Zeit. Hier gilt das gleiche, was auch für einen guten Anstrich oder eine gute Lackie-

rung gilt. Nur durch mehrmaliges Auftragen mit zwischenzeitlicher guter Abtrocknung kann ein optimales Ergebnis erzielt werden. Als durchschnittlicher Richtwert für eine gute Membranbeschichtung kann ein zwei- bis dreimaliges Auftragen mit einem dünnflüssigen Beschichtungsmaterial empfohlen werden. Im Zweifelsfall gilt - weniger ist oft mehr. Bei geschlossenen Mitteltönern mit einer Staubschutzkalotte aus Gewebe ist zu beachten, daß die Staubschutzkalotte nicht beschichtet werden darf.

Zusammenfassend ist festzustellen: Eine Membranbeschichtung kann sinnvoll sein, wenn sie sehr sorgfältig und mit einem guten Beschichtungsmittel erfolgt. Unsinnig ist eine Membranbeschichtung, die nur aus optischen Gründen durchgeführt wird, da hierbei in der Mehrzahl aller Fälle der Frequenzgang irreparabel verbogen wird.

## Lautsprecher-Komponenten - HiFi-Präzision made by Intertechnik

Wir entwickeln und  
produzieren Bauteile von  
hoher Güte für  
professionelle HiFi-Technik



### Drosselspulen

Ferritspulen mit Rollenkerne,  
Luftspulen mit CU-Drähten  
von 0,7 bis 2 mm  $\phi$ ,  
Luftspulen mit Flachdraht-  
wicklung, 4,4 mm<sup>2</sup>

**Polypropylen-Kondensatoren MKP**  
von 1,0  $\mu$ F bis 100  $\mu$ F, 250 V  
C-Toleranz  $\pm 5\%$

Bitte  
Händlernachweis  
anfordern

**Inter  
technik**  
I.T. Electronic GmbH  
Am Gewerbehof 1, 5014 Kerpen 3  
Tel. (02273) 53096, Tx. 888018 itd



... IHRE Adresse  
in Köln!

GÜRZENICHSTR. 34  
LAUTSPRECHER-SYSTEME  
HILSCHER & SCHMIDT GMBH  
**HS**  
5000 KÖLN 1  
TEL. 23 66 74

Bausätze:

- HiFi + Profi
- Spezialität: Hornsysteme (202)
- Zubehör / Kabel / Weichenbauteile
- Alle Gehäuse auch in excl. Marmor

... Die Profis

Unsere langjährige Erfahrung in Entwicklung und Überarbeitung von Lautsprechern für die HiFi-Industrie und das Beschallungsgewerbe fließt selbstverständlich auch in die **Konzeption unserer Lautsprecherbausätze** ein.

Wir arbeiten mit Lautsprechern von:  
Audax, Coral, EV, Foster, Görlich-Podszus, JBL, KEF, Manger und Peerless.

Preisliste anfordern!

**GDG Lautsprecherv. GmbH**

Steinfurter Str. 37 · 02 51/27 74 48 · 4400 Münster

Öffnungszeiten Mo—Fr 14—18 Uhr  
Sa 10—14 Uhr

**mudra akustik**

Lautsprecherwerkstatt — HiFi-studio

## Explorer I

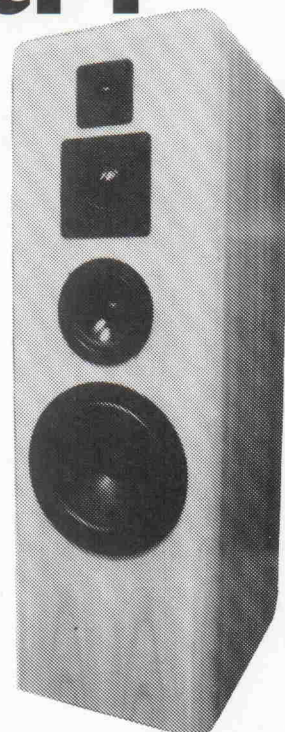
Selbstbau-  
lautsprecher  
der absoluten  
Spitzenklasse

- isobarisches  
Bass-System  
Komplettbausatz  
ohne Gehäuse  
1.100,- DM

- Infos anfordern

Wir führen außerdem

AUDAX, Coral,  
Dynaudio, Eton,  
Isophon, JBL,  
SEAS, WHD  
u. andere



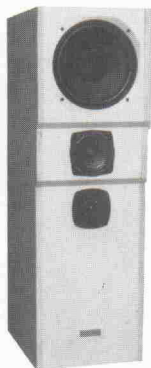
Mudra Akustik KG - 3400 Göttingen  
Goetheallee 6 - 0551/45757

aus England

NEU!

**VOLT**

audiophile Lautsprecher-  
systeme und -bausätze



Katalog gegen DM 5,— in Briefmarken

**ART & AUDIO**

Hans J. Luschen

VOLT-Vertrieb · Versand  
Ladengeschäft

Grindelhof 35 · 2000 Hamburg 13  
Tel. 040 / 45 95 91

**ART & AUDIO**

Siegfried Heyn

Holzbausätze Zuschnitte

Fertiggehäuse

Ohlstedter Str. 17

2071 Holsbüttel

Tel. 040 / 605 40 10

**Versand 040/45 95 91**

## PROFISOUND LAUTSPRECHERVERTRIEB

Hochwertige Lautsprecherchassis von AUDAX — CORAL —  
ISOPHON — MAGNAT — SEAS — VISATON.

Bausatzpreise, incl. verdrahtetem, hochwertigem Weichen-  
kit, Dämmwolle, Reflexrohre, Anschlußklemmen usw.

Bezeichnung	Stückpreis
AUDAX PRO TPX 21	299,—
AUDAX PRO 38 BEX	1333,—
AUDAX PRO 30 II	399,—
CORAL TWIN SET	666,—
CORAL SOLID	385,—
ISOPHON T 440 (TML)	599,—
MAGNAT UTAH	269,—
MAGNAT ILLINOIS	479,—
MAGNAT NEBRASKA	649,—
MAGNAT MINESOTA II	899,—
SEAS REX 70	299,—
TDL RSTL	1389,—
TDL Studio	429,—
VISATON CARMAQUE	369,—
VISATON CASABLANCA	359,—
VISATON EIGER	299,—
VISATON ATLAS	799,—
VISATON VIB	199,—
— Wir liefern auch Luftspulen mit großem Ø (z.B. 2 mm²) und Folienkondensatoren 250 Volt.	

Zubehör:  
Lautsprecherkabel von Monitor PC INAKUSTIK (Kabelaufbau  
0,07 mm)

2x1,5 qmm	statt 3,— nur 1,50 je mtr.
2x2,5 qmm	statt 4,— nur 2,50 je mtr.
2x4 qmm	statt 5,— nur 3,30 je mtr.
2x6 qmm	statt 10,— nur 7,— je mtr.
2x10 qmm	statt 18,— nur 13,— je mtr.

Silberkabel:	
2x2,5 qmm	statt 9,— nur 6,— je mtr.
2x4 qmm	statt 12,— nur 8,— je mtr.
2x6 qmm	statt 18,— nur 13,— je mtr.
Cinchstecker 14 Kl. vergoldet	Stück 4,—
Cinchkabel ELAC/MONITOR PC 45/100pf.	mtr. 13,—/6,— solange Vorrat reicht

Wenn es um die klangliche Ausschöpfung Ihrer Preisvorstellung geht, sind wir die Nr. 1.

Bei uns sparen Sie 100%, wenn Sie sich gleich für die BES-  
SERE und nicht für die BILLIGERE Box entscheiden.

### Bitte ausschneiden und an uns senden

- Katalog mit Preisliste und Zubehör 5,— Bf.m.
- Katalog CORAL mit Daten und Maßkurven 5,— Bf.m.
- AUDIOPHILE KLANGSPIELE — FERTIGBOXEN im Bau-  
satz DM 10,— Schein/Scheck

Nichtzutreffendes bitte streichen

### KONTAKT

**DIETER HIESKE**

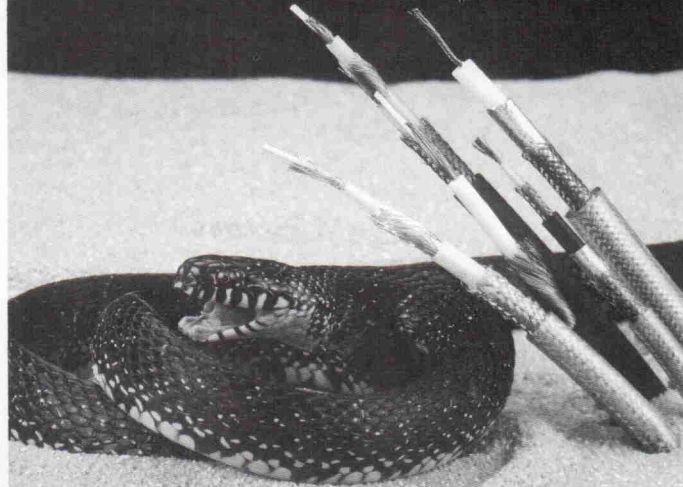
LAUTSPRECHERVERTRIEB — PROFISOUND —

ENTWICKLUNG UND PLANUNG VON AUDIOPHILEN KLANGKÖRPERN  
Dürkheimer Straße 31 · 6700 Ludwigshafen · Tel. (06 21) 67 31 05

## monitor pc power cable

*Kabel und Stecker wie Sand am Meer  
im neuen monitor pc-Katalog!*

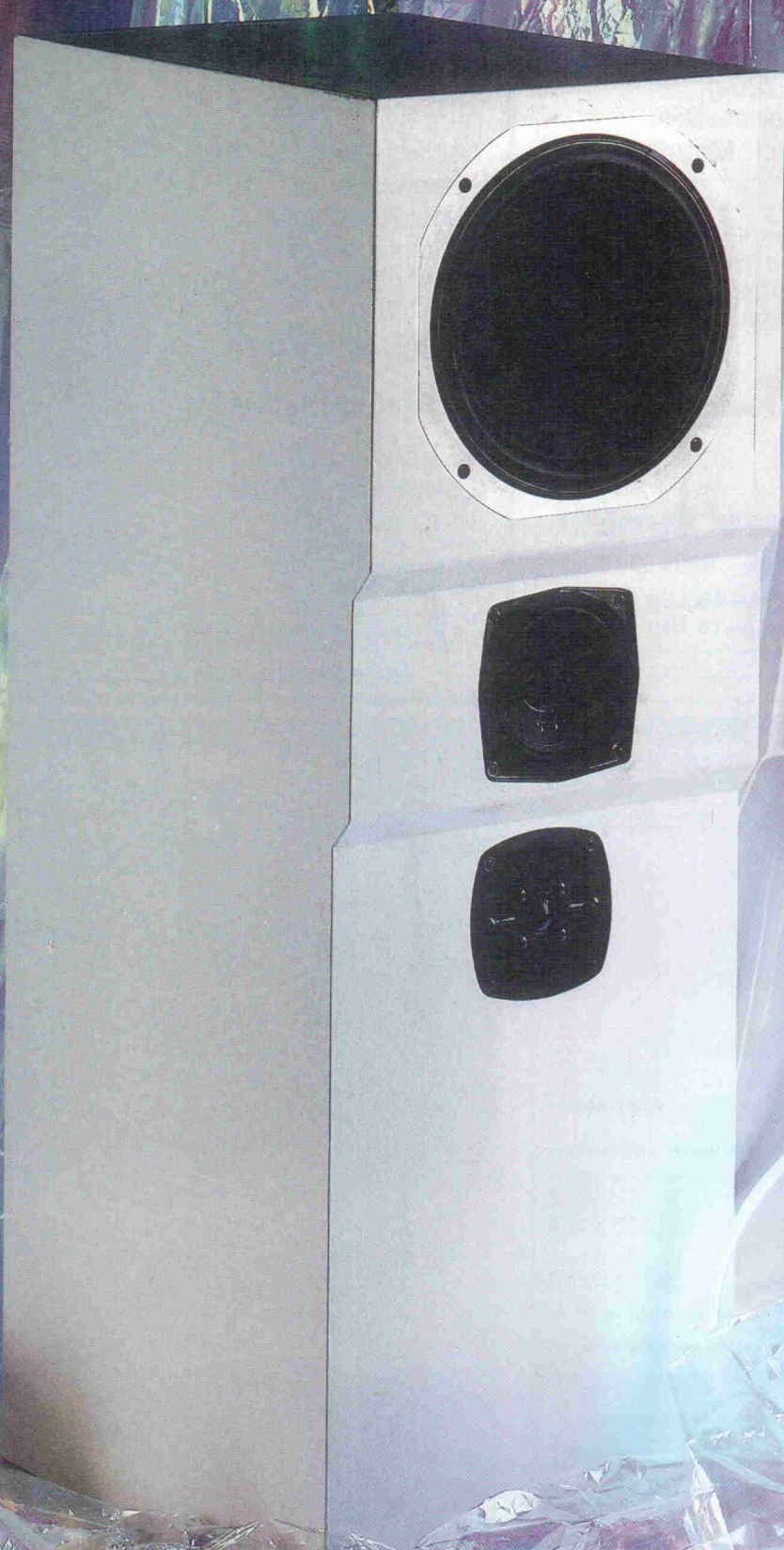
*Kostenlos auf der  
HIGH END Frankfurt, Raum 128-130  
AUDIO Essen, Stand 3/001  
beim Fachhandel oder direkt von in-akustik,  
gegen DM 1,— in Briefmarken (Rückporto).*



in-akustik GmbH · Untermatten 14 · 7801 Ballrechten/Dottingen · Tel. (07634) 728



**Volt Concept 25A**







# **Politik**

---

# **der kleinen**

---

# **Schritte**

---

H.J. Lüschen

Man braucht nicht gleich seine gesamten Ersparnisse zu plündern, um in die höheren Regionen der Lautsprecherwelt einzudringen. Hier wird ein Konzept vorgestellt, das es erlaubt, die Ausbaustufe der Box den jeweiligen finanziellen Möglichkeiten anzupassen.

Grundlage dieser Bauanleitung bildet eine 3-Wege-Passivbox; die letzte Ausbaustufe führt zu einer teilaktiven Innentreiberbox. In keiner Ausbaustufe muß ein mühsam gefertigtes Gehäuse verworfen oder ein teures Chassis verschrottet werden. Jede Stufe baut auf der vorhergehenden auf und bringt ein weiteres Stück Klangfülle.

---

## **Fundament**

In der Grundausbaustufe besteht der Bausatz aus einer 3-Wege-Kombination mit passiver Weiche. Die Chassis sind in der Tiefe versetzt auf der Schallwand angeordnet. Dadurch werden Laufzeitverzögerungen und Phasenverschiebungen innerhalb der Übernahmebereiche vermieden. Das Gehäuse kann bereits komplett aufgebaut und fertig verarbeitet werden. Nur die Rückwand muß abnehmbar bleiben, um den späteren Einbau des Innentreibers zu ermöglichen.

---

## **Kellerausbau**

In dieser Ausbaustufe wird der Bausatz durch den zweiten Treiber innerhalb der Box ergänzt. Die

Weiche bleibt weiterhin passiv. Nur die Spule im Tieftonzweig wird ausgetauscht, da sich durch die Impedanzänderung ein anderer Übergangspunkt zum Mitteltöner ergeben würde. Der Ausbau macht sich schon jetzt klanglich bezahlt — durch den Innentreiber erreicht man eine tiefere Grenzfrequenz und die Wiedergabe wird präziser und impulsstärker.

Im Gehäuse muß lediglich ein zusätzliches Brett eingebaut werden, das den Innentreiber trägt.

---

## **Installation**

In Phase 3 wird die Box teilaktiviert. Warum nur teilaktiviert? — Nun, die meisten Leute besitzen schon einen guten Verstärker, den sie ja nicht unbedingt ausrangieren wollen und der — zumindest im Baßbereich — sehr gut genutzt werden kann. Also genügt es zunächst, nur die Mittel- und Hochtöner aktiv anzusteuern. Außerdem ist diese Lösung kostengünstiger als andere Teilaktivlösungen, da im Mittel-/Hochtonbereich dem Verstärker keine großen Leistungen abverlangt werden. Das Baßsignal wird



## Technische Daten

Prinzip	3-Wege, geschlossenes Gehäuse mit Innentreiber und Aktivbaustein erweiterbar
Belastbarkeit	125 W (250 W*)
Impedanz	8 Ohm (4 Ohm*)
Kennschalldruck	92 dB (1 W, 1 m)
Volumen (innen)	ca. 100 l
Außenmaße	Höhe 1026 mm Breite 334 mm Tiefe 485 mm
Entwickler	H.-J. Lüschen
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 850,- DM
* mit Innentreiber	

dabei weiterhin passiv abgetrennt. Deshalb ist es sehr sinnvoll, hier eine sehr verlustarme Luftspule einzusetzen.

Wenn die Passivweiche aus den ersten beiden Ausbaustufen bereits außerhalb der Box angebracht worden ist, so braucht das Gehäuse jetzt nicht einmal mehr aufgeschraubt zu werden. Der Teilaktivbaustein ist mit einer Aktivweiche und zwei 14-Watt-Verstärkern ausgerüstet und wird entweder in einem separaten Gehäuse oben auf die Box gestellt oder in die Box eingebaut. Die Stromversorgung ist dabei von den eigentlichen Endstufen getrennt und befindet sich in einem eigenen Gehäuse, das direkt in der Nähe einer Steckdose aufgestellt werden kann.

Die Spannung, die vom externen Verstärker abgegeben wird, muß natürlich noch mit Reglern und Widerständen auf die Eingangsspannung der Aktivteile heruntergeteilt werden. Dabei sind die Verluste mit denen von Widerstandsnetzwerken in Passivweichen überhaupt nicht zu vergleichen.

Diese Version dürfte für die meisten Selbstbauer die interessanteste Ausbaustufe sein, da hier mit relativ geringem finanziellen Aufwand ein sehr hohes Maß an Klangneutralität und Impulsverhalten erreicht wird.

Im Baßbereich arbeiten zwei Chas-

## Stückliste

### Chassis

Baßtreiber (außen)	Volt B 250
Baßtreiber (innen)	Volt BU 220
Mitteltöner	Sipe AB 130
Hochtöner	Sipe DT 25/40 PSQ

### Frequenzweiche

Spulen	
L1	4,7 mH Luft, 2 mm Ø
L2	12 mH Ferrit
L3	0,56 mH Luft
L4	0,47 mH 1,1 mm Ø
Kondensatoren	
C1,7	100 µF bipol. Elko
C2	100 µF
C3,5	6,8 µF MKT
C4	8,2 µF
C6	1 µF

### Widerstände (5 W)

R1	3,9 Ω
R2	8,2 Ω

Beim Betrieb ohne Innentreiber entfällt C7, L1 wird 8,2 mH (Ferrit)

### Sonstiges

Aktivbaustein CVA 15 für den Mittel- und Hochtonbereich. Die Passivweiche wird vom Hersteller in Zahlung genommen.

### Holz- und Gehäuseteile

22-mm-MDF-Platten

1 Seitenwände	2 St. 1026 x 485 mm
2 Boden	1 St. 290 x 419 mm
3 Deckel	1 St. 290 x 419 mm
4 Rückwand	1 St. 290 x 982 mm
5 Front	1 St. 290 x 1026 mm
6 Phasenversatz (eine Seite)	1 St. 290 x 500 mm
7 angeschrägt)	1 St. 290 x 333 mm
8 Innentreiberbrett	1 St. 290 x 397 mm

sis der englischen Firma Volt. Sie bieten gute Impulsschnelle, hohe Serienkonstanz und große Auslen-

## Eine gute Mannschaft

kungsfähigkeit und eignen sich damit hervorragend für dieses Innentreiberkonzept. Die Chassis sind handgefertigt und werden ab Werk paarweise selektiert.

Den Mitteltonbereich übernimmt ein 13-cm-Konuslautsprecher, der von der Firma Sipe gefertigt wird. Wegen seiner niedrigen Resonanzfrequenz von 80 Hz kann er bereits sehr tief angekoppelt werden, so daß der gesamte Mitteltonbereich von einem einzigen Lautsprecher reproduziert wird. Deshalb ist auch

die passive Baßabtrennung — selbst in der Aktivversion — recht unproblematisch, da das menschliche Ohr im tieferen Frequenzbereich wesentlich unkritischer auf Phasenverschiebungen reagiert, wie sie durch Frequenzweichen zwangsläufig entstehen.

Im Hochtonbereich arbeitet die bekannte Sipe-Kalotte DT 25/40 P in einer modifizierten Version. Sie wurde mit einem Doppelmagneten ausgestattet, was die Wiedergabe im oberen Hochtonbereich, die ja sonst bei Gewebekalotten ein wenig kritisch ist, wesentlich verbessert. So konnte der Vorteil einer Gewebekalotte, nämlich ihre sehr gute räumliche Abbildung, mit der Linearität und klanglichen Lebendigkeit von Metallkalotten oder Bändchen verbunden werden. Die Bezeichnung für den modifizierten Hochtöner lautet DT 25/40 PSQ. Die Übernahmefrequenz zum Mitteltöner beträgt 3 kHz.

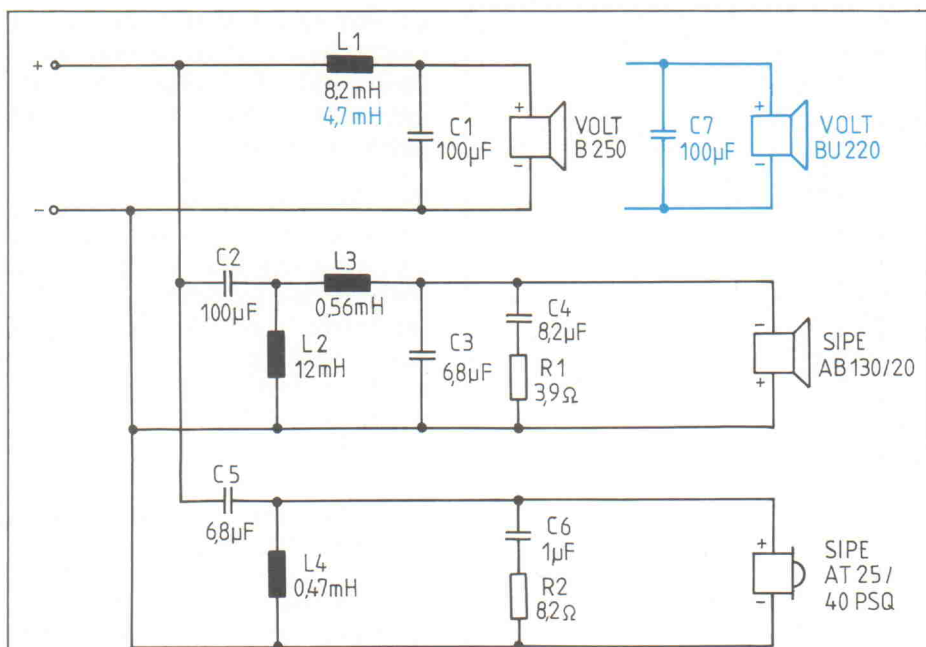
## Holzarbeiten

Da ein Innentreibersystem sehr hohe Drücke im Gehäuseinneren produziert, muß das Gehäuse extrem stabil sein. Nur so sind Gehäuseresonanzen zu vermeiden. Es sollten daher 22 mm starke MDF- oder Multiplexplatten verwendet werden. Man kann auch normale Spanplatte verarbeiten, die dann aber mindestens 3 cm stark sein sollte.

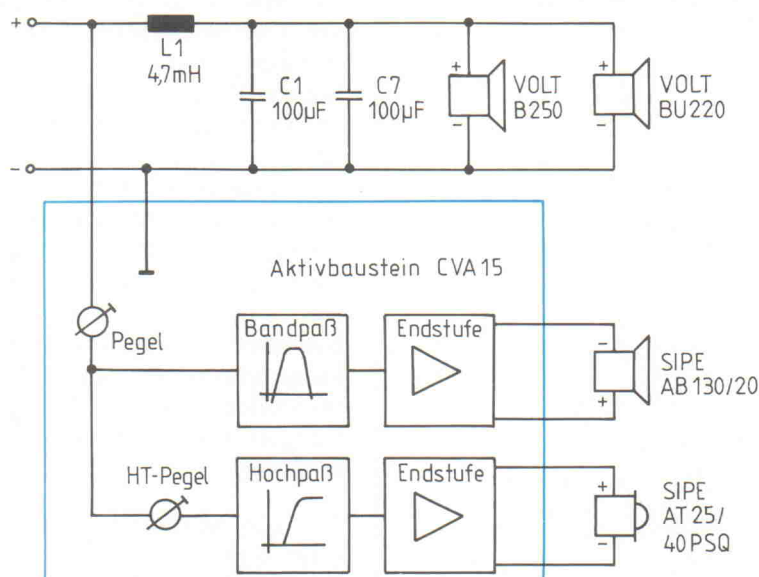
Beim Zusammenbau muß unbedingt darauf geachtet werden, daß sämtliche Elemente luftdicht abgeschlossen sind, da andernfalls das Innentreiberprinzip nicht einwandfrei funktionieren würde. Die Chassis werden daher mit einer Dichtmasse, die im Bausatz enthalten ist, eingeklebt.

Um Beugungen des Schalls an der Frontplatte zu vermeiden, sollten die Lautsprecher auf der Schallwand versenkt sein. Wer nicht die Möglichkeit hat, die Chassis maschinell einzufräsen, kann auch mit vorgesetzten dünnen Holzplatten, die nach der Außenform der Lautsprecher ausgesägt sind, die Laut-





Für die zweite Ausbaustufe mit Innentreiber kommen die blau eingezeichneten Elemente hinzu. L1 wird geändert.



In der dritten Ausbaustufe wird die Box teilaktiviert.

sprecher versenken. Außerdem ist das Gehäuse auch als Bausatz erhältlich.

Es ist nicht unbedingt nötig, die Box auf Füße oder Spikes zu stellen, da der Tieftöner oben liegt und somit schon von vornherein vom Boden entkoppelt ist. Der Zusammenbau ist auch für den Laien recht unkompliziert, da keine großen Schrägungen oder Winkelschnitte nötig sind.

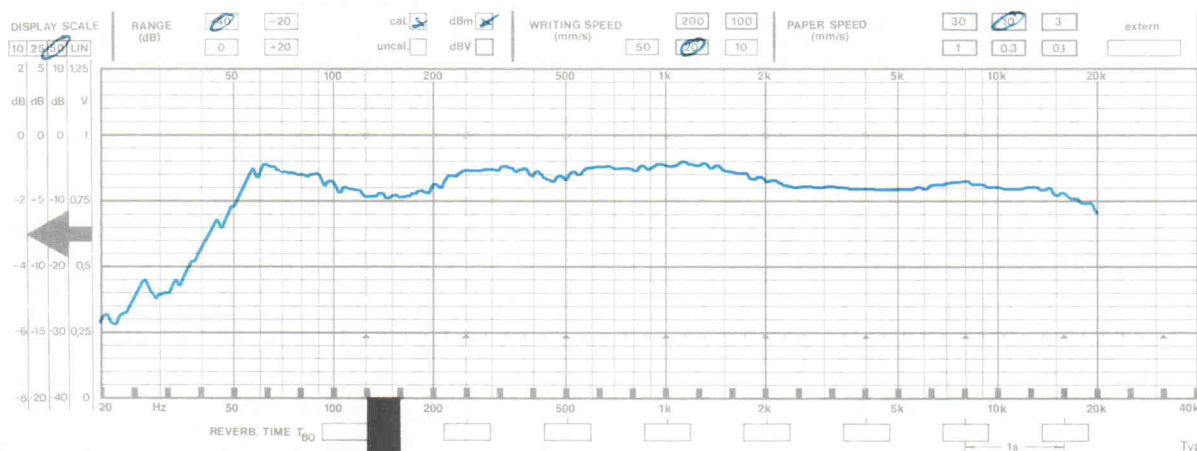
Die Rückwand muß unbedingt abnehmbar sein, damit die spätere Montage des Innentreibers möglich bleibt.

## Innenausbau

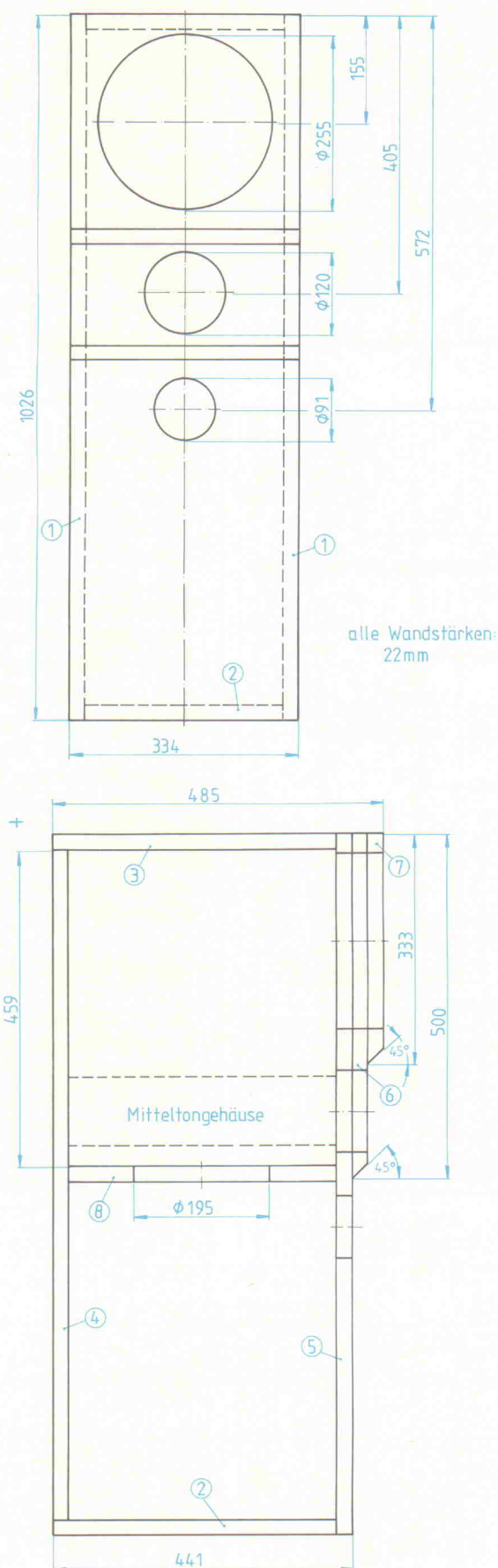
Der obere Teil der Box wird rundum mit 7 cm dickem Pritex beklebt, um stehende Wellen im Koppelvolumen der beiden Baßchassis zu vermeiden. Im unteren Teil der Box wird 10 cm dickes BAF-Wadding (ca. 1 m<sup>2</sup>) verwendet. In der ersten Ausbaustufe kann es zunächst locker in der Box verteilt werden, zum Einbau des Innentreibers wird es dann vollständig in die untere Kammer gedrückt. Das Pritex kann gleich an den richtigen Stellen in der oberen Kammer rundum verklebt werden (Holzleim).

## Ein kleines Kunstwerk

Es ist oft jammerschade, daß eine falsche Mitteltonkammer oder ungenügende Dämpfung derselben trotz Verwendung der hochwertigsten Mitteltöner zu einer klanglichen Katastrophe führt und die schönste Kombination durch topfi-








ge oder nasale Mitten nur noch ein blechernes Notenge(s)tümmel reproduziert. Ein Phänomen übrigens, das sich auch bei einigen Fertigboxen feststellen läßt!

Die Suche nach *dem* Mitteltongehäuse schlechthin führte zu einer eigentlich sehr alten Konstruktionsvariante, die jedoch weder im Bausatzbereich noch auf dem Fertigmarkt verbreitet ist — vermutlich aus Kostengründen!? Nur die Herren Backes & Müller verwenden in der Acrylversion eines ihrer Modelle ein solches Mitteltongehäuse. Es geht hier um den altbekannten Helmholtz-Resonator.

Ähnlich wie es bei der Baßreflexbox bei einer, nämlich der Tuningfrequenz geschieht, werden hier im Mitteltonbereich allerdings recht viele verschiedene Luftvolumina zueinander in Beziehung gesetzt. Das Gehäuse erfährt durch die Einbringung von etwa 50 verschieden langen Röhren, die ihrer Länge entsprechend unterschiedliche Resonanzfrequenzen haben, eine gleichmäßige Dämpfung. Die Resonanzfrequenzen sind in so viele Terzschritte gestaffelt, daß der gesamte Frequenzbereich des Mitteltöners abgedeckt wird. Die hintere Kammer des Mitteltongehäuses kann man sich dabei als eine Feder vorstellen, die die Druckschwankungen aus der vorderen Kammer auffängt.

Für die Mitteltonröhre wird eine sehr steife Hartpappe verwendet, für die Trennwand in der Mitte eine Holzscheibe mit gebohrten Löchern. Die Röhrchen sind aus Acrylglas. Aber Vorsicht: Dieses Gehäuse arbeitet nur mit diesem speziellen Mitteltöner. Für andere Mitteltöner muß auch das Gehäuse neu konzipiert werden. Da die Beschaffung und Berechnung dieses Gehäuses nicht gerade einfach ist, kann das gesamte Mitteltongehäuse als Bausatz bezogen werden, in dem die Acrylglasröhrchen fertig zugeschnitten, die Holzscheibe und die Pappröhre enthalten sind. Nur zur Anschaulichkeit wurde das Muster ganz aus Acryl gefertigt. 



# DAS 1x1 DES GUTEN TONS

Mit den **HIFI VISIONEN** von Deutschlands konsequentem HiFi-Magazin hören Sie immer richtig.



Ob Sie den Klang der Compact Disc, Wertarbeit in schwarzem Vinyl oder perfekten Auto-Super-Sound genießen wollen – HIFI VISION liefert dazu das Musikprogramm aus Klassik und Pop in bester Qualität. Mit digitaler Neuüberspielung für die CD. Mit Direct Metal Mastering (DMM) und 180 Gramm schwerem Vinyl bei der Analogplatte. Und mit Chromdioxidband, Dolby B und Spezial-entzerrung bei der Musikkassette. Als Anhänger des guten Tons sollten Sie mal Reinhören. Damit der Hörtest zum Hörfest wird.

Eine Produktion der Zeitschrift

## HIFI VISION

Bitte liefern Sie mir folgende HIFI VISIONEN:

<input type="checkbox"/>	Stück	Oldie-CD 1	à DM 40,- =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 1	à DM 40,- =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 2	à DM 40,- =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Pop-CD 3	à DM 40,- =	_____
<input type="checkbox"/>	Stück	Klassik-CD 1	à DM 40,- =	_____
<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 Porto- und Versandkosten (LP: 1 Stück bis 7 Stück DM 3,-, ab 8 Stück DM 5,-; MC und CD: 1 Stück DM 2,-, 2 Stück bis 4 Stück DM 3,-, ab 5 Stück DM 5,-).

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-Nummer 000-019968, bei.

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

Straße \_\_\_\_\_

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

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

Coupon an: Verlag Heinz Heise GmbH, Vertriebsabteilung, Bissendorfer Straße 8, 3000 Hannover 61

L4





*Nimbus Yellow*







**(farb)**

# **tonangebend**

W. Ellermann

Die Nimbus Yellow ist das kleinste Modell einer neuen Boxen-Familie, die mit frischen Farben antritt, nußbaum-braune Foliengehäuse aus den Wohnzimmern zu vertreiben. „Yellow“ steht dabei nur stellvertretend für sämtliche Regenbogenfarben, in denen die fertig aufgebauten Leergehäuse angeboten werden.

Die Farbgebung ist auch gleichzeitig das bedeutsamste Kennzeichen dieser Box. Ansonsten sind die Gehäuse einfach und stabil, als Chassis werden solide Großserienprodukte eingesetzt, die Frequenzweiche ist standardmäßig aber mit hochwertigen Bauelementen ausgerüstet. Außer bei der Farbe — keine Experimente!

Der 20-cm-Tieftöner besitzt einen soliden Aluminium-Druckguß-Korb. Die steife, aber leichte Membran ist zusätzlich gecoatet und garantiert eine lineare Übertragung selbst noch zwei Oktaven oberhalb der Trennfrequenz.

Ein kraftvolles Doppelmagnetsystem verhilft der ebenfalls beschichteten Membran des Nimbus-Mitteltöners zu schnellem Antrieb. Dieser als Langhuber ausgelegte Lautsprecher arbeitet in einem eigenen, luftdicht gekapselten Kunststoffgehäuse und ermöglicht eine impulsfeste, auch bei sehr hohen Pegeln verzerrungsarme Wiedergabe.

Beim Hochtöner handelt es sich um einen bewährten Soft-Dome-Typ mit einer 25-mm-Kalotte.

Die Verteilung des Eingangssignals auf die drei Chassis übernimmt die

Frequenzweiche NW 31. Dieses aufwendig konzipierte und nur mit besten Bauteilen ausgestattete Exemplar führt dem Tieftöner Frequenzen bis etwa 900 Hz, dem Mitteltöner von 900 Hz bis 4000 Hz und dem Hochtöner Frequenzen oberhalb 4000 Hz zu.

## **Wer gerne sägt und leimt . . .**

. . . wird mit der Bauzeichnung für die Yellow sicher keine Schwierigkeiten haben. Stehen beide Gehäuse fertig auf dem Tisch, gebaut oder fertig gekauft, geht es folgendermaßen weiter:

Löcher für die Anschlußklemmen in die Rückwand bohren; passende Kabelstücke an der Weiche anbringen; Weiche innen auf der Rückwand festschrauben; Anschlußklemmen anlöten und einbauen; Noppenschaumstoff durch die Tieftöneröffnung an Rückwand und Seiten anbringen; der Schaumstoff muß bis etwa 20 mm an die Reflextunnel heranreichen; Kunststoff-Gehäuse für den Mitteltöner ankleben; Kabel durchführen und sorgfältig abdichten; ein Stück Noppenschaumstoff zur Bedämpfung des Mitteltöners einlegen;



## Technische Daten

Prinzip	3-Wege-Baßreflexbox
Belastbarkeit	120 W
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	90 dB (1 W; 1 m)
Übergangsfrequenzen	900 Hz/4 kHz
Volumen (innen)	ca. 25 l
Außenmaße	Höhe 650 mm Breite 250 mm Tiefe 280 mm
Entwickler	Dr. Manfred Hubert
Preis	ca. 370,- DM

Tieftöner und Hochtöner mit Dichtungsband bekleben; der Mitteltöner paßt knapp in die Öffnung; eventuell mit etwas Schleifpapier anpassen; Kabel anlöten; Chassis festschrauben.

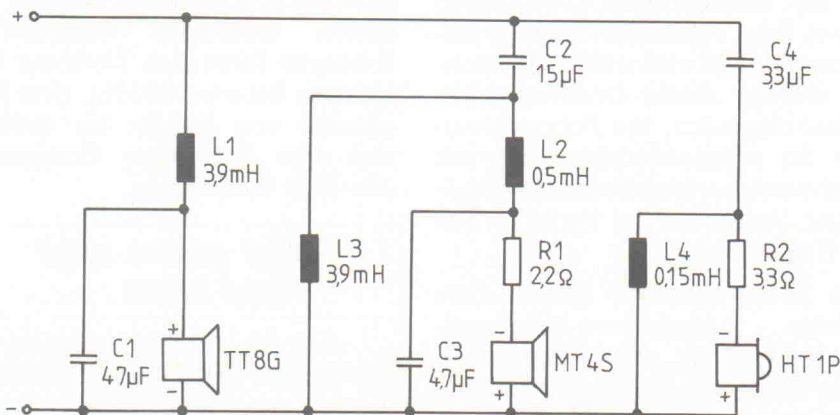
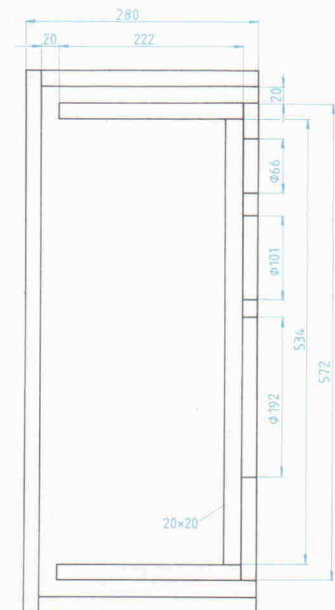
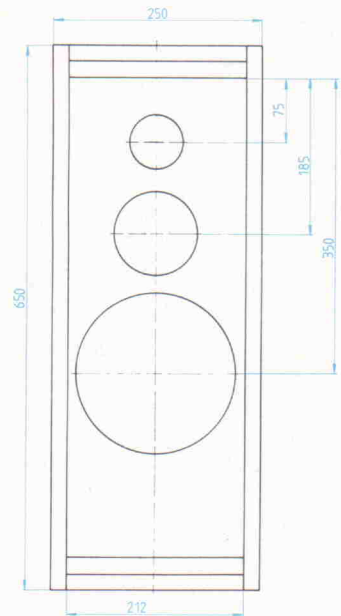
## Stückliste

### Chassis (Nimbus)

Tieftöner	TT 8 G
Mitteltöner	MT 4 S
Hochtöner	HT 1 P
Weiche	NW 31

### Frequenzweiche

Spulen	
L1	3,9 mH, SK42, 1,0 mm Ø
L2	0,5 mH, K47, 1,0 mm Ø
L3	3,9 mH, SK52, 1,0 mm Ø
L4	0,15 mH, K42, 1,0 mm Ø
Kondensatoren	
C1	47 µF/50 VAC Elko glatt
C2	15 µF/250 V MKT
C3	4,7 µF/250 V MKT
C4	3,3 µF/250 V MKT
Widerstände	
R1	2,2 Ω/9 W
R2	3,3 Ω/5 W



NEUTRIK AG



Measuring Object

Nimbus  
Yellow

Rec.No.:

Date: 20.7.86

Sign: [Signature]

Type 3351



# AUDIOPHIL<sup>GmbH</sup> SPITZENBOXEN IM SELBSTBAU

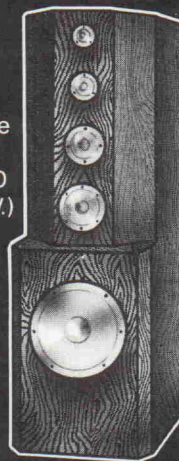
In unserem Hörstudio stehen sämtliche **Testsieger** für Sie zum Vergleich bereit:

- JBL 250 Ti
- DYNAUDIO Axis 5, Profil 4, Pentamyl 3, Jadee
- MAGNAT Nebraska, Minnesota
- HECO Superior 500, 600, 700, 800, Sub 9000
- LAUTSPRECHER TEUFEL LT 55, LT 33 (i.V.)
- FOCAL Kit 100, 300, Onyx 400 (i.V.)
- MB System 300

Zusätzlich ausgewählte Bausätze, zum Beispiel:

- STRATEC I
- CELESTION Ars Nova
- SCAN-SPEAK Crystal
- PROCUS<sup>®</sup> Fidibus, Intus (i.V.)

sowie Neues aus ELRAD/ELEKTOR



DYNAUDIO  
MAGNAT  
HECO SUPERIOR  
LAUTSPRECHER TEUFEL  
FOCAL  
VIFA  
MB ELECTRONIC  
PODSZUS  
AUDAX  
KEF  
IMF  
CORAL  
JBL  
LOWTHER  
TANNOY  
BEYMA  
STRATEC  
PROCUS<sup>®</sup> u.a.

- 24 Std.- Schnellversand auch ins Ausland, ab Lager
- Leergehäuse sowie sämtliches Zubehör ständig vorrätig
- CAR-Hi-Fi
- Aktiv-Boxen
- Reparaturen aller Chassis
- Super-Info-Paket 10,- DM (wird verrechnet)
- Preisliste 3,- DM (Porto)
- Ein Anruf lohnt sich! Tel.: 089/7 25 66 24

Implerstraße 14  
8000 München 70

## Musik nach Maß audio design

- **Selbstbauprogramm mit Chassis von:** Magnat, Seas, Peerless, eton u.a.
- **Vorfürhberelt:** z. B. Magnat Minnesota + Plasma, Nebraska; Peerless Profi I, Compound; eton div. Modelle.  
Zum Hörvergleich: Montan, Vulkan, JBL 250 Ti.
- **Car-Hifi:** Mehrwegsysteme der Spitzenklasse für alle PKW ab 298,—

Schulstr. 3, 7521 Kronau, Tel.: 07253-7260 • Helfrichsgärten 2, 6908 Wiesloch, Tel.: 06222-2540

Mehr als 50% Ersparnis durch Lautsprecher-Selbstbau!

### Coral – Preiswerter durch Direktvertrieb

H 40	Eponentialhohtöner, 100 dB, 25 W	DM 44,—
H 70	Vollaluminium-Hocht., 107 dB, 25 W	DM 239,—
H 104	Hifi-Hornhohtöner, 108 dB, 25 W	DM 399,—
H 105	Ringradial-Hochtöner, 108 dB, 25 W	DM 189,—
HD 3	Metallkalotten-Hochtöner, 108 dB, 25 W	DM 194,—
HD 60	Super-Hochtöner, 96 dB, 60 W	DM 184,—
MD 30	Titanmitteltöner, 92 dB, 60 W	DM 132,—
M 104	1 Zoll-Hornstreiber, 104 dB, 25 W	DM 498,—
4A 71	Breitband-Mitteltöner, 90 dB, 40 W	DM 89,—
4F1 B/W	Breitband-Lautsprecher, 92 dB, 50 W	DM 59,—
4L 60	10 cm-Tieftöner, 88 dB, 50 W	DM 72,—
8 F 60	Spitzen-Tieftöner, 93 dB, 40 W	DM 228,—
10 L 60 B	Profi-Tieftöner, 94 dB, 60 W	DM 228,—
15 L 70	Subwoofer-Tieftöner, 95 dB, 150 W	DM 488,—

#### Bausatzangebote

Solid Coral 8 F 60-Tieft.  
m. Visaton-Titan-Hochtöner u. Frequenzw. 348,—  
Level I 3-Weg-Baß-reflexsystem m. FW 398,—

Neuen CORAL-Katalog gg. 5,— DM anfordern!

Coral-MC Tonabnehmer  
**MC 88S**  
m. High Output 2,5 mV, 20-45 KHz, nur 47 KOhm Imp. DM 98,—

### Bändchen-Hochtöner zur Verbesserung bestehender Lautsprecherboxen

Forstex FT 3 RP 3-45 kHz, 93 dB, 80 Watt	DM 198,—
Jordanow 4-25 kHz, 86 dB, 80 Watt, o. Horn	DM 148,—
Technics TH 400 3-30 kHz, 92 dB, 100 Watt	DM 78,50
Technis TH 800 4-40 kHz, 93 dB, 100 Watt	DM 258,—
Visaton RHT 13 3-40 kHz, 92 dB, 80 Watt	DM 69,—

Gerade neu erschienen:

### Lautsprecher-Jahrbuch 86/87

Das unentbehrliche Nachschlagewerk für den Lautsprecher-Profi

Aus dem Inhalt: Neuheiten-Report · Lautsprecher-Datensammlung mit kompletten Eigenmessungen · aktualisierter Bausatzteil  
weit über 400 Seiten stark, nur DM 20,—

Lieferung per Nachnahme. Ab 200,— DM versandkostenfrei. (Buchversand nur gegen Vorkasse, versandkostenfrei). Fordern Sie unsere kostenlose, 48seitige Preisliste '86 an.  
Angebote solange Vorrat reicht!

### Neueröffnungsangebote Blitzschnell und preiswert im Hifisound-Lautsprecher-Versand

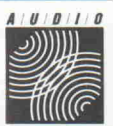
Audax Pro TPX 21	Preis auf Anfrage
KEF Slime Line, Falcon FW 150 Watt u.	
Parallel-Resonanzkreis	DM 298,—
Focal Kit 200 2-Wege-Baßreflex	DM 318,—
Eton 100 hex 2-Wege-Baßreflex	DM 378,—
Coral Twin Set 3-Wege-Baßreflex	DM 548,—
Vifa MCS-1 3-Wege geschlossen	DM 1498,—
Visaton Monitor TL 473 D,	
BR mit Horn, MT + HT	DM 1748,—
Celestion Subwoofer, kpl. Bausatz	DM 568,—

Jeder Bausatz enthält eine Fertig-Frequenzweiche, Anschlußdose, Kabel, Dämmmaterial sowie eine ausführliche Bauanleitung.

### Wir stellen aus auf der

Stratec System I, Stratec System II  
Die Coral-Product-Line · Harbeth

Essen 6.-9. Sept. 86 · Raum A



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



**hifisound**  
**lautsprechervertrieb**

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

Sa 10-13 h



**KEF Slim-Line**







# **Bässe auf Umwegen**

W.J. Tenbusch

Eine schlanke Linie zeichnet hier nur das Boxengehäuse aus. Mächtiger ist der Schalldruck gerade in den so oft problematischen unteren Etagen.

Dieser Bausatz — den Freunden der Transmissionline gewidmet — stellt nicht nur durch seine Technik, sondern sicher auch mit seinem Preis ein attraktives Angebot dar.

Ohne jetzt bis ins letzte Detail noch einmal die Theorie aufrollen zu wollen, vielleicht doch ein paar erläuternde Worte zum physikalischen Geschehen.

## **Blick in die Röhre**

Man nutzt die Tatsache, daß eine Schall-Leitung definierter Länge festgelegte Resonanzeigenschaften hat. Der vom Baßlautsprecher rückwärtig abgestrahlte Schallanteil wird zum einen durch ein Leitungssystem nach vorne umgeleitet, wo er sich den vorderen Schallwellen überlagert. Zum anderen wird auch ein Anteil zurückgeführt und verbessert so die Dämpfung des Chassis.

Die untere Grenzfrequenz berechnet sich nach der Formel:

$$f_g = \frac{c}{4 \times l}$$

$l$  = Länge der Schall-Leitung [m]  
 $c$  = Schallgeschwindigkeit ca. 340 [m/s]

Einer 2 m langen Röhre entspricht also eine Grenzfrequenz von  $f_g = 42,5$  Hz. Um unerwünschte Resonanzerscheinungen zu vermeiden, die jeweils bei einem Vielfa-

chen von  $f_g$  entstehen, wird der Leitungskanal mit Dämpfungsmaterial ausgekleidet. Dabei gibt es einen positiven Nebeneffekt. Die Schallgeschwindigkeit sinkt und damit auch die Grenzfrequenz.

Für die Dimensionierung der Dämpfung gibt es keine Berechnungsmöglichkeit. Vielmehr muß durch einen langwierigen Abstimmungsprozeß das rechte Maß gefunden werden.

## **Nachfolger**

Das hier vorgestellte Modell entspricht einer Entwicklung von A + O Electronics in Starnberg. Sie ist dem bekannten IMF Monitor IV nachempfunden, reicht bis 38 Hz herab, ist bis 100 Watt Sinus belastbar und hat einen Wirkungsgrad von etwa 86 dB. Ein trockener Baß und seidige Höhen entschädigen den Selbstbauer für den etwas größeren Arbeitsaufwand. Wobei es allerdings durch die Dämpfungseigenschaften von kleinen Räumen zu einer Verschlechterung der Tiefertonwiedergabe kommt. Das ist jedoch kein spezifisches Problem dieser Box, sondern trifft allgemein auch andere.



## Technische Daten

Prinzip	2-Wege-TL-Resonator
Belastbarkeit	100 W (Sinus)
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	86 dB (1 W, 1 m)
Übergangsfrequenz	3000 Hz
Volumen (innen)	ca. 60 l
Außenmaße	Breite 288 mm Höhe 847 mm Tiefe 351 mm
Entwickler	A. Oberhage, Starnberg/KEF
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 250,- DM

Als Baßlautsprecher wurde der KEF B 200 G eingesetzt. Auffallend sind seine trochoidale Form und die damit verbundene Drei-

## Dreibein

punktaufhängung. Die Konstrukteure versprechen sich dadurch eine akustische Entkopplung vom Gehäuse.

Die Membran wird aus Bextrene gefertigt, ist also leicht und doch relativ verwindungssteif. Mit 150 Watt Belastbarkeit gehört dieses Chassis sicherlich zu den standfesteren Gesellen seiner Klasse, worauf auch die maximale Betriebstemperatur von 250 °C (über 30 min.) hindeutet. Die Nenn-Impedanz liegt bei 5 Ohm. Das Chassis wird ab Werk mit Einbauschablone, Dichtungs- und Dämpfungsband sowie Einschlagmuttern und Schrauben geliefert. Dies entbindet den Heimakustiker vom mühsamen Zusammensuchen der Einzelteile.

Für die seidigen Höhen sorgt ein KEF T 33 A. Er ist bis 100 Watt belastbar und übernimmt ab 3000 Hz die Arbeit. Auch er wird komplett mit allen Befestigungsmaterialien geliefert.

## Aus 1 mach 2

Als Grundbaustein dient die bekannte KEF-CS 3-Weiche. Sie arbeitet mit einer Flankensteilheit von 18 dB und ist nach dem Butterworth-Prinzip aufgebaut. Zur Ab-

## Stückliste

### Chassis (KEF)

Baß	B 200 G
Hochton	T 33 A
Fertigweiche	CS 3

### Frequenzweiche

Spulen	
L1	2,9 mH $\pm 5\%$ $R \leq 0,65 \Omega$
L2	0,18 mH $\pm 5\%$ $R \leq 0,2 \Omega$
L3	10 mH $\leq 1 \Omega$

### Kondensatoren, 10%

C1,6	7 $\mu$ F/50 V Folie $\pm 5\%$
C2,3*	300 $\mu$ F/50 V bipol.Elko
C4	220 nF/63 V Folie $\pm 10$
C5	4,2 $\mu$ F/50 V Folie $\pm 5\%$
C7	1 $\mu$ F/63 V Folie $\pm 10$
C8	100 $\mu$ F/50 V bipol.Elko $\pm 10$

### Widerstände, 5%

R1	220 $\Omega$ /2 W
R2	22 $\Omega$ /6 W
R3	82 $\Omega$ /4 W
R4	3,9 $\Omega$ /5 W

\* siehe Text

### Holz- und Gehäuseteile

Spanplatte	
1 Decke, Boden	2 St. 302 x 250 x 19 mm
2 Seitenwände	2 St. 847 x 351 x 19 mm
3 Rückwand	1 St. 847 x 250 x 19 mm
4 Schallwand und	1 St. 847 x 250 x 22 mm
	1 St. 847 x 250 x 8 mm
5 Teiler 1	1 St. 206 x 250 x 19 mm (Schrägung: 13° und 17°)
6 Teiler 2	1 St. 335 x 250 x 16 mm (Schrägung: 17°)
7 Teiler 3	1 St. 375 x 250 x 16 mm
Holzleisten 15 x 15 mm	
8	2 St. 266 mm
9	2 St. 493 mm
10	3 St. 250 mm
11	2 St. 65 mm
12	2 St. 191 mm

### Dämmmaterial

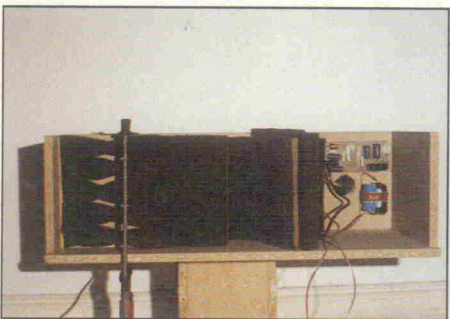
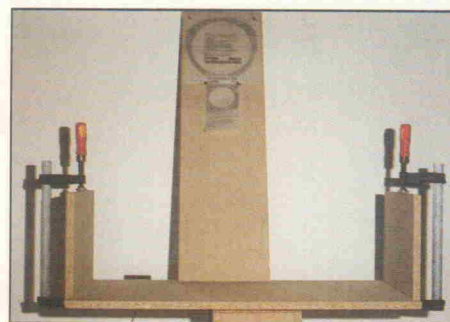
Schaumstoffplatten	4,5 St. 1000 x 500 x 25 mm
--------------------	-------------------------------

stimmung auf das TL-Gehäuse wurden allerdings einige Modifikationen vorgenommen. Der Resonanzkreis zwischen Weiche und +Klemme des Baß-Chassis eliminiert eine leichte Anhebung von 3...4 dB im Bereich der Übergangsfrequenz.

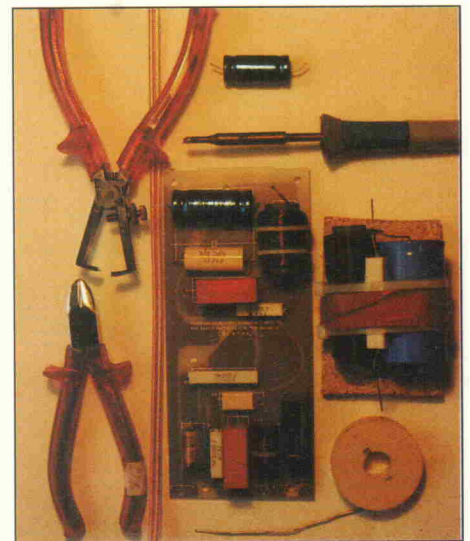
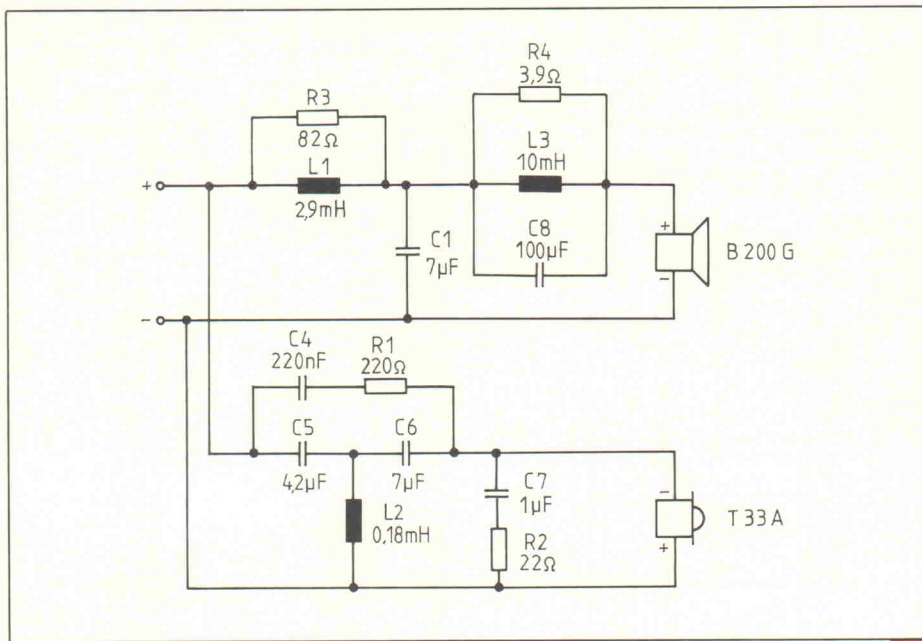
Soll auch die Weiche selbst gefertigt werden, ist es sinnvoll, nur hochwertige Kondensatoren anzuschaffen.

## Baustelle

Sämtliche Holzteile können in ei-



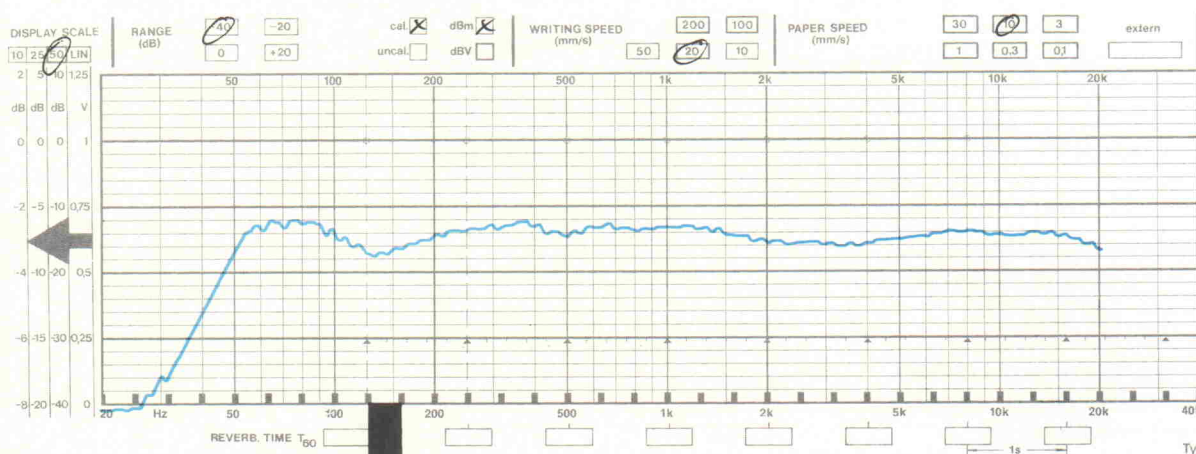
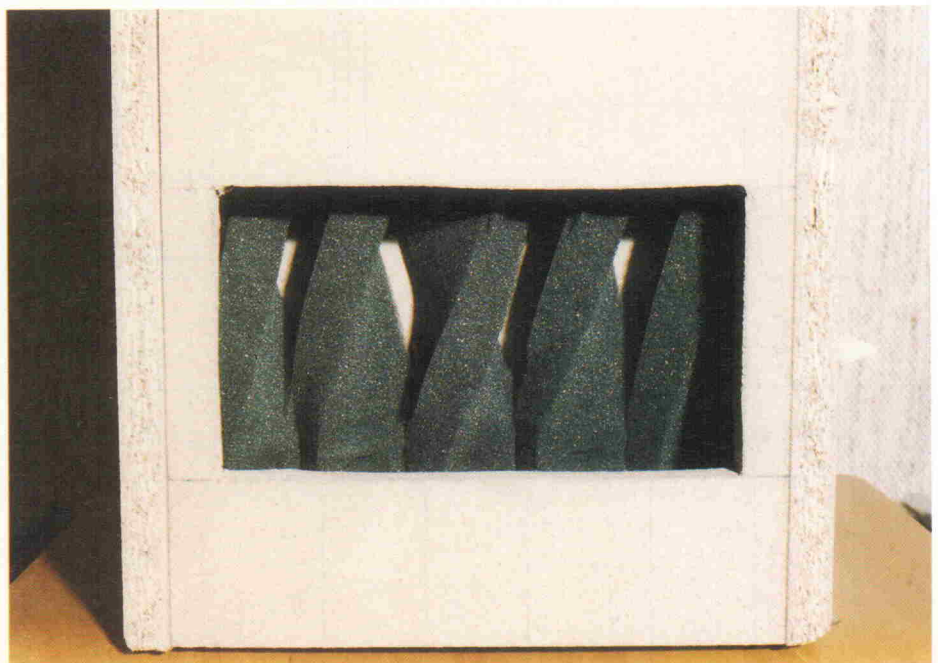




nem Heimwerkermarkt gekauft und zugeschnitten werden, da bei dieser Box keinerlei Schrägschnitte benötigt werden.

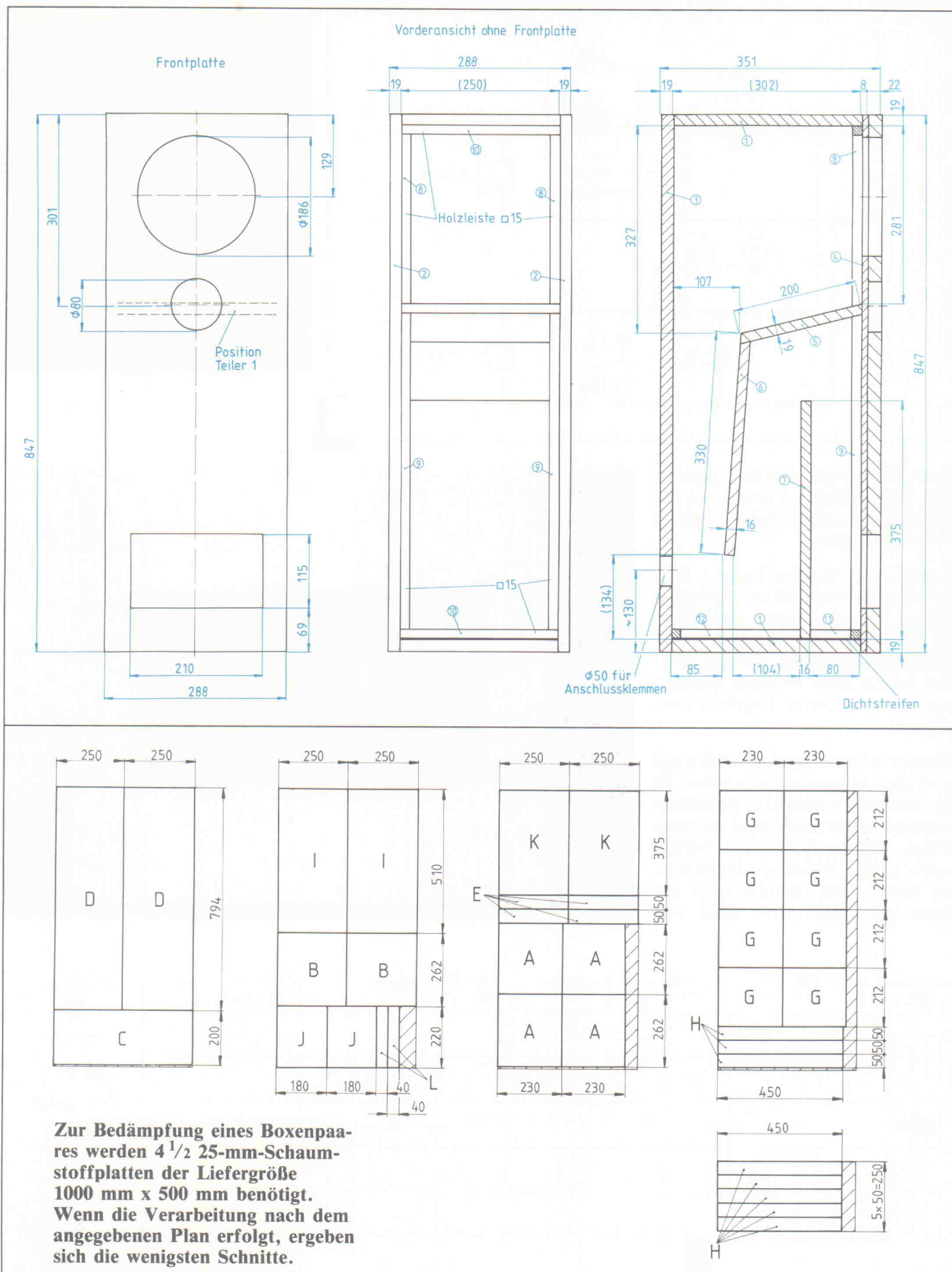
Zunächst werden die Teiler 1, 2, 3 auf einer Seitenwand mit Holzleim fixiert. Wer noch nicht so versiert im Selbstbau ist, sollte keinen Expreßleim verwenden, der bekanntlich bereits nach wenigen Minuten ein unverrückbares Ergebnis produziert!

Danach können Boden, Rückwand und Deckel angebracht werden. Es ist sinnvoll, vorher die Anschlußklemme in der Rückwand zu montieren. Bedauerlicherweise werden noch immer Klemmen angeboten, an denen man Zuführungen mit mehr als 2mm<sup>2</sup> nicht mehr ver-

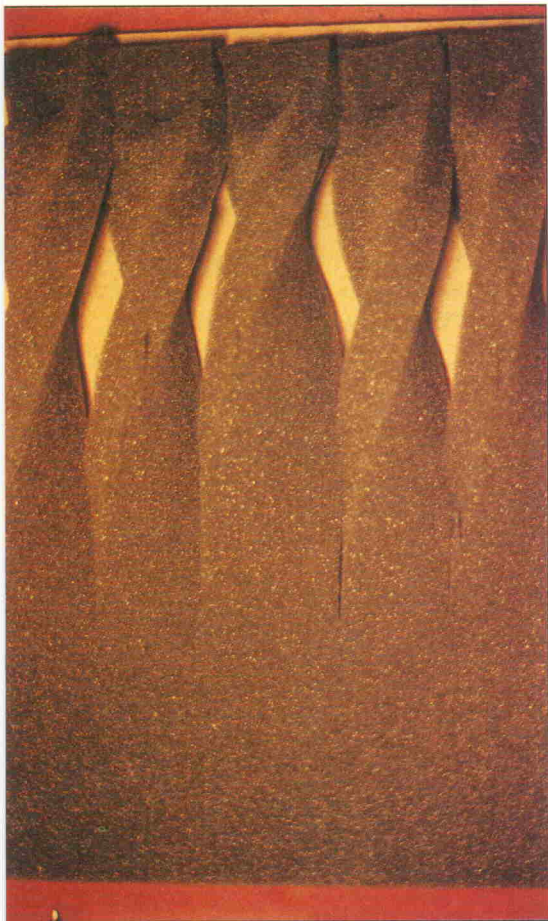


NEUTRIK AG  
Measuring Object  
*KEF*  
*Slim-line*  
Rec. No.:  
Date: *16.6.86*  
Sign: *CR*  
Type 3351



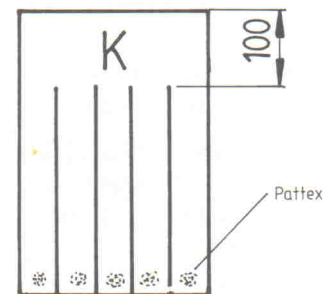
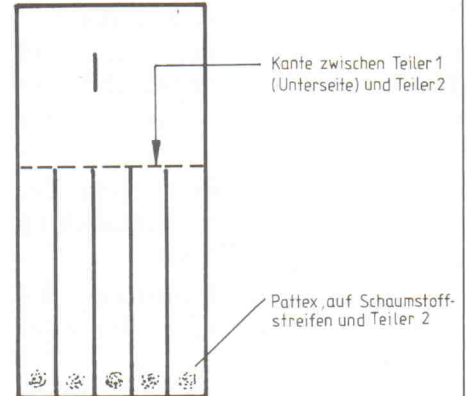






#### Die Bedämpfung der Transmission-Line:

1. D auf Rückwand D = 794 x 250 x 25 1x kleben
2. B auf Decke B = 262 x 250 x 25 1x kleben
3. A auf Seitenwände kleben A = 262 x 230 x 25 2x
4. C auf Teiler 1 kleben C = 200 x 250 x 25 1x
5. H1, H2 Streifen beginnend ab Mitte Teiler 1 an den Seitenwänden bis hinab zum Ende des Teilers 2 führen und festkleben H1,2 = 450 x 50 x 50 2x (aus 2 x 25 mm Dicke)
6. J auf Boden zwischen Rückwand und Teiler 2 kleben J = 220 x 180 x 25 1x
7. I mit Streifen, auf die Vorderseite von Teiler 2 und Unterseite Teiler 1 kleben, Streifen nur auf Teiler 2 I = 510 x 250 x 25 1x
8. K mit Streifen, auf Teiler 3 kleben K = 375 x 250 x 25 1x
9. Blöcke G1, G2 einsetzen und mit Schaumstoffteilen B und D verkleben, (H1 und H2 aussparen) G1, G2 = 212 x 230 x 50 1x (aus 2 x 25 mm Dicke)
10. Streifen E einsetzen und verkleben (aus 2 x 25 mm Dicke) E = 50 x 250 x 50 1x
11. Streifen L auf Boden zwischen Unterkante Teiler 3 und Schallwand kleben L = 40 x 220 x 25 1x



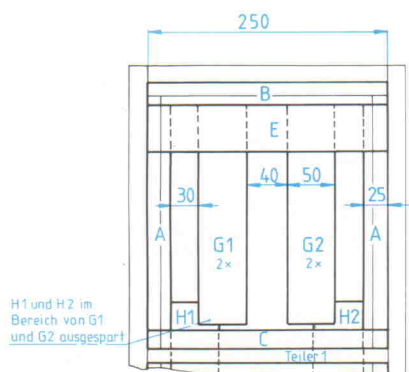
#### Verarbeitung von Schaumstoff Teil I (Teil K analog):

Zunächst Teil I ausmessen und ausschneiden. Der Teil, der auf Teiler 2 liegt, wird in 5 Streifen geschnitten. Dann klebt man den nicht in Streifen geschnittenen Teil auf die Unterseite von Teiler 1. Die Streifen werden zunächst noch nicht verklebt.

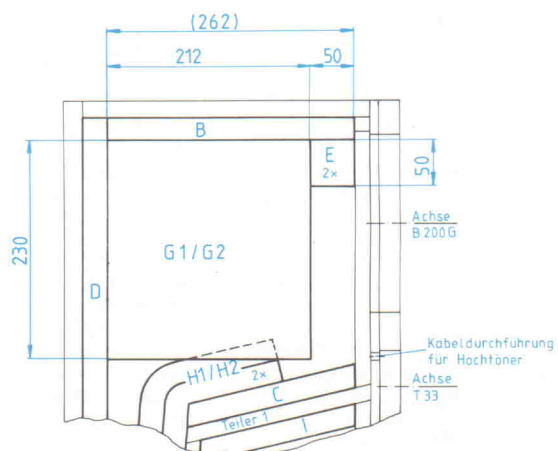
Tragen Sie nun Klebstoff (Pattex o. ä.) auf das untere Ende der Streifen (auf die Vorderseite) und in entsprechender Höhe auf Teiler 2 auf. Abbinden lassen.

Jetzt drehen Sie die Streifen um die eigene Achse (180 Grad) und kleben sie auf den Teiler. Führen Sie dieses Umdrehen und Festkleben mit jedem Streifen einzeln und nacheinander durch.

Frontansicht



Seitenansicht





wenden kann. Beim Kauf also sorgfältig auswählen!

Es folgt das Anschrauben der Leisten auf Seitenwände, Deckel und Boden. Sie dienen der Stabilität der Frontplatte und verhindern unerwünschte Schwingungen.

Ein sehr wichtiger Punkt beim Zusammenbau ist die Verkabelung von Chassis und Weiche:

- Sorgfältig auf Einhaltung der vorgeschriebenen Polarität achten.
- Gekennzeichnete Kabel mit geeigneten Querschnitten verwenden.
- Wärmezufuhr beim Lötvorgang nicht frühzeitig unterbrechen.
- Verbindungen zwischen den Einzelkomponenten so kurz wie möglich halten. Spätere Reparatur mit einplanen!

— Frequenzweiche und Resonanzkreis fest an einer Wand fixieren.

### Schaumstoff - kreuz und quer

Die Bedämpfung der Box ist recht aufwendig und erfordert die Schaumstofffläche einer normalen Matratze. Mit den Zuschnittplänen und den detaillierten Lagezeichnungen für die einzelnen Schaumstoffblöcke sollte jedoch auch dieser Bauabschnitt gelingen.

Wenn alles richtig paßt, folgt die zweite Seitenwand — danach die Frontplatte.

Die Frontplatte wird aus zwei gleich großen Platten von 8 mm und 22 mm Stärke zusammengeleimt — doch erst, *nachdem* in die dickere der Platten der Ausschnitt

für den Hochtöner gesägt worden ist. Nach dem Verleimen werden die Öffnung für den B 200 und für die Transmissionline hergestellt.

Fehlen noch die Bohrungen für die Einschlagmutter und der Kabeldurchlaß für den Hochtöner.

Wer nicht auf „Spanplatte-natur“ steht, kann sein Werk nun verschönern. Mit Spachtel, Schleifpapier, Farbe, Furnier oder wie auch immer.

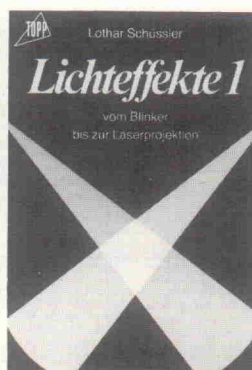
Vorletzter Arbeitsgang bleibt das Einsetzen der Lautsprecher — letzter das Einschalten der Anlage. ■



## Unterhaltungselektronik

Buchhandlungen und Elektronik-Fachgeschäfte führen TOPP

Fordern Sie unser umfangreiches Gesamtverzeichnis Buchreihe Elektronik an.



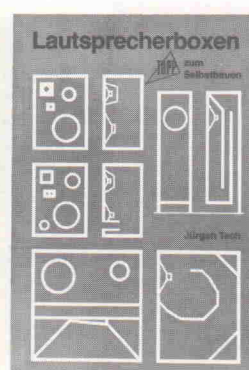
Best.-Nr. 434 DM 20.80  
Lothar Schüssler  
**Lichteffekte 1**  
vom Blinker bis zur Laserprojektion  
144 Seiten, 121 Abb., kart.

Lichteffekte sind heute im Bereich der Musik nicht mehr wegzudenken. Diskotheken erstatten 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.



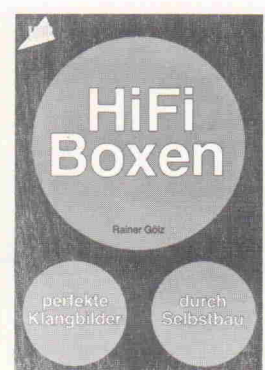
Best.-Nr. 435 DM 24,—  
Lothar Schüssler  
**Lichteffekte 2**  
Speichergesteuerte Lichteffekte  
184 Seiten, 130 Abb., kart.

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 Götz  
**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.



# Wir haben die Besten

## Rang und Namen

### Stereoplay 8/86

Dynaudio Axis 5  
Audax Pro 38  
Dynaudio Profil 4  
Procus Fidibus  
Dynaudio Pentamyd 3  
Dynaudio Jadee 2  
Lautsprecherbeutel LT55  
Lautsprecherbeutel Oktopus

## Testurteil

Spitzenklasse I  
Spitzenklasse II  
Spitzenklasse III  
Spitzenklasse IV  
Spitzenklasse IV  
Spitzenklasse IV  
Spitzenklasse IV  
Spitzenklasse IV

Die gute Adresse für Leute, denen Bastellei nicht ausreicht:

Der Lautsprecherfuchs

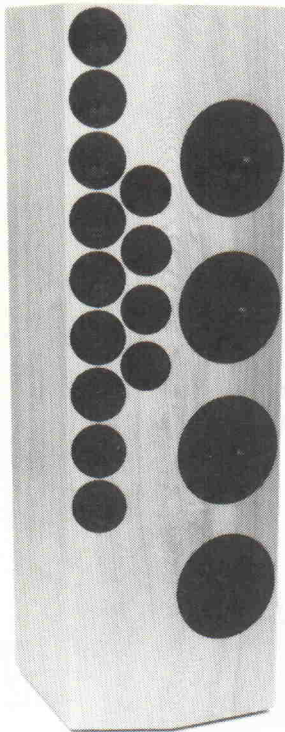
Weidenstieg 16 · 2000 Hamburg 20 ☎ 040/491 82 75

Vergleichen Sie diese Spitzenbausätze mit unserer Concept ARS: Vollaktiv, sieben MOSFET-Endstufen, 500 W Dauerleistung. Hier zeigt das Stratec-Bändchen, was es wirklich kann! Info anfordern!



MADE IN  
DENMARK

**vifa**



DISTRIBUTOR:

D + A:

IEV Tonhallenstr 49  
D 4100 Duisburg 1  
0203 29899

CH:

obi - electronic

Fabrikstr  
CH 9472 Grabs  
085 73841

MODELL:

**MCS 1**

REFERENCE

Hören Sie  
im direkten Vergleich

*Pink Noise*

LAUTSPRECHERKITS & SERVICE

KARLSTR. 54  
56 W'TAL-ELBERFELD  
TEL. 0202-443476  
MO-FR 14-18.30 UHR  
SA 10-13.00 UHR

**ETON 200 HEX 393,-**  
**TDL STUDIO 438,-**  
**PINK NOISE „CUT“ 398,-**

Außerhalb der Öffnungszeiten Hörtermine nach Vereinbarung.  
Andere Bausätze auf Anfrage.

Jetzt haben Sie die Möglichkeit Ihre zukünftige Eigenbaubox auf Herz und Nieren probezuhören und musikalische Perfektion preisgünstig nachzuvollziehen

**SPITZENTECHNOLOGIE LÄSST SICH PROBE HÖREN**

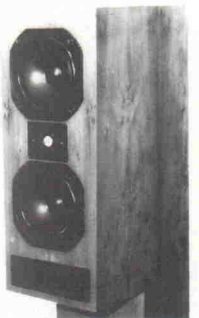
TDL Studio  
30-20.000 Hz



Studio für Elektroakustik und Raumakustik

dipl.-ing. jürgen heusel

Demo-Studio: 6050 Offenbach-Bieber, Mauerfeldstr. 22, Tel (069) 89 50 32



**SELBSTBAU-TEST**  
HIFI-VISION AUGUST 1985  
**MAGNAT »NEBRASKA«**  
**OBERKLASSE PLATZ 1**

**MHTL 26 M**  
mit

**SOFT-METAL-DOME**

Weichmetallkalotte  
von 1500 - 34.000 Hz

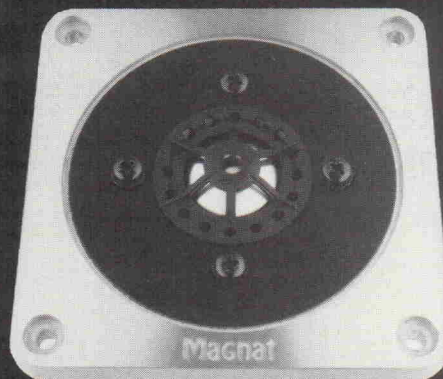
Der von Magnat neu entwickelte SOFT-METAL-DOME aus Spezial-Alu-Legierung hat Flachdrahtantrieb. Der SOFT-METAL-DOME garantiert gleichphasigen Antrieb der gesamten Membranfläche bis in die höchsten Frequenzen.

Dieser Superhohtöner ist auch in dem Magnat Bausatz »NEBRASKA« enthalten.

**Magnat**



MAGNAT ELEKTRONIK GMBH  
Kelvinstr. 1-3  
5000 Köln 50



**SELBST BAUEN MACHT SPASS-**

**SELBST BAUEN SPART GELD!**

CD-tauglich

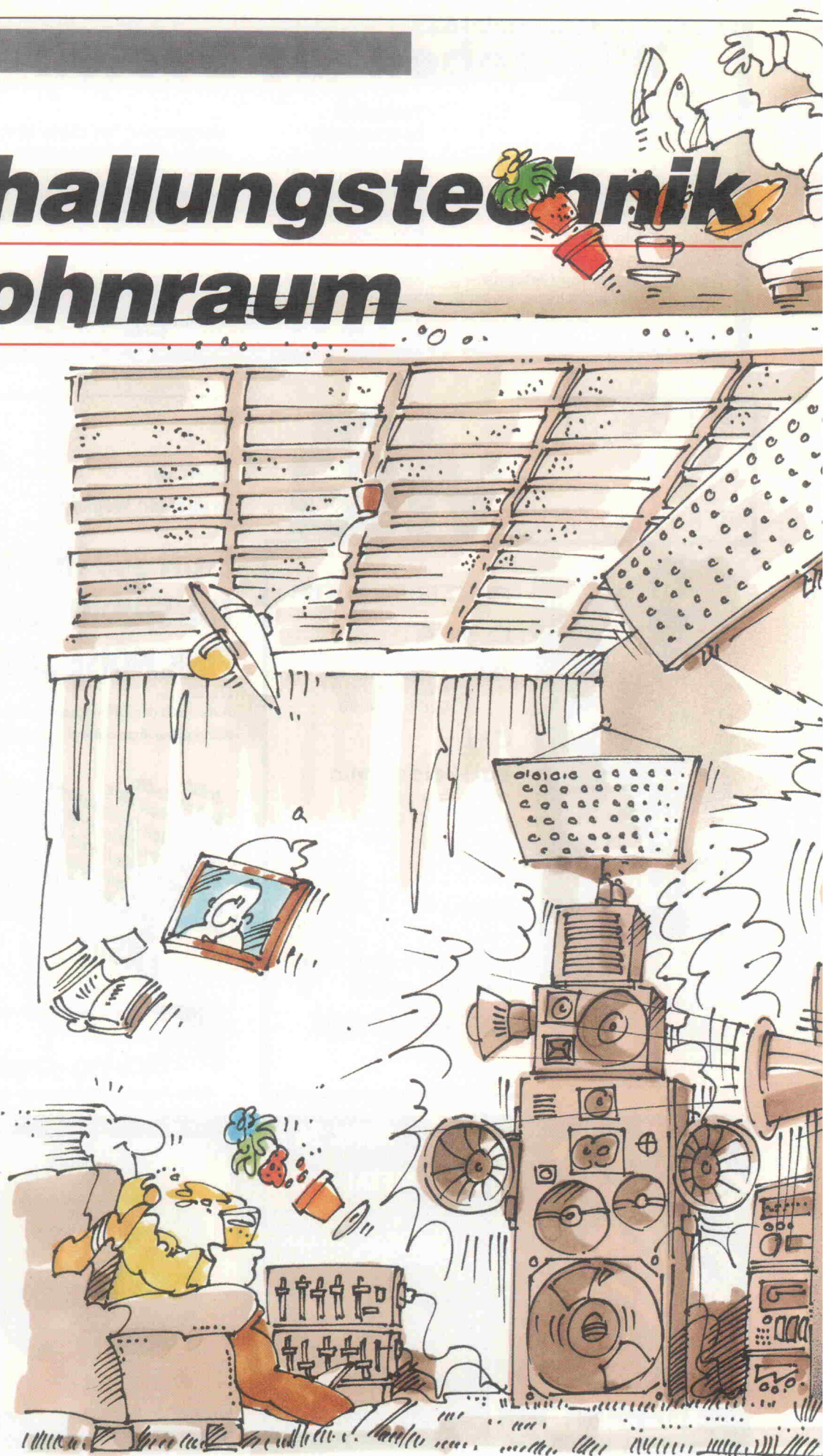


# Beschallungstechnik im Wohnraum

Dieter Michel

Ein anspruchsvoller Titel, möchte man meinen, vor allen Dingen, wenn man bedenkt, welch erheblicher Aufwand in der professionellen Beschallungsbranche getrieben wird. Dort hat man allein schon wegen der Größe der Hallen mit Problemen zu kämpfen, die im Wohnraum wegen der kleineren Raumabmessungen nicht auftreten. Dies gilt natürlich nur, wenn man sich nicht gerade in einer alten Fabrikhalle mit einer Länge von 100 m und einer Höhe von nur 8 m einquartiert hat und die ganze Wohnfläche korrekt beschallen will.

Normalerweise ist dies jedoch nicht der Fall, und deshalb soll sich der folgende Beitrag auch mehr damit beschäftigen, welchen Einfluß die professionelle Beschallungsbranche auf das heimliche Wohnzimmer hat und welche Regeln auch hier beachtet werden müssen oder können.







Das Ohr oder genauer das Gehör des Menschen bestimmt weitgehend, wie Lautsprecher, ganz gleich welcher Art, gebaut und aufgestellt werden müssen. Allein die Tatsache, daß der Mensch derer zwei hat, führt zu einer Reihe elektroakustisch bedeutsamer Konsequenzen. Um an dieser Stelle nicht in eine Abhandlung über Hörphysiologie zu verfallen, seien hier nur die wichtigsten Effekte erwähnt, die für Beschallungstechnik und Heim-HiFi von Bedeutung sind. Es sind dies die sogenannte Summenlokalisierung, das Gesetz der ersten Wellenfront und der Haas-Effekt, wobei die ersten beiden für die Stereo-Wohnraumbeschallung am wichtigsten sind.

### Summenlokalisierung

Bei der Stereowiedergabe nutzt man bewußt den Effekt der Summenlokalisierung aus. Befindet sich die Schallquelle bzw. der Lautsprecher nicht genau vor dem Zuhörer, so erreicht der von dieser Quelle abgestrahlte Schall das abgewandte Ohr etwas leiser und mit einer kurzen Zeitverzögerung. Anhand dieser Pegel- und Laufzeitunterschiede kann das Gehör den Ort der Schallquelle bestimm-

men. Bei stereophonen Aufnahmen sind diese Unterschiede gespeichert und werden bei der Wiedergabe mit Hilfe der räumlichen Trennung der Lautsprecher reproduziert.

Wird diese Übertragung korrekt durchgeführt, so hört man bei der Wiedergabe die Schallquelle an dem Ort, der durch die Laufzeit- und Pegelunterschiede vorgegeben ist, auch wenn dort kein Lautsprecher steht, z.B. in der Mitte zwischen beiden Lautsprechern. Solche Schallquellen bezeichnet man im allgemeinen als Phantomschallquellen.

Bild 1 zeigt die Auswirkungen von reinen Laufzeitdifferenzen zwischen zwei sonst identischen Ohrsignalen, wie man sie zum Beispiel durch Einschleifen eines Digital Delays erzeugen kann. Der Effekt wird besonders deutlich beim Abhören der Signale mit Kopfhörern. Auf der horizontalen Achse ist die Laufzeitdifferenz in Millisekunden eingetragen, auf der vertikalen die Richtung, aus der das Signal gehört wird. Es fällt auf, daß bereits äußerst geringe Unterschiede von weniger als einer Millisekunde dazu führen, daß das Signal von ganz rechts zu kommen scheint. Die Erklärung

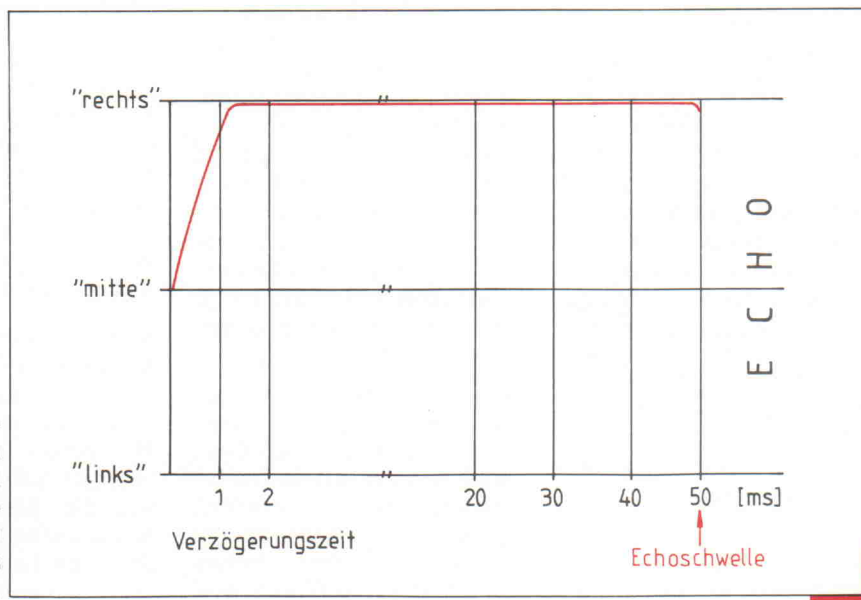
dafür ist einfach, und es stellt sich heraus, daß ein solches Verhalten des Gehörs außerordentlich nützlich ist.

Bei Messungen und Modellrechnungen stellt sich nämlich heraus, daß eine Schallquelle, die sich genau seitlich neben dem Kopf befindet, eine Laufzeitdifferenz zwischen beiden Ohren von etwa  $700\mu s$  erzeugt. Das heißt, der Schall erreicht das der Quelle abgewandte Ohr etwa  $700\mu s$  später.

### Das Gesetz der ersten Wellenfront

Daneben besteht die Möglichkeit, daß noch viel später Schallanteile die Ohren erreichen. Das ist dann der Fall, wenn man sich nicht in einem reflexionsarmen, sondern in einem ganz gewöhnlichen Raum befindet. Dann legt nämlich ein Teil des Schalls erst einmal den Weg zu einer der Wände zurück, wird dort reflektiert und erreicht dann erst das Ohr. Auf diese Weise können natürlich viel längere Laufzeiten entstehen, als die durch den Ohrabstand bestimmten. Würde nun der Einfluß dieser Reflexionen vom Gehör nicht irgendwie unterdrückt, so würden auch sie zur Richtungsbestimmung

Laufzeitdifferenzen tragen nur dann zum Richtungshören bei, wenn sie unter 1 ms liegen.





benutzt. Die Folge davon wäre eine Verwirrung des Hörers, er würde zum Beispiel einen Sprecher nicht dort hören, wo er ihn sieht, sondern eventuell aus einer ganz anderen Richtung.

Da nun Verzögerungen nur bis zu der Grenze ausgewertet werden, die der Laufzeit von einem Ohr zum anderen entspricht, wird nur die direkt von der Schallquelle kommende Schallwelle zur Richtungsbestimmung benutzt - alle reflektierten Wellen kommen zu spät. Dieses Verhalten wird als Gesetz der ersten Wellenfront bezeichnet.

Das Gesetz der ersten Wellenfront hat jedoch keine Bedeutung für die Wahrnehmung des Klanges. Folglich hat der Raum nach wie vor einen erheblichen Einfluß auf den Klang der Wiedergabe. Es ist also durchaus sinnvoll, sich auch mit der Gestaltung des Hörraumes zu beschäftigen.

### Subwoofer mit Verzögerung

Das für die Akustik fundamentale Gesetz der ersten Wellenfront gestattet auch interessante technische Anwendungen:

Reicht zum Beispiel die Baßwiedergabe von vorhandenen Kompaktboxen nicht aus, so kann man in einem zusätzlichen aktiv getrennten Weg eine dritte großvolumige Mono-Baßbox betreiben, die auch ruhig noch tiefe Mitten abstrahlen darf. Wird das Signal elektronisch um beispielsweise 5 ms verzögert, so scheint der Schall nach wie vor aus den kleinen Boxen zu kommen. Die große Box unterstützt die kleinen im Klang, wird jedoch nicht getrennt geortet, da sie das Gehör nur als eine Art schalldruckstarke Reflexion erkennt.

Dieser verzögerte Schall darf übrigens bis zu 10 dB lauter sein als der Direkt-

schall - man spricht hier vom sogenannten Haas-Effekt. Bei Subwooferanwendungen allein darauf zu vertrauen, daß tiefe Frequenzen nicht geortet werden, führt oft nicht zum gewünschten Erfolg.

### Wieviele Watt sind laut?

Was man als kräftige Zimmerlautstärke bezeichnen würde, liegt schalldruckpegelmäßig im Mittel etwa bei 80-90 dB, und das dürfte auch meist die Grenze sein, die den Nachbarn noch zumutbar ist. Ein typischer HiFi-Lautsprecher hat nun einen Wirkungsgrad von etwa 90 dB/Wm, das heißt, er erzeugt mit einer zugeführten elektrischen Leistung von einem Watt in einem Meter Abstand einen Schalldruckpegel von 90 dB. Für eine Wiedergabe in Zimmerlautstärke wird also lediglich eine Dauerleistung von weniger als einem Watt benötigt.

Die Existenzberechtigung leistungsstarker Verstärker liegt in der Tatsache, daß im Musiksinal durchaus Spitzen vorkommen können, die 10 dB oder mehr über dem mittleren Pegel liegen und daher die entsprechende zehnfache Leistung erfordern. Wenn man nicht immer nur in Zimmerlautstärke hören will, muß man zudem bedenken, daß eine als doppelt so laut empfundene Wiedergabe eine weitere Erhöhung des Pegels um 10 dB erforderlich macht. Rechnet man dies auf die Leistung um, so kommt man ohne weiteres in eine Größenordnung von 100 Watt, die ja für HiFi-Verstärker keineswegs unüblich ist.

Eine Leistung von 100 Watt ist, gemessen an professionell eingesetzten Endstufen, noch fast als harmlos zu bezeichnen. Dagegen eröffnet gerade die Tatsache, daß im Wohnraum keine extrem hohen Pegel gefahren wer-

den, die Möglichkeit, Wandlerprinzipien mit geringerem Wirkungsgrad zu benutzen oder durch starkes Bedämpfen von Resonanzen die Qualität der Wandler zu verbessern. Der geringere Output dieser Lautsprechertypen kann heute relativ leicht durch hohe und doch bezahlbare Endstufenleistung wettgemacht werden. In der Profiszene sind solche Lautsprechertypen natürlich unbeliebt. Hier muß mit jedem dB geizt werden, da ein um 1 dB niedriger Wirkungsgrad mit 25% mehr Endstufenleistung erkaufte werden muß - es sind dann unter Umständen zusätzliche teure Endstufen anzuschaffen.

### Raum ist nicht gleich Raum

Diese bittere Erfahrung machen vor allen Dingen PA-Verleihfirmen, die eine Tournee betreuen und sich jeden Abend auf eine andere Halle einstellen müssen. Im Wohnzimmer oder im häuslichen Hörraum liegen die Dinge einfacher. Zum einen muß man sich nur einmal Gedanken über die korrekte Raumakustik machen, zum anderen sind typische Wohnräume in der Regel gar nicht groß und ungünstig genug gebaut, um echte Probleme aufzuwerfen. Die begrenzten Abmessungen eines Wohnraumes sorgen glücklicherweise schon dafür, daß man dort für gewöhnlich keine Echos zu hören bekommt. Zudem sind bauliche Veränderungen eines kleineren Hörraumes meist noch möglich und finanziell noch tragbar.

Wie bereits erläutert, haben Reflexionen sehr wohl Auswirkungen auf die klanglichen Eigenschaften des Hörraumes. Sie beeinflussen zum Beispiel Merkmale wie die Räumlichkeit der Musikwiedergabe. Will man daher bauliche Maßnahmen zur Verbesserung des Hör-

eindrucks treffen, so sollte man sein besonderes Augenmerk auf die Reflexionen richten.

Während bei der Hallenbeschallung jedoch das hofentlich zahlreiche Publikum akustisch als Absorber angesehen werden kann und es so bisweilen gelingt, selbst akustisch sehr ungünstige Hallen erträglich zu beschallen, ist die Zahl der Zuhörer im Wohnraum in der Regel sehr begrenzt. Ist man nun mit einer problematischen Wohnraumakustik geschlagen, so muß man entweder zum Equalizer greifen oder bauliche Veränderungen des Raumes und/oder der Lautsprecher vorsehen.

Obwohl der meist eingesetzte grafische Equalizer viele Verstellmöglichkeiten bietet, sollten diese, wenn überhaupt, sparsam genutzt werden. Ist die Raumanpassung einmal eingestellt, so sollte die Frontplatte des Gerätes tunlichst hinter einer geeigneten Verblendung verschwinden und nicht mehr angerührt werden. Problematischer als die spätere Sicherung gegen Verstellen ist

### Der Equalizer - kein Allheilmittel

jedoch das eigentliche Einstellen des Equalizers. Streng genommen, ist ein korrekter Abgleich nur für einen Punkt im Hörraum möglich, wobei der übliche Grafik-EQ wegen der festgelegten Bandbreiten und Mittenfrequenzen der Filter sowie deren gegenseitiger Überlappung nicht einmal unbedingt das geeignete Arbeitsgerät darstellt.

Dem Problem angepaßter ist der Parametrische Equalizer, der es gestattet, neben der Durchlaßverstärkung auch Mittenfrequenz und Bandbreite der Filter zu variieren. Man kommt so mit weniger Filtern - meist vier bis fünf - pro Kanal aus.

HiFi-Boxen selbstgemacht



Dafür erfordert der Parametrische Equalizer mehr Erfahrung in der Bedienung. Sofern man es sich leisten kann, sollte beim Grafik-EQ die Wahl auf ein Gerät mit Terzfiltern fallen, das gegenüber den meist verkauften Oktav-Equalizern über die dreifache Anzahl Filter mit entsprechend geringerer Bandbreite verfügt. Zudem kommt der Terz-EQ der Arbeitsweise des menschlichen Gehörs näher als der Oktav-EQ, da das Ohr bei der Bildung des Lautheitseindrucks über Frequenzbereiche mittelt, die einer Dritteloctave, sprich Terz, zumindest bei höheren Frequenzen recht nahekommen. Viele akustische Phänomene erstrecken sich über eine Bandbreite von deutlich weniger als einer Oktave. Versucht man, dies mit einem Oktav-Equalizer in den Griff zu bekommen, ist das Ergebnis oft schlechter als vorher.

Als allgemeine Regel für die Einstellung eines Equalizers sei hier die Benutzung sowohl des Bypass-Schalters sowie der Ohren angeraten. Über den Bypass-Schalter, der es erlaubt, nach Möglichkeit knackfrei zwischen dem ursprünglichen und dem beeinflussten Signal umzuschalten, sollte jeder Equalizer verfügen.

Dagegen wird kaum jemand über die Meßgeräte verfügen, um einen Equalizer korrekt einzumessen. Die Einstellung muß also nach Gehör erfolgen. Das geht umso einfacher, je genauer man den akustischen Effekt beschreiben kann, den man mit dem Equalizer mindern will. Ist dies nicht möglich und ist ein einigermaßen guter Kopfhörer vorhanden, so kann man versuchen, den Höreindruck der Lautsprecherwiedergabe dem der Kopfhörerwiedergabe anzugleichen. Stellt sich dabei heraus, daß bei dieser Arbeitsweise trotz korrekter Lautsprecheraufstellung

Anhebungen bzw. Absenkungen um deutlich mehr als 3 dB notwendig werden, so ist das ein Zeichen dafür, daß der Equalizer allein nicht das geeignete Mittel zur Problemlösung darstellt.

### Wohin mit der Box?

Eine Beeinflussung des Klanges kann man aber zumindest im Baßbereich schon durch eine veränderte Aufstellung der Lautsprecher erreichen. Bei niedrigen Frequenzen arbeiten die meisten Lautsprecher annähernd als Kugelstrahler, das heißt, sie strahlen den Schall in alle Raumrichtungen gleich gut ab oder - physikalisch ausgedrückt - in einen Raumwinkel von  $4\pi$ . Ein Raumwinkel von  $2\pi$  entspricht einer Halbkugel,  $1\pi$  einer Viertelkugel und so weiter. Werden die möglichen Abstrahlrichtungen nun durch Begrenzungsflächen, sprich Wände, eingeschränkt, so strahlt der Lautsprecher dieselbe Schallleistung wie vorher in alle Richtungen nun in einen kleineren Raumwinkel ab, so daß sich in diesem Bereich der Schalldruckpegel erhöht.

Wird ein Lautsprecher vor einer Wand angebracht, so erhöht sich der Schalldruckpegel um 3 dB, in einer Kante des Raumes um 6 dB und in einer Ecke sogar um 9 dB. Bei höheren Frequenzen hat die Aufstellung weniger Einfluß, weil hier die Lautsprecher meist gerichtet abstrahlen, also nicht mehr als Kugelstrahler arbeiten.

Probleme im Baßbereich lassen sich also in Grenzen durch eine veränderte Aufstellung der Lautsprecher lösen, im allgemeinen sollte man aber lieber eine gut definierte Abstrahlung im Baßbereich anstreben und die Lautsprecher nicht zu extrem aufstellen. In der Studioteknik wird das meist erreicht, indem man

die Monitore bündig in die Wand einläßt und so eine definierte  $2\pi$ -Abstrahlung erzwingt.

Eine definierte Abstrahlung im Mitten- und Höhenbereich ist dann von Bedeutung, wenn der Einfluß von akustisch problematischen Zonen vermindert werden soll. Dabei kann es sich zum Beispiel um harte Beton- oder Kachelwände handeln, die durch zu starke Reflexionen das Klangbild verwischen können.

Hat man noch Einfluß auf die Konstruktion der Lautsprecher, so kann man durch den Einsatz von definiert abstrahlenden Hornsystemen dafür sorgen, daß diese Bereiche nicht oder nur wenig Direktschall abbekommen. Es soll aber nicht verschwiegen werden, daß gut klingende Hornsysteme mit definierter Abstrahlung durchaus zehnmal so teuer sein können wie der ersetzte Kalottenhohtöner.

### Wenn alles nichts hilft

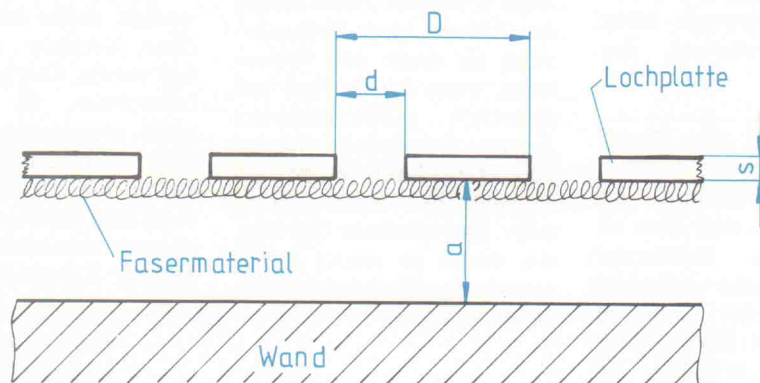
Wenn einfache Maßnahmen, wie das Umstellen der Lautsprecher, nicht den gewünschten Erfolg bringen oder extreme Einstellungen am Equalizer erforderlich werden (falls die persönliche HiFi-Philosophie den Einsatz eines Equalizers überhaupt zuläßt), dann muß wohl oder übel der Raum verändert werden. Einer der wirkungsvollsten Eingriffe in die Raumakustik ist dabei die Auskleidung mit Absorptionsmaterial.

Eine ungünstige Raumakustik äußert sich meist dadurch, daß bestimmte Frequenzbereiche zu stark betont werden, zum Beispiel durch Dröhnen, oder daß der Raum für die bevorzugte Musikrichtung zu hallig oder zu trocken klingt. Werden mittlere bis höhere Frequenzen überbetont, so kann man dies durch das Anbringen von absorbierenden Materialien an Wand, Decke oder Boden mildern. Dafür können Teppiche, Teppichboden, Wandbekleidungen aus Stoff, Polstermöbel oder spezielle Akustikbaustoffe verwendet werden.

Insbesondere Akustikbaustoffe sind Produkte, über deren Anwendungsbereich die Hersteller recht gut informieren und mit denen man Probleme daher sehr gezielt lösen kann. Sie bestehen meist aus je nach An-







- a - Wandabstand  
 s - Plattendicke  
 d - Lochdurchmesser  
 D - Lochabstand

Eine im Baßbereich wirksame akustische Wandverkleidung arbeitet ähnlich wie eine Baßreflexbox.

wendungsgebiet verschieden strukturiertem Spezialschaumstoff, der besonders gute akustische Eigenschaften aufweist und daher leider auch sehr teuer ist. Die Anschaffung kann sich aber trotzdem lohnen, da man in der Regel mit wenig gezielt eingesetztem Material auskommt.

Eine architektonisch sehr günstige Methode besteht im Einbau einer abgehängten Decke aus speziellen Faserpreßstoffplatten, die als akustische Maßnahme optisch fast gar nicht in Erscheinung tritt, Raumeigenschaften aber merklich verbessern kann. Dagegen sind die häufig empfohlenen Eierpappen sowohl ein akustischer wie auch optischer Mißgriff.

Bestehen Probleme im Baßbereich - dies kommt leider häufig gerade in kleinen Räumen vor - so muß man schon etwas mehr Aufwand treiben. Bauakustische Korrekturmaßnahmen, die im Baßbereich wirksam sein

sollen, sind fast immer sowohl handwerklich als auch finanziell aufwendig. Typische Absorber im Baßbereich bestehen nicht mehr aus porösen Stoffen, da sie bei diesen Frequenzen in zu großem Abstand von der Wand angebracht werden müßten - etwa einem Viertel der Wellenlänge der zu dämpfenden Frequenz. Diese Maßnahme würde nicht nur wegen der breitbandigen Wirkung zu einer Überdämpfung der Mitten und Höhen führen, sondern wäre auch enorm teuer und platzraubend.

Die geläufigste Methode der Baßabsorption funktioniert nach dem Prinzip des Resonators, also ganz ähnlich wie eine Baßreflexbox. Der mechanische Aufbau ist eigentlich auch ganz ähnlich. Meist wird eine gelochte oder geschlitzte Platte, die mit etwas Faserstoff hinterlegt ist, mit einigem Abstand vor einer Wand angebracht, wobei das Volumen hinter der Platte dem Volumen der Box und ein Schlitz

oder Loch der Baßreflexöffnung entspricht (Bild 2). Der Faserstoff sorgt dafür, daß hinter der Platte keine Stehwellen entstehen und daß die Energie der in der Öffnung schwingenden Luft durch Reibung in Wärme umgesetzt wird.

Der Vorteil des Resonanzabsorbers liegt vor allem darin, daß das benötigte Bauvolumen, verglichen mit porösen Absorbern, wesentlich geringer ist und daß die Absorptionswirkung eine größere Reichweite hat.

Während der poröse Absorber nur dort wirksam ist, wo sich das dämpfende Material befindet, wirkt der Resonanzabsorber innerhalb seines sogenannten Wirkungsquerschnittes, der unter anderem abhängig von der Wellenlänge ist. Daher ist es bei tiefen Frequenzen auch nicht unbedingt sinnvoll, Absorber, die auf dieselbe Frequenz abgestimmt sind, zu dicht zueinanderzubringen, da sie sich dann gegenseitig in ihrer Wirkung behindern.

Der Nachteil der Resonanzabsorber ist ihre Selektivität. Sie müssen auf die Absorptionsfrequenz abgestimmt werden, und sie wirken nur in einem schmalen Frequenzbereich, wenn die Absorption einigermaßen hoch sein soll. Will man also im Baßbereich über einen breiteren Frequenzbereich dämpfen, so ist man gezwungen, viele Resonatoren mit gegeneinander versetzten Resonanzfrequenzen zu benutzen. Hieraus resultiert, daß man einen nicht unerheblichen Rechenaufwand treiben muß, um im Baßbereich die Raumakustik kontrolliert zu beeinflussen - ganz abgesehen davon, daß die Absorber anschließend auch noch gebaut werden müssen.

### Ein Umzug kann billiger sein

In der Raumakustik gilt - wie beim Boxenbau - je tiefer die Frequenz, desto höher der Aufwand. Bevor man also beginnt, Wand, Decke und Boden zu bearbeiten, sollte man alle anderen Möglichkeiten der akustischen Beeinflussung ausschöpfen. Kostenlos ist die Umplazierung der Boxen, erschwierlich der Einsatz eines Equalizers, und in den meisten Fällen ist sogar die Neuanschaffung guter Boxen mit definiertem Abstrahlverhalten preisgünstiger als Baumaßnahmen. ■



# HÖRT HÖRT!

## Mehr hören — für weniger Geld!

Mit Lautsprecherbausätzen vom Spezialisten, der weiß, wovon er spricht.

### AES serviert HiFi mit Stil.

AES Insider Reference  
AES Insider I u. II  
AES Klarheit I u. II  
Dynaudio Jackee 2, Profil 4  
Axis 5, Pentamyl 3  
Eton 4, 3, 2, Hex ...  
Focal 600, 400, 300 ...  
Magnat Nebraska ..., u.v.a.

Info gegen DM 3,- Rückporto!  
Warenlieferung auch per Nachnahme.

WENN OHREN  
AUGEN  
MACHEN:



AUDIO ELECTRONIC SYSTEMS

6453 Seligenstadt · Aschaffburger Straße 22 · ☎ (0 61 92) 2 66 77  
8750 Aschaffenburg · Karlstr. 8 a (Nähe Schloß) · ☎ (0 60 21) 2 30 00

AES liefert Boxen und Bausätze von:

AES · AUDAX  
CELESTION  
DYNAUDIO  
ETON, FOCAL  
ELEKTRO  
VOICE  
HARBETH  
ISOPHON  
KEF  
LOWTHER  
MAGNAT  
MULTICEL  
PEERLESS  
PODSZUS  
SCANSPEAK  
SEAS  
SIPE  
TECHNICS  
VIFA  
VISATON u.v.a.

Jetzt ist er da — der neue LLV-Katalog 86/87 mit vielen tollen Angeboten für Partyskeller, Disco und Bühne! Anfordern gegen 3,- DM in Briefmarken! (Ausland: Coupons des Weltpostvereins einschicken!)

### Auszug aus unserem Lieferprogramm „Alles für den Flightcase- und Boxenbau“:



#### Aluminium-Profil

zum Schutz von Gehäusekanten  
30 x 30 x 1,5 mm, Preis pro m ..... 4.50 DM



#### Kugelecken

Schwere Ausführung, 2 mm Stahl/verzinkt,  
63 mm ..... Stück 2.50 DM  
Mittlere Ausführung, 0,8 mm Stahl/verzinkt,  
42 mm ..... Stück 1.30 DM

#### Griffschale

für versenkten Einbau  
in Lautsprechergehäuse, 104 x 50 mm,  
mattschwarz ..... Stück 2.20 DM

Lautsprecher-Schutzgitter  
aus gestanztem Stahlblech, schwarze  
Einbrennlackierung, gummigelegt.

5" - 9.90 DM  
8" - 11.50 DM  
10" - 12.90 DM

12" - 14.90 DM  
15" - 17.50 DM  
18" - 24.- DM



z.B. FANE Studio 15B ..... 388,- DM  
FANE Studio 12B ..... 295,- DM  
Bullet Tweeter HF 250 ..... 189,- DM  
Lautsprecher - Baubuch ..... 11,- DM

Lautsprecher & Lichtanlagen. Verleih und Verkauf  
Eifelstraße 6 - 5216 Niederkassel 5  
Telefon (nur von 15-18.30 Uhr) 02 28/45 40 58  
Lieferung per Nachnahme!

# HiFi nur in Hamburg Open Air P.A.



AKTUELLES auf 100 qm VERKAUFSFLÄCHE vorführbereit

PSL 320/400  
mit Beschichtung  
nur DM 389,00

Dolomit II  
Pyramide  
kompl. Bausatz  
incl. Gehäuse  
42 cm hoch, DM 235,-  
Bass 17 cm Ø  
und Audax HD100

BEWÄHRTE  
LAUTSPRECHERSYSTEME  
in 2000 Hamburg 13 · Rentzelstr. 34  
Tel.: 040/44 58 10

Bitte Katalog anfordern DM 5,-. Sofortversand auch ins Ausland.  
Garantie auf alle Artikel.

Wir führen vor:  
FOCAL-PROCUS-VIFA-  
CELESTION-SCAN-LOWTHER-  
STRATEC-L-AUDIOPHILE-Konzepte.  
Elektronik: NYTECH-MAGNUM-ONYX-MAD-  
FAMCO-L-AUDIOPHILE.Laufwerke: REGA-  
THORENS-ROKSAN-MANTICORE.

# Auditorium 23

Keith Aschenbrenner  
Gabelsbergerstr. 23 · 6 FFM 60  
Di-Fr 14-18.30, Sa 10-14.00  
Tel. 069/465202

FFM

Hören Sie  
unverbindlich  
und kostenlos zu  
Hause Probe: FOCAL-ETON-  
VIFA-CELESTION- und weitere  
interessante Konzeptionen. Weiter-  
hin führen wir Elektronik von  
NAD-DENON-MISSION.

# Musik & Design

Inh. Stephan Tröster  
68 Mannheim, Q 3/9,  
tägl. 14-18.30, Sa 10-14.00  
Tel.: 0621/13230

MA

# HARBETH PODSZUS AUDAX SIPE VIFA MAGNAT KEF SIA

## Wir haben eine Nase für alles, was gut, stark oder neu ist!

Lautsprecher-Selbstbau-Systeme  
„vom Feinsten“  
bis zum preiswerten und  
klangstarken Chassis.

elektroakustik stode

Kostenlose Unterlagen  
gibt es bei uns!

Bremervörder Str. 5  
2160 Stade  
Tel. (0 41 41) 8 44 42

Josef Tenbusch

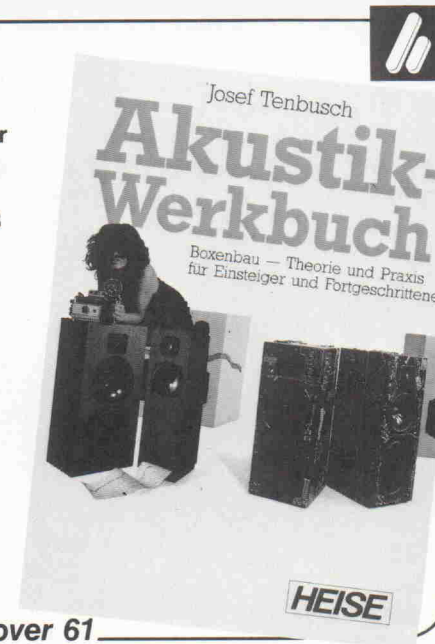
## Akustik-Werkbuch

Boxenbau — Theorie und Praxis für Einsteiger  
und Fortgeschrittene

DM 29,80  
152 Seiten, Broschur  
Format 16,8 x 24 cm

ISBN 3-922 705-30-8

Geld sparen, Freizeit sinnvoll gestalten, Dinge in die eigene Hand nehmen, kreativ sein! All diese Möglichkeiten erschließt dieses Buch. Die 27 Bauanleitungen mit Klangkriterien reichen von der einfachen Kompakt-Box bis hin zum aufwendigen Exponential-Lautsprecher. Aus dem Inhalt: Grundlagen der Akustik, Chassis mit Kenndaten-Merkmalen, Frequenzweichen mit Formelanhang, Boxentypen, Dämmung und Dämpfung, Raumakustik, Schutzschaltungen, Bautips, Baubeispiel, Bauanleitungen mit Klangkriterien.



Verlag Heinz HEISE GmbH · Postfach 61 04 07 · 3000 Hannover 61

HiFi-Boxen selbstgemacht



**Audax PRO TPX 21**







# feurig

R. Krönke

**Zugegeben — wer so ein Prachtexemplar wie auf dem Foto erhalten will, der wird einige Feierabende und Wochenenden überwiegend mit 400er-Naßschleifpapier verbringen müssen. Der abschließende Besuch einer guten Autolackiererei wird ihm auch nicht erspart bleiben. Doch furniert klingt's gleich gut. Die akustische Qualität bestimmen die neuen Chassis von Audax und die sauber nach der Theorie von S. Linkwitz abgestimmte Weiche.**

Die 3-Wege-Baßreflexkombination PRO TPX 21 stellt den letzten Entwicklungsstand der Firma Audax dar. Alle verwendeten Chassis sind brandneue Typen, die optimal aufeinander abgestimmt sind.

Der Baß MTX 2025 TDSN weist zugleich zwei zukunftsweisende Details auf. Er verfügt über eine Membran aus dem von Audax neuentwickelten Material TPX, das neue Maßstäbe für Festigkeit bei gleichzeitig geringem spezifischen Gewicht setzt. Für die Aufhängung der Membran wurde das ebenfalls neuentwickelte Material NORSO-REX verwendet.

## **Nicht für Tennisbälle geeignet**

Dieser Werkstoff besitzt eine dermaßen große innere Dämpfung, daß eine daraus geformte Kugel nach dem Fall auf eine harte Oberfläche ohne abzuprallen ruhig liegenbliebe. Eine beachtenswerte Eigenschaft, wenn man bedenkt, daß 20 % der gesamten Verzerrungen eines Lautsprechers auf seine Membranaufhängung zurückzuführen sind.

Der Korb für diesen Lautsprecher wurde der bekannten MHD 21-Serie entliehen und ist aus stabilem

Zink-Druckguß. Zur Diffusion wird anstelle der üblichen Staubschutz-Kalotte weiterhin ein Voll-Alu-Kegel eingesetzt. Frühere Versionen mit Kunststoff-Diffusoren neigten zum Mitschwingen bei 2 kHz.

Als Antrieb fungiert ein mit 120 mm Durchmesser üppig dimensionierter T-Magnet, der dem Chassis die erforderliche Baßreflex-Tauglichkeit gibt und ihm einen Wirkungsgrad von 91 dB (1 W; 1 m) verleiht.

Zur Vermeidung von Wirbelstrom-Verzerrungen und Erhöhung der Impulsbelastbarkeit wurde dem Chassis noch ein Schwingspulen-träger aus NOMEX spendiert.

Der neue 11-cm-TPX-Mitteltöner TX 1125 RSN-C hat ähnliche Eigenschaften und ist aus den gleichen Materialien gefertigt. Auch er besitzt einen Aluminium-Diffusor zur Verbesserung von Phase und Dispersion, eine NORSO-REX-Sicke und die bewährte NOMEX-Schwingspule. Der R-Magnet mit 100 mm Durchmesser ist zwar eine Nummer kleiner, aber er verschafft dem TX 1125 eine Empfindlichkeit von 92 dB (1 W; 1 m). Sein Einsatzbereich kann von 400 bis 6000 Hz gewählt werden.



## Technische Daten

Prinzip	3-Wege-Baßreflexbox
Belastbarkeit	100 W
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	90 dB (1 W; 1 m)
Übergangsfrequenzen	500 Hz/4000 Hz (Linkwitz)
Volumen (innen)	ca. 77 l (Baßgehäuse)
Außenmaße	Höhe 1000 mm Breite 330 mm Tiefe 370 mm
Entwickler	R. Krönke / Proraum GmbH
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 600,- DM

Der 25-mm-Hochtöner DTW 100 TI 25 FF hat eine neuartige, Titan-bedampfte Polymer-Kalotte, die für eine kristallklare, aber nicht übertrieben spitze Hochtonwiedergabe sorgt, wie es oft bei Metallkalotten der Fall ist.

Neu ist auch die 2-lagig gewickelte Schwingspule mit Ferrofluid-Bedämpfung. Um die bewegte Masse trotzdem so gering wie möglich zu halten, wurde die Wickelhöhe der Schwingspule auf 1,4 mm begrenzt. Daraus resultiert eine bewegte Masse von 0,25 g und eine Empfindlichkeit von 91 dB (1 W; 1 m).

## Linkwitz-Filter

Die Frequenzweiche wurde nach den mittlerweile bekannten Theorien von S. Linkwitz ausgeführt. Es wurde ein passives Linkwitz-Filter 2. Ordnung gewählt, also mit 12 dB/Oktave Flankensteilheit. Diese weniger bekannte Variante der Linkwitz-Filter wird im Trubel um die Ausführung mit 24 dB/Oktave oft nicht recht beachtet. Ein Linkwitz-Filter 4. Ordnung läßt sich jedoch (mit vernünftigem Aufwand) nur in Aktiv-Boxen mit Laufzeitausgleich der Einzelchassis betreiben. Deshalb die einfachere, aber nicht schlechtere Lösung mit dem 12-dB-Filter.

Alle Filterkondensatoren sind MKT-Typen mit 250 V Spannungsfestigkeit und 3 % Toleranz, die zusätzlich mit Bypass-Kondensato-

## Stückliste

### Chassis (Audax)

Tieftöner	MTX 2025 TDSN
Mitteltöner	TX 1125 RSN-C
Hochtöner	DTW 100 TI 25-FF

### Frequenzweiche

Spulen	
L1	0,47 mH; Luft
L2	0,6 mH; Luft
L3	4,5 mH; Luft
L4	4,5 mH; Rollenkern
Kondensatoren	
C1	0,56 µF; Folie
C2	2,2 µF; Folie
C3,5,7,9,11,13	47 µF; Polypropylen
C4	22 µF; Folie
C6	3,3 µF; Folie
C8	4,7 µF; Folie
C10	33 µF; Folie
C12	8,2 µF; Folie
Widerstände	
R1	2,2 Ω; 5 W
R2	15 Ω; 5 W
R3	8,2 Ω; 5 W
R4	8,2 Ω; 9 W

ren aus Polypropylen-Folie überbrückt sind.

Bis auf die Baßdrossel, die als sehr hochwertiger Ferrit-Rollenkern ausgeführt ist, werden ausschließlich großvolumige Luftspulen eingesetzt. Auch hier liegen die Toleranzen bei  $\pm 2\%$ . Als Schraub-Anschlußklemme auf der sudverzinneten Epoxy-Platine wurde eine professionelle Ausführung gewählt,

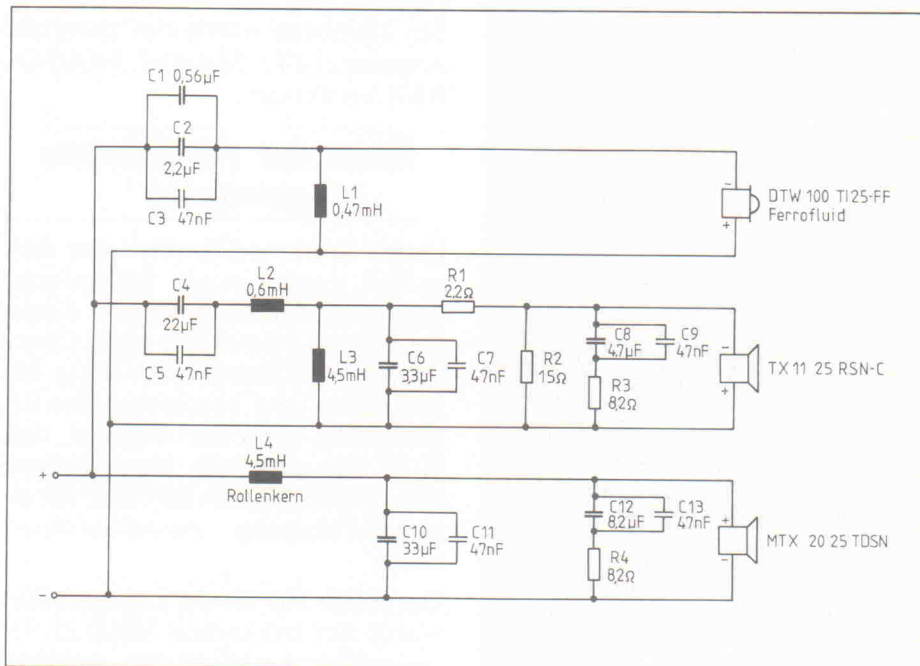
die auch Kabel von 2,5 mm Querschnitt mühelos aufnimmt.

Das Filter wird dem Chassisbausatz als Fertigbaustein beigelegt.

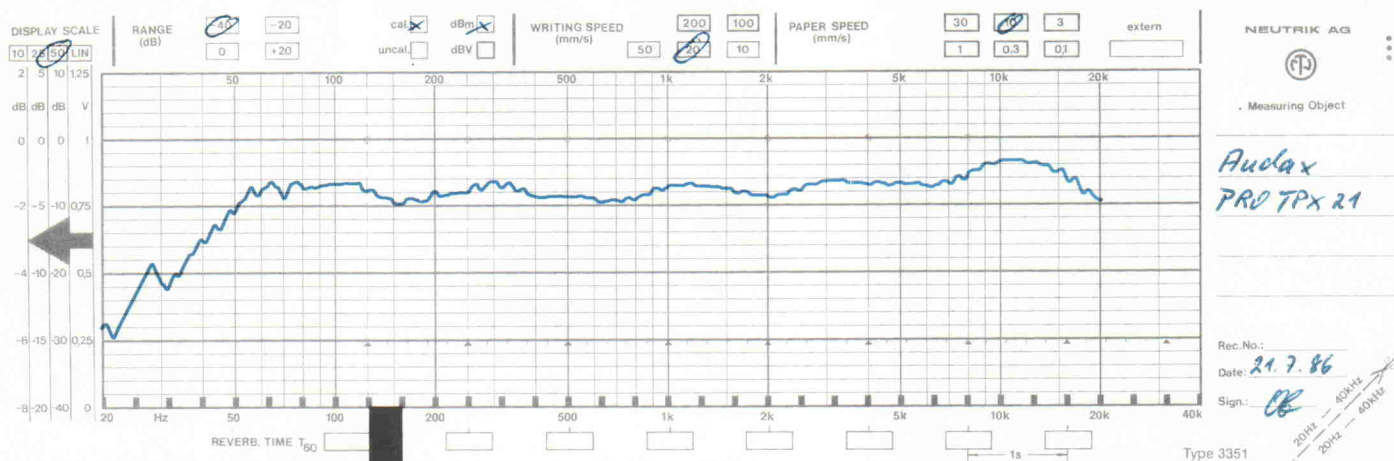
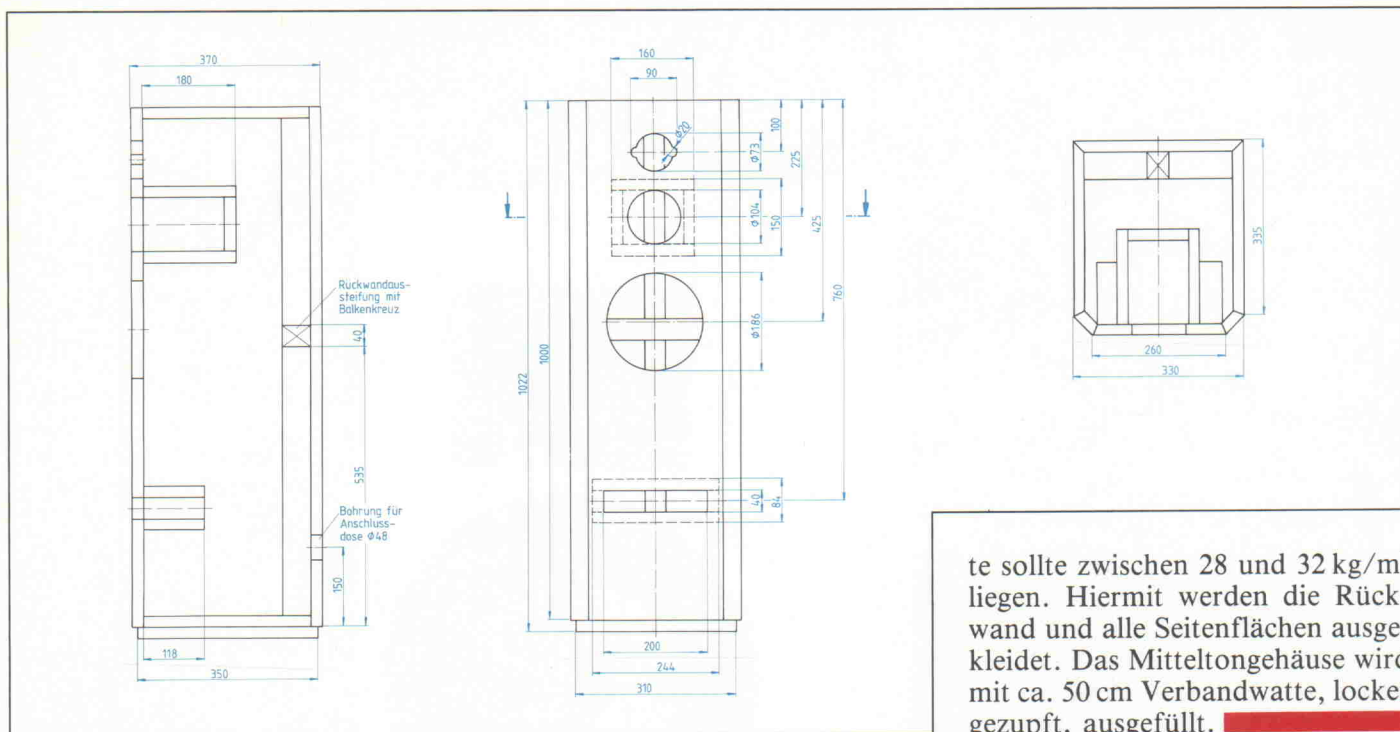
Das Baßreflex-Gehäuse mit 77 Liter Nettovolumen wurde mit Computer-Unterstützung unter Berücksichtigung der Gehäuseverluste nach den Grundlagen von Thiele/Small und Snyder optimiert. 77 Liter sind nicht gerade wenig, aber die Physik fordert es nun mal. Da es sich jedoch um eine hohe, schlanke Standbox handelt, fällt das Volumen zumindest optisch nicht sehr auf.

Die Ecken wurden leicht abgeschragt, um die Beugung der Schallwellen an den Gehäusekanten zu verringern. Außerdem sind alle Lautsprecher in einer senkrechten Ebene montiert, damit es möglichst geringe Interferenzen zwischen den einzelnen Chassis gibt. Das Gehäuse wird in 22 mm starker MDF-Platte ausgeführt. MDF (Mitteldichte Faserplatte) hat eine höhere Dichte als Feinspanplatte und unterdrückt dadurch Wand-schwingungen recht effektiv. Zusätzlich ist die Rückwand noch durch ein Balkenkreuz stabilisiert.

Die Bedämpfung des Baßgehäuses erfolgt in üblicher Weise mit Noppenschäumstoff (Pritex). Die Dich-







- Alles für den Lautsprecher - Selbstbau:
- Qualitätslautsprecher von allen führenden Herstellern
- Umfangreiches Zubehör - und Bauteileprogramm (Frequenzweichenanfertigung).
- günstige Preise

Umfangreicher Katalog gegen 5-DM (Briefmarken o. Schein)  
Preisliste gegen Rückporto

# Lautsprecherladen

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

Ihr Spezialist für Boxen-Bausätze  
Wir führen Lautsprecher der Marken

EV FANE CRAFT CELESTION DYNAUDIO VISATON CORAL ETON JBL uvm.

Rufen Sie uns an oder kommen Sie vorbei.  
Fachgerechte Beratung und bester Service  
sind für uns selbstverständlich.

Katalog anfordern gegen 5,- DM Schutzgebühr in Briefmarken  
oder Verrechnungsscheck

06152 **KKSL** 39615

KKSL · Beschallungstechnik, Otto-Wels-Str. 1, 6080 Groß-Gerau



eton 100 hex







# Ranke

## Schlanke

Lange hat es gedauert, bis die kleine norddeutsche Firma eton endlich ihre hexacone-Chassis auf den Markt bringen konnte. Wer selbst schon einmal eine Neuentwicklung versucht hat, wird wissen, warum. Von der Idee bis zur Serienreife führt ein langer Weg, meist ein Umweg. Mit der eton 200 hex war das Ziel erreicht (siehe elrad 7-8/86). In der eton 100 hex wird hier bereits der kleinere Bruder als zweites Mitglied der hexacone-Familie vorgestellt.

Noch immer sind Papier und thermoplastische Kunststoffe die meistverwendeten Materialien zur Herstellung von Lautsprechermembranen. Die Entwicklung dieser Werkstoffe ist sehr weit fortgeschritten und hat zum Teil die Grenzen des physikalisch Möglichen erreicht. Die von eton eingesetzten Duroplaste zeigen dagegen ganz neue Möglichkeiten auf.

### hexacone

Schon wenn man eine hexacone-Membran in der Hand hält, gewinnt man einen Eindruck von der Festigkeit des Materials, die tatsächlich 20- bis 30-fach höher liegt als bei herkömmlichen Werkstoffen. Die wabenförmige Struktur des hexacone-Materials führt zu einer Vernetzung über unzählige Streben bei gleichzeitigem Einschluß eines hohen Luftanteils. Diese Faktoren sowie die Oberflächenbehandlung mit einem speziellen Harz sind für das geringe Gewicht bei dennoch enormer Festigkeit verantwortlich.

Membranen aus hexacone sind bis zur Meßgrenze partialschwingungsfrei. Das bedeutet, daß Baßtreiber bis weit in den Mitteltonbereich hinein sauber und ausgeglichen arbeiten und folglich eine ideale Bestückung für 2-Wege-Konzepte abgeben.

Die eigentliche Entwicklung der

eton 100 hex übernahm Werner Jagusch, der Inhaber des ACR-Lautsprecherladens in Oldenburg. Die Firma eton selbst konzentriert sich ausschließlich auf die Entwicklung und Fertigung von Chassis.

Im Tiefmitteltonbereich fiel die Wahl auf den 18-cm-Treiber 7-380/32 hex, aufgebaut im Aludruckgußkorb und mit einem 30-mm-Ferritmagneten ausgestattet. Die Polplatte ist aus 6 mm starkem Weicheisen. Die Spaltbreite ist auf den Einsatz der Flachdrahtschwingspule abgestimmt, deren Wickelhöhe bei etwa 13 mm liegt. Die Belüftung erfolgt über Löcher im Kaptonträger. Bei eton werden die Zentrierungen (Spider) selektiert. Die Nachgiebigkeit dieser Teile ist unter anderem für die Resonanz des Lautsprechers ausschlaggebend. Leider bekommt man am Markt nur grob tolerierte Teile, da die Hersteller aus Kostengründen keine 100%ige Selektion vornehmen können. Mit einer Hochpräzisionswaage, mit der hundertstel Gramm gemessen werden können, ist die Überprüfung mit speziellen Meßwerkzeugen möglich. So kann gewährleistet werden, daß die Toleranzen (z.B.  $Q_{ts}$ ) in einem Fertigungslot sehr gering ausfallen. Die Auswahl der Sicke erfolgt ebenso sorgfältig.

Im Verbund mit der bekannten eton Zwei-Lagen-Kalotte 25 DTF 100 C (alte Bezeichnung



## Technische Daten

Prinzip	2-Wege-Baßreflexbox
Belastbarkeit	150 W
Impedanz	8 Ohm
Kennschalldruck	90 dB (1 W; 1 m)
Übergangsfrequenz	3000 Hz
Volumen (innen)	ca. 20 l
Außenmaße	Höhe 836 mm Breite 236 mm Tiefe 318 mm
Entwickler	Werner Jagusch ACR Oldenburg
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 350,- DM

## Stückliste

## Chassis (eton)

Tiefmitteltöner	7-380/32 hex, 8 $\Omega$
Hochtöner	25 DTF 100 C oder 25 DTF 150 R, 8 $\Omega$

## Frequenzweiche

Spulen	
L1	1 mH Luft
L2	2 mH Luft
Kondensatoren	
C1	4 $\mu$ F MP
C2	4 $\mu$ F Folie

Das ganze Netzwerk besteht aus vier Teilen, die allerdings von hoher Güte sein müssen. Der 4- $\mu$ F-Kondensator im Hochtonbereich sollte unbedingt ein MP-Kondensator sein. Bei Vergleichen distanzierete sich dieses Bauelement klar von jedem hochwertigen Folientyp. Es ist sicherlich schwer zu beschreiben — der klangliche Unterschied ist aber einwandfrei zu hören. 12 dB Flankensteilheit waren die ideale Voraussetzung zum Koppeln der beiden Lautsprecher. Aufwendigere Weichen haben sich als unnötig und unterlegen erwiesen.

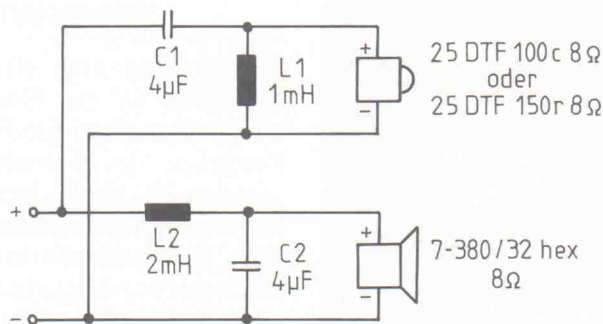
## Es muß nicht immer Marmor sein

Das Gehäuse der eton 100 hex ist nicht sonderlich kompliziert aufgebaut, beinhaltet aber dennoch einige schwierigere Bearbeitungsgänge. Insbesondere die Abschrägung der Seitenwände erfordern den Einsatz eines Elektrohobels oder ein intensives, präzises Raspeln und Schleifen. Dabei bleibt zu beachten, daß diese Arbeit wohl auch der opti-

Priorität gelegt wurde. Jörg Tweitmann, Heinrich Otten und Bernd Klipp haben sich auch in ihren Diplomarbeiten ausführlich dem Thema hexacone gewidmet. Auch ihnen ist es zu verdanken, daß diese neue Technologie schnellen Zugang zum interessierten Musikliebhaber fand.

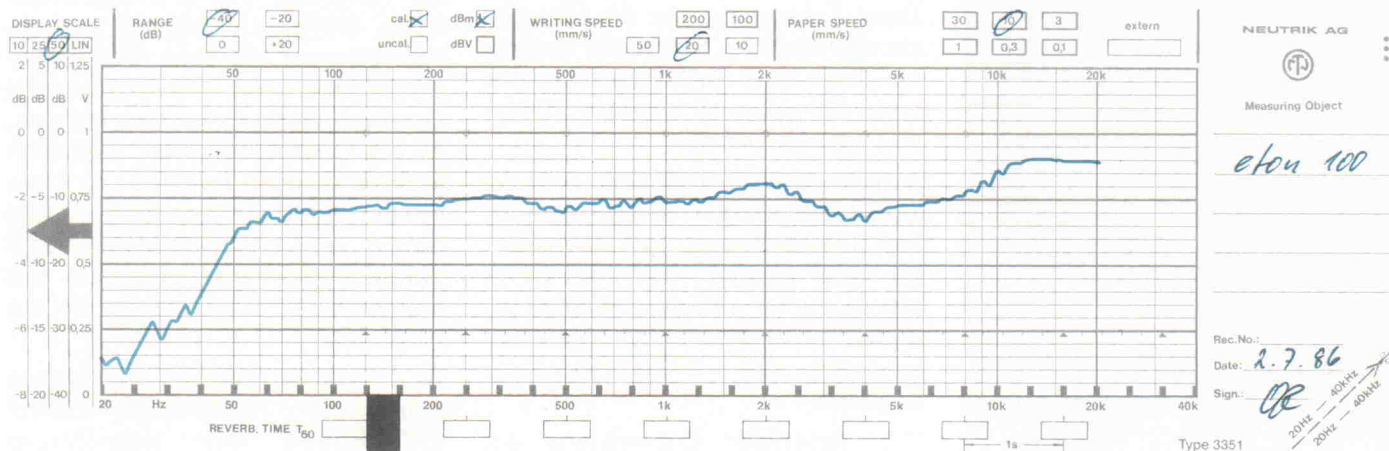
## Einfache Frequenzweiche

Man sieht auf den ersten Blick, daß es sich um eine vergleichsweise einfache Weichenschaltung handelt.



25 DT 10) ergaben sich die besten Ergebnisse. Ohne Weichenänderung kann aber auch die 25 DTF 150 R (25 DT 15) verwendet werden. Der Unterschied in den Wiedergabequalitäten ist als akademisch zu betrachten. Falls der Hochtöner eingefräst ins Gehäuse gesetzt werden soll, muß die Entscheidung rechtzeitig fallen, da die beiden Kalotten mit einer runden (25 DTF 100 C) oder aber einer rechteckigen (25 DTF 150 R) Frontplatte ausgerüstet sind.

Beide Lautsprecherchassis, der 7-380/32 hex sowie die 25 DTF 100 C sind optimal aufeinander abgestimmt. Das war natürlich nur möglich, weil bei der Entwicklung des 7-380/32 hex auf besondere Anforderungen der geplanten Kombination wie z.B. hoher Schalldruck und gute Abrießresonanz, aber auch auf beispielhaftes Ausklingverhalten absolute





schen Perfektion dient, darüber hinaus jedoch akustische Bedeutung hat. So ergibt sich trotz einer Seitenwandstärke von 38 mm eine sehr schmale Schallwand.

Die große Wandstärke, eine zusätzliche Auskleidung mit Weichfaserplatten und das schräg eingesetzte Bodenbrett (Vermeidung stehender Wellen) perfektionieren die akusti-

schen Eigenschaften des Gehäuses. Der Leerraum unter dem eigentlichen Gehäusevolumen läßt reichlich Platz für die Frequenzweiche.

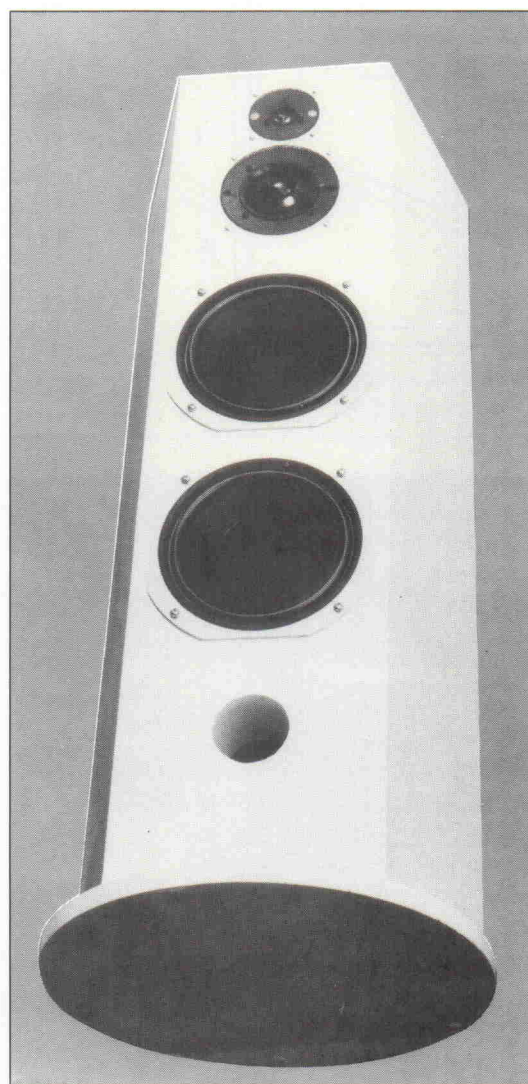
Natürlich können für die eton 100 hex auch Fertiggehäuse bezogen werden. Das Spektrum reicht dabei vom Rohgehäuse bis zum perfekt lackierten oder furnierten Modell. Wer sich für die Marmor-

version (großes Foto) entscheidet, wird ohnehin auf den Eigenbau verzichten müssen. Die Firma Pach in Heinsen (siehe Bezugsquellen-nachweis) liefert fertige Marmorgehäuse in verschiedenen Strukturen zu vernünftigen Preisen.

# 'TWIN SET'-er hören mehr!

TWIN SET  
Überlegene Technik:

- 8L-40 mit beidseitiger Spezialbeschichtung (eigene Entwicklung)
- MD-50 + HD-7, Kalotten aus einer Titan-Alulegierung hoher Steifigkeit und bestem Dämpfungsverhalten, Flachdrahtwicklung der Spulen.
- Weiche mit phasenoptimierter Serienschaltung, Luftspulen und Folienkondens.
- Ausbaustufe für Filter 6ter Ordnung in Vorbereitung (erhöht Dynamik und Tiefe im Baßbereich).



Eine Acoustic Design-Coral Entwicklung

Original TWIN SET Bausätze ausschließlich bei unseren autorisierten Fachhändlern:

**3012 Langenhagen**  
Fa. Hormann  
Walsroder Str. 286 a  
Tel. 0511 / 776207

**4800 Bielefeld**  
Fa. Klangbau  
Breite Str. 23  
Tel. 0521/64640

**6050 Offenbach-Biber**  
Dipl. Ing. Heusel  
Mauerfeldstr. 22  
Tel. 069/895932

**6570 Kirn/Nahe**  
GH-Akustik  
Kallenfelder Str. 55  
Tel. 06752/8101

**8900 Augsburg**  
Projekt Töne & Literatur  
Innere Uferstr. 9  
Tel. 0821/415232

**4630 Bochum**  
Fa. Wohlgemuth  
Förderstr. 14  
Tel. 0234/770067

**5000 Köln**  
ACR-LS-Bausätze  
Unter Goldschmied 6  
Tel. 0221/2402088

**6080 Groß Gerau**  
Fa. KKSL  
Otto-Wels-Str. 1  
Tel. 06152/39615

**6700 Ludwigshafen**  
Fa. Hieske  
Dürkheimer Str. 31  
Tel. 0621/673105

**4400 Münster**  
GDG-Lautsprecher  
Steinfurter Str. 37  
Tel. 0251/277448

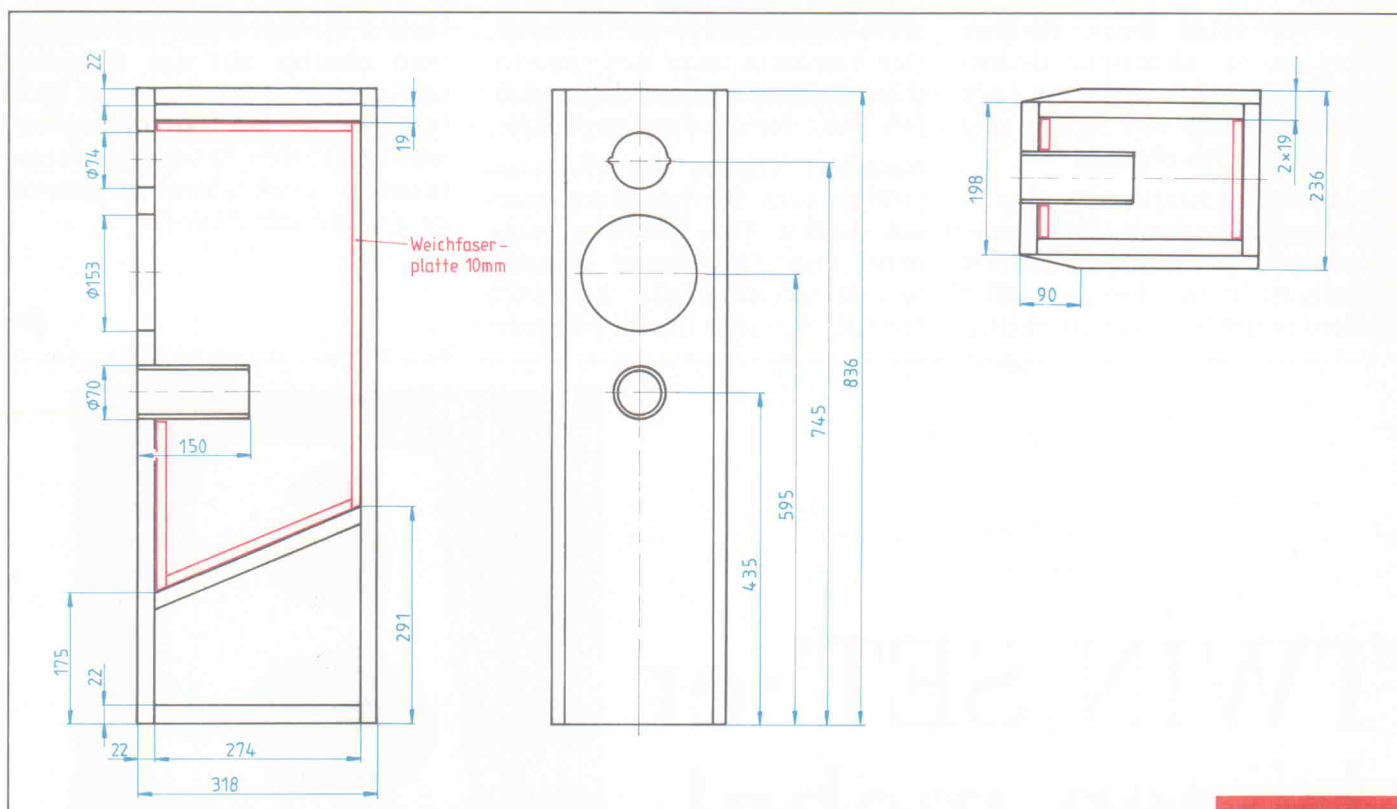
**5000 Köln**  
AB-Soundtechnik  
Kamekestr. 2-8  
Tel. 0221/561693

**6500 Mainz**  
Die Box  
Rochusstr. 11  
Tel. 06131/231025

**7842 Kandern-Holzen**  
Emotion Sound  
Bühlstr. 20  
Tel. 07626/415

Vertrieb & Informationen:  
**5309 Meckenheim**  
Acoustic Design  
Wißfeldstr. 25  
Tel. 02225/13248





# Der Klang macht die Musik



**SIARE**

**AUDAX**

**HiFi-Lautsprecher – Kits der Superlative!**



proraum GmbH  
AUDAX-SIARE  
Vertrieb für Deutschland  
Postfach 10 10 03  
4970 Bad Oeynhausen 1  
Tel. (0 52 21) 30 61  
Telex 9 724 842 kro d  
24-Std.-Telefonservice

Technische Unterlagen nur gegen 5,- DM  
Schein oder in Briefmarken.

– Lieferung sofort ab Lager –



# Raum-Traum

## Die Bauanleitung für das Musikzimmer

J. Tenbusch

Wer hat so etwas nicht schon einmal erlebt: beim Freund oder Händler eine Box gehört — Traumklang! Die identischen Boxen im trauten Heim aufgestellt — der enttäuschte Besitzer glaubt an eine Verwechslung. Das können doch nicht...

Hier gilt der Tip, es mit der Sorgfalt bei der akustischen Gestaltung des Wohnbereiches nicht mit Auspacken und Anschließen der neuen Lieblingsstücke bewenden zu lassen. Die Auswahl der Box ist wichtig, der Raum und die Aufstellung sind manchmal wichtiger. Eine Lautsprecherbox braucht die passende Umgebung, die es ihr ermöglicht, ihre vollen Klangeigenschaften zu entfalten.

Was beeinflusst den Klang eigentlich so, daß es mit einem Boxenpaar zu so unterschiedlichen Hörerlebnissen kommen kann? Der Schall aus einer Box breitet sich wellenförmig aus. Seine Wellenlänge ist definiert als:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$\lambda$  = Wellenlänge [m]  
 $c$  = Schallgeschwindigkeit  
 $[c \approx 330 \text{ m/s}]$   
 $f$  = Frequenz [Hz]

Die Wellenlänge variiert folglich zwischen 17 mm und 17 m (20 Hz... 20 kHz).

Die Abnahme des Schalldrucks ist distanzabhängig und beträgt unter Freifeldbedingungen 6 dB je Entfernungsverdoppelung (Bild 1). Im Raum ist der Hörer jedoch zwei Schallfeldern ausgesetzt. Das eine kommt direkt vom Lautsprecher, das andere entsteht durch Reflexionen an Wänden und sonstigen Gegenständen (Bild 2). Erreichen die reflektierten Schallwellen das Ohr wesentlich später als die direkten, so spricht man von einem Echo. Aber wer hat schon ein so großes Zimmer?

Der Schalldruck der Reflexionen liegt naturgemäß niedriger als der der primären Wellenfront (Bild 3). Für die räumliche Ortung wertet das Ohr nur die ersten ankommenden Impulse aus, der Klang wird jedoch durch den Gesamteindruck bestimmt.

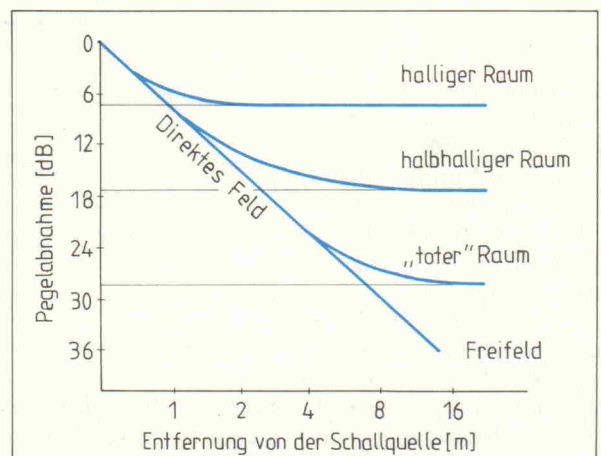


Bild 1. Abnahme des Schalldruckpegels des direkten Feldes in unterschiedlichen Räumen.

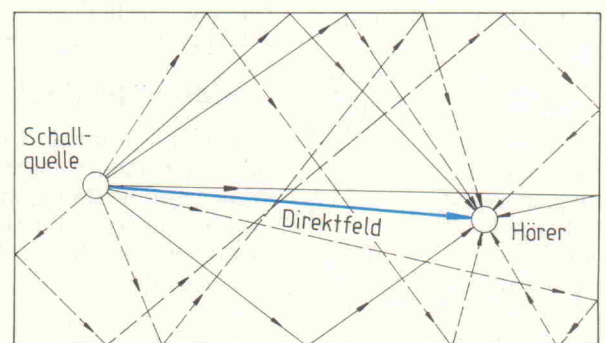


Bild 2. Direktes und indirektes Schallfeld.

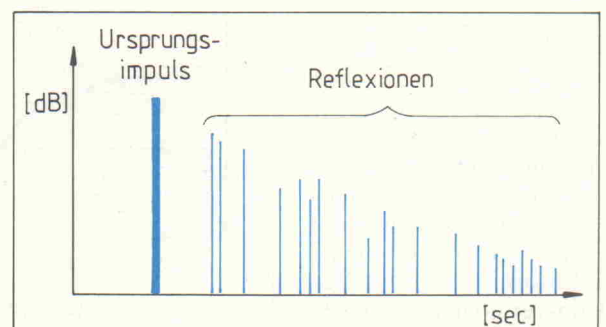


Bild 3. Ursprungsimpuls und dessen Reflexionen im Zeitverlauf.



Die wohl eindeutigste Aussage über das klangliche Verhalten eines Raumes macht die Nachhallzeit  $T$ . Unter Nachhallzeit versteht man den Zeitraum, der vergeht, bis ein Impuls nur noch den  $10^{-6}$  Teil seiner ursprünglichen Energie besitzt:

$$T = 0,163 \text{ sm}^{-1} \frac{V}{S \cdot \alpha}$$

$T$  = Nachhallzeit [s]  
 $V$  = Raumvolumen [ $\text{m}^3$ ]  
 $\alpha$  = Absorptionsgrad der Flächen  
 $S$  = absorbierende Fläche [ $\text{m}^2$ ]

Aus der Formel ist zu erkennen, daß ein großes Volumen die Nachhallzeit steigen läßt, während große absorbierende Flächen eine Verminderung bewirken. Dieses Phänomen wurde 1923 zum ersten Mal von dem Engländer W.C. Sabine der Öffentlichkeit vorgetragen. Heute gibt es Anhaltswerte für die sogenannte optimale Nachhallzeit, die sich hauptsächlich an dem verwendeten Programm-Material orientiert (Tabelle 1).

Art des Raumes	Optimale Nachhallzeit [s]
Sprecherstudio	0,3
Hörspielstudio	0,6
Gr. Fernsehstudio	0,8
Sprechräume	0,7...
	1,2
Opernhäuser	1,5
Konzertsäle	2,0
Kirchen	2,5...
	3,0

Tabelle 1.

In der Praxis hat sich ein Wert von  $T = 0,35$  im Bereich von 40 Hz...8000 Hz für den normalen Wohnbereich als optimal erwiesen. Die Nachhallzeit wird durch das Absorptions- bzw. Reflexionsvermögen eines Raumes bestimmt. Langwellige Schallanteile werden dabei an den einzelnen Be-



grenzungsflächen anders reflektiert als kurzwellige (Bild 4). Trifft zum Beispiel eine 125-Hz-Welle auf eine Glasscheibe, so werden 65 % der aufprallenden Energie reflektiert, bei 2000 Hz sind es schon 93 %.

### Stehende Wellen

Besonders störend wirken sich sogenannte stehende Wellen auf die Raumakustik aus. Sie entstehen durch Reflexion an parallelen Wänden. Aus der Formel:

$$L = \frac{\lambda}{2}$$

$L$  = Wandabstand [m]  
 $\lambda$  = Wellenlänge [m]

und der Kenntnis der Raumabmessungen kann man sich selber die Eigenresonanzen eines Wohnzimmers berechnen. Es ergibt sich dabei für jede Dimension eine eigene Resonanz, also für Höhe, Breite und Tiefe des Raumes. Stehende Wellen verfälschen den Klangeindruck und produzieren gravierende Schalldruckschwankungen bis zu 30 dB (Bild 5). Besonders störend sind diese Einflüsse im Bereich unter 500 Hz.

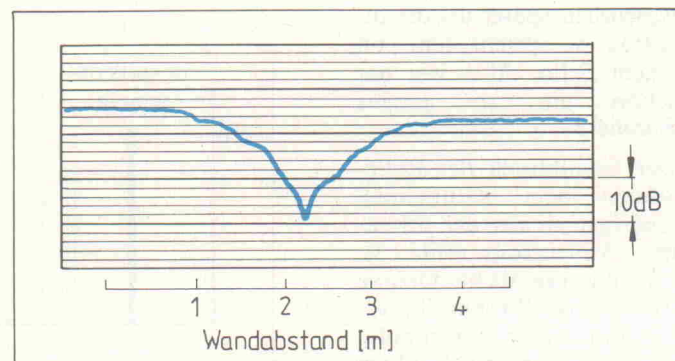


Bild 5. Typischer Schalldruckeinbruch durch stehende Wellen zwischen zwei Wänden.

**Bild 4. Nachhallzeit  $T$  über der Frequenz in einem normalen Wohnzimmer gemessen. Der Optimalbereich liegt zwischen 0,35 und 0,4 Sekunden.**

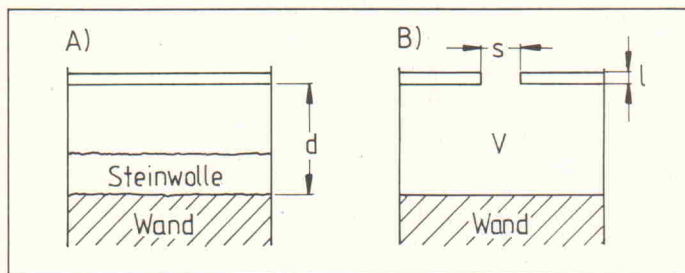
### Lösungssuche

Drei Möglichkeiten bieten sich an, die akustischen Verhältnisse zu verbessern. Die Maßnahmen reichen — mit steigendem Aufwand — von der Veränderung des Aufstellungsortes der Boxen über den Einsatz eines Equalizers bis hin zur konsequenten Umstrukturierung oder Neugestaltung des Hörraumes.

Abgesehen von der allgemeinen Raumgestaltung und deren Einfluß gilt eine Regel grundsätzlich: Raus aus den Ecken und weg mit den Boxen von der Wand!

HiFi-Boxen selbstgemacht





Eine Ecken- oder Wandaufstellung führt in den meisten Fällen zu einer Anhebung im Baßbereich und somit zu einer Verfälschung des Klangeindrucks. Zu beachten ist jedoch, daß manche Hersteller besonders ihre kleinen Boxen für solche Aufstellungsorte konzipieren, um deren schwachbrünstigkeit im unteren Frequenzbereich zu kompensieren. Tabelle 2 zeigt einige Beispiele, bei welchen Abständen von der Wand es zu Veränderungen kommen kann.

Abstand von der Wand [cm]	Resonanzfrequenz [Hz]
15	573
30	286
60	143
80	95

Tabelle 2.

Als Faustregel gilt: ca. 1 m Abstand von allen angrenzenden Wänden halten; soweit dies möglich ist.

### Equalizer

Der Einsatz solch eines Gerätes ist zumindest im Lager der Hifi-Puristen nicht unumstritten. Schließlich stellt es einen zusätzlichen Manipulationspunkt in der Übertragungskette dar.

Verfügt das Gerät über einen 'Rosa-Rausch'-Generator und ein entsprechendes Mikrofon mit Anzeigesystem, lassen sich zumindest die Raum-Charakteristiken bestimmen und durch Anhebung bzw. Senkung der Pegel einzelner Frequenzbereiche Erfolge erzielen. Hierbei hat sich der Terz-Equalizer

HiFi-Boxen selbstgemacht

**Bild 6. Unterschiedliche Absorbertypen.**

- A. Plattenabsorber**  
**B. Helmholtz-Absorber**

als dem menschlichen Ohr am artverwandtesten gezeigt.

### Raumgestaltung

Bevor nun der erste Familienkrach vom Zaun gebrochen wird, weil der beste Ehegatte der Welt mit einem Preßlufthammer das gemeinschaftliche Wohnzimmer in einen optimalen Hörraum umgestalten möchte, seien ein paar einfacher durchsetzbare Veränderungsmöglichkeiten aufgeführt.

Sinn und Zweck solcher Manipulationen ist es, die Reflexionen in einem bestimmten Rahmen zu halten. Wird nämlich zuviel verschluckt, klingt alles dumpf und leblos; zuwenig Absorption wirkt dagegen übertrieben lebhaft und spitz.

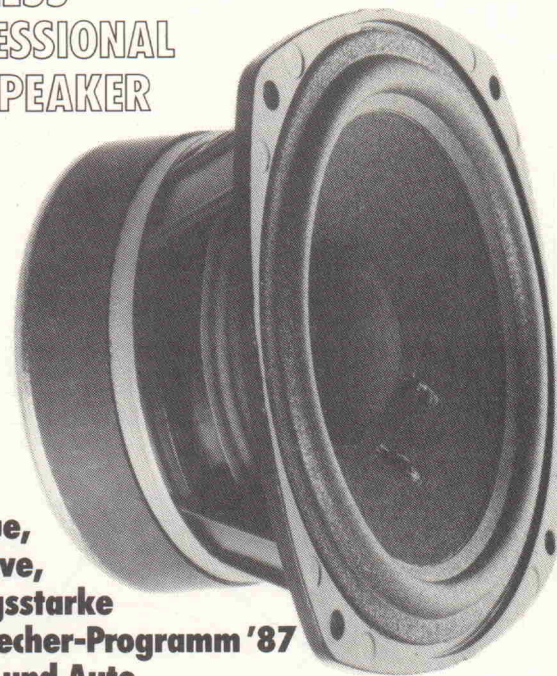
Es gibt unterschiedliche Typen von 'Schallschluckern':

- poröse Absorber: Abgesehen von einigen speziell konzipierten und zumeist sehr teuren Materialien, wie Offenzell-Schäume, akustische Dämmplatten etc., gehören Vorhänge, Teppiche und Polstermöbel ebenfalls in diese Gruppe. Besonders wirksam sind sie im Bereich der Höhen und Mitten.
- Membran-, Plattenabsorber (Bild 6A): Hier wird die auftreffende Energie nicht verschluckt, sondern durch Deformationsarbeit in Wärme umgewandelt.

## 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 HIFI SPEAKER



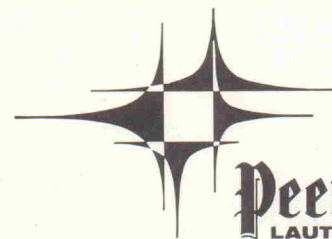
**Das neue, attraktive, leistungsstarke Lautsprecher-Programm '87 für HiFi und Auto.**

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	0 30/3 41 66 04
1000 Berlin 44	Arlt, Karl-Marx-Str. 27	0 30/6 23 40 53
1000 Berlin 44	Strehl/Boxen Gross, Maybachufer 14	0 30/6 24 60 55
2000 Hamburg 70	Völkner electronic, Wandsbeker Zollstr. 5	0 40/6 52 34 56
2800 Bremen 1	pro audio, Am Wall 45	0 42/1 48 74
2800 Bremen 1	Völkner, Hastedter Heerstr. 282/285	0 42/1 49 57 52
2843 Dinklage	Ton + Technik, Rombergstr. 8	0 43/4 44 88
2848 Vechta	Ton + Technik, Große Str. 13	0 44 41/8 12 22
3000 Hannover 1	Völkner, Imheplatz 6	0 51/44 95 42
3300 Braunschweig 1	Völkner electronic, Marienberger Str. 10	0 51/8 76 20
3300 Braunschweig	Völkner, Ernst-Amme-Str. 11	0 51/5 89 66
3500 Kassel	Lautsprecherladen, Friedr.-Ebert-Str. 137	0 56/1 77 06 66
4000 Düsseldorf 1	Arlt-Radio, Am Wehrhahn 75	0 21/79 23 28
4000 Düsseldorf 1	MDL, Charlottenstr. 49	0 21/36 22 89
4300 Essen 1	Arlt, Rüttenscheider Stern 3 (Parkplatz Bauhaus)	0 21/79 23 28
4270 Dorsten	Lang/PACON, Wiesenstr. 6b	0 23 62/2 65 06
4400 Münster	GDG Lautsprecher, Steinfurter Str. 37	0 25/27 74 48
4500 Osnabrück	Ton + Technik, Lohstr. 2	0 54/1 29 64 94
4500 Osnabrück	HiFi Shop, Rosenplatz 14	0 54/1 87 34
4600 Dortmund	City-Elektronik, Güntherstr. 75	0 23/52 80 33
4600 Dortmund	Hubert-Lautsprecher, Bossigstr. 65	0 23/81 12 27
4630 Bochum	Hubert-Lautsprecher, Wasserstr. 172	0 23/40 11 66
4800 Bielefeld	Völkner, Tauben/Ecke Brennerstr.	0 52/1 28 99 59
5000 Köln	Arlt Elektr., Hansaring 93	0 22/13 22 54
5000 Köln	Völkner, Bonner Str. 180	0 22/37 25 95
5205 Sankt Augustin	WS electronic, Am Markt 53c (HUMA-Zentr.)	0 22 41/2 95 12
5768 Sundern 1	HESTRI PA, In der Freiheit 1	0 29 33/17 29
6000 Frankfurt	Arlt, Münchener Str. 4-6	0 69/23 40 91
6500 Mainz	Arlt, Münsterplatz 1	0 61 31/22 56 41
6500 Mainz	Die Box, Rochusstr. 11	0 61 31/23 10 25
6800 Mannheim	HS Elektronik, Cannabichstr. 22	0 62/1 33 26 12
6908 Wiesloch	audio design, Helfrichsgärten 2	
7521 Kronau	audio design, Schulstr. 3	
7530 Pforzheim	Pelter, Weiherstr. 25	0 72 53/72 60
8750 Aschaffenburg	VS-Elektronik, Am Flosshafen 1-3	0 72 31/2 46 65
		0 60 21/2 15 65

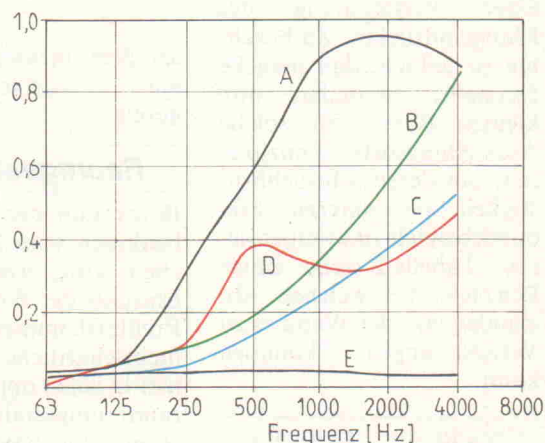
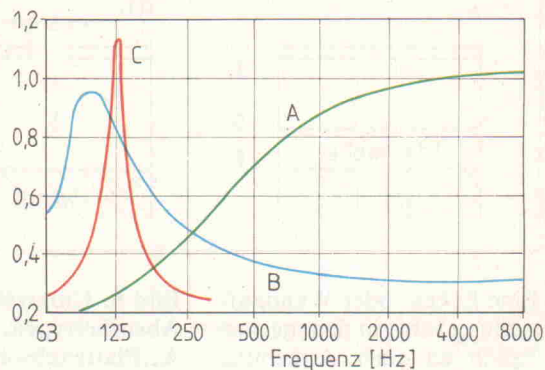
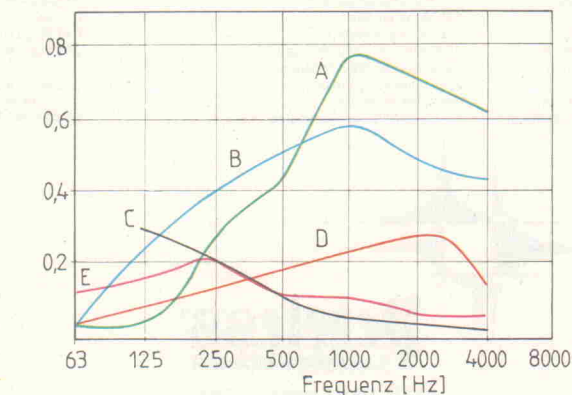
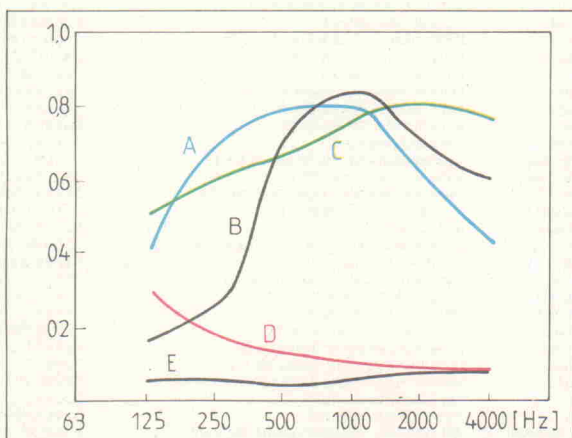
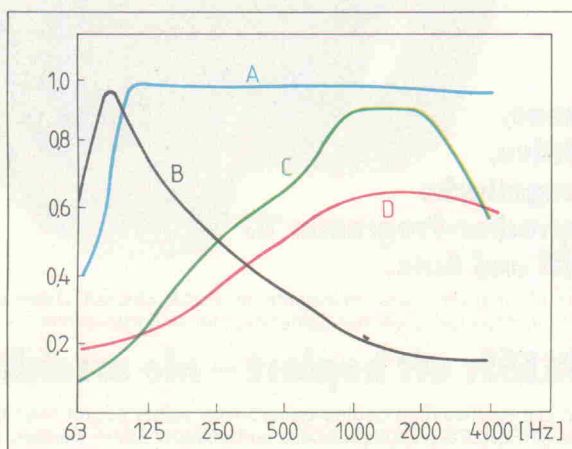
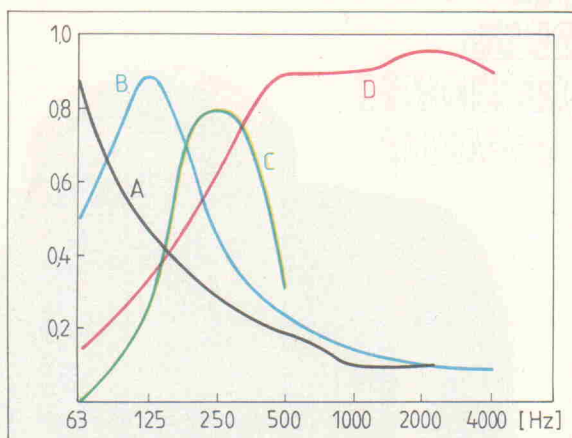


**Peerless**  
LAUTSPRECHER

PEERLESS Elektronik GmbH

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





Bilder 7.1. ... 7.6

### Absorptionskurven unterschiedlicher Materialien und Konstruktionen

#### 7.1 Plattenabsorber

- A = Dachpappe zweilagig mit 25 cm Luftspalt
- B = 3 mm Sperrholz mit rückseitig aufgeklebter Dachpappe und 50 mm Luftspalt
- C = Wie A jedoch nur einlagig mit 25 mm Luftspalt
- D = 50 mm Glas/Steinwolle (80–190 kg/m<sup>3</sup>) und 25 mm Luftspalt

#### 7.2

- A und B = Professionelle Studioabsorber
- C = 25 mm Glaswolle (30 kg/m<sup>3</sup>)
- D = Hörer im gepolsterten Sessel

#### 7.3 Deckenkonstruktion

- A = Akustische Gipsplatten
- B = Mineralwolleplatten auf Massivgrund
- C = Mineralwolleplatten aufgehängt
- D = Aufgehängte Gipsplatten mit Luftspalt
- E = Gipsplatten auf Massivgrund

#### 7.4

- A = Schwerer Vorhang in Falten
- B = Mittelschwerer Vorhang in Falten
- C = Glasscheibe 4 mm
- D = Velours-Vorhänge glatt
- E = Holzfußboden

#### 7.5

- A = Poröse Absorber
- B = Membran-/Platten Absorber
- C = Helmholtz Resonator

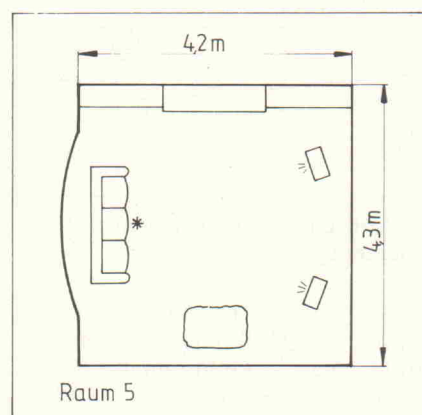
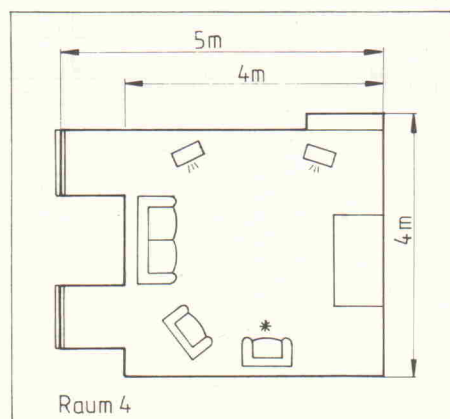
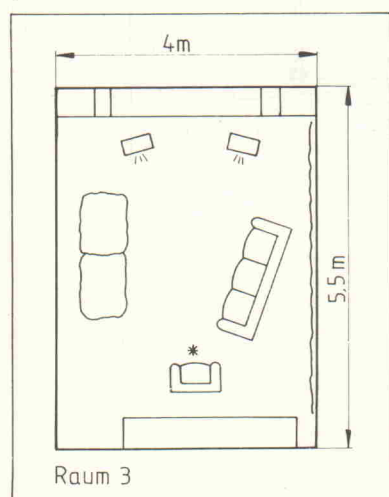
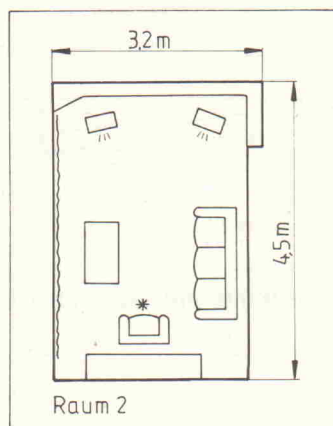
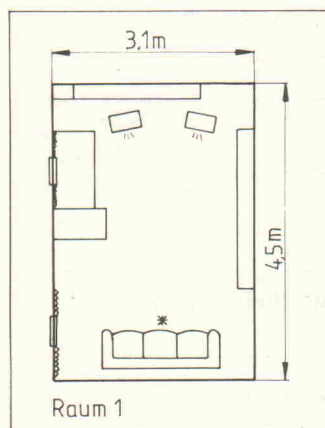
#### 7.6 Bodenkonstruktionen

- A = Veloursteppich mit Filzunterlage
- B = Veloursteppich
- C = 5 mm Nylon-Teppichfliesen
- D = 6 mm Teppichboden auf Schaumstoffrücken
- E = Linoleumfliesen

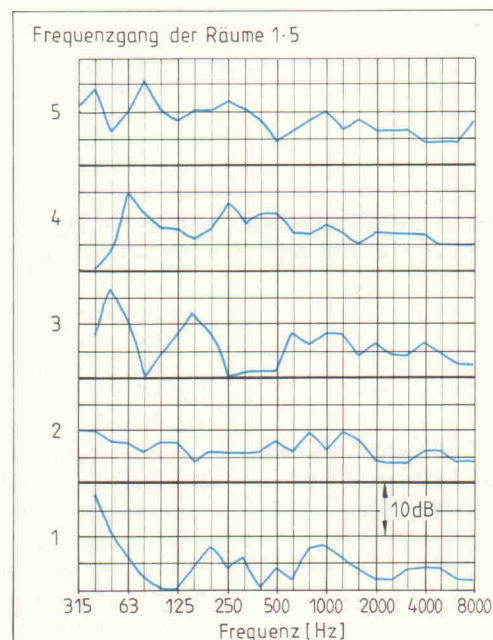
Raum	Volumen [m <sup>3</sup> ]	Höhe [m]	Stehende Wellen bei [Hz]	T [s]	Einrichtung
1	32	2,25	38, 55,5, 76,5	0,32	massiv Fußboden, Teppichboden mit Schaumstoffrücken, schwere Vorhänge
2	30	2,25	38, 55,5, 76,5	0,2	Holzboden, Stuckdecke, leichter Teppich, schwere Vorhänge
3	48	2,2	31, 43, 78	0,25	massiver Fußboden, mittelschwerer Teppich, abgehängter Stuck
4	58	2,9	34, 43, 59	0,56	massiver Fußboden, leichter Teppich, Gipsdecke
5	44	2,45	40,9, 40, 70	0,36	Holzboden, dicker Teppich, Gipsdecke

Tabelle 3. Strukturen und Resonanzen der Räume 1...5.





**Unterschiedliche Hörräume werden nach akustischen Gesichtspunkten untersucht. Das Diagramm zeigt die Frequenzgänge identischer Boxen in den Räumen 1 bis 5. In Tabelle 3 werden die Räume beschrieben. In der mittleren Spalte sind die Frequenzen aufgelistet, bei denen sich stehende Wellen ergeben.**



Holzdecken und Wände sowie Scheiben üben eine solche Funktion aus. Will man sie gezielt konstruieren, kann dies nach folgender Formel geschehen:

$$f_r = \frac{60}{m \cdot d}$$

$f_r$  = Frequenz mit dem höchstem Absorptionsgrad [Hz]

$m$  = Masse der Membran [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ]

$d$  = Abstand von der Rückwand [m]

- **Helmholtz-Resonator** (Bild 6B): Er kommt in einem Wohnraum nicht in speziell ausgeprägter Form vor. Er besteht aus einem Hohlraum mit Öffnung, in der die eingeschlossene Luft zum Schwingen gebracht wird. Der Wirkungsgrad ist sehr hoch, jedoch nur in einem eng definierten Frequenzbereich wirksam:

$$f_r = \frac{c}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{S}{L \cdot V}}$$

$c$  = Schallgeschwindigkeit [ $c \approx 330 \text{ m/s}$ ]

$S$  = Öffnungsfläche [ $\text{m}^2$ ]

$L$  = Halslänge [m]

$V$  = Kammervolumen [ $\text{m}^3$ ]

Da oft die Möglichkeit fehlt, die Nachhallzeit zu bestimmen, hilft entweder ein erfahrenes und geschultes Gehör oder der Vergleich über einen guten Kopfhörer, um die Schwachstellen eines Raumes aufzuspüren. Klingt es in Relation zum Original zu dumpf, liegt der Mißstand oft in einer zu hohen Absorption im mittleren und oberen Bereich. Aus den nebenstehenden Bildern läßt sich unschwer erkennen, welche Einrichtungsgegenstände dafür verantwortlich sein können. In manchen Fällen reicht es schon, größere Vorhänge aufzuziehen.

Ist der akustische Eindruck zu hell und lebendig, müssen je nach Schwerpunkt zusätzliche Schallschlucker ge-



schaffen werden. Auch eine gleichmäßigere Verteilung der bereits vorhandenen Elemente kann bereits eine positive Veränderung bringen.

## Kompromißlos

Für den uneingeschränkten Audiophilen sei nun die letzte und aufwendigste Möglichkeit geschildert, nämlich die Konzeption und Ausführung eines Raumes, dessen einziger Bestimmungszweck es ist, ein Höchstmaß an akustischer Güte zu liefern. Interessant dürfte dies nicht nur für den passionierten Hobby-Akustiker, sondern auch für den Profi sein, der zum Beispiel einen Boxen-Vorführraum neu gestalten möchte.

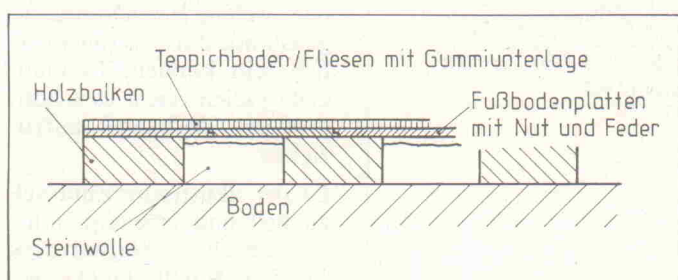
Es handelt sich bei dieser Lösung — andere wären denkbar — um einen 'live-and-dead-end-room'. Hierbei ist der Teil des Raumes, in dem die Boxen stehen, reflexionsarm gehalten, der andere Teil sorgt für eine ausreichende Schalldiffusion. Die optimalen Raumabmessungen stehen im folgenden Verhältnis:

$$B : L : H = 1 : 1,6 : 0,625$$

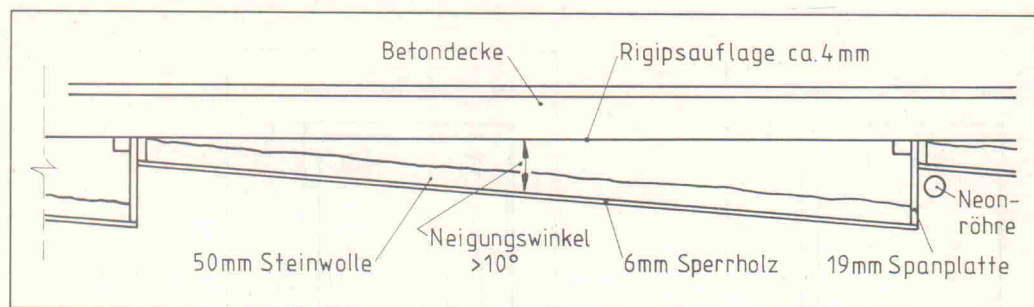
Es wird weiterhin vorausgesetzt, daß außer einigen Sitzgelegenheiten und der Anlage keine weiteren Möbelstücke vorhanden sind.

## Fußboden

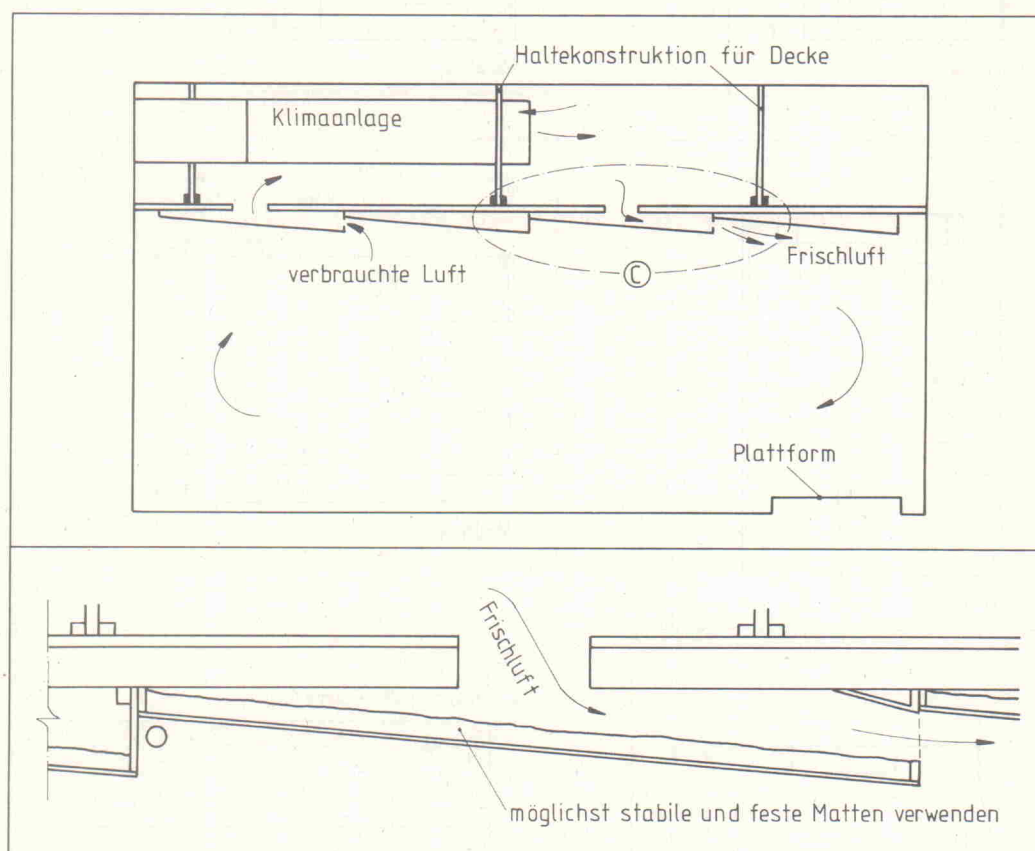
Keinesfalls sollten 'nackter' Zement oder schwimmender Estrich als Grundlage verwendet werden. Es ist daher notwendig, einen Zwischenboden zu ziehen, der z.B. aus einer stabilen (!) Lattenrost/Bodenplatten-Kombi-



**Bild 9. Fußbodenkonstruktion mit Lattenrost und Spanplattenauflage.**



**Bild 10a. Deckenkonstruktion mit sägezahnartig montierten Sperrholzplatten.**



**Bild 10b. Eine Klimaanlage kann in die Deckenkonstruktion gut mit einbezogen werden. Das untere Bild zeigt den Ausschnitt eines Einzelelements.**

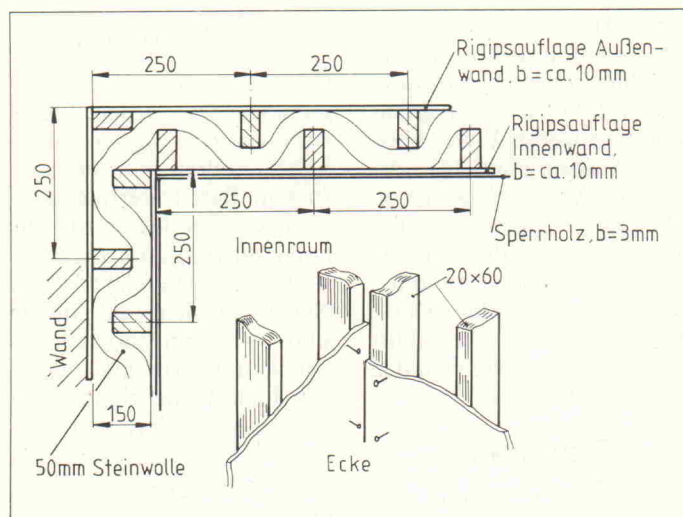
nation bestehen kann. Der entstehende Zwischenraum ist mit Steinwolle auszufüllen. Es ist auf einen festen Sitz der Stützbalkenkonstruktion zu achten. Entstehen unter den Balken durch Unebenheiten des Bodens oder Verwindungen des Holzes Hohlräume, müssen diese mit Bauzement oder anderen Füllstoffen ausgeglichen werden. Als Fußbodenbelag eignet sich Nadelholz in einer strapazierfähigen Ausführung oder kurzfloriger Teppichboden. Je höher und kräftiger dabei der Schaumstoffrücken, de-

sto besser. Gegebenenfalls den Fußboden vorher mit einer Gummimatte ( $\approx 0,5$  cm) bedecken (Bild 9). Auf keinen Fall sollten schwere Teppiche oder andere langflorige Materialien verwendet werden.

## Decke

Für die Decke wurde ein Sägezahnmuster gewählt, dessen abfallende Schräge in Richtung der Boxen weist (Bild 10a). Als Untergrund dient eine möglichst dicke Rigips-Auflage ( $> 4$  cm), wobei hier sicherlich, wie





**Bild 11. Wandverkleidung in Sandwich-Bauweise.**

auch bei den anderen baulichen Maßnahmen, der Geldbeutel eine Rolle spielt.

Wird der Raum mit einer Klimaanlage belüftet, kann nach Bild 10b verfahren werden. Allgemein gilt für das Anbringen sämtlicher Elemente, daß eine Klebung einer Nagelung oder Verschraubung vorzuziehen ist, da der Kräfteübergang an solchen Verbindungsstellen recht unterschiedlich sein kann und das Schwingungsverhalten beeinflußt. Die Länge der einzelnen Schrägungen darf 1 m nicht überschreiten. Der Neigungswinkel ist größer als  $10^\circ$  zu wählen.

### Wände

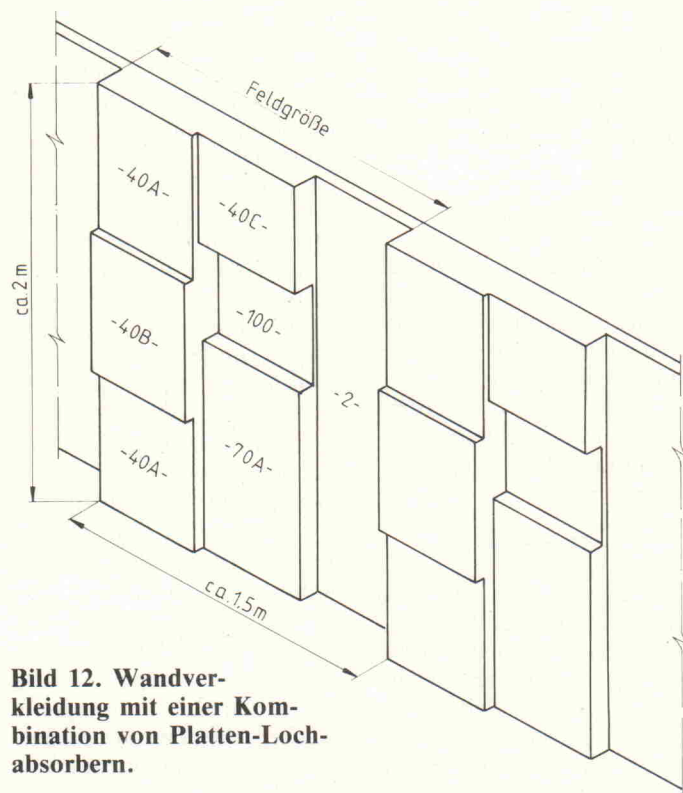
Es bieten sich zwei Möglichkeiten an, wobei die eine schnell durchzuführen ist, jedoch nicht ganz so optimal in der akustischen Wirksamkeit sein dürfte, während die andere einen höheren Arbeitsaufwand erfordert, akustisch als auch optisch (Geschmacksfrage!?) die bessere Lösung darstellt.

1. Möglichkeit: Sandwich-Bauweise mit etwa 1 cm starken Rigips-Wänden als Unter- bzw. Oberteil, dazwischen 50 mm Steinwolle und das Ganze auf einem Lattengerüst montiert. Auf die dem Innenraum zugewandte Seite der Rigips-Platten wird noch eine dünne Sperrholzplatte aufgetragen, die dann mit Tuch oder Tapete verkleidet werden kann (Bild 11).

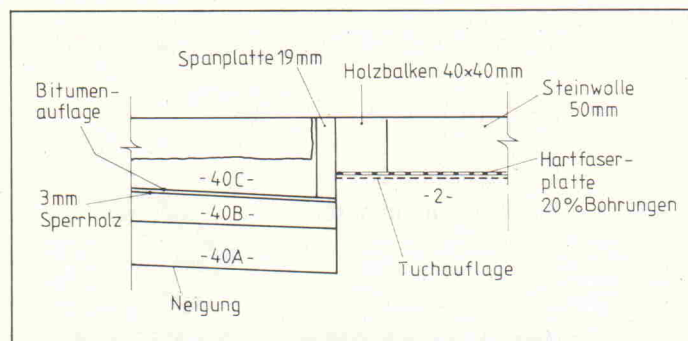
2. Möglichkeit: Eine Kombination von Platten- und Lochabsorbern in asymmetrischem Aufbau (Bild 12 und 13). Die Wirkungsweise dieser Absorbentypen wurde schon an früherer Stelle besprochen. Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, welche Abmaße die einzelnen Sektionen haben müssen und wie die prozentuale Verteilung im Raum ist. Die Anordnung ist dem Geschmack jedes einzelnen überlassen. Die Elemente sollten jedoch erst ca. 20 cm über dem Boden beginnen, um unnötige Stolperaktionen zu verhindern.

### Rückwand

Durch die Rückwand soll eine ausreichende Diffusion (Lebendigkeit) innerhalb des Raumes erreicht wer-



**Bild 12. Wandverkleidung mit einer Kombination von Platten-Lochabsorbern.**



**Bild 13. Konstruktion der Einzelmodule aus Bild 12.**

HiFi-Boxen selbstgemacht

Modul-Art	Anteil am Feld	Module pro Feld	Tiefe [cm]	Steinwoll-dicke [mm]
40a	45 %	2	28	100
40b	45 %	3	21	100
40c	45 %	4	17,5	100
70a	16 %	1	13,5	100
70b	16 %	2	9,0	50
100a	7 %	1	6,5	40
2	32 %	1	5,0	50

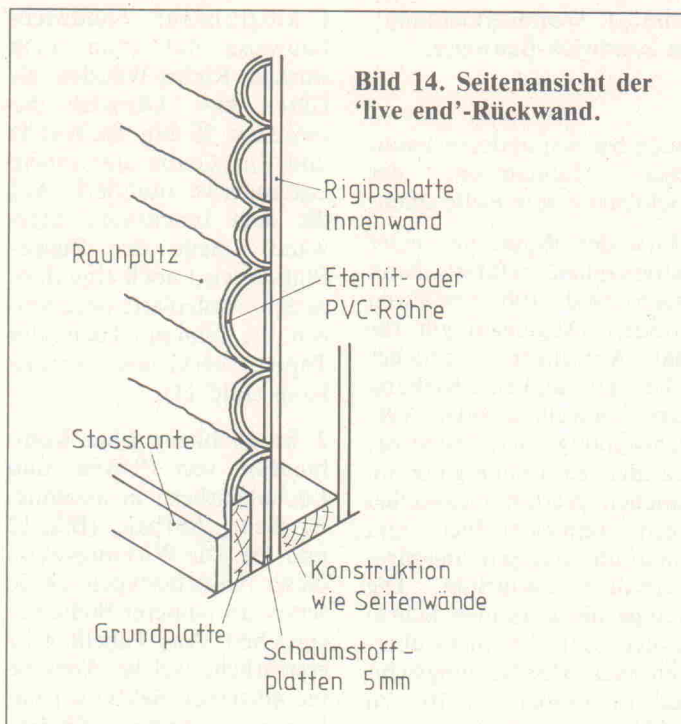
#### Anmerkungen:

Modul 40, 70, 100: Plattenabsorber, Frontplatte besteht aus 3 mm Sperrholz, deren Rückseite mit Bitumenplatten (Dachpappe) beschichtet ist. Die Frontplatte wird nicht parallel zur Wand montiert, sondern mit einer leichten Schrägung. Breite der Module beträgt 50 cm, die Höhe ergibt sich aus der prozentualen Verteilung. Die Module sind luftdicht.

Modul 2: Lochabsorber, Frontplatte aus 3 mm Hartfaserplatte mit 20 % Bohrungen. Frontplatte parallel zur Wand.

Tabelle 4.





**Bild 14. Seitenansicht der 'live end'-Rückwand.**

den. Als Material werden PVC-Leitungsrohre mit unterschiedlichen Querschnitten verwendet, die halbiert auf einer Rigips-Platte befestigt werden (Bild 14). Als nächste Arbeitsgänge erfolgen das Tapezieren mit Rauhfaser und der Auftrag von Struktur-Rauhputz. Großzügig mit der Masse umgehen! Die Rohre müssen mit den Seitenwänden dicht abschließen.

### Frontwand

Die gesamte Wand und noch zusätzlich etwa 1,20 m der angrenzenden Seitenwände bekommen außer der bekannten Rigips-Auflage eine 100-mm-Steinwolle-Polsterung, die mit dünnem Stoff bedeckt wird. Davor montiert man einen umlaufenden leichten Vorhang (Bild 15).

### Türen

Um das Maß der Dinge voll zu machen, kann der durch die Seitenwandkonstruktion entstehende Zwischenraum zur Anbringung einer zweiten Tür genutzt werden. Auch diese sollte zum Innenraum hin gepolstert werden.

### Fenster

Falls es sich nun gar nicht vermeiden läßt, daß das Studio mit einem Fenster versehen ist, so wird dieses ebenfalls nachbehandelt. Hier hilft der Einsatz einer zweiten ca. 10° geneigten Scheibe aus Sicherheitsglas, die in Silikon gelagert und mit Hilfe eines zweiten Rahmens fixiert die störenden Einflüsse mindert (Bild 16).

### Verkabelung

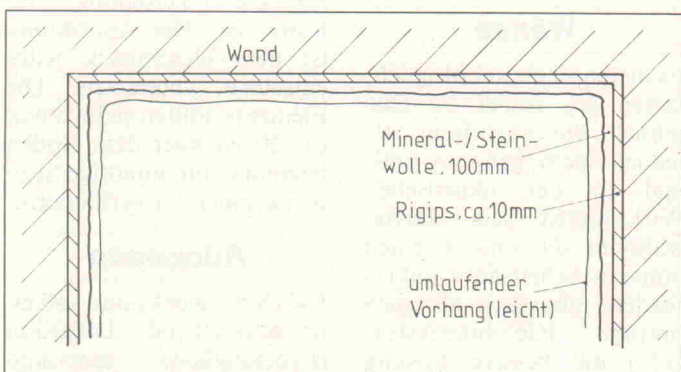
Gedanken über die Verlegung von Steckdosen, Lichtleitungen und Lautsprecherkabeln sollten frühzeitig erfolgen. Bereits fertiggestellte Abschnitte lassen oft nur noch unvollkommene Lösungen zu. Die elektrischen Netze von Licht und Anlage sind — wenn möglich — voneinander zu entkoppeln. Als Lichtquelle eignen sich Neonröhren oder, noch besser, Wolframlampen wegen ihrer sehr geringen Wärmeentwicklung.

### Luftdicht

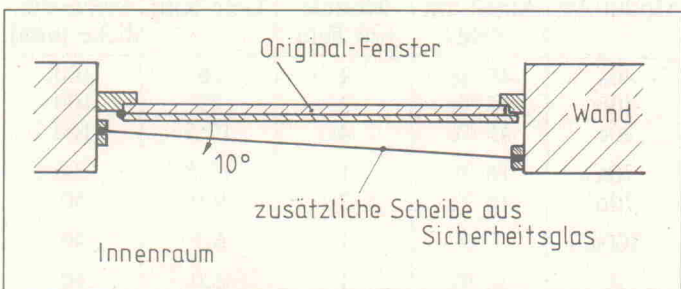
Wer den ersten Teil des Artikels über Platten- und Lochabsorber noch in Erinnerung hat, wird sicherlich festgestellt haben, daß Wände, Boden und Decke des beschriebenen Raumes zu eben dieser Spezies gehören. Die Wirksamkeit ist jedoch nur dann gewährleistet, wenn die Plattenabsorber luftdicht abgeschlossen sind. Daher ist es sehr wichtig, sämtliche Übergänge zwischen den einzelnen Konstruktionen abzudichten. Entweder mit Holzleim, Schnellzement oder dauerelastischem Kunststoff, der sich besonders dort eignet, wo das Holz noch 'arbeiten' kann.

### Heizkörper

Heizkörper sollten in die Wandstruktur integriert werden. Am besten verblendet man sie mit einem grobmäschigen Geflecht und läßt oben und unten genügend große Schlitze, so daß die Luftumwälzung nicht behindert wird.



**Bild 15. Aufsicht der 'dead end'-Frontwand.**



**Bild 16. Akustische Nachbehandlung der Fensterflächen.**

## audio creative

Audax PRO 38	1365,—
Audax PRO 24	448,—
Audax PRO TPX-21	589,—
AC Magnum + Sub	543,—
Bausatzgeh. Limba	74,—/145,—
Eton Compact Mk III	275,—
Fertiggehäuse MDF	92,—

Eton 2	175,—
Eton 100 hex	348,—
Eton 200 hex	398,—
Fertiggehäuse MDF	245,—
Eton 300 hex	659,—
Fertiggehäuse MDF	258,—
Focal DB 300	325,—
Vifa korrekt.	179,—
Stratec System 1	1159,—

Scan Speak SD 18	368,—
Scan Speak SD 21	609,—
Scan Speak SD 25	638,—

### Angebote Vorführboxen

Eton 2 rot	320,—
Eton 4 Nußbaum	700,—
Audax Bex 40 Eiche	390,—

**Scan Speak 28 W 198,—**  
**Quad. Titan 13 cm Mitt. 119,—**

**Herford 0 52 21/5 68 58**



# Haben Sie auch Lust . . . ,

. . . Ihre Boxen selbst zu bauen?

Bei uns erhalten Sie



-Leergehäuse

in verschiedenen Ausführungen.

Wir vertreiben auch **(seas)**

exklusiv für Deutschland.

Auskünfte über **(seas)**-Händler

erhalten Sie bei uns.



NORDAKUSTIK Vertriebsgesellschaft mbH  
Kaddenbusch · D-2211 Dägeling  
Telefon (0 48 21) 8 20 94  
Telex 2 8 120 dpl

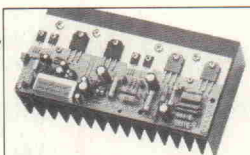
## MOS-FET-Leistungsverstärker

Jetzt MOS-FET-Technologie der 3. Generation

Neueste Power-MOS-T's. Viel niedrigerer  $R_{DS}$ . 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.  $30 \text{ K}$ , weiter Betr.-Sp.-Bereich. Extrem kurze recovery time! DC-Koppl. und DC-Betrieb möglich. Stabil an allen Lasten, für jede Lautspr.-Imp. Kurzschl. ges. Leerf. fest, thermisch stabil. High-End-Klang mit überragender Dauer- und Überlastfestigkeit. Die 1. Wahl fürs audiophile Heimlabor und „ON THE ROAD“. Auch Industrieinsatz. Alle Verbindungen steckbar. (Eing.-Ausg.-NT-Trafo) Schrauben, stecken, probieren in max. 5 Min. Ideal für Profis (Service). Fertige Kabelsätze, div. Kühlkörper u. Lüfteraggr. erhältlich. Alle MKL-MOS-PRO-Verst. ohne Zusatzteile in Brücke schaltbar! Das universelle MOS-Modul-Programm. **Echte** Class-A-Verst.  $20 / 40 / 80 \text{ W}$ .

A / B-Verst. mit  $100 / 200 / 500 / 800 \text{ W}$ . Ruhestrom extr. stabil u. frei wählbar! (Quasi Class A). Die neuen MKL MOS-PRO = Erfahrung + Know-how.

Unsere Netzteile liefern 4 Spannungen.  $\pm U_0$  für Vor- und Treiberstufe mit  $2 \times 1000 \mu\text{F}/63 \text{ V}$ . Sieb- und Entlade-R's. Powerteil  $\pm U_0$  mit  $25/400 \text{ A}$  Metallbrücke u. wahlweise  $20\,000 \mu\text{F}/63 \text{ V}$  ( $2 \times 10\,000$ ) = NT 1 **DM 56,-** /  $40\,000 \mu\text{F}$  = NT 2 **DM 88,-** /  $80\,000 \mu\text{F}$  = NT 3 **DM 144,-**. Neueste Kompaktelkos stehend (Print)  $40 \times 60 \text{ mm}$ ,  $10\,000 \mu\text{F}/63 \text{ V}$ : 1-9 Stck. **DM 12,50 p. Stck.**, ab 10 Stck. **DM 11,90 p. Stck.** MKL-Hochleistungsnetztrafos. Mit Montage-mat. u. Netzkabel. Sofort ausf. Gratisinfos anfordern mit Daten, Fakten, Beweisen, Erklärungen, Beisp., Checklisten u. Empfehlungen f. Peripherie.



Typ	Echte Class-A in MOS-Technik			MOS-A/B-Endstufen der absoluten Spitzenklasse			
	MOS A 20	MOS A 40	MOS A 80	MOS-PRO 100	MOS-PRO 200	MOS-PRO 500 (Brücke)	MOS-PRO 800 (Brücke)
Leist. Sin./Mus. (4 $\Omega$ )	20/30 W	40/60 W	80/120 W	100/150 W	200/300 W	500/700 W	800/1000 W
Maße m. Kühlk., L x B x H	190,5 x 100 x 80	390 x 100 x 80	390 x 100 x 80	190,5 x 100 x 80	390 x 100 x 80	390 x 150 x 80	390 x 150 x 80
Preis mit/ohne Kühlk.	130,-/110,-	174,-/154,-	278,-/238,-	130,-/110,-	174,-/154,-	335,-/295,-	525,-/455,-
Trafo Mono	—	TR 40 A 75,-	TR 80 A 95,-	TR 100 75,-	TR 200 85,-	TR 500 145,-	TR 800 245,-
Stereo	TRS 20 A 75,-	TRS 40 A 95,-	TRS 80 A 145,-	TRS 100 95,-	TRS 100 145,-	—	—

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

**MKL-LS** Lautsprecher-Schutzmodul. DC-Schutz mit Einschaltverzögerung. Sehr zuverlässig. Überwacht 2 Ausgänge (Stereo-Verst. oder Aktivbox). An jedem Verstärker anschließbar (NT).  $U_0 = 16-60 \text{ V}$ . Mit Hochlastrelais.  $10/16 \text{ A}$  Umschaltkontakte. Erweiterbar. **DM 37,90.**

**Aktive Allpaß-Frequenzweiche AFW1 mit 24 dB/Okt.** Butterworth 4. Ord. Opt. Lösung f. Linear Phase Aktivboxen durch Allpaß-Char. Unhörb. Laufzeitverzerr., extrem konst. Amplituden u. Phasengang. Kein „ringing“, exzell. Impulsverb., unerreichte räuml. Auflösung u. Tiefenstaffelung. Trennfreq. variabel, Analog-Lösung! Frequ.-prop. Spannung zur einf. Einstellung (Voltmeter):  $1 \text{ mV} \triangleq 1 \text{ bzw. } 10 \text{ Hz}$ . Ideale Entkopplung d. aufwendiges Netzteil. Rauscharme schnelle FET-OpAmps. Pegelregler, verlustarme C's, Subsonic-Filter. Baßanhebung mögl. Beliebig anreichbar d. Stecken! Ausführl. Beschreibung v. Theorie u. Praxis. DC-700 kHz, Klirr  $< 0.008\%$ , Rausch. A-bew.  $-108 \text{ dBV}$  ( $126 \text{ dB}/10 \text{ V}$ ), max.  $U_{\text{aus}} 10 \text{ V}_{\text{eff}}$ ,  $R_{\text{in}} 100 \text{ k}\Omega$ ,  $R_{\text{aus}} < 100 \Omega$ .  $U_0 \pm 15 \text{ bis } \pm 35 \text{ V}$ . 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**. Fertigtes Modul je **DM 65,-**.

**NEU: komplett aufgebaute Aktiv-Module**

Sofort Gratisinfos anfordern!  
Lieferung per Nachnahme laut Lieferbedingungen.

MKL Elektronik M Klein · Schubertstraße 7  
7531 Neuhausen-Hamberg bei Pforzheim  
Telefon (0 72 34) 77 83 · Telex 7 83 478 baukh



## Donner-Blitz Sipe S 100

dynamisch und  
musikalisch

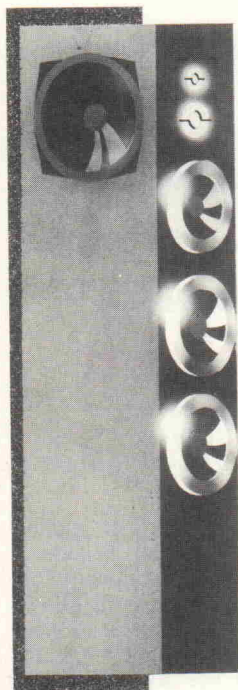
Bausatz komplett  
ohne Holz 850,— DM

Baumappe 25,— DM

wird bei Kauf vergütet

Die S 100 wurde mit dem  
modernsten Meß-  
Computer entwickelt.

Dipl.-Ing. Leo Kirchner



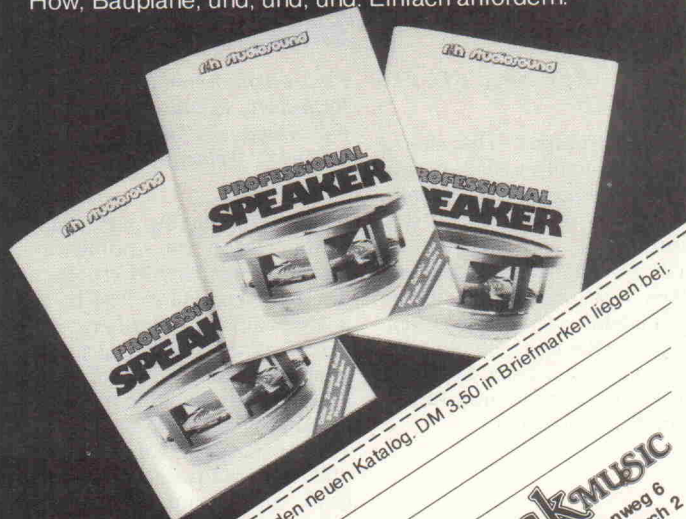
## HiFi Manufaktur

Wendenstraße 53 · 3300 Braunschweig · Tel.: 0531/4 64 12

Geschäftszeiten: Mo-Fr 10-13 und 14-18 Uhr, Sa 10-14 Uhr

## 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 Ergebnis. 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  
Turnhallenweg 6  
7808 Waldkirch 2

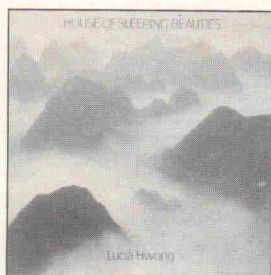




### Joe Jackson: **Big World**

Polygram-A&M 396 021-1,  
DDA; CD: 396 021-2, DDD

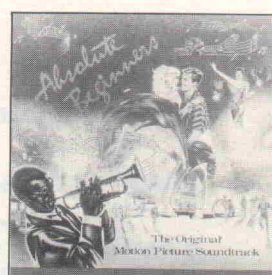
Hier paart sich die Perfektion einer guten Studioaufnahme mit der Atmosphäre eines Live-Konzerts. Der britische Sänger, Songschreiber und Pianist nahm diese Produktion in einem kleinen Club in New York auf — im reinen Digitalverfahren, live aufs Zweispurband und ohne anschließende Klangkosmetik oder Abmischung. Das Resultat rechtfertigt solch ungewöhnliches Verhalten — hier gibt's Edel-Rock der feinsten Sorte endlich in adäquater Klangqualität.



### Lucia Hwong: **House Of Sleeping Beauties**

Private Music 1601, DDA; CD: 1601, DDD  
(Vertrieb: Teldec Import Service)

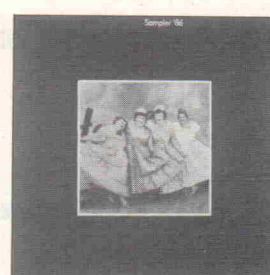
Die junge Chinesin Lucia Hwong verbindet in ihrer Musik klassische chinesische Elemente mit westlichen Pop-Tönen. Sie spielt Zither, Synthesizer und die chinesischen Instrumente Kayagum und Pipa und kreiert eine Melange aus Synthesizer-Klängen und herkömmlichen Instrumenten wie Saxophon, Geige oder Flöte — alles in bestechender Digitalqualität.



### **Absolute Beginners**

(David Bowie, Sade, Ray Davies, Style Council, Working Week u. a.)  
Ariola-Virgin 804 869-955, 2 LP, AAA; CD: CDV 2386, AAD

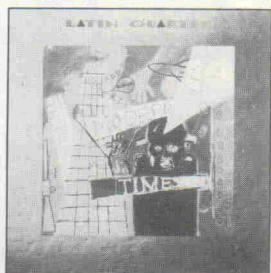
Vor allem auf CD kommt der Soundtrack zum abendfüllenden britischen Kino-Videoclip 'Absolute Beginners' richtig zur Geltung: Ob David Bowie den Titelsong oder den italienischen Oldie 'Volare' aus dem Jahr 1958 trällert, ob Sade ihre Jazz-Soul-Balladen ins Mikro haucht oder Gil Evans mit fetzigen Jazz-Arrangements für authentische Atmosphäre sorgt — stets besticht der lupenreine Klang dieser Aufnahmen.



### **MCA Master Series: Sampler '86**

MCA 5692-1, ADA, DDA; CD: 5692-2, ADD, DDD  
(Vertrieb: Teldec Import Service)

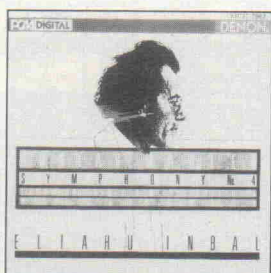
Von tiefsten Baßschwingungen bis zum verfärbungsfreien hochfrequenten Geklingel wartet diese amerikanische Zusammenstellung angenehm friedlicher und entspannender Instrumentalmusik mit Aufnahmen auf, die das Prädikat 'audiophil' wirklich verdienen. Hier erfährt der HiFi-Enthusiast, wie Steeldrums oder akustische Gitarren klingen müssen und wie sorgfältig sich auch Vinylplatten fertigen lassen.



### **Latin Quarter: Modern Times**

RCA ZL 70840, AAA; CD: ZD 70840, AAD

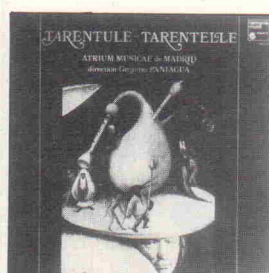
Wer die Compact Disc hört, mag nicht glauben, daß es sich um eine Analogaufnahme handelt — so niedrig liegt der Rauschpegel, so transparent wirkt die Abmischung der einzelnen Instrumente bei diesem Plattendebüt der intelligenten britischen Rockgruppe, die sich überzeugend an einer Synthese von Funk-, Reggae- und Rock-Elementen versucht.



### **Gustav Mahler: Sinfonie Nr. 4**

Radio-Symphonie-Orchester Frankfurt, Eliahu Inbal  
CD: Denon 33C37-7952, DDD  
(Vertrieb: Teldec Import Service, Denon)

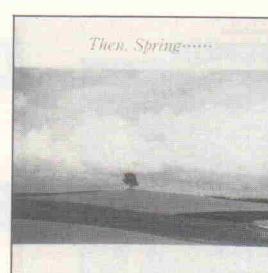
Erstmals nahm die japanische Firma Denon ein sinfonisches Werk mit nur zwei Mikrofonen des dänischen Herstellers Brüel & Kjær auf und speicherte das Signal ohne Klangbeeinträchtigung durch ein Mischpult direkt auf dem Digitalband. Das Resultat klingt spektakulär gut: Tiefenwirkung, Räumlichkeit und Klangbild sind hervorragend, die Dynamik liegt deutlich höher als bei vergleichbaren Aufnahmen.



### **Tarantule, Tarantelle**

Atrium Musicae  
CD: Harmonia mundi HMC 90379, AAD  
(Vertrieb: Helikon)

Diese analoge Aufnahme hat zwar schon einige Jahrzehnte auf dem Buckel, darf aber noch immer als mustergültig gelten: Denn die räumliche Transparenz, die Tiefenstaffelung und die naturgetreue Aufnahme der vielen alten und seltenen Instrumente des spanischen Ensembles machen das Hören — in Vinyl wie auf Compact Disc — zum reinen Vergnügen. So klingt auch 400 bis 500 Jahre alte Musik noch tafrisch.



### **Sound Museum Series: Then Spring...**

CD: Denon-Interface 33C32-7842, DDD  
(Vertrieb: Teldec Import Service, Denon)

Die Digital-Pioniere der japanischen Firma Denon konzipierten eine CD-Serie für alle, die von friedvoller New-Age-Music nicht genug kriegen können. Menschliche Stimmen und Instrumente wie Klavier, Oboe, Streicher, Geige, Harfe und Flöte fließen ruhig und makellos aus den Boxen — die Musik selbst bewegt sich im klassisch gefärbten Milieu und verleugnet auch ihre japanische Herkunft nicht.

HiFi-Boxen selbstgemacht



R. M. Marston

## 110 Funktions- generator Schaltungen

für den  
Hobby-Elektroniker

DM 16,80  
152 Seiten, Broschur  
Format 14,8 x 21 cm

ISBN 3-922 705-03-0

Dieses Buch gibt dem Leser in 110 Beispielen einen Einblick in die Schaltungstechnik von Funktionsgeneratoren. Der Hobby-Elektroniker findet auch anspruchsvolle, „gelaufene“ Schaltungen, die mit handelsüblichen Bauelementen aufgebaut werden können. Alle Schaltungen sind knapp, präzise und anschaulich dargestellt.

Aus dem Inhalt: Sinusgenerator-Grundschaltungen, Rechteckspannungs- und Pulsgeneratoren, Dreieck-, Rampen- und Sägezahngeneratoren, Generatoren für mehrere Kurvenformen, Modulatoren, Halbleiterdetails, Nomogramme, Stichwortverzeichnis.

R. M. Marston

## 110 Operations- verstärker- Schaltungen

für den  
Hobby-Elektroniker

DM 16,80  
148 Seiten, Broschur  
Format 14,8 x 21 cm

ISBN 3-922 705-04-9

Dieses Buch beleuchtet Theorie und Arbeitsweise des Operationsverstärkers. Alle 110 Schaltungen sind mit handelsüblichen Bauelementen realisiert und dabei treffend und anschaulich dargestellt. Somit stellen sich auch für den Anfänger keine Probleme. Neuere OP-Typen können vielfach ohne Anpassung der Schaltung verwendet werden.

Aus dem Inhalt: Grundlagen, Wechsel- und Gleichspannungsverstärker-Schaltungen, Schaltungen für Meßgeräte, Oszillator- und Multivibrator-Schaltungen, Schaltungen für NF-Generatoren und Alarmanlagen, Relais-Ansteuerschaltungen, Halbleiterdetails, Stichwortverzeichnis.

Lieferbar über Ihren Elektronik- und Buchhändler oder den Verlag.

Verlag Heinz Heise GmbH  
Postfach 61 04 07  
3000 Hannover 61



**Die STEINER BOX**

Dynaudio  
Axis 5  
Jadee  
Pentamyd  
Focal  
Kit 200  
Audax  
Pro TPX 21  
Eton  
Compact MK II  
Celestion  
Ars Nova  
Vantage 120  
Steiner  
Basalth  
Vifa  
Korrekt MK II

**Eton  
HEX  
100/200**

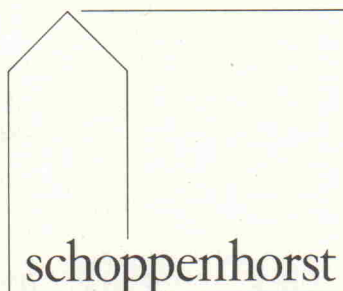
8520 Erlangen  
Martinsbühlerstr. 1  
Tel. 0 91 31/2 77 92

8500 Nürnberg  
Schlehengasse 12  
Tel. 09 11/22 34 49

## elrad extra 3

**HiFi  
Boxen**  
selbstgemacht

für DM 15,—  
im Verlag erhältlich.

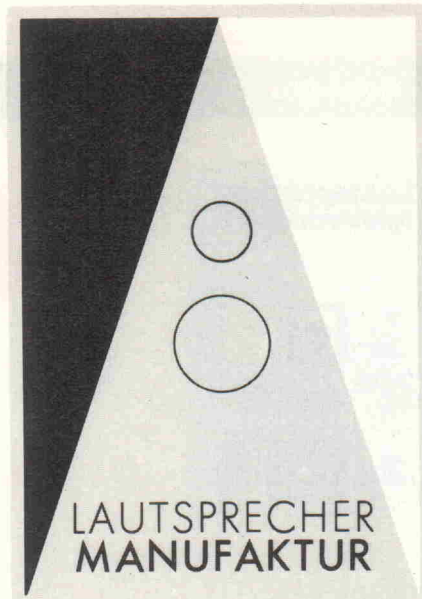


innenausbau + feine möbel

Zu hochwertigen Lautsprechern  
gehören edle Gehäuse

Wir fertigen handwerklich  
Einzelstücke + Kleinserien  
aus exotischen und  
einheimischen Furnieren,  
in Farblack oder Hochglanz

4544 Ladbergen  
Tel.: 0 54 85/21 74



## Die Produkte

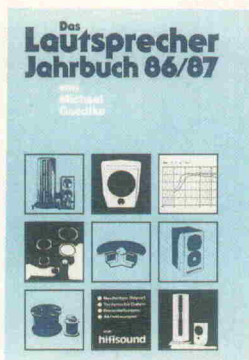
MCD 25 Titan  
MCD 37 Titan  
MCD 51 Titan  
MBT 100 T  
MBT 130 T  
MBT 205 T  
MBT 245 T

## Die Leistungen

- Hochwertige  
Lautsprecher Technologie
- Entwicklung und  
Realisation von  
Lautsprecher-Systemen
- Garantieleistung  
von 3 Jahren

Lautsprecher Manufaktur  
Gesellschaft zur Herstellung  
elektroakustischer Bauelemente mbH  
Schulstr. 85  
6800 Mannheim, Tel.: 06 21 / 85 77 77





Michael Gaedtker

**Lautsprecher-Jahrbuch 86/87**

Münster 1986  
hifisound, R. Saerbeck  
450 Seiten  
DM 20,-  
ISBN 3-9801310-0-9

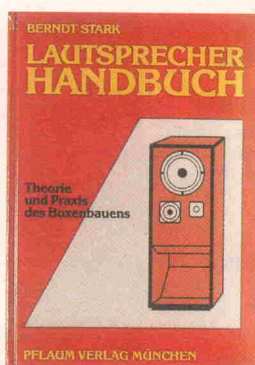
Das dritte von hifisound herausgegebene Lautsprecher-Jahrbuch setzt die Tradition seiner Vorgänger fort. Auf etwa 450 Seiten wird kaum ein Thema des Lautsprecherbereichs ausgelassen.

Für den Entwickler ist der Datenteil sicher das interessanteste Kapitel. Hier werden zu etwa dreißig verschiedenen Baßchassis die exakt gemessenen Thiele/Small-Parameter veröffentlicht.

Lobenswerterweise geht der Autor im theoretischen Teil des Kapitels Frequenzweichen nicht von der zweifelhaften Annahme aus, ein Lautsprecher ließe sich perfekt durch ein Filter ansteuern, das für einen ohmschen Abschlußwiderstand berechnet wurde. Theorie mit Hand und Fuß also, und daneben viele Praxistips. Wer voll in die Praxis einsteigen möchte, findet im Bausatzteil des Buches Neues und Altbewährtes vom Selbstbaumarkt.

Ein Nachschlagewerk, ein Werkbuch, ein Lehrbuch für 20 Mark, die sich für 450 interessante Seiten allemal lohnen.

hmo



Berndt Stark

**Lautsprecher-Handbuch**

München 1985  
Pflaum Verlag  
309 Seiten  
DM 38,-  
ISBN 3-7905-0433-5

Was ist von einem Bauvorschlag für eine Dreiweg-Baßreflexbox zu halten, die mit wahlweise (!) fünf verschiedenen Baßchassis, vier Mitteltönen und fünf Hochtonlautsprechern bestückt werden kann — wohl gemerkt, alle von verschiedenen Herstellern und ohne jegliche Änderung der Weiche?

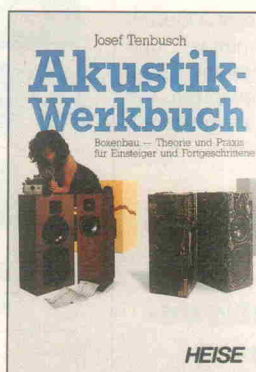
Von den  $5 \times 4 \times 5 = 100$  Kombinationen kann maximal eine klingen. Jeder, der seine Nase schon mal in Boxenbau-Literatur gesteckt hat, weiß das. Der Autor dieses 309 Seiten starken und 38 D-Mark teuren Buches weiß es nicht, sonst hätte er dieses Rezept nicht zu Papier gebracht. An anderer Stelle wird eine Meßschaltung zur Ermittlung des Impedanzverlaufs eines Einzellautsprechers beschrieben, die so nicht funktionieren kann. Und das sind nicht die einzigen Fehler inhaltlicher Art. Zu fragen ist, wieso ein solches Buch erscheint.

Buchverlage haben's schwer: Wenn die Buchredakteure soviel Ahnung von der Materie hätten, wie sie zur inhaltlichen Beurteilung eigentlich brauchen,

könnten sie die Bücher gleich selber schreiben. Mit anderen Worten: Der Verlag muß auf den Sachverstand des Autors vertrauen; allenfalls kann das Werk auf Plausibilität geprüft werden, bestenfalls steht ein kompetenter Spezialist zur Beurteilung zur Verfügung.

Wenn's dann trotzdem mal daneben geht, müssen eben die Rezensenten aufpassen. Was hiermit geschehen ist.

fb



J. Tenbusch

**Akustik-Werkbuch**

Hannover 1985  
Verlag Heinz Heise GmbH  
152 Seiten  
DM 29,80  
ISBN 3-922 705-30-8

Dieses Buch wendet sich an Anfänger und Fortgeschrittene auf dem Gebiet des Boxen-Selbstbaus. Es gliedert sich in zwei Hauptteile. Im ersten rückt der Autor der Lautsprecher-Theorie zu Leibe. Der Leser erfährt etwas über die Grundlagen der Akustik, über die verschiedenen Lautsprecher-Bauformen, Frequenzweichen und einiges über die unterschiedlichen Gehäuse: Gut, nützlich und informativ, wenn man davon absieht, daß vorwiegend Beispiel-Bilder aus der KEF-Wharfedale-Küche verwendet wurden. Auf Seite 35 fehlt offenbar der Zusammenhang zwi-

schen im Text erwähnten Abkürzungen und der Zeichnung, auf die sie sich beziehen.

Im zweiten Teil des Buches darf dann gesägt werden. Der Autor stellt 27 Bauanleitungen vor; das Spektrum reicht von geschlossenen Gehäusen, Baßreflex-Boxen und Transmissionlines bis hin zu Hornlautsprechern. Dieser Bauanleitungsteil ist von der Sicht der Holzverarbeitung her allerdings wohl hauptsächlich für den fortgeschrittenen Heimwerker gedacht, da zum konstruktiven Aufbau der Gehäuse nur recht magere Hinweise gegeben werden: Bei manchen Vorschlägen (wie zum Beispiel bei dem für die 'Trompete') hat ein Elektroniker allein beim Lesen der Zeichnungen schon seine Mühe.

Beim 'Corner Speaker', der TML auf Seite 137 und der 'E 90' werden elrad-Leser auf alte Bekannte stoßen, wurden diese Boxen-Bauanleitungen doch früher schon in dieser Zeitschrift veröffentlicht. Was gut ist, bleibt eben gut. Auf einen ebenso alten Bekannten trifft man auf Seite 47: eine Lautsprecher-Schutzschaltung, die aus dem Boxenheft schaltungsgleich übernommen wurde. Es freut uns ja immer, wenn die Industrie unsere Hobby-Anleitungen der Serienfertigung für würdig erachtet — ein dezenter Quellenhinweis wäre hier vielleicht angebracht gewesen.

Der letzte Kritikpunkt an diesem ansonsten empfehlenswerten Buch bezieht sich auf die Verarbeitung der Buchbindung: Nach einem intensiven Durchlesen können sich schon mal einige Seiten aus dem Buch lösen — dies ist zwar nur ein relativ kleiner Mangel, aber dem Inhalt des Buches hätten einige Groschen mehr bei der Verarbeitung gut zu Gesicht gestanden.

pr

HiFi-Boxen selbstgemacht





**F. Hausdorf**  
**Handbuch der Lautsprecher-technik**

VISATON,  
Peter Schukat,  
Postfach 1652  
5657 Haan 1  
1985  
124 Seiten  
DM 16,-

Die Zeiten, in denen sich ernsthafte Boxen-Selbstbauer durch ausschließlich englischsprachige Literatur beißen mußten, scheinen zu Ende zu gehen. Die wenigen deutschsprachigen Bücher zum Thema Lautsprecher, die es bisher gab, schienen in ihrer Mehrheit seit der Geburt der Herren Thiele und Small nicht mehr überarbeitet worden zu sein.

Dieses Buch von Friedemann Hausdorf kann dazu beitragen, endlich mit der Nagelei von Akustik-Särgen Schluß zu machen.

Der Autor widmet etwa zwei Drittel seines Buches der Theorie. Die Gewichtung von physikalischen Grundlagen der Akustik, Funktionsweise von Lautsprechern und Berechnungsmethoden für Boxen entspricht dem Bedürfnis des Praktikers.

Leider ist das Kapitel über die Holzarbeiten beim Boxenbau recht kurz geraten. Der erfahrene Heimwerker kann die spärlichen Hinweise getrost überspringen. Für den Leser, der zum ersten Mal ein Brett in der Hand hat, sind die

HiFi-Boxen selbstgemacht

Anleitungen nicht ausführlich genug.

Ähnliches gilt für die Bauvorschläge. Neun Bauanleitungen auf zwölf DIN-A5-Seiten unterzubringen, kann nicht gelingen. Hier wäre weniger mehr gewesen. Die Zeichnungen der zum Teil recht kompliziert zu bauenden Boxen sind unvollständig und häufig nur schwer zu interpretieren. Da einige Bauvorschläge recht interessant erscheinen und zu sehr ungewöhnlichen Lösungen führen, ist dieser Mangel an Information bedauerlich.

Sollten der Verlag oder der Autor des Buches bereit sein, den Lesern, die die Bauvorschläge als Vorinformation verstanden haben, ausführliche Baupläne zugänglich zu machen, so könnten bald einige gute Boxen mehr in den Wohnstuben stehen. Und hätte der Verfasser den wichtigen Kapiteln Wohnraumakustik und Aufstellung der Boxen mehr als zwei Seiten gewidmet, so könnten die Eigenbauprodukte dort vielleicht noch besser klingen. Nun — auf 124 Seiten läßt sich sicher nicht mehr Stoff komprimieren. Schade! Das Buch hätte etwas dicker sein können.

hmo



**Peter Pfeleiderer**  
**HiFi + Akustik**

München 1983  
Pflaum Verlag  
144 Seiten  
DM 34,-  
ISBN 3-7905-0386-X

Wer die zuweilen etwas abstrusen Akustiktheorien des Herrn Pfeleiderer bereits aus den Werbeschriften seiner Firma kennt, wird dieses Buch sicherlich mit schlimmen Erwartungen aufschlagen — und er wird eine Werbeschrift vorfinden. Kaum ein Wort taucht im gesamten Buch so oft auf wie der Name „Pfleid“ als Präfix für die Theorien des Herrn Pfeleiderer. So kommt der Leser dann bereits auf den ersten Seiten über Pfeid-Prinzip und Pfeid-Recording schnell zum Pfeid-Trauma. Doch nicht nur hausgemachte Akustik-Philosophien weiß der Autor gut zu vermarkten. Kommt er an einer längst bekannten physikalischen Tatsache nicht vorbei, so wird selbst diese dargestellt, als sei sie eigenem Genius entsprungen.

Offensichtlich wendet sich das Buch (popziger Umschlag, keine Mathematik, viele Bilder) an den technisch nicht versierten HiFi-Fan. Doch gerade für den Anfänger ist es ungeeignet: Es werden wichtige Probleme übergangen oder nicht erläutert, und es werden obskure Begriffe wie „Streifschall“ (?) eingeführt. Daneben werden schöne Seitenhiebe an Konkurrenzprodukte

verteilt. Eine aufwendig gemachte Werbebroschüre — allerdings mit 34,- DM zu bezahlen.  
jh/hmo



**Jörg Panzer**  
**Die Konstruktion von Baßlautsprechergehäusen**

München 1986  
Franz-Verlag  
120 Seiten  
DM 12,80  
ISBN 3-7723-1961-0

Da erscheint doch tatsächlich genau das Buch, auf das man seit Jahren wartet: Eine kompakte, hosentaschengerechte Formelsammlung, die alles über die Berechnung von Reflex- und geschlossenen Boxen enthält, was der fortgeschrittene Lautsprecherentwickler gern jederzeit parat hätte. Um bei der Wahrheit zu bleiben — eigentlich besteht die zweite Hälfte des Büchleins aus den übersetzten und textlich leicht gekürzten Appendices verschiedener Artikel von Richard Small und A.N. Thiele. Abgerundet sind diese mit einigen brauchbaren BASIC-Programmen, die nun allerdings doch aus deutschen Landen stammen.

Zur Kritik verbleibt dem Rezensenten nunmehr

der erste, hauptsächlich wohl aus der Feder Panzers stammende und auf artige Weise mit Quellenangaben versehene Teil. Mathematisch jedenfalls besteht hier kein Anlaß zur Nörgelei. Panzer versteht etwas davon. Wenn man die Original-Artikel von Thiele und Small gelesen und verstanden hat, dann kann man auch Panzer kapieren. Hat man die Originale nicht durchgearbeitet, so wird das Buch auch nicht weiterhelfen. Während die beiden Australier sich nämlich in ellenlangen — und streckenweise recht unterhaltsamen — Traktaten ausgelassen haben, muß der arme Jörg Panzer das Ganze auf 69 Seiten im Taschenbuchformat herunterrasseln. Daß bei einer solchen Schußfahrt Stil, Witz und manchmal auch der Sinn über Bord gehen, erscheint selbstverständlich.

Damit stellt sich aber letztlich die Frage, an welchen Leserkreis sich das Buch richtet. Fortgeschrittene erfahren nichts, was sie nicht ohnehin schon wissen, Anfänger — selbst wenn sie Mathematikstudenten sind — werden sich mit dem ganzen Formelkram schwertun. Vielleicht muß der typische Leser für dieses Buch jemand mit mäßigen Englischkenntnissen sein, der Thiele/Small mal angelesen und nicht völlig verstanden hat und der jetzt nach deutschsprachiger Schützenhilfe sucht...

Geht man davon aus, daß man Herrn Panzer einfach zu wenig Platz und vielleicht auch zu wenig Zeit eingeräumt hat, so kann man sich vorstellen, daß in erweiterter Form das Buch zu den sehr wenigen deutschsprachigen Werken im Lautsprecherbereich gehören könnte. Sein Geld ist es aber auch jetzt schon wert.

jh





Vom kleinen  
**PUNKTSTRAHLER**,  
bis zur großen  
**TRANSMISSION-LINE**

# LAUTSPRECHER-KITS

*vom Feinsten*

LAUTSPRECHER · VERTRIEB · OBERHAGE  
Pl. 1562 · Perchastr. 11a, D-8130 Starnberg  
Österreich: IEK AKUSTIK  
Bruckner Str. 2, A-4490 St. Florian/Linz  
Schweiz: OEG-AKUSTIK  
Fabrikstr., CH-9472 Grabs

SUPER-ANGEBOTE  
zum Sonderheft!  
Sofort gegen DM — 80  
(Bfm) anfordern!

## Traum-Boxen selbst bauen.

Krönen Sie Ihre selbstgebaute  
Lautsprecherbox zum High-End-  
Produkt, durch individuell angefer-  
tigte Marmorgehäuse von Sound  
und Design. Fertig montiert geliefert,  
benötigen Sie nur noch Ihren Lautsprecherbausatz.

 **Kit 100** Ara Bescato Grigio (grau-schwarz) DM 290,—  
**Kit 200** Ölschiefer (anthrazit) DM 580,—

Unsere Komplettbausätze beinhalten das gesamte Ma-  
terial bis zur kleinsten Schraube sowie eine ausführliche  
Bauanleitung.

 **Kit 100** DM 299,—      **Kit 250** MK III DM 189,—  
**Kit 200** DM 318,—      **Kit 300** DM 378,—

Setzen Sie sich mit uns in Verbindung, wir  
senden Ihnen gerne Farbfotos zu.

Sound und Design, Birkenstr. 65,  
6200 Wiesbaden, Tel. 06121/841616

**SD**  
MARMOR  
BOXEN

# KENNING

*extra*

**Lautsprecherbausätze  
und High-End-Electronic**

**Knooper Weg 41  
2300 Kiel 1**

# AUDAX

HIFI LAUTSPRECHERCHASSIS  
IM FACHHANDEL

 **AUDIO  
PROJEKT**

Vertrieb  
Bundesrepublik

Augustenstraße 82A  
7000 Stuttgart 1  
Tel. 0711/620885

### Bezugsquellennachweis

**ACR**  
Bahnhofstraße 12  
3000 Hannover 1

**Audax**  
proraum GmbH  
Postfach 10 10 03  
4970 Bad Oeynhausen 1

**Celestion Industries GmbH**  
Schäferstraße 22—24  
6780 Pirmasens

**Coral**  
Acoustic Design  
Jürgen Thiele  
Wißfeldstraße 25  
5309 Meckenheim/Bonn

**Electro-Voice**  
Lärchenstraße 99  
6230 Frankfurt 80

**eton Deutschland GmbH**  
Bremer Straße 43b  
2860 Osterholz-Scharmbeck

**Focal-Vertrieb Deutschland**  
Manfred Zoller  
Karlsruher Straße 51  
6900 Heidelberg

**Fostex**  
Bahnhofstraße 12  
3000 Hannover 1

**IEM Industrie Elektronik GmbH**  
Postfach 40  
8901 Welden

**KEF**  
Schauandt-Versand  
Curschmannstraße 20  
2000 Hamburg 20

**Magnat Electronik  
GmbH & Co. KG**  
Postfach 50 16 06  
5000 Köln 50 (Sürth)

**McEntire**  
Dipl.-Ing. Peter Goldt  
Bödekerstraße 43  
3000 Hannover 1

**Mivoc**  
Konrad-Adenauer-Straße 11  
5650 Solingen 1

**Nimbus**  
Dr. Hubert GmbH  
Im Westenfeld 22  
4630 Bochum-Querenburg

**Peerless Elektronik GmbH**  
Postfach 26 01 15  
4000 Düsseldorf 1

**Procus**  
Dr. Hubert GmbH  
Im Westenfeld 22  
4630 Bochum-Querenburg

**Sipe**  
Wirth Elektronik GmbH  
Postfach 10 03 48  
3004 Isernhagen 1

**Stein Akustik-Design**  
Karl-Heinz Pach  
Hauptstraße 5  
3451 Heinsen

**Vifa**  
I.E.V. Duisburg  
Tonhallenstraße 49  
4100 Duisburg 1

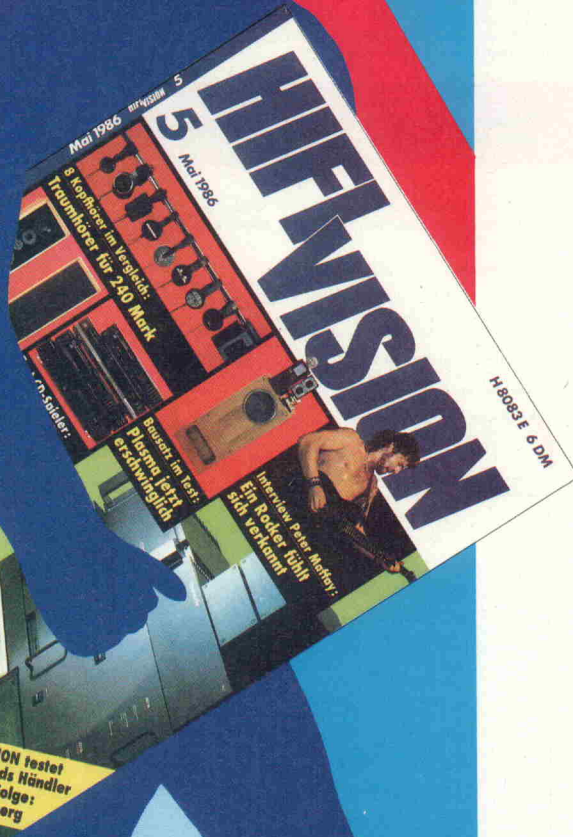
**Visaton — Peter Schukat**  
Postfach 16 52  
5657 Haan 1

**Volt**  
Art und Audio  
H. J. Lüschen  
Grindelhof 35  
2000 Hamburg 13



Jeden Monat mit  
aufwendigen  
Vergleichstests neuester

HiFi-Geräte, Autoradios  
und Lautsprecherbausätze  
aus Hörstudio  
und supermodernem  
Meßlabor, mit umfangreichem  
Technikteil und seinen  
völlig neuartigen  
Darstellungsformen,  
mit flotten Reports,  
fundierten Hintergrundberichten,  
informativen Interviews und  
Nachrichten aus der Szene und  
mit weit über 100 CD- und  
Plattenrezensionen aus  
Pop, Rock, Jazz und Klassik.  
Das ganze hübsch bunt  
für nur 6 Mark am Kiosk.  
Monatlich.  
Drum: Wer Ohren hat, liest HIFI VISION.





## Impressum:

HiFi-Boxen selbstgemacht '86  
(elrad extra 4)

Verlag Heinz Heise GmbH

Bissendorfer Straße 8

Postfach 610407

3000 Hannover 61

Telefon: 05 11/53 52-0

Telefax: 05 11/53 52-129

Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

Technische Anfragen nur freitags 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: Detlev Gröning, Manfred H. Karlsbach,  
Johannes Knoff-Beyer,  
Michael Oberesch (verantwortlich), Peter Röbbke

Redaktionssekretariat: Thomas Nießen, Lothar Segner

Technische Assistenz: Martina Rabe

Grafische Gestaltung: Wolfgang Ulber,  
Dirk Wollschläger

## Verlag und Anzeigenverwaltung:

Verlag Heinz Heise GmbH

Bissendorfer Straße 8

Postfach 610407

3000 Hannover 61

Telefon: 05 11/53 52-0

Telefax: 05 11/53 52-129

Geschäftsführer: Christian Heise, Klaus Hausen

Objektleitung: Wolfgang Penseler

Anzeigenleitung: Irmgard Ditzens

Disposition: Gerlinde Donner-Zech, Birgit Klisch,  
Sylke Teichmann

Anzeigenpreise:

Es gilt Anzeigenpreisliste 1986

Vertrieb: Anita Kreutzer

Bestellwesen: Christiane Gonnermann

Herstellung: Heiner Niens

Satz:

Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1

Druck:

Industriedruck AG

Ruhrthalstraße 52—60

4300 Essen 16

HiFi-Boxen selbstgemacht erscheint 1-mal jährlich  
Einzelpreis DM 25,—, öS 215,—, sfr 25,—

## Vertrieb (auch für Österreich und die Schweiz):

Verlagsunion Zeitschriften-Vertrieb

Postfach 5707

D-6200 Wiesbaden

Ruf (061 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.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Ver-  
lages über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages.  
Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion  
erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Be-  
rücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warenna-  
men werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung  
benutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1986 by Verlag Heinz Heise GmbH

ISSN 0177-0055

Titelidee: elrad

Titelfoto: Fotozentrum Hannover, Manfred Zimmermann

## Inserentenverzeichnis

AB-Soundtechnik, Köln .....	80	Heusel, Offenbach .....	129	mivoc, Solingen .....	77, 91
ACOUSTIC DESIGN, Meckenheim .....	143	high tech, Dortmund .....	45	MKL-Electronic, Neuhausen .....	153
ACR, Köln .....	39	HiFi Manufaktur, Braunschweig ..	153	Mudra Akustik, Göttingen .....	111
ACR, CH-Zürich ... 3. Umschlagseite		hifisound Lautsprecher-Vertrieb, Münster .....	121	Musik & Design, Mannheim .....	135
aes, Seligenstadt .....	135	HS Hilscher/Schmidt, Köln .....	111	Nordakustik, Dägeling .....	153
Akomp, Ober-Mörlen .....	39	Huber, Deißlingen .....	49	Oberhage, Starnberg .....	101, 158
albs-Alltronic, Ötisheim .....	80	Hubert Lautsprecher, Bochum ..	12	Oehlbach-Kabel, Karlsruhe .....	78
Arlt Elektronik .....	80	Hubert, Dr., Bochum-Querenburg .....	49, 76	OEG-Akustik, CH-Grabs .....	91
Art & Audio, Hamburg .....	111	IEM, Welden .....	38	Open Air, Hamburg .....	135
AUDAX Audio Project, Stuttgart .....	80, 158	IEV, Duisburg .....	129	Pach, Heinsen .....	91
Audax-Proraum, Bad Oeynhausen .....	144	in-akustik, Ballrechten .....	111	Peerless, Düsseldorf .....	147
audio creative, Herford .....	152	I.T. Electronic, Kerpen .....	110	Pflaum-Verlag, München .....	81
AUDIO DESIGN, Essen .....	80	JOKER HIFI, München .....	90	Pink Noise, Wuppertal .....	129
audio design, Kronau .....	121	Kensing, Kiel .....	158	pro audio, Bremen .....	59
Audiophil, München .....	121	KKSL, Groß-Gerau .....	139	Profisound, Ludwigshafen .....	111
Audio Workshop, Gladbeck .....	81	Klangbau, Bielefeld .....	81	Scan Speak, Bergisch-Gladbach ..	70
Auditorium 23, Frankfurt .....	135	klein aber fein, Duisburg .....	4. Umschlagseite	Sound und Design, Wiesbaden ..	158
Celestion, Pirmasens .....	27	KR-akustik, Hüllhorst .....	101	Speaker Equipment, Aachen ...	101
Charly's Lautsprecherladen, Nürnberg .....	90	Lautsprecherfuchs, Hamburg ...	129	Schallquelle, Frechen .....	81
Damde, Saarlouis .....	91	Lautsprecherladen, Kaiserslautern .....	139	Schauland, Hamburg .....	100
DYNAUDIO, Hamburg .....	81	Lautsprecher & Lichtanlagen, Niederkassel .....	135	Schoppenhorst, Ladbergen .....	155
Electro Voice, Frankfurt .....	39	Lautsprecher Manufaktur, Mannheim .....	155	Steiner-Box, Erlangen .....	155
elektroakustik, Stade .....	135	LSV, Hamburg .....	90	techniko, Bergisch-Gladbach ...	70
ETON Deutschland .....	91	Magnat, Köln .....	129	Tonstudio Friedrich, Hamburg ..	90
Focal, Heidelberg .....	71	Mainhatton Acustik, Frankfurt ...	33	Visaton, Haan .....	13
Frech-Verlag, Stuttgart .....	128	Matzker & Engels, Köln .....	107	Völkner, Braunschweig .....	69
GDG, Münster .....	111	MDL, Düsseldorf .....	90	Wirth, Isernhagen .....	91
Goldt, Hannover ... 2. Umschlagseite				Zeck-Music, Waldkirch .....	153
Gores & Szlosze, Gelsenkirchen	90				



# Bei ACR bestimmen Sie den Preis

## Beispiel Skyline / Newline SL70



Skyline  
furniert



Skyline  
in Marmor



Newline  
Schleiflack

Travertin-Fertigbox	DM 2650.-
Marmor-Fertigbox	DM 2450.-
Bausatz mit Travertinfertiggehäuse	DM 2400.-
Bausatz mit Marmorfertiggehäuse	DM 2200.-
Fertigbox Pyramide Schleiflack in Ihrer Farbe	DM 1390.-
Fertigbox Pyramide Edelholz furniert	DM 1240.-
Bausatz mit Fertiggehäuse Pyramide Schleiflack in Ihrer Farbe	DM 1210.-
Fertigbox Säule Edelholz furniert	DM 1150.-
Bausatz mit Fertiggehäuse Pyramide Edelholz furniert	DM 1060.-
Bausatz Säule mit Fertiggehäuse Edelholz furniert	DM 948.-
Bausatz mit Pyramiden-Holzbausatz Edelholz furniert	DM 889.-
Bausatz ohne Holz mit umfangreichen Gehäuseplänen für Pyramide oder Säule sowie exakter Bauanleitung	DM 576.-

### Das ACR-Boxen-Bausparprogramm

35 Bausätze erhältlich in Travertin, Marmor, Granit, Holzbausätze mit diversen Edelholz-Furnieren, Schleiflack in 124 Farbtönen oder auch roh in Multiplex oder MDF. Falls Sie die Gehäuse selber bauen wollen, so erhalten Sie von uns selbstverständlich die entsprechenden Gehäusepläne mit Bauanleitung und genauen technischen Angaben.

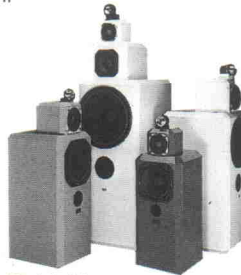
ACR bietet Ihnen eine grosse Auswahl an Fertigboxen und Bausätzen. Wählen Sie nach Ihrem Geschmack Ihre Boxen aus unseren hundert von Sparmöglichkeiten aus. Selbstverständlich führen wir auch mehr als hundert verschiedene Einzelchassis sowie ein grosses Zubehör-Programm.



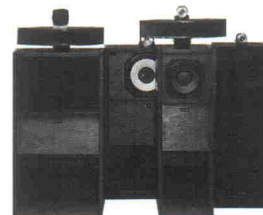
SkyLine



NewLine



CubicLine



TechnoLine



Eckhorn

Hören Sie alle unsere Bausätze in folgenden ACR-Studios, oder fordern Sie Prospekte an:

CH-1227 Genf-Carouge,	8, Rue du Pont Neuf,	022-42 53 53
CH-4057 Basel,	Feldbergstr. 2,	061-26 61 71
CH-8620 Wetzikon,	Zürcherstr. 40,	01-932 28 73
CH-8005 Zürich,	Heinrichstr. 248,	01-42 12 22
A-1050 Wien,	Storkgasse 12,	0222-55 20 384
D-2900 Oldenburg,	Ziegelhofstr. 97,	0441-77 62 20
D-4000 Düsseldorf,	Steinstr. 28,	0211-13 39 84
D-6000 Frankfurt,	Maxstr. 52-58,	0228-69 21 20
D-6600 Saarbrücken,	Gr. Friedbergerstr. 40,	069-28 49 72
D-5300 Bonn,	Nauwieserstr. 2,	0681-39 88 34
D-8000 München 80,	Schwarzstr. 2,	089-48 83 48

### ACR jetzt auch in:

CH-2502 Biel,	Untergasse 41,	032-22 27 40
CH-6003 Luzern,	Bireggstr. 14,	041-44 80 50
D-1000 Berlin,	Mehringdamm 81,	030-691 87 73
D-2400 Lübeck,	Hüxtertor Allee 17,	0451-79 45 46
D-3000 Hannover,	Bahnhofstr. 12,	0511-1 71 88

### Im Herbst 1986 auch:

ACR-Stuttgart, ACR-Freiburg, ACR-???

**ACR**<sup>®</sup>

SWISS

Vertrieb:  
Heinrichstrasse 248  
8005 Zürich

Telefon 01-42 87 33  
Telex 823 021  
Telefax 01/42 12 66

**Coupon** Ich interessiere mich für:

Abs.:

Elrad



klein  
aber  
fein

# LAUTSPRECHERBAUSÄTZE für JEDERMANN ....



**vifa MCS1R**

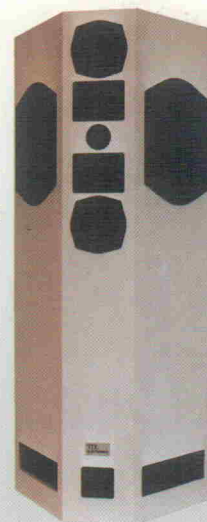
Mit: Orig. vifa Weiche 1498,- DM  
Orig. Profi Weiche 1690,- DM  
Weichen Kit Stand. 1478,- DM

**vifa** acoustics

**BASIS**



Mit: Orig. vifa Weiche 698,- DM  
Weichen Kit 678,- DM



**TDL**  
**RSTL**

**studio**

Mit Orig. Falcon Weiche 445,- DM



**LAUTSPRECHER**  
**TEUFEL**

Komplett mit:  
Dämmmaterial,  
Weiche, Anschluss...

LT 33 550,-DM  
LT 44 700,-DM  
LT 55 900,-DM

Multiplexgehäuse:

LT 33 270,-  
LT 44/55 350,-

klein aber fein

Tonhallenstr. 49

4100 Duisburg 1

tel.: 0203/29898

AUDIO-DESIGN GmbH & Co KG

MO-FR 10-13/15-18-30 h SA 10-14 h

Alle Preise incl. 14 % MwSt. pro Stück incl. Dämmmaterial, Anschlussdose, Innenverkabelung !

## Audax Pro TPX 21

Eton 100 hex mit Weichenkit 330,-  
Eton 200 hex " " 430,-  
Eton 300 hex " " 659,-

Fertigweichen

KEF SlimLine mit Falcon Weiche 195,-

FOCAL Kit 200 mit Orig. Fertigw. 319,-

FOCAL Kit 250 III " " 198,-

FOCAL ONYX " " 898,-

NIMBUS Yellow incl. Lackgehäuse 498,-

Peerless PROFI I mit Fertigweiche / W-Kit 688,-/648,-

Procus Intus " " 465,-

Vifa KORREKT II " " 198,-

Vifa FILIGRAN II " " 279,-

MAGNAT Minnesota II mit Orig. Weiche 998,-

a. Anfrage

a. Anfrage

## ZUBEHÖR

Kabel 2x4 mm<sup>2</sup> transparent 1,95 DM / m

BAF 140 cm breit 19,50 "

Bespannstoff 56 cm br. / schw. 9,80 "

Noppenschaumstoff 5 cm 29,- " / m<sup>2</sup>

Bespannrahmenhalter 8 St. 6,- "

Katalog gegen 5,- Schein / Scheck

Lieferung per NN oder Vorkasse  
ab 50,- Auftragswert