

# HiFi Boxen

selbstgemacht



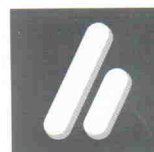
Bauanleitungen: Blaupunkt — XL — Serie — Heco — Set I + II  
 Visaton — Topdeck — Lautsprecher Manufaktur — Cap Golf I  
 Mivoc — Sub + Sat — Minimax — Nimbus — AutoSub  
 Monacor — Flachmann — Dynaudio — Carac 111 — CarVolt — System 3  
 Peerless — Soundboard — Focal — HQCS — Sipe — 2 plus  
 Kiss — KS-203 — Grundlagen: Anders als im Wohnzimmer: Akustik im Auto  
 Anlage-Beratung: HiFi im Auto — Wenn's knistert und kracht: Entstörung  
 Wo geht's lang? Verkabelung im Auto — Das packt nicht jeder! Lautsprecher-  
 chassis für's Auto — Watt steht drauf — Watt steckt drin?  
 Leistungsangaben



Information+Wissen

Elektronik-Hobby satt:  
Bauanleitungen aus  
allen Anwendungsbereichen,  
von der

Satelliten-Direkt-  
empfangsanlage bis zum  
Super-Plattenspieler.  
Gewürzt mit flotten Reports,  
Grundlagenartikeln, Tips und  
Hinweisen auf die interessantesten  
Neuheiten des Marktes.  
Mit den elrad-Laborblättern  
und so manchem Leckerbissen  
für Bühne & Studio;  
mit aktueller Schaltungstechnik  
und dem großen IC-Magazin in  
der Sommer-Doppelnummer. Leicht  
nachvollziehbar und nachbausicher.  
Für Profis und Hobby-Elektroniker,  
die nicht mehr in den Kinderschuhen stecken.  
Jeden Monat für DM 6.00 am Kiosk





Hifi Boxen selbstgemacht. Das fünfte Heft der elrad-extra-Reihe beschäftigt sich ausschließlich mit der Beschallung des Autoinnenraumes. Nun mag sich mancher bereits nach flüchtigem Durchblättern dieses Heftes fragen: Wo sind denn die Boxen, die der Titel verspricht?

Und tatsächlich - Boxen, wie man sie aus dem Wohnzimmer kennt, gibt es nur wenige unter den hier gezeigten 14 Bauanleitungen. Das liegt nun mal in der Natur der Sache, beziehungsweise des Autos.

Bevorzugte Einbau- und Aufstellungsorte für Autolautsprecher zeichnen sich zumeist dadurch aus, daß sie verrundet, verwinkelt, angeschrägt oder sonstwie merkwürdig gestaltet sind. Auch die Lieblingsmaterialien der Kfz-Branche machen es einem nicht leicht. Blech, Kunststoff, kunstleder gepolsterte Pappe und nochmals Blech.

Da ist mit Boxen bauen und in die Ecke stellen nicht viel zu machen. Die meisten Lösungen haben eher einen Schallwandcharakter. Im Titel dieses Heftes hätte es also statt 'Boxen' korrekterweise heißen müssen: Autolautsprecher-Einbaukonzepte.

Und was ist mit 'Hifi'? Stellt man sich für 2000 Mark zwei Boxen ins Wohnzimmer, dann hat man sicher nicht das High-Ende der Fahnenstange erreicht, aber 'Hifi' kann man das, was man hört, allemal nennen - sofern man nicht gerade eine entsetzlich unglückliche Wahl getroffen hat. (Kommt selbst in dieser Preisklasse vor.)

Baut man sich jedoch für 2000 Mark Lautsprecher ins Auto... Vielleicht klingt's ja ganz gut. Hifi kann es - strenggenommen - nie sein.

Erstens zeigt ein Auto zuweilen den akustisch störenden Betriebszustand des Fahrens. Dabei treten Geräuschbelästigungen durch Motor, Fahrwerk und Wind auf, die ein Abhören leiser Musikpassagen unmöglich machen. CD-Fans akzeptieren inzwischen nicht mal mehr das leiseste Knistern von Vinyl-Platten. Wie soll man da bei brummendem Motor von Hifi reden können?

Zweiter Grund: Das Auto - von Doppeldeckerbussen abgesehen - ist ein unmöglich kleiner Musiksaal. Zwei, drei Kubikmeter Luft enthält so eine normale

Fortbewegungszelle. Das hat zwar einerseits den Vorteil, daß eine relativ geringe Leistung ausreicht, um ganz schön Dampf zu machen (was ja bei Tempo 130 auch nötig ist), aber auch den Nachteil, daß eine Tiefbaßwiedergabe schlichtweg unmöglich ist. Hier ist die Physik vor. Erreicht nämlich die Wellenlänge des abgestrahlten Schalls die Größenordnung der Raumabmessungen, so kann sich kein Schalldruck mehr aufbauen. Lautsprecher, die nach Herstellerangabe bis 20 Hz runtergehen, die mögen das ja wirklich tun, nur hören wird man davon nichts. Generell kann man sagen: Im Auto ist bei etwa 100 Hz Schluß! Auch nicht gerade 'Hifi'?

Dennoch sollte das kein Grund zur Resignation sein. Es gibt trotzdem Autolautsprecher, bei denen man gar nicht mehr aus dem Wagen aussteigen möchte.

Die Forderung muß dann wohl eher heißen: Eine Autolautsprecheranlage soll angenehm klingen, die Musik darf nicht an den Nerven zehren, die Insassen sollen sich in der Musikbadewanne wohl fühlen. Das Klangbild soll räumlich sein, die Stereowiedergabe aber nicht ping pong-artig.

Für die Heimanlage würde dieser Forderungskatalog wohl nicht reichen, im Auto ist kaum mehr machbar. Somit lautet also der vollständige Titel dieses Heftes: Unaufdringlich wohlklingende Autolautsprecher-Einbaukonzepte.

Mal ehrlich: Würden Sie ein Heft mit diesem Titel kaufen? Na also: Hifi-Boxen selbstgemacht - fürs Auto.

Michael Oberesch





Seite 12



Seite 18



Seite 24



Seite 28



Seite 32



Seite 50



Seite 54



Seite 60



Seite 66



Seite 70



Seite 76



Seite 82



Seite 86



# INHALT

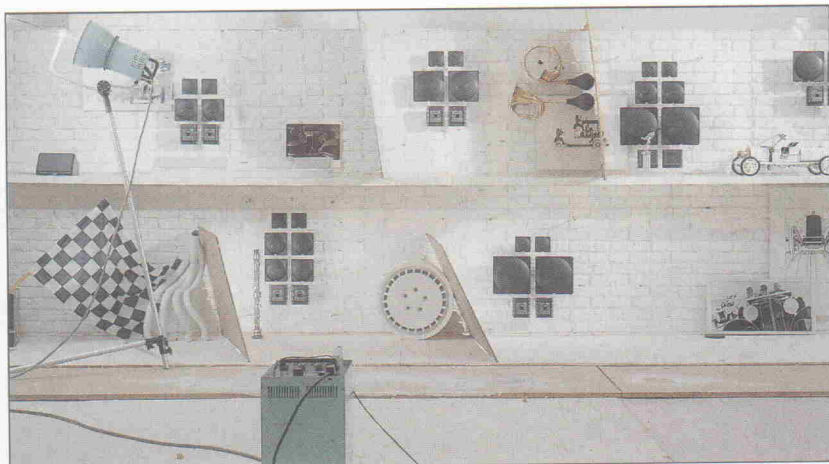
## Bauanleitungen

Heco — Set I + II .....	12
Visaton — Topdeck .....	18
Nimbus — Autosub .....	24
ITT — MiniMax .....	28
Mivoc — Sub + Sat .....	32
Monacor — Flachmann .....	46
Blaupunkt — XL-Serie .....	50
Lautsprecher Manufaktur — CAp Golf I .....	54
Car-Volt — System 3 .....	60
Sipe — 2plus .....	66
Focal — HQCS .....	70
Dynaudio — Carac 111 .....	76
Kiss — KS-203 .....	82
Peerless — Soundboard .....	86

## Magazin

News .....	4
High-Fidel im Automobil .....	8
Qualität und Güte .....	21
Ein schwieriger Saal .....	37
Bitte nicht stören .....	58
Führungsprobleme .....	74
Watt-Wanderung .....	92
Gute Erholung .....	94
Kompensation .....	100
Bezugsquellennachweis .....	103
Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil .....	104
Impressum .....	104





#### Autolautsprecher

### Frei von Lästigkeit

‘Das Ziel ist eine angenehme, naturgetreue Wiedergabe — frei von jeder Lästigkeit’, lautet das Motto der Canton-Entwicklungsabteilung. Ein hoher Anspruch, bei den grundsätzlich schwierigen und ungünstigen akustischen Verhältnissen im Auto.

Doch bereits die Namen, die der Usinger Hersteller seinen beiden neuesten Car-Hifi-Produkten mit auf den Vertriebsweg gegeben hat, lassen erwarten, daß die Entwickler ihre selbstgestellten Hausaufgaben gelöst haben.

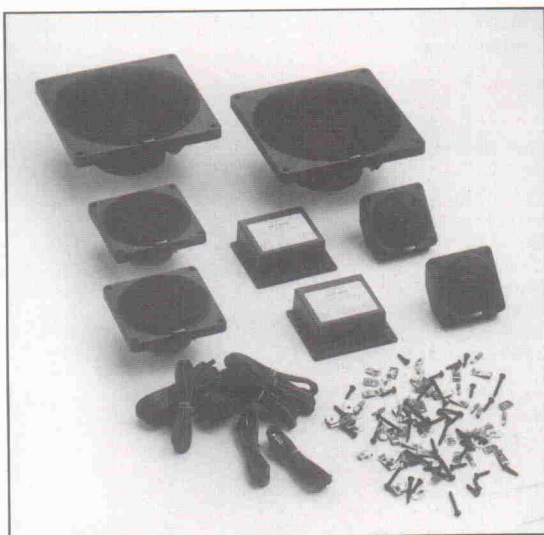
Das Pullman Set 600 ist ein Dreiwegsystem mit den Komponenten einer hochwertigen Hifibox. Als Einbauort empfiehlt Canton die Heckablage, wo der 180er Tieftöner — mit dem Volumen des Kofferraums im Rücken — seine Baßkraft richtig entfalten kann.

Die Lösung für Autos mit Platzproblemen heißt bei Canton Pullman Set 160. Dem 130er-Langhub-Tieftöner wur-

de eine besonders klein gezüchtete Titankalotte in die Membranmitte gepackt, so daß sich das Duo mit einem Ausschnitt in der Tür oder in der Heckablage begnügen kann. Im Gegensatz zu vielen anderen Herstellern solcher Koaxialsysteme verzichtet man

im Hause Canton jedoch bewußt darauf, die Frequenzweiche ebenfalls mit ins Chassis zu integrieren. So kann auch hier mit aufwendigen 12-dB-Filtern getrennt werden.

Canton, Postfach 1240, 6390 Usingen



#### Autolautsprecher

### Kraftakt

Wenn man den Namen Elektro-Voice hört, denkt man an Discotheken und Rockmusik, an riesige Lautsprecher auf Bühnen und in Sälen. Auf den ersten Blick erscheint es da ganz schön abwegig, bei der Auto-

typischen Chassis-Giganten zu liebäugeln. Wer jedoch nicht der verbreiteten Meinung anhängt, ein Lautsprecher habe sich unauffällig gefällig, wenn nicht gar unsichtbar ins Fahrzeug-Interieur einzufügen, der ist mit den



#### Autolautsprecher

### Einachser

Wir haben uns langsam daran gewöhnt: Von außen sehen sich die modernen Autos immer ähnlicher. Im Innenraum jedoch, wo kein Windkanal zur Gleichmacherei bläst, geht's individueller zu. Individuell verschieden sind daher auch die Einbaulorte für die Lautspre-

cher. Deshalb wurde dem Kalottenhohtöner aus dem Hause Sipe ein praktisches, kleines Gehäuse verpaßt, das mit einem schwenkbaren Halter versehen ist. In dieser Form kann die Kalotte an nahezu jeder beliebigen Stelle montiert werden, so daß auch in schwierigen Fällen eine günstige Hochtonabstrahlung erreicht werden kann.





Open-Air-geprüften Produkten aus Michigan sicher nicht schlecht bedient.

Der amerikanische PA-Spezialist, der unter einigen Kilo gar nicht erst anfängt Chassis zu bauen, führt nämlich einige Typen in seinem Programm, die alles mitbringen, was einen guten Autolautsprecher auszeichnet.

So zum Beispiel das Breitband-Koax-System PRO-12B. Natürlich läßt sich dieser 300er Baß mit 5,5 kg Nettomasse nicht mehr verstecken. Und das will der Besitzer des 300 PS starken Ford Sierra Cosworth auch wohl nicht. Wie die Bilder zeigen, wurden beide Systeme in die hintere Ablageplatte eingebaut, die natürlich zur Bewältigung der 11

Kilo verstärkt werden mußte. Das Volumen des Kofferraums erwies sich für den PRO-12B als nahezu ideal. Seine Systemgüte von 0,53 und sein Nachgiebigkeitsvolumen von 150 l ergänzen sich mit dem Sierra Heck zu einer guten Gesamtabstimmung.

Elektro-Voice garantiert seinem Chassis eine Überlebensdauer von 24

Stunden bei einem 60-Watt-starken Rosa-Rausch-Signal. Das mag ausprobieren, wer will! Immerhin fällt bei der Prozedur ein Schalldruck von 114 dB an. Und auch die 240 Watt Impulsbelastbarkeit darf man dem Datenblatt glauben. Der alte Bühnen-Hase Elektro-Voice weiß, daß gerade Musiker erdichtete Daten sehr, sehr übelnehmen. Mit dieser Bestückung, ein 2 x 100-Watt-Booster gehört noch dazu, kann der Sierra aus Großgerau allemal als CD-fest gelten.

Weitere Angaben zu solchen und ähnlichen Kraftakten enthält der Katalog 'Lautsprecher-Selbstbau', der gegen Einsendung von 5,- DM in Briefmarken erhältlich ist bei:

Elektro-Voice, Lärchenstraße 99, 6230 Frankfurt 80

das Baßquartett recht kräftig am Verstärker. 2 x 60 Watt, so die Leute von Sound Valve, sollte der Booster schon liefern.

Wenn es über 750 Hertz hinausgeht, mögen es die Entwickler aus Bruchsal lieber direkt. Und sie haben sicher nicht ganz Unrecht, wenn sie dem an der Heckscheibe reflektierten Schall von waagrecht installierten Mittel- und Hochtönern mit kritischen Ohren begegnen. Auslöschungen und Frequenzgangeinbrüche sind bei dieser Einbauart nie ganz auszuschließen.

Also setzt man auf Direkt-schall und montiert die Kalotten senkrecht. Wenn dabei auch noch was fürs Auge abfällt — umso besser. Und das ist gelungen, wie das Foto zeigt. Vier Klangkanonen sind auf die Köpfe der Insassen gerichtet — innen das schwere Mitteltongeschütz, außen die Hochton-Kleinkaliber, die Weiche regelt den Nachschub im Untergrund.

Der aggressive Eindruck, den das etwa 1100,- DM teure Musikgeschütz zunächst vermittelt, wird etwas gemildert, wenn man über die samtige Oberfläche streicht. Wer nicht gerne täglich staubsaugt, kann die Heckablage jedoch auch in Leder erhalten.

Sound Valve, Durlacher Straße 89, 7520 Bruchsal 1

#### Heckablagen

### Volles Rohr

Gut, daß der Golf so eine breite Heckablage hat! Sonst hätten schon allein die vier 20er Bässe schwerlich Platz gefunden. Jeweils zwei dieser Langhuber müssen parallelgeschaltet ihre Arbeit hinter Gitter verrichten. Das bedeutet nicht nur doppelte Leistung von satten 180 Watt, sondern auch noch halbierte Impedanz. Mit 4 Ohm saugt

Übrigens: Hochtöner und Gehäuse sind je nach Geschmack lackierbar. Damit dabei die transparent-gelbe Kalottenmembran keinen Schaden nimmt, löst man sie ganz einfach durch eine Drehung von der Frontplatte. Den Tweeter gibt's mit und ohne Gehäuse im Fachhandel und beim HiFi-Spezialisten. Generalvertrieb:

#### Autolautsprecher/ Heckablagen

### 'Edle Zutaten...

...wie große Bässe und Titankalotten erzeugen den Superklang! heißt es bei 'Sinus live' über die neue Heck-Kombination A 160 plus. Ein 215-mm-Tieftöner läßt sicher einiges an Bässen erwarten, und der Hochtöner vom renommierten Mannheimer Chassishersteller MB verspricht die guten Höhenlagen.

Die abgebildete, knallrote Golf-Ablage kann sich auf alle Fälle sehen lassen. Zwei 80-Watt-Endstufen dürfen sich alle-

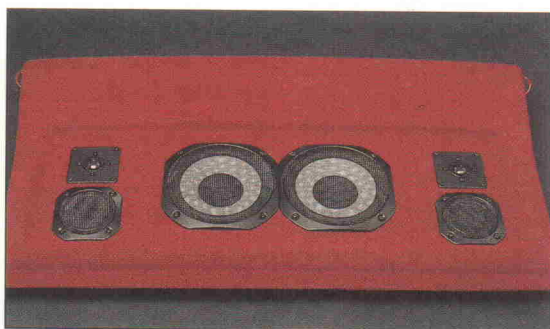
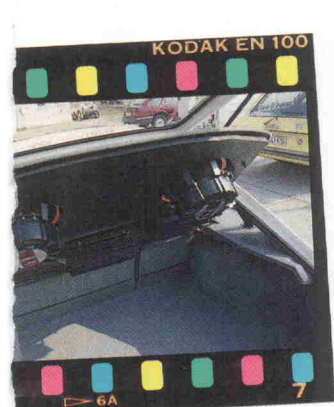
mal mit ihr anlegen — müssen es aber nicht. Denn: bei 'Sinus live' setzt man auf Wirkungsgrad. 91 dB/W/1m ist ein Wert, der auch mit ungeboosterten Anlagen zu eindrucksvollen Schall(ein)drücken verhilft.

Die A 160 plus kostet 498,- DM und bereitet, so der Hersteller, den bezahlbaren Einstieg in die Spitzenklasse. Daneben werden noch sechs weitere Heck-Kombinationen sowie vier verschiedene Türlautsprecher angeboten. Vertrieb:

profi hifi Vertriebsgesellschaft mbH, Kringelkrugweg 33a, 2000 Norderstedt

Wirth-Elektronik GmbH, 3004 Isernhagen 1, Tel. (0511)610074

HiFi-Boxen selbstgemacht







#### Geschäftserweiterung

### **In Stade ist fast alles möglich**

Seit Anfang des Jahres hat die Firma elektroakustik stade eine gesonderte Abteilung für exklusive Auto-Hifi-Lautsprecher und -Geräte eingerichtet. Hochwertiges Equipment von Magnat, JBL, Pioneer, harman/kardon, Sipe und vielen anderen Herstellern wird hier von einem geschulten Team bereitgehalten. Besonders stolz sind die Stader Spezialisten jedoch auf ihre Eigenentwicklungen und Sonderanfertigungen.

Und wahrhaftig, sie schrecken vor nichts zu-

rück: Wenn der Kunde es wünscht, dann wird aus seinem Austin Mini die Rückbank entfernt, ein 33er-Seas-Baß samt 70-Liter-Gehäuse eingebaut, dazu zwei Monitore und die 400-Watt-Elektronik inklusive einer zweiten Lichtmaschine, und die rollende Mini-Disco wird durch den TÜV gebracht! So geschehen zu Stade an der Elbe.

Auch Großtaten werden erledigt: Die Schlafkabine eines Scania 30-Tonnners zu zwei 150-Liter-Baßreflexboxen umrüsten? Wird und wurde bereits erledigt.

elektroakustik stade, Bremer-vörder Straße 5, 2160 Stade, Tel. (04141)84442 + 82042

#### Heckablagen

### **Brett — komplett**

Fest ins Auto eingebaute Lautsprecher müssen beim Verkauf des Wagens meistens zum Nulltarif mitverschenkt werden. Die Firma Phonar Akustik setzt auf Kunden, die nicht gern Löcher in ihr Auto schnitzen. Die komplett mit Lautsprechern und Weichen bestückten Heckablagen, Soundboard SB 160 genannt, werden einfach gegen das Originalteil ausgetauscht.

Zur Zeit wird diese einbaufreundliche Art der Autobeschallung für die gängigsten PKW-Typen angeboten: Golf, Kadett, Fiesta, Escort, Mercedes 190, Peugeot 205, Mazda 323/626 und 3er-BMW-Serie. Die aus MDF-Platten nachgebildeten, mit anthrazitfarbenem Velours bezogenen Heckbretter enthalten zwei fertig verdrahtete 3-Weg-Systeme mit je einem 20er Tieftöner. Die Belastbarkeit wird mit 2 x 40 Watt (Sinus) angegeben, der Frequenzgang erstreckt sich — laut Hersteller — von 25 Hz bis 20 kHz. Das komplette Soundboard kostet 498,- DM, für die Mazda-Modelle 50,- DM mehr, da hier ein zweiteiliges Brett geliefert wird. Händlernachweis durch:

Phonar Akustik, Industriestraße 8-10, 2399 Tarp



#### Autolautsprecher

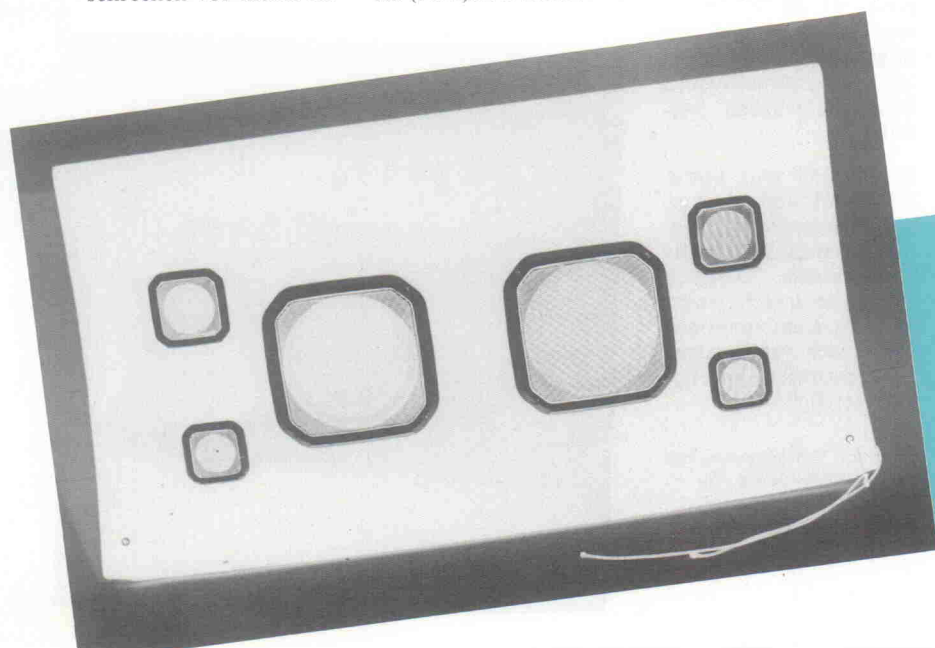
### **Schwarz raus, Farbe rein**

Ausgerechnet eine Firma aus dem Schwarzwald hat dem obligatorisch schwarzen Autolautsprecher den Kampf angesagt. Aus dem südwestdeutschen Waldgebiet, in dem heute manch Tännlein stirbt, stammt die wahrlich bunte Palette der Tännle-Produkte, deren jüngstes Mitglied — der Tännle Kompakcolor KC 17 — zum Rennpferd ernannt wurde. 'Schwarz ist out', heißt es bei BHC, dem Vertreiber der farben-

frohen Chassis. Ergo präsentiert die Firma den KC 17 in allen gängigen Autofarben.

Die stabilen 2-Weg-Systeme machen einen soliden Eindruck, die winzige, im Abdeckgitter eingesetzte Hochtonkalotte läßt ein gutes Rundstrahlverhalten erwarten, und die beigefügten, konfektionierten Anschlußleitungen vom renommierten Hifi-Verkäufer Oehlbach zeigen, daß hier nicht am falschen Ende gespart wurde.

BHC-Vertriebsgesellschaft, Schusterstraße 26, 7808 Waldkirch







### Geschäftseröffnung

#### Drive-in ist in

Wenn man die neuen Verkaufsräume der Car & Audio GmbH in der hannoverschen City betritt, sieht man garantiert von einem der Mitarbeiter nur das Unter- teil. Sein werkelnder Rest steckt unter einem Armaturenbrett, in einem Kofferraum oder hinter einer Rückenlehne. Und zwar von dem Auto, das ein Kunde geradewegs mitten in den Laden gefahren hat.

### Heckablagen

#### Bretter — pur

Bei den meisten Fahrzeugtypen spielt sich die Beschallung auf der Heckablage ab. Die Originaleinbauten des Autoherstellers sind jedoch meist viel zu schwächlich, um mehrpfündige Speakergalerien aufnehmen zu können. Und der Selbstbau genau eingepaßter, stabiler Ersatzbretter ist nicht jedermanns Sache.

Die Firma HS Elektronik, die natürlich auch komplett bestückte Auto-Anlagen liefert, sah hier eine Marktlücke. Wer sich seine ganz individuelle Beschallungslösung aufbauen möchte, HiFi-Boxen selbstgemacht

Ein breiter Eingang, frei von jeder Stufe, und 100 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche standen zur Verfügung. Da gab es kein langes Überlegen für das wenig abergläubische Car & Audio Team: Am Freitag, dem 13. Februar 1987 eröffneten sie ihren Drive-in-Laden.

Obwohl Car bei Car & Audio ganz groß geschrieben wird, kommt Audio fürs Heim nicht zu kurz. Hat man den in Hifi-Aufrüstung befindlichen Kundenwagen hinter sich gelassen, so

geht's an der Vorführwand mit Autoradios und -lautsprechern vorbei in den wohnlichen Bereich, wo zunächst die vielen originellen Gehäuse ins Auge fallen. Fürs Ohr setzt man auf Eigenentwicklungen mit bekannten und bewährten Chassisnamen, darunter auch Phoenix-Hifi-Lautsprecher, für die Car & Audio den Vertrieb übernommen hat.

Car & Audio GmbH, Königsworther Straße 19, 3000 Hannover 1, Tel. (0511)131377

erhält bei HS die Heckablage pur, also ohne Ausschnitte und ohne Chassis, aber paßgenau für seinen Wagentyp, mit allen Befestigungspunkten, Zapfen, Gelenken, Ausfräsungen...

Die Teile bestehen aus MDF und sind zusätzlich

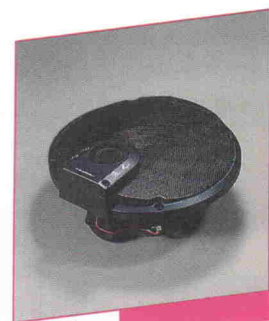
durch Metallwinkel verstärkt, so daß auch schwerstes Chassis-Equipment geduldig getragen wird. Die Bilder zeigen die Escort-Ablage für 179,- DM und die Golf-Paneele zu 149,- DM. Diese und andere gängige Marken werden sofort ab Lager bedient,

### Autolautsprecher

#### Woofer mit Ableger

XL-Serie heißt bei Blaupunkt die neueste Typenreihe von Autolautsprechern, die schon allein durch ihr ungewöhnliches Design auffallen. Nicht ganz koaxial, nicht ganz separat hat die Hochtonkalotte am Rand des Tieftöners ihren Platz gefunden. Doch die unkonventionelle Optik ist nur eine willkommene Randercheinung. Die Hildesheimer Entwickler haben sich mehr dabei gedacht:

In Autos mit herstellereitig gut ausgewählten Einbauplätzen (leider ist das der seltenere Fall) bleibt das XL-Chassis in Form und wird wie ein normaler Einzellautsprecher untergebracht. Akustisch günstige Montageorte, zum Beispiel im oberen Bereich der Tür, gestatten jedoch häufig nur den Einbau des kleinsten XL-Serienvertreters. Doch bereits der XL 1300 kann sich



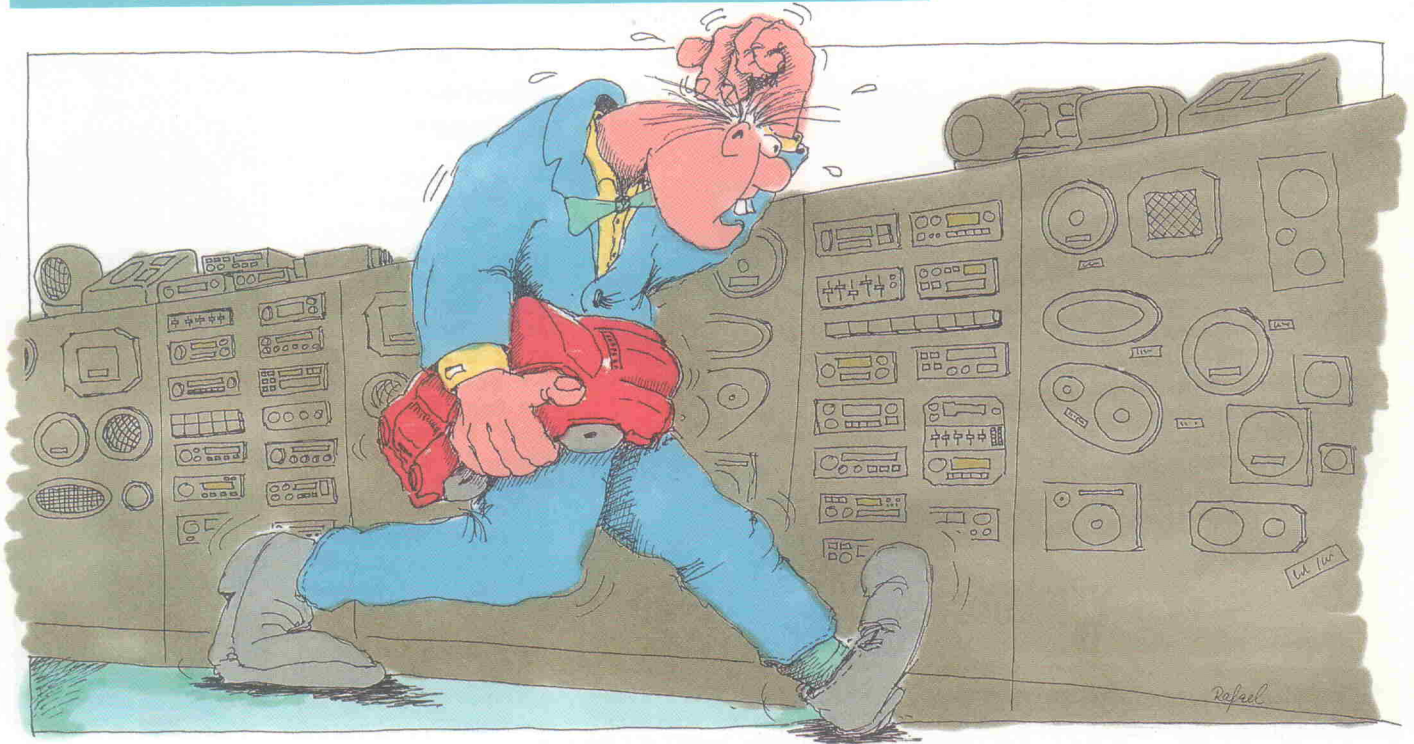
hören lassen. Immerhin 100 Watt gesteht das Datenblatt dem 13-cm-Chassis zu.

Wer mehr will, wählt den XL 1612 oder den XL 1515. In der Tür werden diese 16er oder 20er Körbe allerdings bei den wenigsten Fahrzeugen ihren Platz finden. Eher schon in der Heckablage, wo der Baß zwar gut aufgehoben ist, wo der Hochtoner jedoch unkontrolliert gegen die Heckscheibe strahlt. Und hier wird der Tweeter zum Ableger. Durch Lösen von zwei Schrauben wird der extrem flache Winzling vom Woofer getrennt und statt dessen an einer akustisch sinnvoller Stelle, zum Beispiel möglichst weit oben an der Tür montiert.

Und ganz oben, sagt man bei Blaupunkt, sei auch die XL-Serie in der Lautsprecherpalette angesiedelt. Das will bei einem Programm von 93 Typen etwas heißen! Bezug über den Fachhandel.







# High-fidel im Automobil

W. Kuhlmann

**Die Qual der Wahl ist groß. Radios, Cassettenspieler, CD-Player, Equalizer, Booster, Lautsprecher, Lautsprecher . . . . .**

**Die Auto-Hifi-Abteilungen von Kaufhäusern und Fachgeschäften sind häufig meterlange Vorführwände. Die Lautsprecher sind dabei besonders anspruchsvoll. Sie wollen nicht nur sorgfältig ausgewählt sein - sie müssen auch noch sinnvoll eingebaut werden. Damit die Geldanlage eine Hifi-Anlage wird: Eine kleine Anlageberatung.**

Der Trend der letzten Jahre zeigt ganz deutlich: Das gute alte Autoradio - Mono selbstverständlich - mit dem dazugehörigen Oval-Lautsprecher im Armaturenbrett hat endgültig ausgedient! Vorbei ist auch die Ära der kleinen Plastikboxen, in Kugel- oder Rechteckform, die mit schmalbrüstigen Breitbandlautsprechern high-fidelen Hörgenuß im PKW versprochen.

Wer sich heute mit dem Gedanken trägt, sein Auto mit einer dem Stand der Technik entsprechenden Anlage auszustatten, dem steht allerlei bevor.

Da wäre zunächst einmal die Vielfalt der angebotenen Autoradios mit eingebauten

Cassettenrecordern oder gar CD-Spielern. Diese Geräte, die mit allen mehr oder weniger sinnvollen technischen Raffinessen ausgestattet sind und deren exakte Bedienung nur nach gründlichem Studium der Bedienungsanleitung möglich ist, machen dem Käufer die Entscheidung nicht leicht.

Hat man sich endlich für ein Gerät entschieden, so folgt als nächstes die Qual der Wahl zwischen den mit leistungstrotzenden Angaben versehenen Boostern, Endstufen, Equalizern, aktiven Weichen . . . Hat man sich auch hier für das wahre Gerät entschieden, so beginnt die letzte und vielleicht schwierigste Entscheidung, nämlich die Wahl der Laut-

sprecher. Hier hat man zunächst einmal, wie sollte es anders sein, grundsätzlich mehrere Möglichkeiten:

Evtl. vorhandene, vom Fahrzeughersteller eingebaute Lautsprecher, zu benutzen . . .

Diese gegen hochwertige Chassis auszutauschen . . .

Aufbauboxen auf die Heckablage zu montieren . . .

Zwei- oder Dreiweg-Koaxialsysteme in die Tür oder Heckablage einzubauen . . . Ein Lautsprecher-Komponenten-System bestehend aus Tief-, Mittel- und Hochtonlautsprechern nebst Frequenzweiche an geeignete Orte im Auto einzubauen . . .

Die einfachste Lösung dürfte wohl die erste sein, nämlich die ab Werk eingebauten Lautsprecher zu benutzen. Allerdings kann man davon ausgehen, daß sie den Qualitätsansprüchen des musikbegeisterten Hörers in den seltensten Fällen genügen, da die Autohersteller mit jedem Pfennig kalkulieren. Ein Austausch dieser Lautsprecher gegen hochwertige Chassis bringt fast immer hörbare Verbesserungen.

HiFi-Boxen selbstgemacht





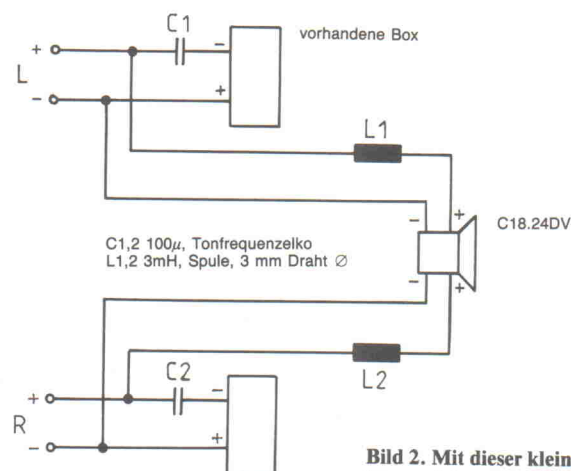
**Bild 1.** Der C18.24DV ist ein Baßlautsprecher mit Doppelschwingspule  
Foto: Visaton

Diese recht einfache und gute Lösung findet immer mehr Zustimmung, nicht zuletzt deshalb, weil keine großen Schneid- und Montagearbeiten notwendig sind. Einen gravierenden Nachteil für diese Lösung bilden jedoch die zumeist sehr kleinen Einbauöffnungen in dem PKW. Folglich fällt der Baßbereich wegen der meist zu kleinen Membranflächen sehr schwach aus. Diesem Mangel kann jedoch mittels eines Subwoofers, der den Baßbereich bis ca. 150 Hz wiedergibt, abgeholfen werden. Bei der Montage des Subwoofers sollte man jedoch darauf achten, daß er an ein genügend großes Volumen, in der Regel den Kofferraum, angekoppelt wird. Bild 1 zeigt einen solchen Subwoofer mit Doppelschwingspule, Bild 2 den dazugehörigen Frequenzweichenplan.

Eine weitere recht einfache Möglichkeit, das Innere eines PKW zu beschallen, ist die Montage von Aufbauboxen. Jedoch hat auch diese Lösung ihre Nachteile. Zunächst einmal wird die Sicht nach hinten in den meisten Fällen eingeschränkt. Bei PKW mit beweglicher Heckablage, wie sie heute häufig anzutreffen sind, erweisen sich diese Boxen mit HiFi-Boxen selbstgemacht

ihren Zuleitungen beim Beladen als sehr störend.

Vom akustischen Standpunkt aus betrachtet, ergeben sich ebenfalls einige

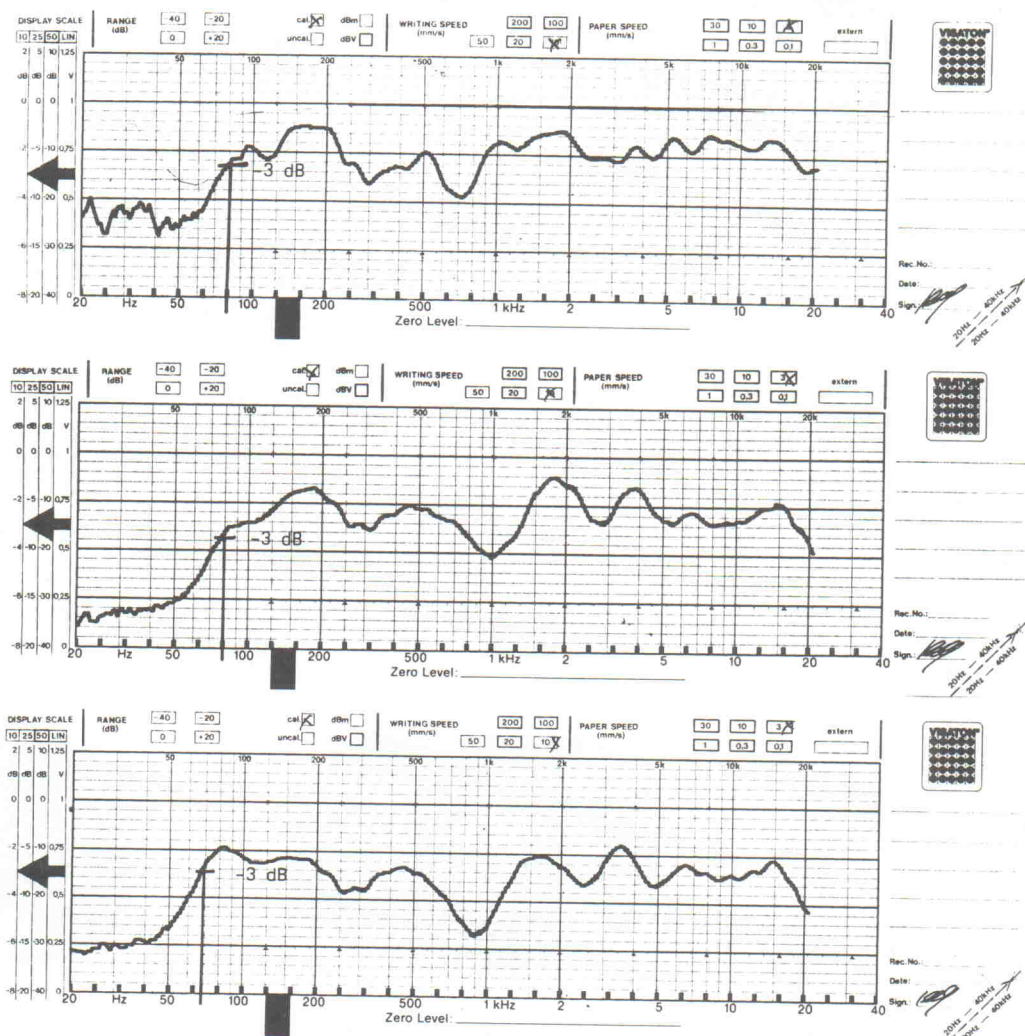


**Bild 2.** Mit dieser kleinen Schaltung lassen sich vorhandene Boxen oder Einbaulautsprecher um einen Mono-Subbaß erweitern.

Probleme. Vor allem ist das relativ kleine Volumen solcher Boxen und der damit verbundene kleine Baßlautsprecher zu erwähnen.

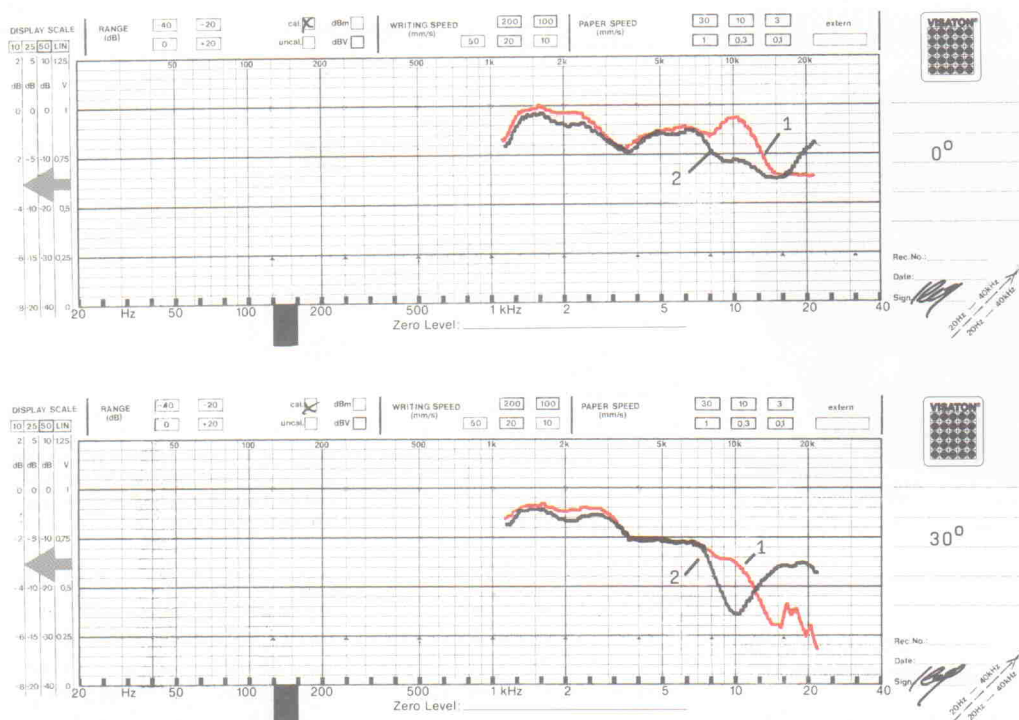
Diese Kombination läßt eine wirkungsvolle Baßabstrah-

lung unterhalb 100 Hz in den seltensten Fällen zu. Viele Billigboxen in dieser Lautsprecherklasse warten in ihrem Werbeaufdruck mit den erstaunlichsten Frequenzangaben auf, die sie jedoch ebenso wie die



**Bild 3.** Typische Frequenzgänge von Aufbauboxen (im Auto gemessen).





**Bild 4.** Breitbandlautsprecher mit Hochtongel (Kurve 1) zeigen gegenüber herkömmlichen Typen (Kurve 2) nur in axialer Hörposition eine verbesserte Höhenwiedergabe.

Belastbarkeitsangaben nur selten erfüllen können.

Bild 3 zeigt einige Frequenzgänge von Aufbauboxen verschiedener Hersteller, die im Auto gemessen wurden.

Zu einer klanglich besseren Lösung führt es, wenn eine mit hochwertigen Chassis bestückte Aufbaubox mit einer Aktivelektronik angesteuert wird. Dabei wird jeder einzelne Lautsprecher über eine aktive Weiche und separate Endstufen angesteuert. Solche Aktivboxen findet man in den Angeboten der Hersteller relativ selten. Dies mag wohl unter anderem an dem recht hohen Preis solcher Systeme liegen.

Eine andere Möglichkeit, den Baßbereich von Aufbauboxen zu verbessern, bietet der bereits genannte Subwoofer.

Die wohl am häufigsten gewählte Möglichkeit, ein Auto zu beschallen, stellen Einbau-Koaxial-Lautsprecher dar. Sie bieten den Vorteil, Mehrwegesysteme an einem

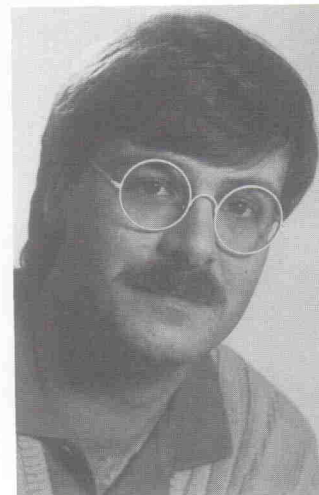
Einbauort zu platzieren, können jedoch klanglich nicht immer überzeugen. In dieser preiswerten Kategorie sind auch die Breitbandlautsprecher zu nennen, die in der Regel mit einem Hochtongel ausgestattet sind. Sie werden als Dual-Cone-Systeme angepriesen, obwohl, wie in Bild 4 deutlich zu erkennen ist, der Hochtongel im Gegensatz zur herkömmlichen Staubschutzkalotte lediglich eine verstärkte Abstrahlung bei 0° bewirkt. Das gerade für den PKW wichtige Rundstrahlverhalten verschlechtert sich dagegen deutlich. Im Bereich zwischen 15°

und 30° ist die herkömmliche Staubschutzkalotte dem Hochtongel deutlich überlegen. Man sollte dies bei der Wahl der Lautsprecher beachten.

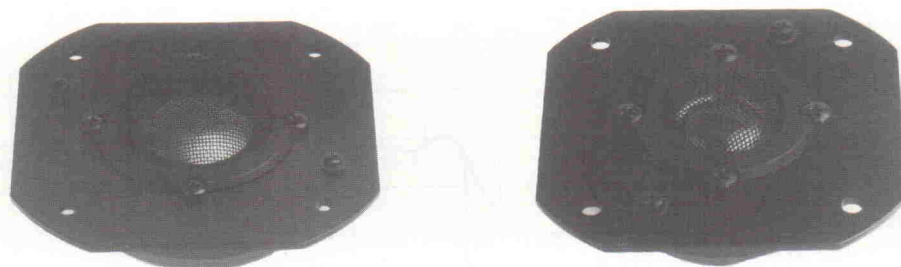
Doch nun einige Betrachtungen zu der sinnvollsten, wenngleich aufwendigsten Möglichkeit, ein Auto zu beschallen: dem Lautsprecher-Komponentensystem. Wie der Name schon erkennen läßt, handelt es sich hier um einzelne Lautsprecherchassis wie Tief-, Mittel- und Hochtöner, die möglichst wirkungsvoll im Auto platziert werden.

Bei der Wahl der hierfür in Frage kommenden Lautsprecher sollten jedoch eini-

## Der Autor



**Werner Kuhlmann, Jahrgang '58, entdeckte schon früh seine Liebe zur Musik und beschäftigte sich fortan mit HiFi und Akustik in allen Variationen. Der gelernte Elektroanlageninstallateur machte schließlich, nach weiterbildenden Studien der Elektronik, sein Hobby zum Beruf. Werner Kuhlmann ist heute technischer Mitarbeiter des Lautsprecherherstellers Visaton. In seiner Freizeit tauscht er seinen Stuhl im Entwicklungslabor am liebsten gegen den Sattel seines Motorrades oder mit den Planken eines Segelschiffs.**



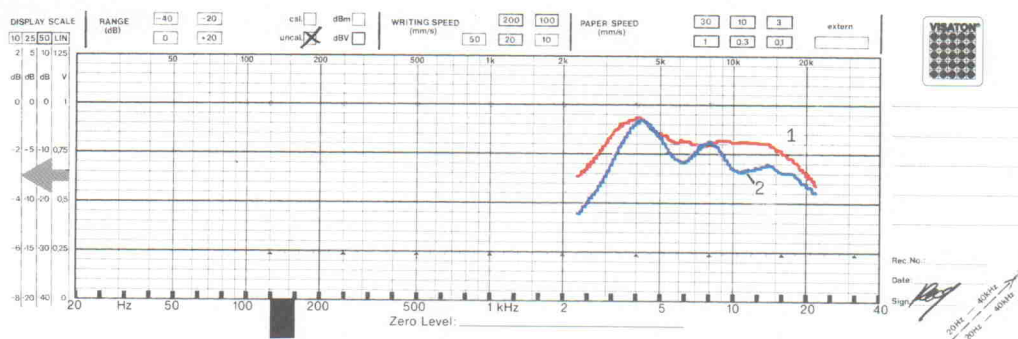
**Bild 5.** Kalottensysteme weisen in der Regel ein besseres Rundstrahlverhalten als Membranlautsprecher auf. Foto: Visaton



ge wichtige Aspekte beachtet werden. Wie bereits erwähnt wurde, ist im Mittel-Hochtonbereich ein gutes Rundstrahlverhalten eine notwendige Voraussetzung für eine gute Schallverteilung im PKW. Dies ist um so zwingender, je ungünstiger die vorgesehenen Einbauorte sind. Folglich sollte man für diesen Übertragungsbereich Kalottenlautsprechersysteme einsetzen, da diese das beste Rundstrahlverhalten aufweisen. Bild 5 zeigt typische Beispiele solcher Systeme.

Bei der Wahl der richtigen Baßlautsprecher sind gleich mehrere Punkte zu beachten. Zunächst, so kann man generell sagen, ist auch im Auto Membranfläche durch nichts zu ersetzen. Diese Tatsache erfordert aber auch, will man eine ordentliche Tiefbaßwiedergabe erzielen, ein genügend großes angekoppeltes Luftvolumen. Der Kofferraum bietet hierfür die wohl beste Möglichkeit. Allerdings wird man in vielen Fällen die zumeist recht kleinen serienmäßigen Einbauöffnungen mittels Blechschere erweitern müssen, um 16er-, 20er- oder gar noch größere Baßchassis zu montieren. Der verwendete Tieftöner sollte die gleichen technischen Merkmale aufweisen, wie er für Baßchassis gefordert wird, die in geschlossenen Gehäusen betrieben werden. Das bedeutet: eine relativ niedrige Resonanzfrequenz zwischen 30 und 60 Hz und einen Gesamtgütefaktor zwischen 0,7 und 1,2. Werden Lautsprecher verwendet, die diese Forderungen erfüllen, so ist eine ausreichende Baßwiedergabe gewährleistet. Lautsprecher mit 'harter' Membraneinspannung und dementsprechend hoher Resonanzfrequenz bzw. Lautsprecher mit einer Gesamtgüte von 0,1...0,3 eignen sich nicht für die Anwendung im PKW.

HiFi-Boxen selbstgemacht



**Bild 6. Lautsprecher, die gegen die Front- oder Heckscheibe strahlen, erzeugen oft Auslöschungen und Überhöhungen im Mittel- und Hochtonbereich (Kurve 2).**

Bei der Montage eines Baßlautsprechers in die Tür sollten kleinere Chassis (max. 16 cm) verwendet werden, da das Volumen der Tür erheblich geringer ist als das des Kofferraumes. Daher ist die Tiefbaßwiedergabe von kleineren Chassis (13 cm, 16 cm) in den Türen oft besser als das von größeren Lautsprechern. In vielen Hörtests hat sich gerade der Baßbereich im PKW als recht problematisch erwiesen. So konnte festgestellt werden, daß fast alle gehörten Kombinationen im stehenden Fahrzeug eine überzeugende Baßwiedergabe gewährleisteten. Wurde das Fahrzeug jedoch im Verkehr bewegt, so konnte eine Überdeckung des Tiefbaßbereiches von den während

der Fahrt auftretenden Eingengeräuschen des PKW festgestellt werden. Dies führte zu dem subjektiven Eindruck, es würde kein Tiefbaß reproduziert. Lediglich bei genügend großen Baßchassis (20 cm und mehr) trat dieser Effekt weniger stark auf. Allerdings ist diese Auswirkung stark vom verwendeten Fahrzeug abhängig.

Hat man sich nun für die richtigen Lautsprecher entschieden, beginnt der Einbau in das Fahrzeug. Hierbei ist es sinnvoll, sowohl im Bereich des Armaturenbrettes oder der vorderen Türen als auch im Heck Lautsprecherkombinationen zu installieren. Diese sollten allerdings, um Ärger bezüglich der Lautstärke mit den hinten sitzenden Fahrgästen zu vermeiden, getrennt regelbar sein. Gleichzeitig trägt diese Art der Anordnung zu einer räumlicheren Wiedergabe des Klangbildes bei.

Bei der Montage der Mittel- und Hochtonlautsprecher im vorderen Bereich des Wagens sollte man darauf achten, daß sie möglichst direkt auf die Personen gerichtet sind. Sie sollten also möglichst weit oben in der Türverkleidung oder im Armaturenbrett montiert werden, dabei allerdings nicht, wie so oft propagiert, gegen die Scheibe reflektieren, da es hier, wie Bild 6 zeigt, zu unerwünschten Auslöschungen und Überhöhungen

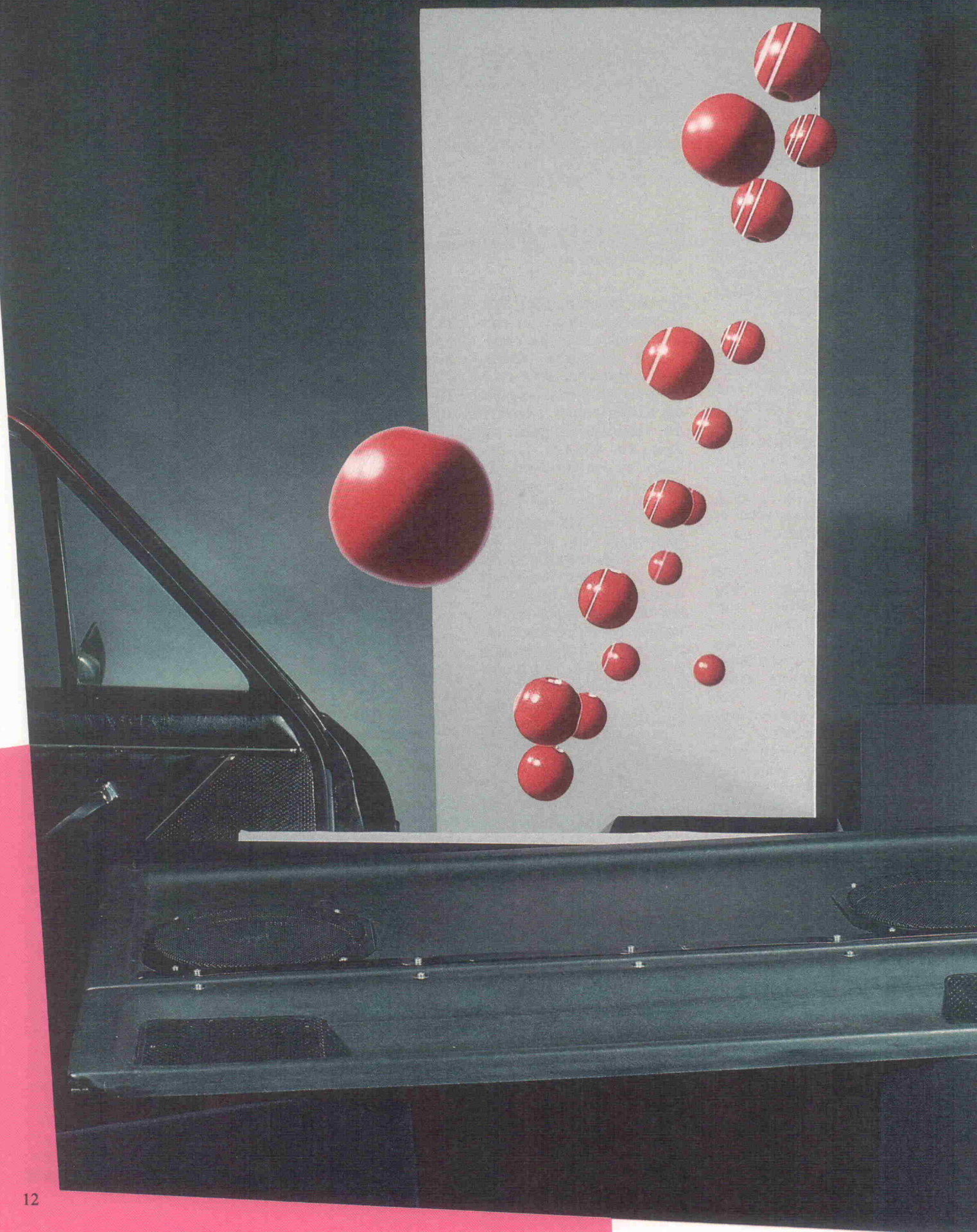
kommt. Dieser Aspekt gilt in gleichem Maße für die Heckablage.

Der Anordnung der Baßchassis im vorderen Fahrzeugteil sind zumeist enge Grenzen gesetzt. Oft findet man sie an einer geeigneten Stelle in der Tür montiert. Hier bietet die Heckablage, wenn man von den Blecharbeiten einmal absieht, bessere Möglichkeiten. Allerdings sollte man bei der Anordnung der Lautsprecher auf der Ablage die Hoch- und Mitteltöner möglichst weit außen plazieren und sie direkt in den Fahrgastraum strahlen lassen.

Sind alle baulichen Maßnahmen erfolgreich abgeschlossen, so werden mit der gleichen Sorgfalt die verbleibenden Arbeiten verrichtet: Das Verlegen nicht zu dünnen Leitungen, der richtige Anschluß der Frequenzweiche sowie der Anschluß der Lautsprecher. Als Tip sei noch erwähnt, daß es besser ist, alle Leitungen anzulöten statt auto-typisch zu stecken. Dabei werden lose Kabel und durch Korrosion entstehende Übergangswiderstände vermieden. Auch im Auto gilt, daß eine sehr gute Wiedergabequalität erzielt werden kann, wenn man bei der Wahl der einzelnen Komponenten mit der gleichen Sorgfalt auf qualitativ hochwertige Systeme und auf den exakten Einbau achtet, wie man dies bei guten Heimanlagen tun würde. Auch hier ist 'Wieviel Watt hat die Anlage?' nicht die alleinentscheidende Frage.

**Im Stand klingt's super, beim Fahren fehlt der Tiefbaß: Gerade der begehrte und oft so teuer erkaufte Baßbereich wird schnell von den Fahrgeräuschen überdeckt. Dann helfen nur noch richtig große Lautsprecher.**







# Auto-Baukasten

W. J. Tenbusch

**Der folgende Bauvorschlag ist für ein VW Scirocco Modell 84 konzipiert. Durch seinen Baukastencharakter bietet er die Möglichkeit, die akustische Lösung dem jeweiligen Geldbeutel und Qualitätsanspruch anzupassen. Bis auf einige wagenty-pische Details sind die gegebenen Einbauhinweise auch auf andere Autos übertragbar.**

Beim Einbau des einen oder anderen Radios in die Fortbewegungsmöglichkeit der lieben Bekanntheit trifft man immer noch recht häufig auf Lautsprecherchassis, die bei genauerer Betrachtung einem Diebstahl aus dem Deutschen Museum im München zu entstammen scheinen. Allerdings läßt sich auch bei neueren Modellen die konsequente Anwendung akustischer und physikalischer Erkenntnisse nicht immer erkennen. So wurde die Idee geboren, Chassis aus dem Lautsprecher selbstbau zu verwenden, die in ihrer Qualität und Produktreife nicht erst noch diskutiert werden müssen. Die Wahl fiel auf einen Hersteller mit großem Verbreitungsgrad und langjähriger Erfahrung auf diesem Gebiet, nämlich auf die Firma Heco.

Da die Ansprüche an eine Anlage recht unterschiedlich sind, wurde das System nach dem Baukastenprinzip aufgebaut. Die einzelnen Stufen sind voneinander unabhängig, harmonisieren aber miteinander.

Verwendet wurden Chassis der Baureihe Hecomp, und zwar die Modelle KC 25, KC 52, TC 130, TC 200.

Die Konuslautsprecher verfügen über einen Aluspulenkörper. Dies macht das Produkt nicht unbedingt billiger, ist aber für die Qualität (Wärmeabfuhr) und den Einsatzort Auto mit seinen wechselhaften Umwelteinflüssen von Nutzen.

Für den Hochtonbereich und für die mittleren Frequenzen wurden Kalottenlautsprecher ausgewählt, die zwar den Nachteil haben, mit einer erhabenen, zusätzlichen Abdeckung versehen werden zu müssen, die aber in ihrer Abbildung manchem Piezo- und Konuslautsprecher überlegen sind.

Alle Chassis haben eine Nennimpedanz von  $4\Omega$ . Der Wirkungsgrad liegt zwischen 89...91 dB. Generell sind Lautsprecher mit hohem Wirkungsgrad von Vorteil, wenn nicht die Möglichkeit oder der Wille besteht, leistungsstarke Verstärker einzusetzen.

Die Chassis sind als Sets erhältlich:  
Set I : KC 25, TC 130  
Set II: KC 52, KC 25, TC 200

Die Weichen weisen generell eine Flankensteilheit von 12 dB auf. Bei der relativ kleinen Anzahl von benötigten Bauteilen sollten nur solche mit geringen Toleranzen Verwendung finden. Die Belastbarkeit der passiven Bauteile liegt bei etwa 50 Watt.

Die Anlage in ihrer ersten Ausbaustufe sollte besonders die aufhören lassen, denen an einer ersten qualitativen Verbesserung ihrer Anlage gelegen ist. Wird das Klangbild von separaten, für die jeweilige Frequenz ausgelegten Chassis im Mehrwegsystem reproduziert, ist dies oft schon ein großer Fortschritt gegenüber einem einfa-



## HECO - Set I + II

### Technische Daten

Prinzip Stufe I	2-Wege-Kombination für Türeinbau
Stufe II	2x2-Wege-Kombination für Tür und Heckeinbau
Belastbarkeit	50/80 Watt
Impedanz	4Ω
Entwickler	W. J. Tenbusch

chen Breitbandlautsprecher, der alle Frequenzen wiedergeben soll, was er naturgemäß nicht kann.

Voraussetzung ist ein ganz normales Stereoradio mit einer Ausgangsleistung von etwa 10 Watt. Als Einbauort wurden die Seitentüren vorne gewählt, obschon es akustische Magenschmerzen bereitet, auch das Hochtonchassis dort unterbringen zu müssen, wo es eigentlich viel zu weit vom Ohr des Hörers entfernt liegt. Dies hat aber auch seine Gründe in der Unfallverhütung. Eine Montage auf dem Armaturenbrett oder am Seitenholm der Windschutzscheibe bringt Verletzungsgefahren mit sich. Eine Unterbringung im Armaturenbrett wäre zwar möglich, ist aber mit Lochsägearbeiten für den Lautsprecher verbunden, was bei unserem Prototyp an dem massiven Widerstand der Autobesitzerin scheiterte. Aber so ist es halt im richtigen Leben!

Die Montage des TC 130 ist relativ problemlos, denn mit seinen Abmessungen gehört er zu der am häufigsten verwendeten Form im Autobereich. Selbst die Bohrungen für die Befestigung harmonisieren. Die einzige Abweichung von der Norm ist der größere Magnet. Mit

### Stückliste

#### Chassis

Heco Set I (KC 25, TC 130)  
Heco Set II (KC 25, KC 52, TC 200)

#### Frequenzweiche

##### Stufe I

L1	0,8 mH, Luft
L2	0,2 mH, Luft
C1	4μ7, Folie
R1	2R2, 5 W

##### Stufe II:

L1	0,8 mH, Luft
L2	0,6 mH, Luft
C1	6μ8, Folie
R1	1R8, 5 W

evtl. zusätzlich für KC 25

C2	6μ8, Folie
L3	0,15 mH, Luft

oder Fertigweichen, Aktivweichen und  
Booster: von:

TCS, Rappstraße 24, 2000 Hamburg 13

#### Sonstiges

Abdeckgitter, Steckverbinder, Teesiebe...

*Tischlerei ist nicht gefragt. Bei dieser Bauanleitung wird eher schon mal ein wenig am Auto geknabbert. Hier ein Loch und dort ein Ausschnitt. Das Orchester fordert seinen Platz im Auto.*



einer Stichsäge kann die bereits vorhandene Aussparung schnell erweitert werden.

Leider besteht beim Scirocco nicht die Möglichkeit, den Hochtöner weiter in den oberen Bereich der Tür zu verlegen, da Versteifungen und Fenstermechanik im Wege sind. Hier empfiehlt es sich, für den Einbau die Türabdeckung nicht ganz herauszunehmen. Alle Arbeiten fallen so wesentlich leicht-





ter. Nun das Loch für den KC 25 mit der Schablone aussägen, dabei nicht die rückwärtige Abdeckung verletzen (Schwitzwasserschutz!). Fixiert wird das Chassis mittels Blechschrauben, die ein sehr breites Gewinde haben und nicht so schnell ausreißen. Besser ist es natürlich, den Lautsprecher mit Muttern zu verschrauben, die zusätzlich mit Klebstoff am Losvibrieren gehindert werden.

Der KC 25 braucht wegen seiner Kalotte unbedingt eine separate Abdeckung, die es aber leider nicht genormt zu kaufen gibt. Der Edelbastler weiß sich dennoch zu helfen! In einem unbemerkten Augenblick wird das Metall-Teesieb aus der Küche entwendet, heimlich lackiert und mit Minutenkleber entsprechend befestigt (die beste Hausfrau von allen möge uns verzeihen!).

Jetzt folgt die Verkabelung der Komponenten. Aus Platzgründen wird die Weiche ebenfalls auf der Rückseite montiert. Sorgfältig löten und auf die richtige Polarität achten!



Das Thema Verkabelung wird an anderer Stelle in diesem Heft ausführlich besprochen. Am besten vorher lesen!

Die Weiche wird tunlichst in einem Gehäuse untergebracht, weil das bei den klimatischen Verhältnissen in einer Autotür durchaus angebracht erscheint. Die Verbindung zum Radio wird am zweckmäßigsten durch die Tür in den vorderen Seitenholm und von dort zum Lautsprecherausgang des Radios geführt.

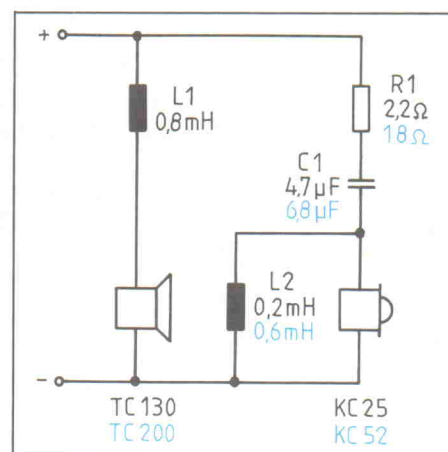
HiFi-Boxen selbstgemacht



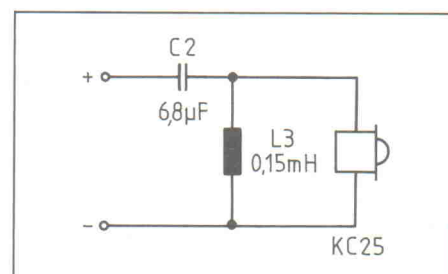
**In der zweiten Ausbaustufe wird die Sache rund. Wem die Lautsprecher in der Tür nicht genügen, wer auch seinen Mitfahrern auf der Rückbank ordentlich einheizen möchte, der ist mit diesem Vorschlag gut bedient.**

In der zweiten Ausbaustufe werden jetzt zusätzlich noch der KC 52 und der TC 200 auf der teilbaren Hutablage des Scirocco installiert. Der im Set II zusätzlich enthaltene KC 25 kann bei Bedarf in die Seitenverkleidung der Rückbank montiert werden.

Den KC 52 verpflanzen wir in den dem Fahrgastraum zugewandten Teil der Ablage, damit die hohen Frequenzen nicht von der Heckscheibe in die Kissen wegreflektiert werden. Auch hier wird mittels Stichsäge und Einbauschablone schnell die nötige Aussparung gefertigt.



Die Weichen für die Tür- und die Heckkombination unterscheiden sich nur in einigen Bauteilen. Die blau eingetragenen Werte gelten für die Heckablage.



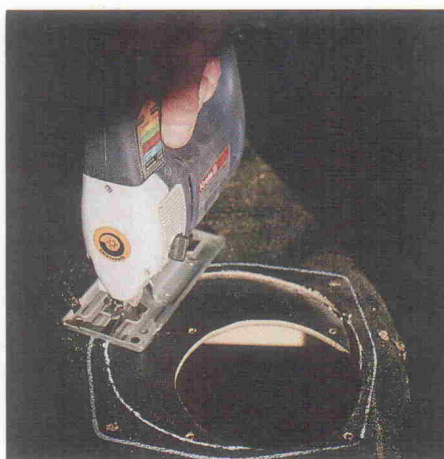
Bei Bedarf kann ein zusätzlicher Hochtoner in der Seitenverkleidung die Heckbeschallung abrunden.





## HECO - Set I + II

**Was bringt der beste Gurt, was nützt die schönste Knautschzone, wenn die Hecklautsprecher als Feinde von hinten lauern. Bei einem Autounfall entwickelt sich ein schlecht gesichertes Lautsprecherchassis schnell zum Geschloß. Alles gut verschrauben!**



Die Verbindungen zu den Chassis müssen trennbar bleiben, damit die Ablagen herausgenommen werden können.

Ebenso verfährt man mit dem TC 200, der jedoch auf jeden Fall verschraubt werden sollte. Die Muttern können durch Kleber oder Lack fixiert werden.



Wer ganz professionell vorgehen will, kann zwischen Ablage und Chassis noch eine Gummidichtung anbringen, um eventuelle Vibrationen gänzlich zu vermeiden.

Um Vibrationen geht es auch beim nächsten Arbeitsgang. Die Ablage war ja eigentlich nicht als Schallwand vorgesehen. Durch das zusätzliche Gewicht und durch die Löcher geschwächt, verliert sie an Stabilität. Es empfiehlt sich, wie auf dem Foto zu sehen, eine Aluprofilleiste anzubringen.

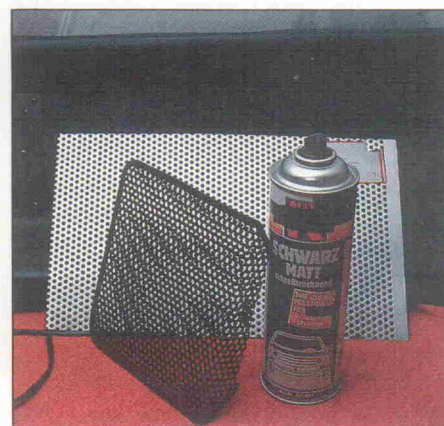


Nun zu den Membranabdeckungen. Der TC 200 kann problemlos mit einer im Zubehörhandel erhältlichen Sichtblende abgedeckt werden.



Für den KC 52 müssen wir uns allerdings etwas anderes einfallen lassen: Als Material dient Lochblech, das in jedem größeren Baumarkt erhältlich ist. Dies wird an den Seiten eingeknickt und schräg angeschliffen, bis es in die Ablage paßt,

danach lackiert und mit Kantengummi umklebt.



Die Zuleitungen vom Radio sind am besten an der Mittelkonsole vorbei nach hinten durchzuziehen, möglichst unter dem Teppichboden!

Die Frequenzweichen werden entweder in Radkastenhöhe befestigt oder ebenfalls unter die Ablage geschraubt.

Als Radio empfiehlt sich ein Typ mit vier Ausgängen und eingebautem Überblendregler. Auch ein entsprechender Booster kann bei dieser Anzahl von Systemen schon angebracht sein.

Einen Booster benötigt auch, wer den Baßtreiber zusätzlich motivieren will. Zusammen mit einer elektronischen Weiche, die speziell für diese Anlage erhältlich ist (Stückliste), wird so aus der Kombination ein Aktivsystem, das vollends die-Post abgehen läßt.



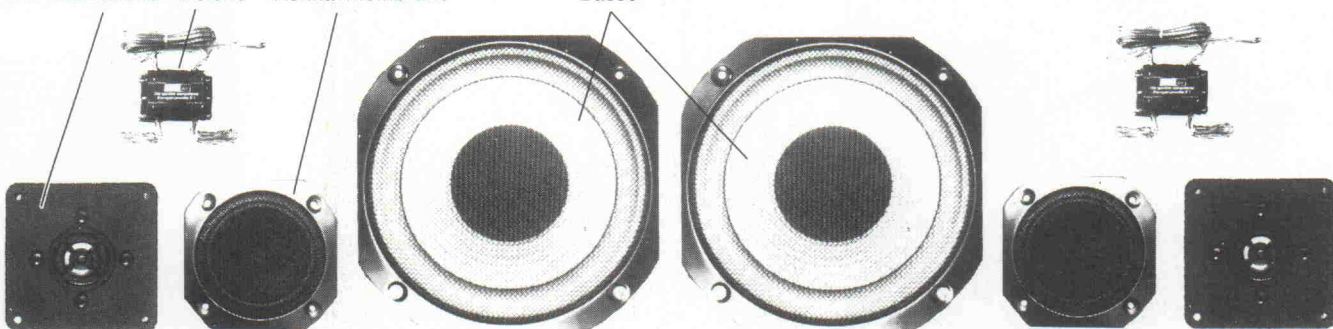


**präsentiert:**  
**car speaker**  
**components**  
**A 160 plus**

### 7 hochwertige Auto-Hifi Anlagen, z.B.

original MB Titankalotte Spezial-Weiche Mitteltöner mit Konkavmembrane

große 215 mm Bässe



#### Prospekte:

Fordern Sie Unterlagen an über alle 7 Komponentenanlagen, die 3 Türlautsprecher und das Hifi Boxen und Disco-Programm.

#### Fachhändler:

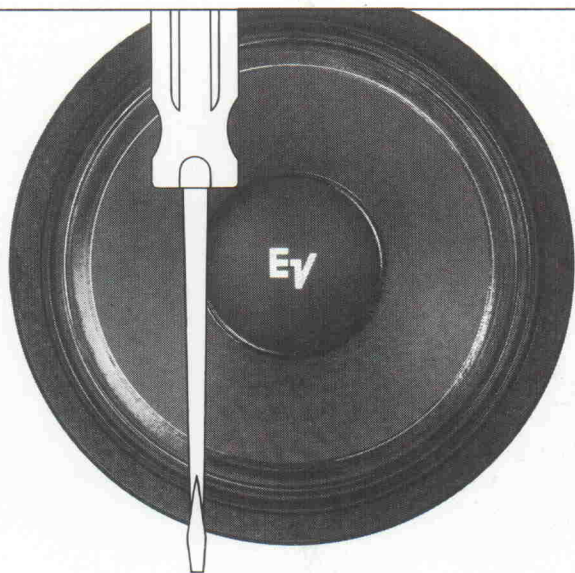
Sprechen Sie mit uns über Konditionen und unser 14 Tage Testangebot.

#### Vertriebspartner:

Fragen Sie uns bezüglich der noch freien Handelsvertretergebiete.

#### profi hifi Vertriebsgesellschaft mbH

Kringelkrugweg 33a  
2000 Norderstedt  
Telefon 040/522 81 81



## 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.



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

## IEM Auto HiFi

Da wird Ihr Auto Ohren machen!

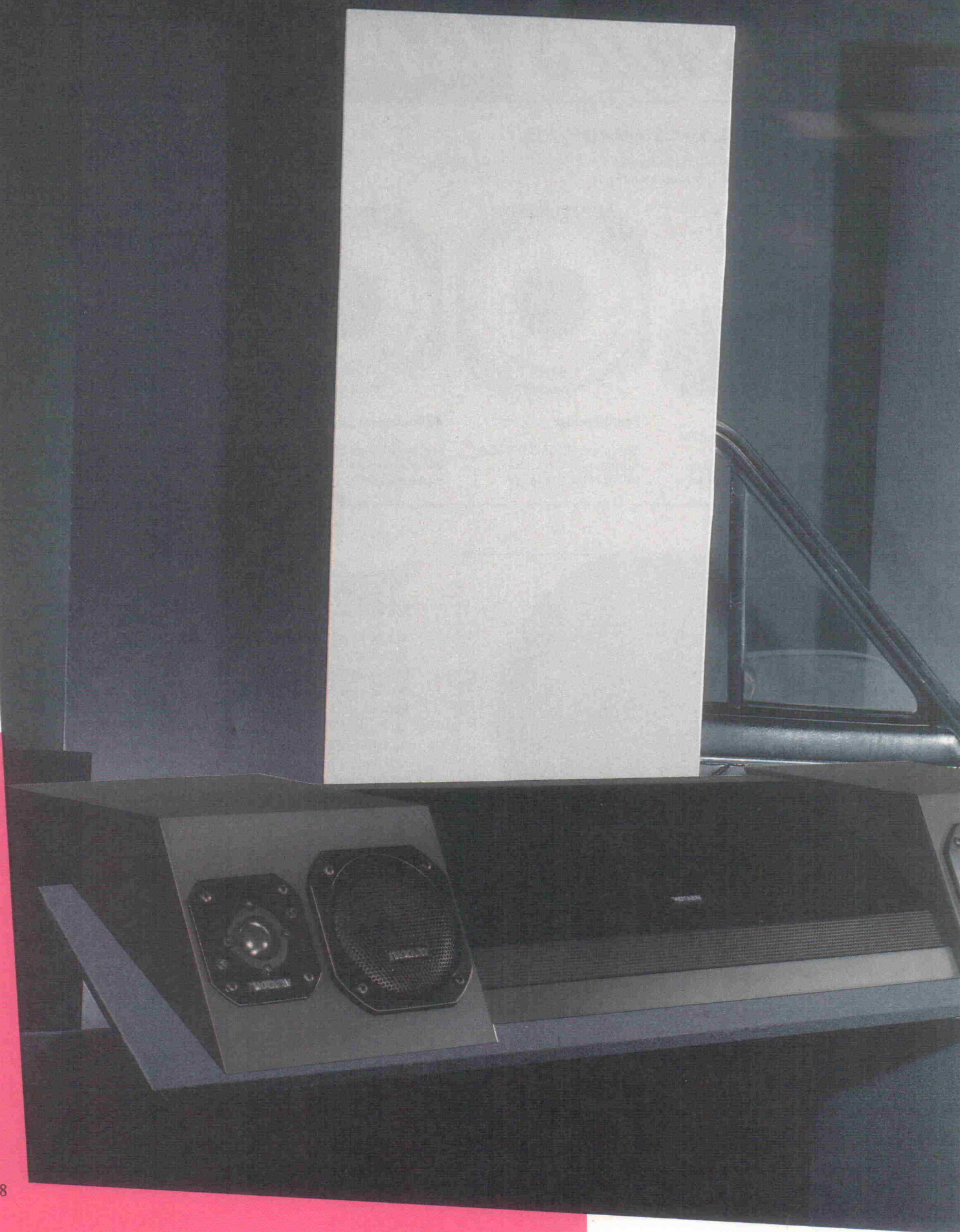
Wir bieten ein umfangreiches Programm an preiswerten Qualitätsbausätzen. Unser Angebot reicht vom kompakten Autolautsprecher bis zur 300 Watt Box. Darüber hinaus führen wir auch Boxen in Subwoofer- und Bassreflex-technik. Sämtliche Boxen sind für CD Technik geeignet, wurden in akustischen Labors entwickelt und im Vergleich mit Spitzenboxen getestet. Für die Montage der IEM Bausätze sind weder technische Kenntnisse noch spezielles Werkzeug notwendig. Bei IEM Boxen werden die Lautsprechersysteme mit speziellen Steckverbindungen an die fertig verdrahtete Frequenzweiche angeschlossen. Umständliches Löten entfällt. Wenn Sie mehr erfahren wollen schicken wir Ihnen gerne unser kostenloses und unverbindliches Informationsmaterial.

IEM Industrie Elektronik GmbH,  
Postfach 40, 8901 Welden, Tel. 0 82 93/19 79





## Visaton-Topdeck





# Hifi-Corsage

W. Kuhlmann

**Gut aussehen und gut anzuhören - bei Autolautsprechern oft ein Gegensatz. Hier nicht! Die von der Firma Visaton entwickelte Heckablage 'Topdeck' wurde für den Opel Corsa maßgeschneidert, ist leicht nachzubauen und läßt sich mit geringfügigen Änderungen auch in vielen anderen Autotypen realisieren.**

Die Visaton-Topdeck ist eine 3-Weg-Kombination. Die Mitteltöner C100 und die Hochtönlautsprecher HC20 sind jeweils links und rechts in zwei dreieckigen Aufbauten untergebracht. Diese Anordnung hat gleich zwei wichtige Vorteile: Erstens wird der für die Stereowiedergabe wichtige Frequenzbereich direkt, ohne ungünstige Reflexionen an der Heckscheibe, in den Fahrgastraum abgestrahlt. Der zweite Vorteil besteht darin, daß die Konusmitteltöner unbeeinflusst vom Baßlautsprecher in einem eigenen geschlossenen Gehäuse arbeiten. Der Baßbereich bis etwa 280 Hz wird von zwei 16-cm-Baßchassis C160 übernommen, die waagrecht unter einer Lochblechabdeckung abstrahlen. Auch die Bauteile für die Frequenzweiche finden in den Gehäuseaufbauten genügend Platz. Für die Signalversorgung der Lautsprecher wurde eine vierpolige Steckverbindung montiert, die beim Herausnehmen der Heckablage eine unproblematische Trennung der Signalleitung ermöglicht.

Der Nachbau dieser Konstruktion erfordert keine allzu großen hand-

werklichen Fähigkeiten. Zunächst wird der Form der Heckablage entsprechend eine Grundplatte aus 19-mm-Spanplatte geschnitten und - wegen der starken Neigung des Baßmitteltongehäuses - mit einer Aussparung für den Magneten des C100 versehen.

Nun werden die dreieckigen Seitenwände der Aufbaugeschäuse aus 8-mm-Sperrholz zugeschnitten. Paßgenau hierzu können im Anschluß die beiden Deckel zugeschnitten werden. Der Zusammenbau der Kästchen erfolgt mit Leim und kleinen Nägeln.

Bevor nun die Aufbaugeschäuse auf die Grundplatte geschraubt werden, sollte die Frequenzweiche montiert werden. Bei der Gestaltung der Abdeckung für die Baßchassis sind der Phantasie keine Grenzen gesetzt. Im Mustergerät wurden zwei Dreieckleisten auf den Abstand zwischen den Boxen zugeschnitten. Die vordere Leiste erhielt eine geringere Höhe als die hintere. Mit einer Feinsäge läßt sich recht leicht eine Nut in die vordere Leiste sägen, in die dann später das Lochblech gesteckt wird, während das Blech an der hinteren Leiste festgeschraubt wird.

Ein passendes Lochblech bekommt man in jedem Blechverarbeitungsbetrieb, und meist kann man es dort auch gleich biegen lassen. Es muß nur noch anschließend lackiert werden. Die gesamte Holzkonstruktion sollte jedoch noch sorgfältig gespachtelt werden, bevor auch sie unter Lack gesetzt wird.

Nachdem die Leitungen verlegt und die Chassis montiert sind, wird die



## Technische Daten

Prinzip	3-Weg-Heckablage
Belastbarkeit	60 W
Impedanz	4 Ohm
Übergangsfrequenzen	280 Hz, 4200 Hz
Entwickler	W. Kuhlmann / Visaton
Preis	Chassis + Fertigteile für beide Kanäle ca. 500,— DM

## Stückliste

### Chassis (Visaton)

Tieftöner 2 x C160 (4Ω)  
Mitteltöner 2 x C100 (4Ω)  
Hochtöner 2 x HC20 (4Ω)

### Frequenzweiche

#### Spulen

L1	0,1 mH; Luft; Ø0,6mm
L2	0,23 mH; Luft; Ø 1mm
L3	1,5 mH; Luft; Ø0,8mm
L4	3,2 mH; Ferrit; Ø0,9mm

#### Kondensatoren

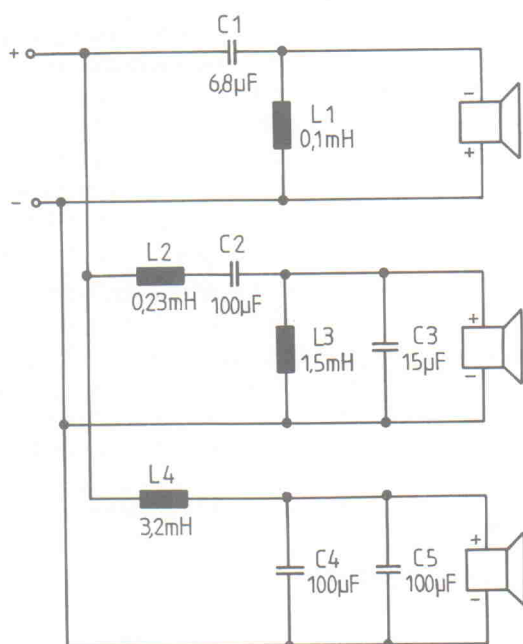
C1	6μ8; Folie
C2,4,5	100μ; Elko, 63 V
C3	15μ; Elko, 63 V

### Holz- und Gehäuseteile (für Opel Corsa)

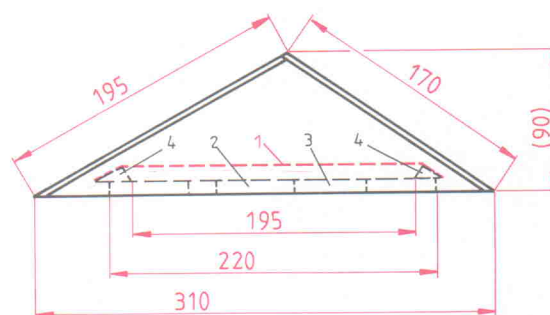
ca. 0,3m<sup>2</sup> Spanplatte, 19 mm  
ca. 0,5m<sup>2</sup> Sperrholz, 8 mm  
ca. 1,2m Dreieckleisten  
ca. 0,15m<sup>2</sup> Alu-Lochblech, 2 mm

gesamte Konstruktion mittels einiger Holzschrauben auf die Ablage geschraubt.

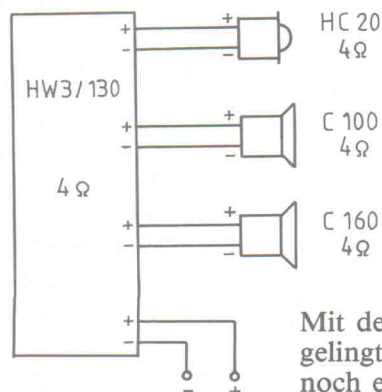
Sowohl als einzige Schallquelle als auch gemeinsam mit guten Türlautsprechern dürfte das Topdeck selbst hohen Ansprüchen hinsichtlich der Wiedergabequalität genügen.



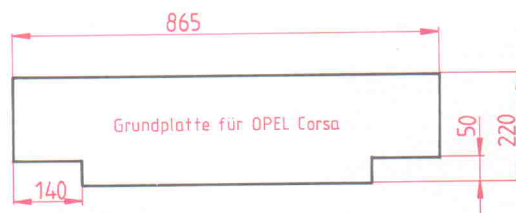
- 1 — Lochblech
- 2 — Holzleiste
- 3 — Öffnung
- 4 — Dreieckleisten



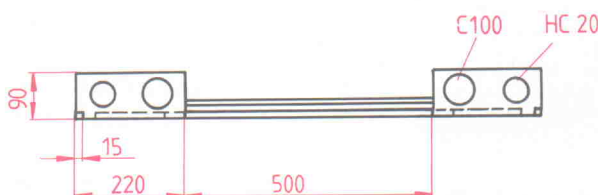
Die Bauelemente der Frequenzweiche können mit Heißkleber im Gehäuse fixiert werden.



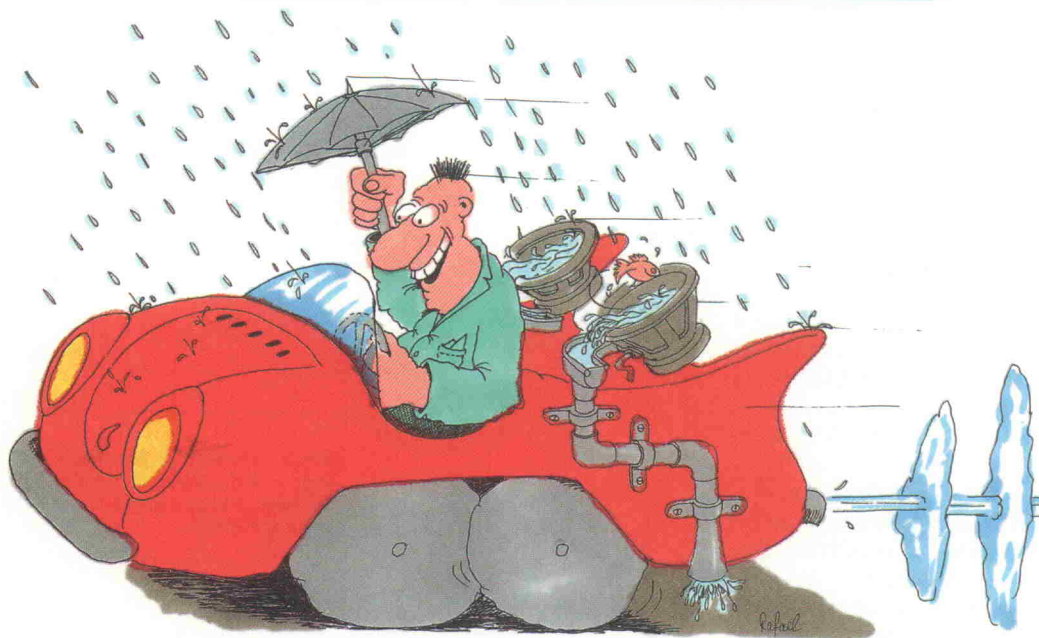
Mit der Fertigweiche gelingt der Aufbau noch einfacher



Aussparung für  
Mittelteiltöner







# Qualität und Güte

**Dipl.Ing. P. Geukes**

Zwischen dem letzten Winter und dem Sommerurlaub in Spanien liegt ein Delta-Theta von hundert Grad Celsius. Jedenfalls im Innern des Autos. Um diesen Temperaturbereich schadlos abzudecken, muß ein Autolautsprecher mechanisch gut sein. Um mit seinem Einbauort Heckablage auch akustisch fertig zu werden, braucht er zudem eine bestimmte Güte - Insidern auch als Q-Faktor bekannt.

Prinzipiell gelten im Fahrzeug die gleichen physikalischen Verhältnisse wie bei der Konstruktion von Lautsprecherboxen im allgemeinen. Allerdings stellt der Einbauort Auto einige besonders hohe Ansprüche an die Lautsprechersysteme. So sind die tropischen Klimaverhältnisse im Sommer und die arktischen Verhältnisse im Winter harte Belastungsproben für die empfindlichen Lautsprechersysteme. Feuchtigkeit, Kälte und Hitze sind Einflüsse, die auch das hochwertigste Chassis zerstören können, wenn es nicht für diese Belastungen konzipiert ist. Deshalb gilt es, vor dem Kauf oder dem Berechnen der Eignungsfähigkeit eines Hifi-Lautsprechersystems zu überprüfen, ob das System den Anforderungen gewachsen ist. So sind zum Beispiel Lautsprechermembranen aus Pappe, egal ob beschichtet oder un-

beschichtet, aufgrund mangelhafter Resistenz gegen Feuchtigkeit meistens unbrauchbar. Spätestens nach 4 bis 5 Monaten haben diese Membranen ihre Eigenschaft soweit verändert, daß man nicht mehr von einem Hifi-System reden kann. Für die Autobeschallung setzen sich daher immer mehr die robusten und auch technisch überlegenen Kunststoff-Membranen durch, die weitgehend feuchtigkeitsunempfindlich und temperaturstabil sind. Auch Bewohner oder Besucher des sonnigen Mittelmeer-Raumes brauchen also um ihre teuren Lautsprechermembranen nicht zu fürchten.

Tiefe Temperaturen sind für Baßlautsprecher in der Regel nicht besonders kritisch. Einige Lautsprecher verändern ihre Freiluftresonanz. Die Resonanz verschiebt

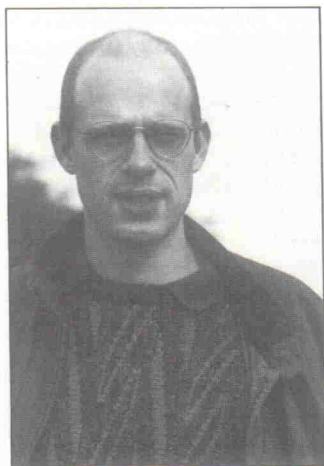
sich dabei geringfügig zu etwas höheren Frequenzen, so daß keine Beschädigungen des Systems, sondern nur eine ganz leicht verminderte Tiefbaßwiedergabe entsteht. Da gute Systeme aber bei richtigem Einbau ausreichend tiefe Frequenzgänge aufweisen, ist dieser Effekt meist ohne Bedeutung. Hochtonkalotten sind Temperaturschwankungen gegenüber relativ unempfindlich. Bei Temperaturen um 0 Grad Celsius steigt die mechanische Dämpfung bei Ferrofluid-Kalotten. In der Praxis wirkt sich das in einem verringerten Wirkungsgrad während der ersten Betriebsminuten aus. Nach einigen Minuten Betrieb hat die Leistung der Schwingenspule das Ferrofluid soweit erwärmt, daß es wieder seine ursprünglichen Eigenschaften annimmt.

Autolautsprecher gibt es in der Regel in zwei Ausführungen: als Einbausystem für Türen und Heckablagen oder als komplette, geschlossene Aufbaubox. Bei Systemen mit eigenen Gehäusen, die auf die Heckablage montiert werden, spielt natürlich das Volumen eine wichtige Rolle. Da diese Ge-

**Lautsprechern in der Heckablage steht in der Regel das gesamte Kofferraumvolumen als 'Box' zur Verfügung — 500 bis 1000 Liter. Da ist leicht einzusehen, daß die meisten Chassis aus Wohnzimmer-Boxen fehl am Platze wären. Ihre elektrischen Parameter sind auf kleinere Gehäuse zugeschnitten.**



## Der Autor



Peter Geukes ist seit sechs Jahren Vertriebsingenieur und Vertriebsleiter für Lautsprecher-systeme bei der Firma Dynaudio in Hamburg. Der 30jährige Bocholter studierte an der Universität Paderborn und erlangte dort 1981 den Abschluß als Diplomingenieur der Fachrichtung Nachrichtentechnik.

häuse nicht sehr groß werden dürfen, kann man eine gute Abstimmung nur mit sehr kleinen Baßlautsprechern erzielen. Durch die kleinen Membranflächen werden allerdings die dynamischen Tiefbaßeigenschaften stark eingeschränkt.

Beim Einbau von einzelnen Lautsprechersystemen ist es möglich, größere Membrandurchmesser einzusetzen und dadurch deutlich bessere Tiefbaßeigenschaften zu erzielen. Allerdings benötigen diese Einbaulautsprecher ein entsprechend großes Luftvolumen, auf das sie arbeiten können. Normale HiFi-Lautsprecher mit Membrandurchmessern unter oder bis 20 cm sind in der Regel für den Einbau in relativ kleine Lautsprechergehäuse abgestimmt. Ein Einsatz solcher Systeme würde erfordern, daß im Kofferraum oder unter der Heckablage ein geschlossenes Gehäuse untergebracht wird. Eine wesentlich elegantere Lösung ist jedoch die Nutzung des kompletten Kofferraumvolumens. Legt man das Lautsprecherchassis so aus, daß das Luftvolumen sehr groß sein darf, so dient der gesamte Kofferraum als Lautsprechergehäuse. Bedenkt man, daß bei dieser Einbauart leicht eine 'Box' mit 1000 Litern Inhalt zustande kommt, so ist recht einsichtig, daß hier die meisten Chassis aus Wohnzimmer-Boxen fehl am Platze wären. Welche Daten nun so ein ideales Chassis für die Heckablage aufweisen sollte, läßt sich mit einigen Rechenschritten zeigen.

Die technischen Eigenschaften eines Lautsprecherchassis lassen sich mit den Thiele/Small-Parametern beschreiben und erfassen. Für die folgende Betrachtung sind die Chassis-Güte  $Q_{TS}$  und das Nachgiebigkeitsvolumen  $V_{AS}$  entscheidend. Das Gehäusevolumen einer geschlossenen Box wird errechnet aus:

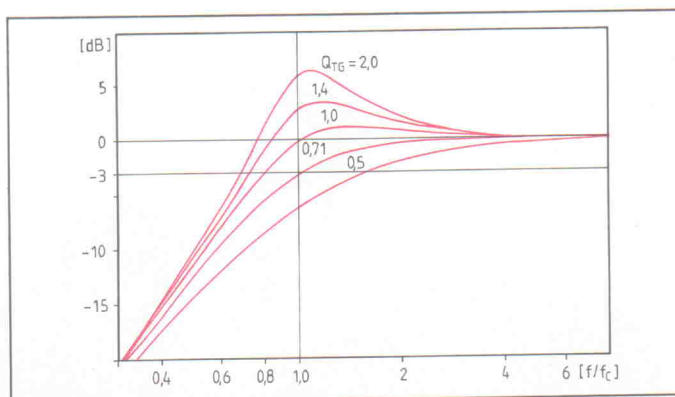


Bild 1. Bei einer Gehäusegüte von  $Q_{TG} = 0,71$  ergibt sich ein ausgeglichener Frequenzgang bei gutem Impulsverhalten.

$$V_G = \frac{V_{AS}}{\left(\frac{Q_{TG}}{Q_{TS}}\right)^2 - 1} \quad (1)$$

Dabei ist  $Q_{TG}$  der Gütefaktor des zu berechnenden Gehäuses. Bild 1 zeigt den Einfluß der Gehäusegüte auf den Frequenzgang des eingebauten Chassis. Mit einer Güte  $Q_{TG} = 0,71$  ergibt sich ein ausgeglichener Frequenzverlauf bei gutem Impulsverhalten.

Ersetzt man in Gleichung 1 den Nenner durch die Verhältniszahl  $a$ , so vereinfacht sich der Ausdruck zu

$$V_G = \frac{V_{AS}}{a} \quad (2)$$

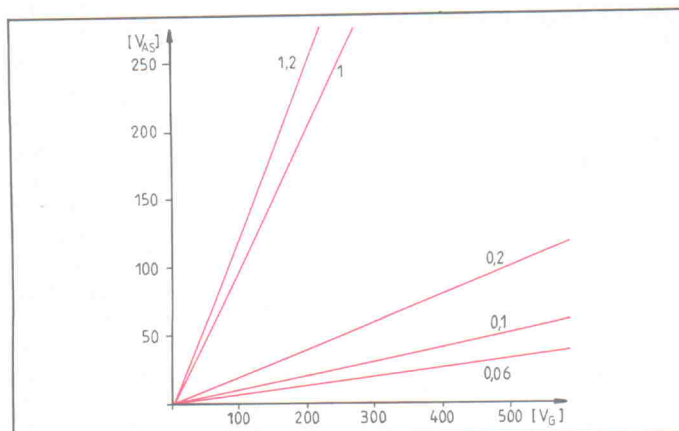
und man erhält mit

$$a = \left(\frac{Q_{TG}}{Q_{TS}}\right)^2 - 1 \quad (3)$$

den Faktor  $a$ , um den die Nachgiebigkeit des Treibers durch das Gehäuse verringert werden muß. Normale Kofferraumvolumen liegen zwischen 200 und 1000 Litern, die Nachgiebigkeitsvolumen  $V_{AS}$  gängiger Lautsprecherchassis bis 200 mm Durchmesser haben Werte zwischen 5 und 200 Liter. Damit Gleichung 2 aufgeht, muß die Zahl  $a$  also in jedem Fall kleiner als 1 sein.

Bild 2 zeigt das Verhältnis von  $V_{AS}$  für verschiedene Größen von  $a$ . Auf der X-Achse ist das Kofferraumvolumen  $V_G$  aufgetragen, auf der Y-Achse das Nachgiebigkeitsvolumen  $V_{AS}$  des

Bild 2. Ist der Faktor  $a$  sehr klein, so darf das Gehäusevolumen ruhig in weitem Bereich variieren, ohne daß es zu einer gravierenden Fehl-Abstimmung kommt.





Baßtreibers. In dieser Darstellung ist leicht zu erkennen, daß bei kleinen Werten der Zahl  $a$  eine weitgehende Unabhängigkeit vom Volumen des Kofferraums eintritt. Es ist sinnvoll, mit Werten von  $a < 0,2$  zu arbeiten. Setzt man diesen Wert in Gleichung 3 ein, so zeigt sich, daß die Chassissgüte  $Q_{TS}$  höchstens um 10% von der gewünschten Einbaugüte  $Q_{TG}$  abweichen darf. Für die gewünschte Butterworth-Abstimmung mit  $Q_{TG} = 0,71$  muß das Chassis also einen Q-Faktor zwischen 0,63 und 0,7 aufweisen.

Eine Beispielrechnung zeigt sofort, daß ein richtig ge-

nung nach Umstellung von Gleichung 1 so aus

$$\begin{aligned} Q_{TG} &= Q_{TS} \sqrt{\frac{V_{AS}}{V_G} + 1} \\ &= 0,7 \sqrt{\frac{201}{1001} + 1} \\ &\approx 0,77 \end{aligned}$$

Eine Verringerung des Kofferraumvolumens um 86% hat also eine Vergrößerung der Gehäusegüte um 8% zur Folge. Diese Fehlabbastimmung ist akzeptabel und in der Praxis nicht hörbar.

Anders sieht es aus, wenn ein ungeeigneter Lautsprecher eingesetzt wird. Ein Chassis mit den Parametern

$$\begin{aligned} Q_{TS} &= 0,27 \\ V_{AS} &= 251 \end{aligned}$$

erfordert eine Gehäusegröße

$$V_G = \frac{251}{\left(\frac{0,71}{0,27}\right)^2 - 1} \approx 4,21$$

Hier wäre es also möglich, das Chassis in einer kleinen, geschlossenen Box auf der Heckablage zu betreiben. Baut man dieses Chassis offen in die Heckablage ein, so ergibt sich bei 700 Liter Kofferraumvolumen für die Gehäuseabstimmung.

$$Q_{TG} = 0,27 \sqrt{\frac{251}{7001} + 1} \approx 0,27$$

Ein kurzer Blick auf Bild 1 zeigt, daß dieser Einbau eine teure Lösung zur Verhinderung von Tiefbaß darstellt. Als Konsequenz aller Berechnungen stellt sich heraus: Lautsprecher, die offen in der Heckablage betrieben werden, müssen eine Systemgüte  $Q_{TS}$  um 0,7 aufweisen. Ausgebaute Chassis aus irgendwelchen Heimboxen sind in den seltensten Fällen geeignet. Abgesehen von der Tatsache, daß zu meist ihre Güte nicht stimmt, sind sie auch für die klimatischen Ansprüche im Auto nicht gut genug.

**Der Einbau hochwertiger Hifi-Chassis mit einem geringen Systemgütefaktor ist die teuerste Lösung zur Vermeidung jeglichen Tiefbasses. Die Hersteller guter Autolautsprecher geben ihren Chassis die Daten mit auf den Weg, die der Einbauort Auto verlangt.**

wähltes Chassis die Anforderungen des Heckablageneinbaus erfüllen kann. Für einen Lautsprecher mit den Parametern

$$\begin{aligned} Q_{TS} &= 0,7 \\ V_{AS} &= 201 \end{aligned}$$

ergibt sich als Gehäusevolumen  $V_G$

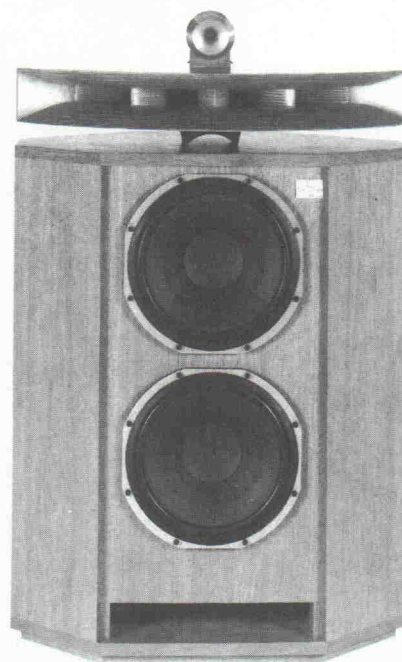
$$V_G = \frac{201}{\left(\frac{0,71}{0,7}\right)^2 - 1} \approx 6951$$

Dieser Wert entspricht recht gut der Größe eines durchschnittlichen Kofferraumes. Wird nun das Fahrzeug beladen und sinkt dabei das Kofferraumvolumen auf 100 Liter, so sieht die Rech-

HiFi-Boxen selbstgemacht

## VISATON® Labs' Product

# Selbstgebaute HiFi-Boxen für höchste Ansprüche

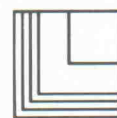


### TL 860 D Monitor\*

Extravaganz der Spitzenklasse. Unübertreffliche Dynamik gepaart mit äußerster Verfärbungsarmut, die nur noch vom Original übertroffen wird. Kompromißloses Konzept mit 2 Spitzenklasse-Tieftönern TL 12/D 61, einem Mitteltonhorn TL 300 mH, das unumstritten zu den besten gehört, dem passenden Treiber TL 445 MD – eine Delikatesse an Verarbeitungsqualität und Know-how – dem TL 16 H, ein speziell für High-End-Ansprüche konzipiertes Hochtוןhorn.

**\*auch als Fertiggehäuse lieferbar.**

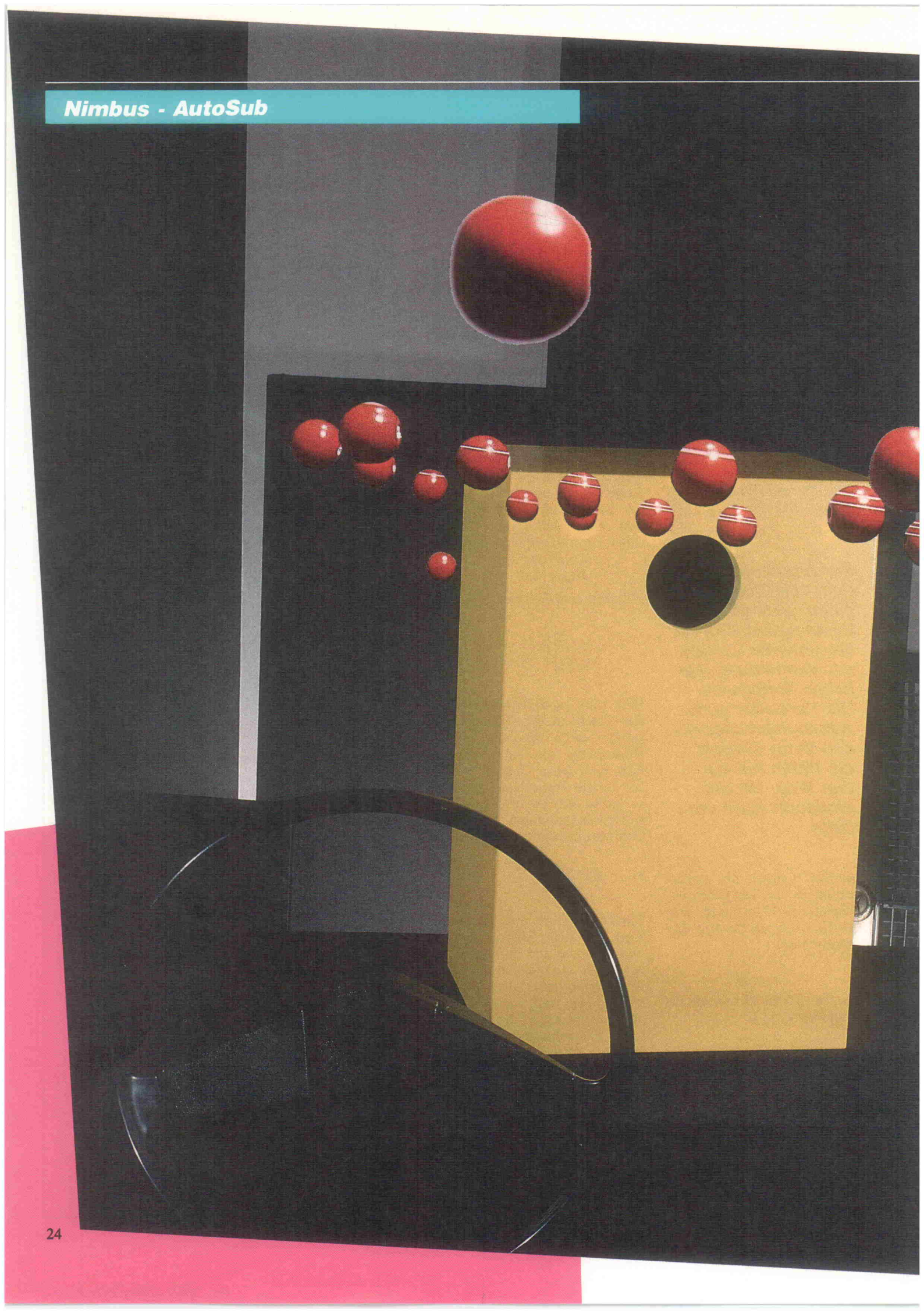
Ausführliche Informationen und Fachhändlernachweis durch:  
VISATON · Pfalzstr. 5–7 · 5657 Haan



## Technology Line



**Nimbus - AutoSub**





# Das schwarze Loch

Dr.-Ing. M. Hubert

**Die Heckablagen vieler Autos bieten ein typisches (Klang)bild: Zwei vergitterte Koax-Systeme oder zwei kleine Zweiweg-Kombinationen sorgen für eine - wenn man Glück hat - entsprechende Mittel- und Hochtongwiedergabe. Und der Tiefbaß?**

**Also, ein richtiger Baßlautsprecher muß her. Aber welcher und wohin damit?**

Handelsübliche Hifi-Tieftöner benötigen in der Regel ein definiertes und für den Autoeinbau meist zu großes Gehäuse. Ein freier Einbau ohne Gehäuse verbietet sich wegen der hohen Nachgiebigkeit der Membranaufhängung - der Schwingpulenträger würde bereits bei mittleren Pegeln anschlagen.

Außerdem ist der Wirkungsgrad typischer Hifi-Lautsprecher meist viel zu gering, da die Leistungsabgabe von Autoradios und Boostern - bei vertretbarem Aufwand - recht begrenzt ist.

Da liegen die Musiker-Lautsprecher mit ihrem höheren Wirkungsgrad und mit ihrer harten Membranaufhängung schon besser im Rahmen. Nachteil: viel zu hohe Resonanzfrequenz - Folge: kein Tiefbaß.

Und hat man einen Tieftöner gefunden, dann bleibt die Frage nach dem Wohin. Zwei 200-mm-Tieftöner in der Hutablage machen die

Ablage zur Schallwand. Wohin dann mit dem Hut?

Der Ausweg heißt: Bandpaß-Subwoofer. Das Prinzip ist genial einfach, kompakt und wirkungsvoll. Der Tieftöner arbeitet mit seiner einen Membranseite auf ein geschlossenes Gehäuse, mit seiner anderen Seite auf eine ventilierte Kammer. Das Chassis selbst ist also gar nicht sichtbar. Diese Bauweise führt ohne weitere elektrische Hilfsmittel zu dem Übertragungsverhalten eines Bandpaßfilters zweiter Ordnung, wobei das Verhältnis der beiden Volumina den Wirkungsgrad und den Durchlaßbereich des Bandpasses bestimmt.

Der Wirkungsgrad eines solchen Subwoofers ist gegenüber dem einer gleich großen geschlossenen Box mit gleicher Grenzfrequenz mehr als doppelt so hoch!

**Das Prinzip des Bandpaß-Subwoofers ist genial einfach. Allein die Gehäusebauweise bestimmt das gewünschte Übertragungsverhalten. Eine Frequenzweiche erübrigt sich.**



## Nimbus - AutoSub

### Technische Daten

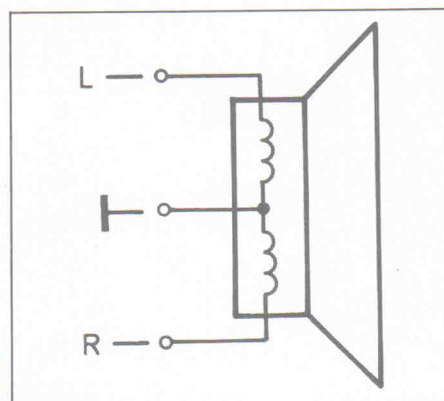
Prinzip	Bandpaßsubwoofer
Belastbarkeit	2 x 80 Watt
Impedanz	2 x 8 Ω
Übergangsfrequenz	200 Hz
Volumen	7 + 14 l
Entwickler	Dr.-Ing. M. Hubert
Preis (Chassis)	198,- DM

### Stückliste

Chassis Nimbus CW 200 DVC

Bedämpfung Noppenschaumstoff PZ2048

Holz- und Gehäuseteile  
19-mm-MDF-Platte, nach  
Gehäusezeichnung oder  
nach eigener Wahl (siehe Text)



Wie so eine Box aussehen kann, zeigt die Bauskizze. Die eingezeichneten Maße können hier als Vorschlag genommen werden. Wichtig sind allein die genauen Volumina. Der geschlossene Raum braucht 7 Liter Inhalt, der ventilierte 14 Liter.

Die ventilierte Kammer enthält den Baßreflexstutzen. Praktischerweise wurde zudem die Tunnelfläche gleich so dimensioniert, daß die Tunnellänge genau der Plattenstärke des Gehäuses entspricht. Ein Loch genügt also. So kann man den Subwoofer in der Tat an jedes Auto anpassen und darf ihn dabei sogar verstecken. Unter dem Sitz, im Kofferraum, hinter der Rückbank... Für die Wellenlängen in diesem tiefen Baßbereich sind praktisch alle Autos akustisch völlig durchlässig.

Auch der Anschluß an die Anlage gestaltet sich recht einfach. Wegen der natürlichen Bandpaßcharakteristik, wie sie der Frequenzschrieb zeigt, kann auf jegliche Weichenschaltung verzichtet werden. Die beiden Schwingspulen des Tieftöners werden einfach jeweils parallel zu den vorhandenen Lautsprechern gelegt.

Womit das Thema wieder beim Tieftöner angelangt ist. Ausgewählt wurde ein Teil aus der renommierten englischen Chassis-Schmiede Hartung, das mit einigen Besonderheiten aufwarten kann.

Die Doppelschwingspule wurde ja schon erwähnt. Eine für den linken, die andere für den rechten Kanal. Die Spulen sind auf einen neuartigen Carbonfaserträger gewickelt, der sehr leicht ist, trotz-

**Der Mittelpol der Schwingspule wird an die gemeinsame Masse des Lautsprecherausgangs gelegt. Die beiden anderen Anschlüsse liegen am rechten und linken Kanal.**

dem extrem stabil und temperaturfest.

Außerdem ist der Lautsprecher mit einem Kort-Magneten ausgestattet. Bei diesem patentierten Prinzip taucht die Spule bei großen Auslenkungen in einen sogenannten Bremsluftspalt ein. In diesem Bremsluftspalt ist das Magnetfeld entgegengesetzt zu dem des Arbeitsluftspalts gerichtet und sorgt dafür, daß die Schwingspule bei sehr großem Hub abgebremst wird. Ein Anschlagen des Schwingspulenträgers an der unteren Polplatte wird damit unmöglich.

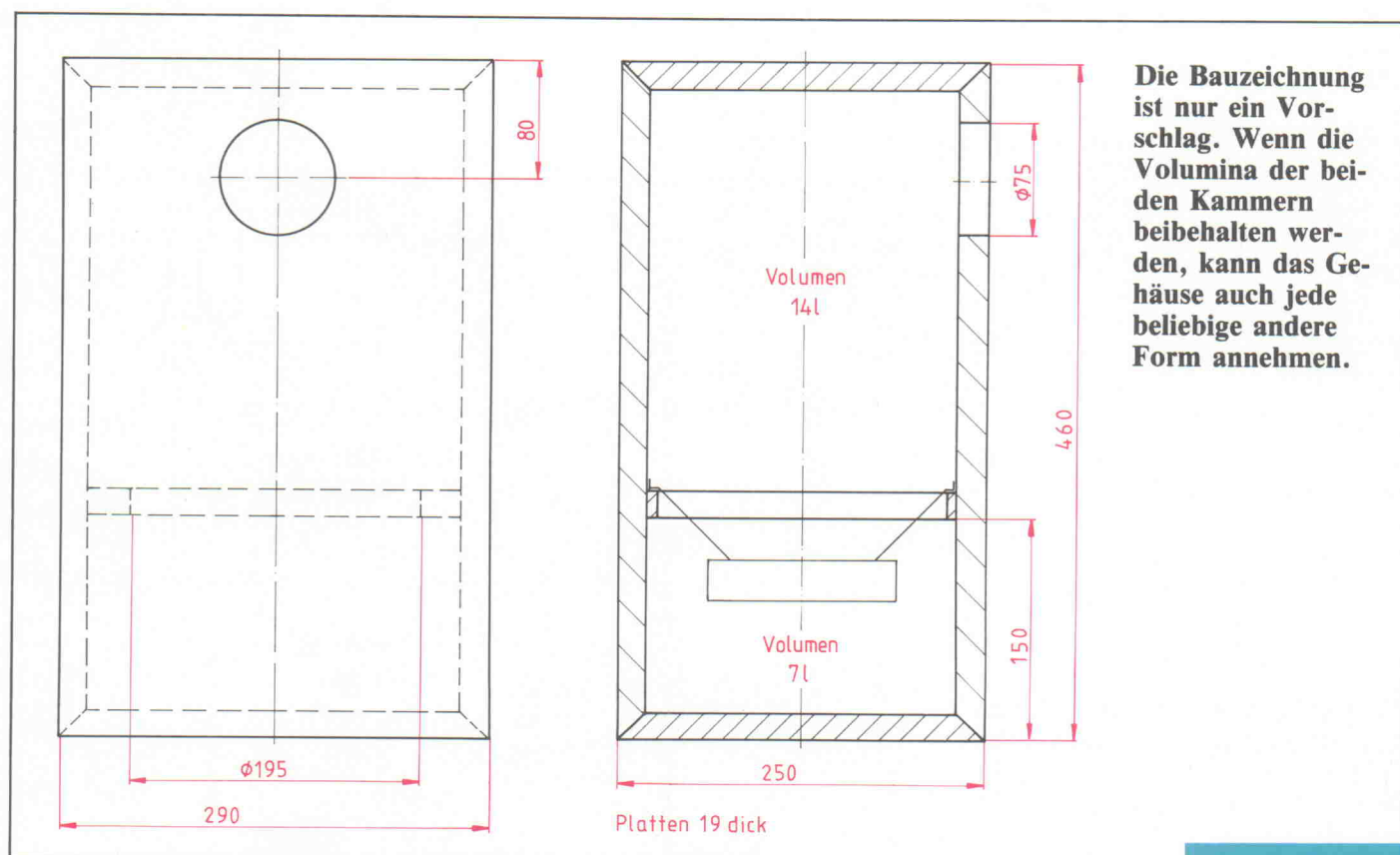
Wer beim Autofahren ähnlich verfährt - rechtzeitiges Abbremsen vor dem Anschlagen -, wird lange Freude an diesem Subwoofer haben.

**Lautsprecher mit Doppelschwingspule lassen sich besonders einfach als Monobaß betreiben. Die beiden Stereokanäle müssen nicht erst über eine Weiche miteinander verkoppelt werden. Das übernimmt der Lautsprecher.**

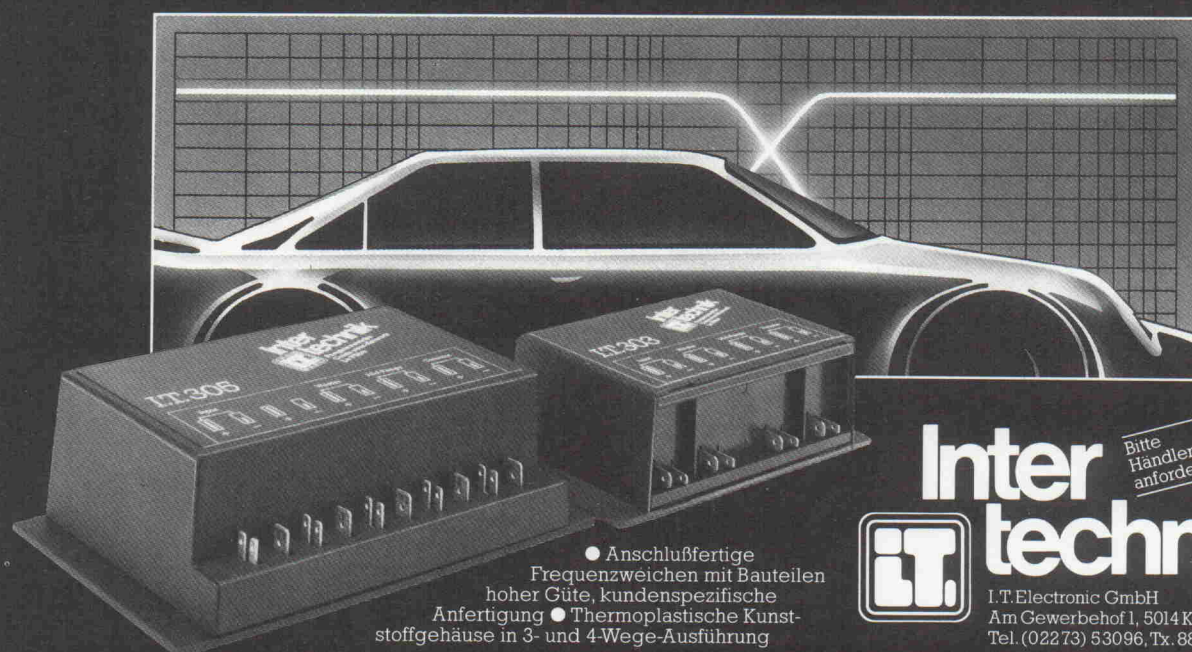
**Keine Spule, kein Kondensator. Trotzdem ein Frequenzgang, wie ihn eine Weiche nicht besser bewerkstelligen könnte.**







## I.T. Auto-Frequenzweichen – die professionelle Basis für Auto-HiFi



- Anschlussfertige Frequenzweichen mit Bauteilen hoher Güte, kundenspezifische Anfertigung
- Thermoplastische Kunststoffgehäuse in 3- und 4-Wege-Ausführung

**Inter  
technik**

Bitte  
Handlernachweis  
anfordern

I.T.Electronic GmbH  
Am Gewerbehof 1, 5014 Kerpen 3  
Tel. (02273) 53096, Tx. 888018 itd



**ITT - MiniMax**





# Mobil im Auto

Axel Oberhage

**Aus dem Walkman eine Heimstation zu machen, war der eigentliche Anlaß für diese Bauanleitung. Doch was daheim gut ist, ist sicher auch gut im Auto, im Wohnwagen, im Zelt, im Wochenendhaus. Besser als der Plastik-Sound der meisten Radiorecorder klingt sie allemal - die MiniMax.**

Die Industrie bietet als Walkman-Zubehör diverse Miniboxen an, die den Recorder-Winzling zu einer kleinen, aber vollständigen Heimanlage erweitern können. Die Idee liegt also nahe, diese Boxenzwerge auch im Auto zu verwenden. Doch erstens sind diese Industrie-Böxchen ganz schön teuer und trotzdem zweitens klanglich nicht gerade vom Feinsten: Was die Plastikfassade verspricht, hält der Klang.

Da fühlt sich der Boxenentwickler in der Pflicht, etwas Höherwertiges zu produzieren, und er sieht auch sogleich eine ganze Menge interessanter Einsatzgebiete.

Zunächst einmal die Kleinbox für die Heimstation zum Walkman und zum Scheckkartentuner. Hier muß natürlich noch ein wenig Verstärker- und Netzelektronik dazukommen.

Dann die Auto-Box für die Heckablage, die den vielverwendeten Plastikschränken überlegen ist.

Und nicht zuletzt die mobile Kleinbox für den Urlaub, als Bestandteil einer ebenso mobilen Stereoanlage.

Gerade diese letzte Anwendung ist recht reizvoll. Wer kann und will schon seine Heim-Hifi-Anlage in den Urlaub mitnehmen? Im übrigen

ist es in manchen Regionen (nicht nur in südlichen) angebracht, sein teures Autoradio auszubauen, wenn das Fahrzeug für längere Zeit abgestellt wird.

Die Konstruktion der MiniMax ist sicher kein Meilenstein genialer Gehäusetechnik. Hauptkriterium der Konzeption bleibt nun mal die Tatsache, daß eine normale Heckablage nur sehr wenig Stellfläche gestattet. Die Optimierungsversuche erstrecken sich also im wesentlichen auf die Suche nach einem geeigneten winzigen Baßlautsprecher.

Zum einen gibt es kaum Baßchassis gewünschter Größe, die auch wirklich Baß machen. Zum anderen tummeln sich auf eben diesem Markt diverse Produkte, die heute noch als aktuelle Reißer über den Ladentisch gereicht werden, morgen jedoch nicht mehr erhältlich sind, weil sie aus einem Fernost-Sonderprogramm stammen.

Nach einigen Versuchen stand dann doch die Tieftonbestückung fest. Der LPT 100/19/120 FG, aus hiesiger Produktion der Firma

**Wie der kleine Ableger einer Wohnzimmerbox sieht sie aus. Darum paßt die MiniMax besonders gut ins Wohnmobil und in den Wohnwagen — in die rollenden guten Stuben auf den Ferienstraßen.**



## Technische Daten

Prinzip	geschlossene 2-Weg-Box
Belastbarkeit	30 Watt
Impedanz	4 Ohm
Übergangsfrequenz	3000 Hz
Volumen	ca. 1,2 l
Entwickler	Axel Oberhage
Preis (Chassis + Weiche)	ca. 80,— DM pro Paar

ITT, zeigte sich trotz seines langen Namens bei lediglich 10 cm Durchmesser als problemloser Zeitgenosse. Er nötigt dem Entwickler keine komplizierte Frequenzweiche ab und zeigt zudem - in seiner 4-Ohm-Version - einen respektierlichen Wirkungsgrad. Und das alles zu einem freundlichen Preis.

Der Hochtöner sollte ebenfalls nicht zu teuer sein - und gut beschaffbar. Der LPKH 50/10/120 vom gleichen Hersteller erfüllte die Bedingungen. Bis 20 kHz gibt's keinerlei Probleme.

Die Weiche eignet sich nur wenig dazu, sie mit Geheimnissen aus den tiefsten Schubladen eines Boxengurus zu umweben - wie ein kurzer Blick aufs Schaltbild zeigt. Und doch wird hier ein bißchen mehr eingesetzt als der eine einzige Kondensator, der manch fernöstliche Weichenkonstruktion darzustellen hat. Für den Hörer und Entwickler ist ein 12-dB-Filter im Baß nicht zu umgehen.

Der Hochtöner gibt sich da problemloser. Sein etwas zu hoher Wirkungsgrad wird schon zum großen Teil dadurch aufgefangen, daß er als 8-Ohm-Typ dem 4-Ohm-Baßchassis prinzipiell einigen Vorsprung läßt. Der Vorwiderstand R1

## Stückliste

### Chassis

Tieftöner ITT LPT 100/19/120 FG 4  $\Omega$   
Hochtöner ITT LPKH 50/10/120 8  $\Omega$

### Frequenzweiche

L1	0,5 mH
C1	8 $\mu$ /50 V ~
C2	2 $\mu$ 2/50 V ~
R1	2R2/5 W

### Holz- und Gehäuseteile

Spanplatte, 16 mm	
Seiten	2 Stück 178 x 87
Boden/Deckel	125 x 100
Spanplatte, 13 mm	
Rückwand	179 x 93
Front	210 x 125

### Sonstiges

Dämmmaterial Steinwolle  
Anschlußklemme

erledigt den Rest. Wer etwas mehr 'Zisch' haben will, ersetzt ihn einfach durch eine Drahtbrücke.

Der Frequenzschrieb zeigt, daß auch eine nicht aufwendige Lösung zu einem ausgeglichenen Frequenzgang führen kann. Die leichte Überhöhung im Baßbereich tut dem Klangbild eher gut. Noch etwas kräftiger wird der Baß, wenn die Box an der Wand oder in einer Ecke aufgestellt wird. Im Fahrzeug ist sie ohnehin in der Nähe der Heckscheibe positioniert.

Die Gehäusekonstruktion des Boxenzweriges dürfte am wenigsten Schwierigkeiten bereiten. Der Eigenbau aus Spanplatten (besser: -plättchen) macht die Kiste zwar etwas schwerer gegenüber industrieller Formspritzguß-Plastikware, dafür aber resonanzärmer. Und die Gefahr, daß diese Box unter Einwirkung südlicher Sonne auf der Heckablage zerfließt oder selbsttä-

tig ihre Form verändert, ist gleich Null.

Die letzte Feinheit bei der Abstimmung einer Box ist die richtige Bedämpfung. Hier sagt auch ein gutaussehender Frequenzschrieb nicht mehr viel über den tatsächlichen Klangeindruck aus. Trotz gefälliger Meßwerte kann das Teil nach Schuhschachtel klingen. Genau das war der Fall bei den ersten Bedämpfungsversuchen mit Bailey-Wolle und BAF-Wadding. Erst eine lockere Füllung mit Steinwolle führte zu einem guten Klangeindruck.

Noch etwas zum Klang: Man sollte hier bitte schön keine High-End-Maßstäbe anlegen. Kleinstlautsprecher für höchste Ansprüche, zum Anschluß an gute HiFi-Anlagen, gibt es selbstverständlich, und sie wurden auch in elrad-Sonderheften reichlich vorgestellt. Diese hervorragenden Boxen klingen im Auto jedoch miserabel und schwachbrüstig. Umgekehrt kann die hier vorgestellte MiniMax an einer High-End-Anlage nicht das Nonplusultra sein.

Entwicklungsziel und Erwartungen



Ab 200 Hz kann manche große Box neidisch werden. Tiefbaß im Discosound kann der Zwerg natürlich nicht bieten. Dafür müßte schon ein Subwoofer mitmachen.

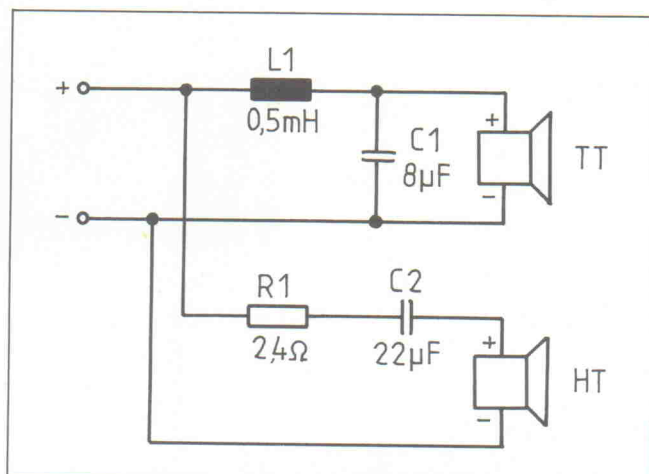
30



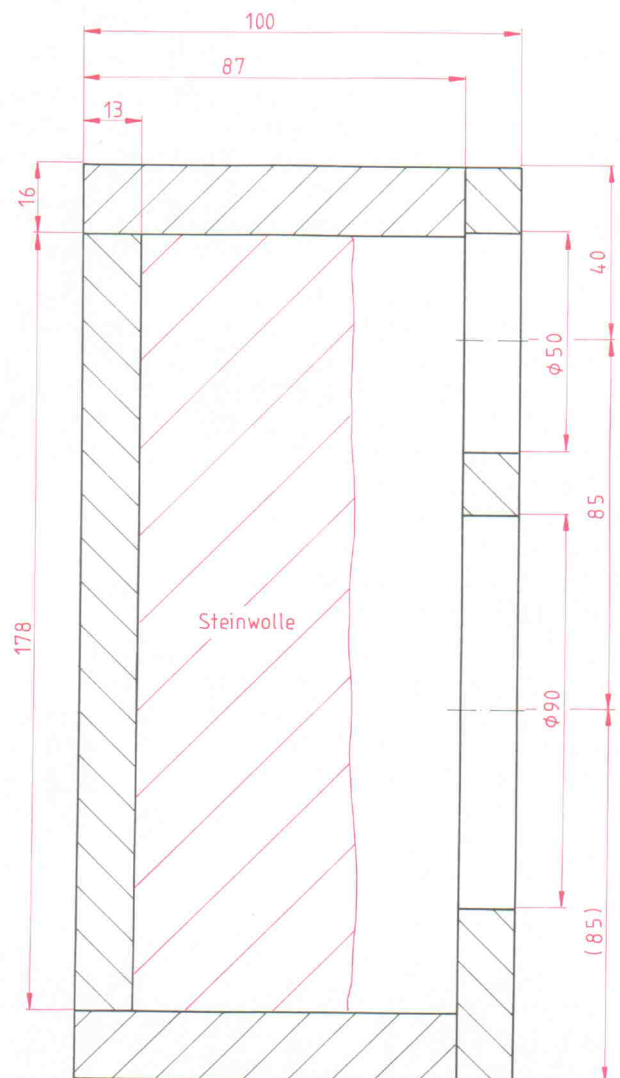
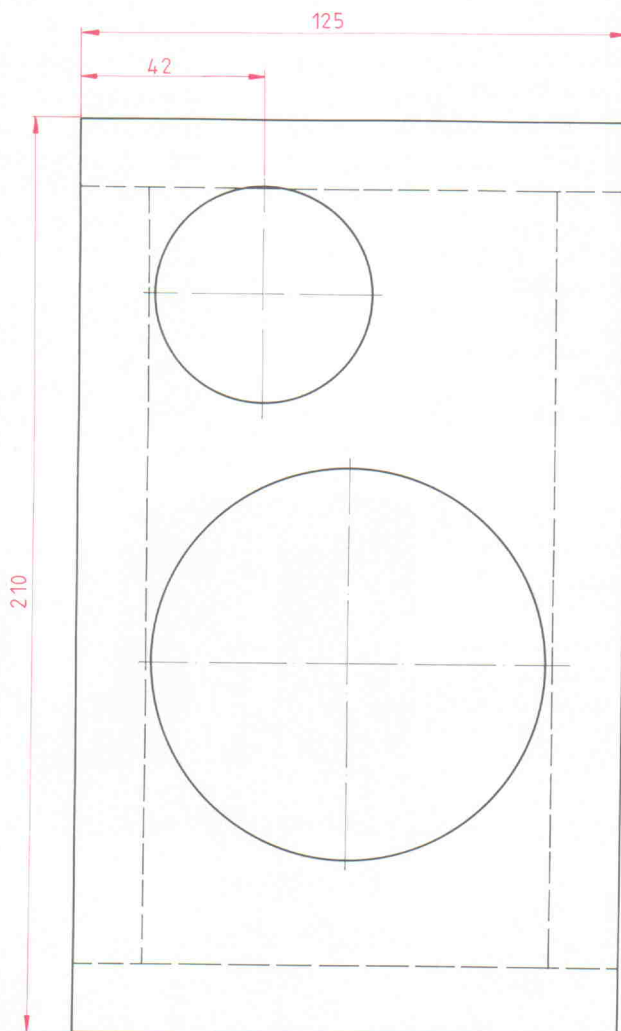


müssen ebenso in Einklang gebracht werden wie das Steuergerät (hier das Autoradio) und der Schallwandler (hier die Minibox). Unter dieser Voraussetzung hat die MiniMax ihre ökologische Nische schnell gefunden: im Auto, im Wohnwagen, im Zelt und - mit zusätzlicher Endstufe - als Walkman-Erweiterung. Mehr war nicht beabsichtigt.

Erstaunlich ist immerhin, welch ein Sound - trotz minimalen Aufwands - von solchen Winzlingen produziert werden kann.

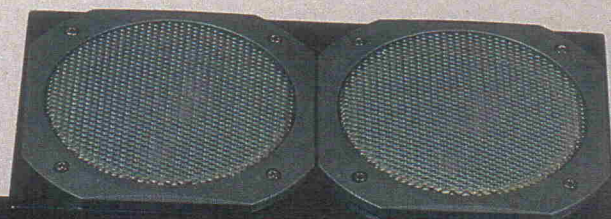
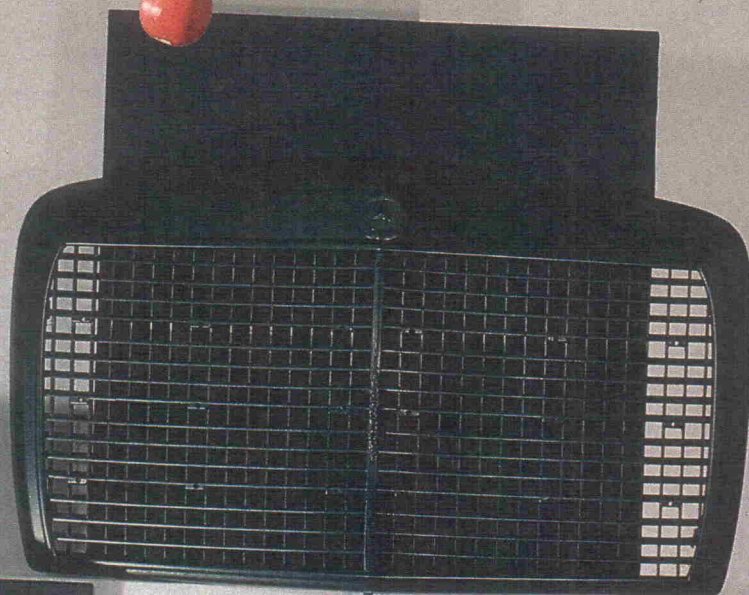


**Einfacher geht's nicht! Und mehr Weiche würde auch kaum in das Gehäuse passen. Für die Holzarbeiten reicht eine Ecke vom Küchentisch.**





**Mivoc Sub + Sat**





# Platzprobleme?

**Michael von Keitz**

**Die Türen moderner Autos lassen sich in drei Gruppen einteilen:**

- Mit ausreichend Platz für vollständige Lautsprecherkombinationen inklusive Tieftöner.
- Mit wenig Platz für Mittel- und Hochtöner.
- Ohne jede Einbaumöglichkeit.

**Hier eine Lösung für die Fälle zwei und drei!**

Zur Übertragung tiefster Frequenzen unter 100 oder gar 80 Hertz sind Baßsysteme von mindestens 16 cm Durchmesser und ausreichendem Hub erforderlich. Nur so wird eine untere Grenzfrequenz von 40 Hz erst möglich - ein entsprechendes Einbauvolumen vorausgesetzt.

Die hier vorgestellte Kombination arbeitet mit einer zentralen Tieftoneinheit (Subwoofer), die diese Kriterien erfüllt. Sie wird mit universell einsetzbaren Mittel-/Hochton-Einheiten (Satelliten) hoher Klangqualität kombiniert.

Diese Lösung hat den Vorteil, daß die Mittel-/Hochton-Einheiten wahlweise in der Tür oder im Heck montiert werden können. Die Montage in der Tür bietet neben einem besseren Stereo-Effekt den angenehmen Vorteil, daß man mitten in einer musikalischen Badewanne sitzt. Leider gehören jedoch sehr viele Autotüren zur dritten Kategorie - damit bleibt dann nur die Montage im Heck. Also werden die entsprechenden Gehäuse zur Aufnahme des Konus-Mittelton-Systems und der Titan-Hochton-Kalotte ebenfalls vorgestellt.

Die Tiefton-Signale werden pro Kanal von je einem 16-cm-Langhub-System verarbeitet, das allerdings eine Einbautiefe von rund 8 cm hat. Leider sind die meisten Heckablagen auf der Unterseite so geformt oder verstrebt, daß ein Einbau unmöglich wird. Außerdem beschränken häufig die Querverstrebungen der Kofferraumscharniere die mögliche Einbautiefe auf 2...3 cm. In all diesen Fällen muß der direkte Einbau der Baßsysteme in die Heckablage durch ein Aufbaugehäuse ersetzt werden.

Das Baßgehäuse ist auf der Unterseite offen, so daß die Systeme durch einen Ausschnitt in der Heckablage an das Kofferraumvolumen gekoppelt sind. Die Fläche des Ausschnittes sollte mindestens  $\frac{2}{3}$  der addierten Membranfläche betragen:  $2 \times 146 \text{ cm}^2 = 292 \text{ cm}^2$ , hiervon  $\frac{2}{3} = 195 \text{ cm}^2$ . Ein rechteckiger Ausschnitt von  $19,5 \times 10 \text{ cm}$  genügt also schon, sollte jedoch immer so groß wie möglich gehalten werden. In besonders schwierigen Fällen kann die Ausschnittsfläche auch durch eine entsprechende Anzahl von Bohrungen mit größerem Durchmesser (ab 8 mm) ersetzt werden.

Die Unterkanten der Box können selbstverständlich auch abgestuften Heckablagen angepaßt werden - das Volumen kann beliebig variiert werden. Wichtig ist vor allem, daß die Unterkanten luftdicht abschließen. Tesamoll hat sich hier gut bewährt.

Der Frequenzverlauf der Baßeinheit weist den 3-d B-Punkt bei etwa 110 Hz auf, bei 200 Hz sind bereits -13 dB erreicht. Somit sind stören-



## Technische Daten

### Subwoofer

<b>Prinzip</b>	Aufbau auf die Heckablage
<b>Belastbarkeit</b>	80 Watt
<b>Impedanz</b>	6 Ohm
<b>Übergangsfrequenz</b>	150 Hz (—7 dB)
<b>Entwickler</b>	Mivoc
<b>Preis (Chassis, Weiche und Gitter)</b>	ca. 200,— DM (beide Kanäle)

### Satelliten

<b>Prinzip</b>	geschlossenes 2-Weg-System
<b>Belastbarkeit</b>	80 Watt
<b>Impedanz</b>	4 Ohm
<b>Übergangsfrequenz</b>	4500 Hz
<b>Entwickler</b>	Mivoc
<b>Preis (Chassis, Weiche und Gitter)</b>	ca. 200,— DM (beide Kanäle)

de Einflüsse auf die räumliche Abbildung nicht zu erwarten. Durch die Beschränkung auf den Bereich unterhalb von 150 Hz ist der Subwoofer universell einsetzbar und damit auch zur Ergänzung von beliebigen 4-Ohm-Systemen mit schwacher Baßwiedergabe geeignet. Die Subwooferweiche enthält neben dem 12-dB-Tiefpaß über L1, C1, C2 und R1 zusätzlich einen 6-dB-Hochpaß über C3 und C4. Dieser entlastet die angeschlossenen Satellitensysteme vom untersten Tieftonbereich und steigert damit deren Belastbarkeit. Der fehlende Tiefbaßbereich verringert au-

## Stückliste

### Subwoofer

<b>Holzteile</b>	19 mm gem. Zeichnung
<b>Chassis</b>	MIVOC WAW 166
<b>Gitter</b>	MIVOC GB 160
<b>Fertigweiche</b>	NWSW 122/III
<b>Frequenzweiche</b>	
<b>Spulen</b>	
L1	7,5 mH, Draht mind. 1 mm Ø auf 50-mm-Ferritkern
<b>Kondensatoren</b>	
C1	220 µF/ 63 V Tonfrequenzelko
C2	68 µF/ 63 V Tonfrequenzelko
C3	330 µF/ 35 VAC (besonders verlustarmer Tonfrequenzelko)
C4	6,8 µF/100 V, Folie
<b>Widerstände</b>	
R1	2,2 Ω/5 W

### Satellit

<b>Holzteile</b>	10 mm gem. Zeichnung
<b>Chassis:</b>	
Mittelton-System	MIVOC MAW 134
Hochton-Kalotte	MIVOC HTF 194 S
<b>Gitter</b>	MIVOC GB 130
<b>Fertigweiche</b>	NW 210
<b>Frequenzweiche</b>	
<b>Spulen</b>	
L2	0,40 mH/max. 0,4 Ω
L3	0,12 mH/max. 1,0 Ω
<b>Kondensatoren</b>	
C5	15 µF/100 V Folie
C6	4,7 µF/100 V Folie

ßerdem den Membranhub der Systeme, was der Wiedergabequalität im Mitteltonbereich zugute kommt.

Für eine vollwertige Ergänzung der Baßeinheit im Mittel-/Hochtonbereich werden auch hier hohe Anforderungen gestellt:

— Der Übertragungsbereich muß bis etwa 110 Hz herabreichen.

— Der Abstrahlwinkel des Hochtonsystems muß so weit sein, daß auch bei ungünstigen Einbaupositionen eine gute Beschallung im obersten Frequenzbereich gewährleistet ist.

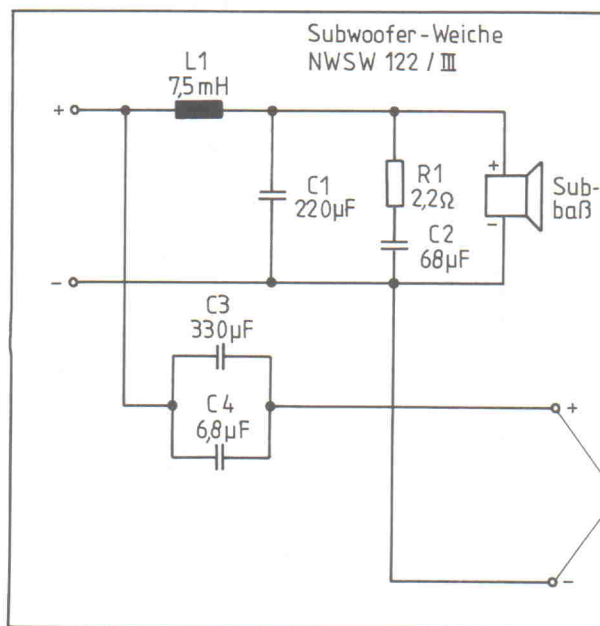
Diese Punkte erfordern ein Mitteltonsystem mit besonders niedriger Eigenresonanz. Da aber als Hochtöner zur Erreichung eines optimalen Abstrahlverhaltens nur eine 19-mm-Kalotte in Frage kommt, muß das Mitteltonsystem Frequenzen bis mindestens 4 kHz problemlos verarbeiten können. Die Satelliteneinheit besteht daher aus einem rückseitig offenen 13-cm-Konussystem mit kunststoffbeschichteter Membran.

Das 19-mm-Hochtonsystem mit Titralkalotte hat in seinem Streutern eine ungewöhnlich große Durchlaßöffnung von 10 mm Durchmesser. Daraus resultiert neben einem besonders offenen Klangbild eine sehr günstige Richtwirkung. Kleinere Streuternöffnungen erzeugen zwar einen höheren axialen Schall-

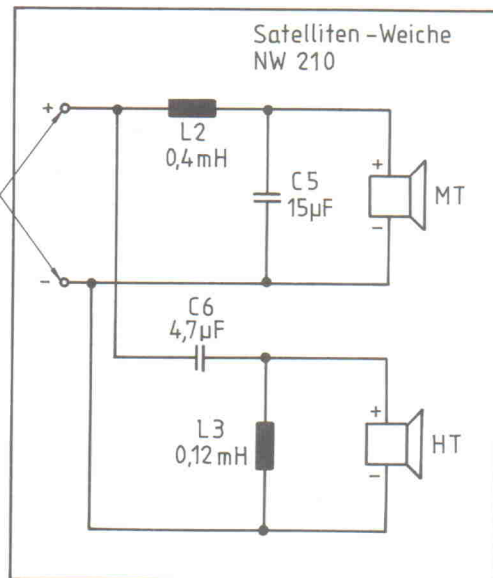


*Wer nicht gern von hinten angesprochen wird kann variieren: Mittel- und Hochtöner müssen nicht unbedingt auf der Heckablage thronen. Auch in die Türen eingebaut machen sich die Pärchen gut. Dort natürlich ohne Gehäuse. Die Subwoofer-Chassis müssen allerdings in der Heckablage verbleiben.*





Wer an der Subwoofer-Weiche andere Satelliten betreibt, sollte die richtige Polung experimentell ermitteln. Meist hört man sofort heraus wie es besser klingt.



Wird die Anlage ohne Subwoofer betrieben, können die Satelliten direkt an den Lautsprecherausgang geklemmt werden.

druck, Abstrahlwinkel und Klangbild verschlechtern sich jedoch deutlich.

Um einen weit herabreichenden Übertragungsbereich zu erzielen, benötigt das Mitteltönsystem sein eigenes, vom Tieftöner abgeschirmtes Gehäuse. Also dürfen die Tief- und Mitteltönsysteme auf keinen Fall gemeinsam in der Heckablage montiert werden.

Das pultförmige Satellitengehäuse nimmt Mittel- und Hochtönsysteme auf. Es stellt das erforderliche Volumen zur Verfügung und wird auf der Unterseite durch die Heckablage abgedichtet. Seine Größe ist unkritisch und kann daher den Platzverhältnissen angepasst werden. Wichtig ist ein dichter Abschluß gegenüber der Heckablage, um einen unkontrollierten Austritt von Frequenzen im unteren Mitteltonbereich zu verhindern. Im Innern verhindert eine halbe Matte Dämpfungsmaterial stehende Wellen.

Bei einer Montage der Satelliten in

der Tür übernimmt deren Volumen die Aufgaben des Heck-Pultgehäuses. Dämpfungsmaterial ist hier nicht erforderlich.

Die Frequenzweiche für das Mitteltönsystem arbeitet über L2 und C5 als Tiefpaß 2. Ordnung in Butterworth-Abstimmung. Ein Hochpaß 2. Ordnung über C6 und L3 begrenzt die obere Trennfrequenz bei etwa 4,5 kHz und weist somit auch der Kalotte ihren optimalen Einsatzbereich zu.

Der Frequenzgang der Satelliten ist so gehalten, daß sich oberhalb von 8 kHz eine Anhebung von etwa 3 dB ergibt. Bis zu einem Winkel von 45° ist immer noch ein gleichmäßiger Frequenzverlauf ohne nennenswerten Abfall gewährleistet.

Das Subwoofergehäuse wird aus 19 mm starkem Material erstellt - ob aus Spanplatte, MDF, Tischlerplatte oder Multiplex spielt keine Rolle. Das gleiche gilt für die Satellitengehäuse, die jedoch aus nur

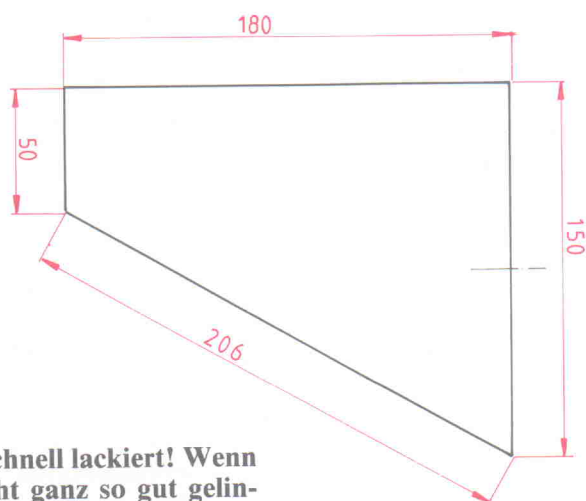
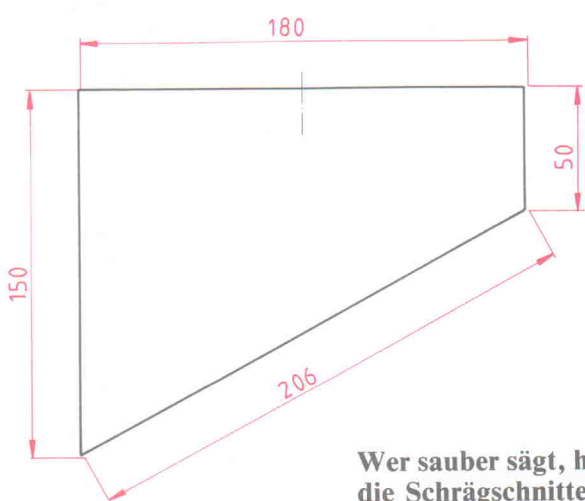
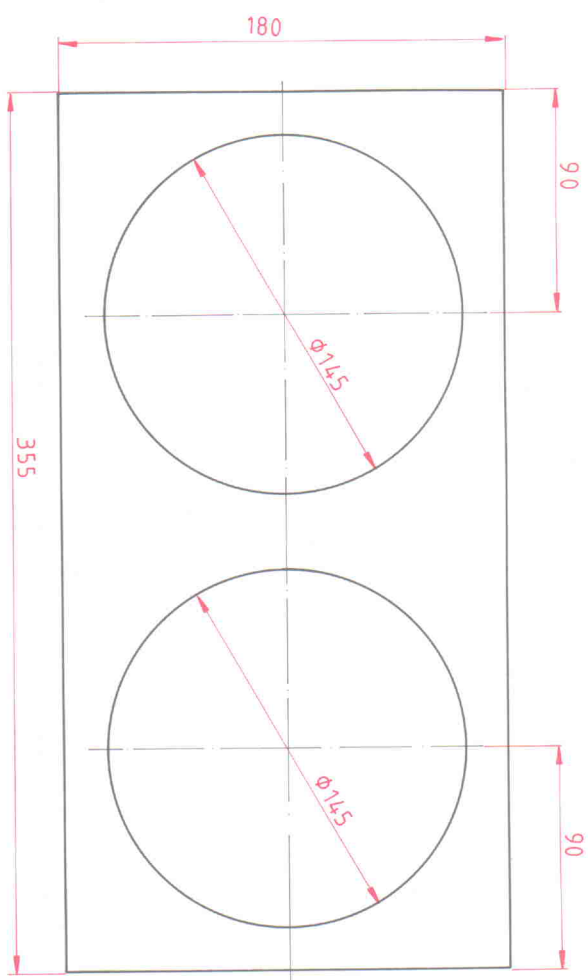
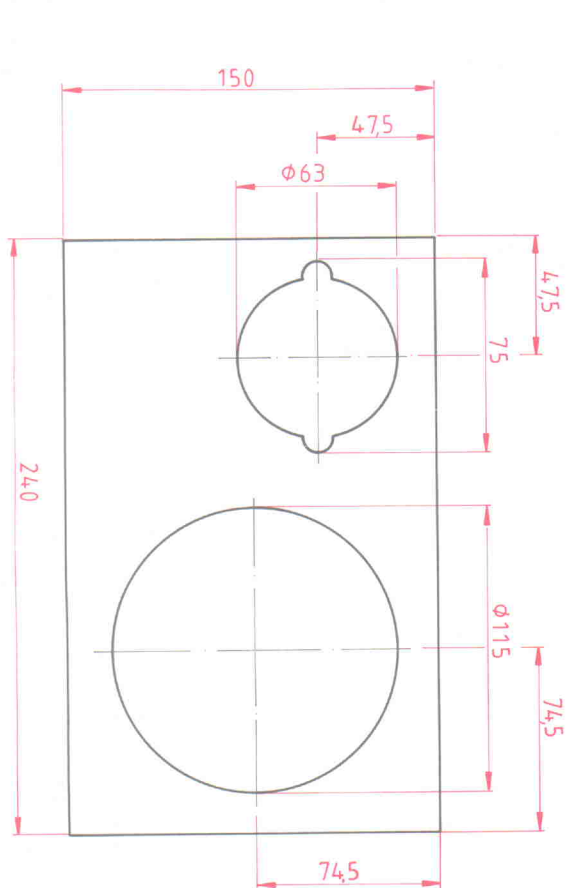
10 mm starkem Material gefertigt werden. Die Oberflächengestaltung sollte vor der Materialauswahl überlegt werden. Beim Aufbau ergeben sich ausschließlich rechte Winkel, lediglich die Unterkanten müssen abgeschrägt werden.

Zum Schluß liegt die Versuchung nahe, noch einmal die vielen Einsatz- und Kombinationsmöglichkeiten aufzuzählen:

Die Baßsysteme können mit oder ohne Gehäuse im Heck montiert werden. Das Subwoofergehäuse kann mit den Systemen, also mit der langen Schräge zur Heckscheibe hin montiert werden - oder natürlich auch anders herum - ohne Klangeinbußen. Die Subwoofereinheit eignet sich hervorragend zur Kombination mit bereits vorhandenen Boxen oder Einbausystemen.

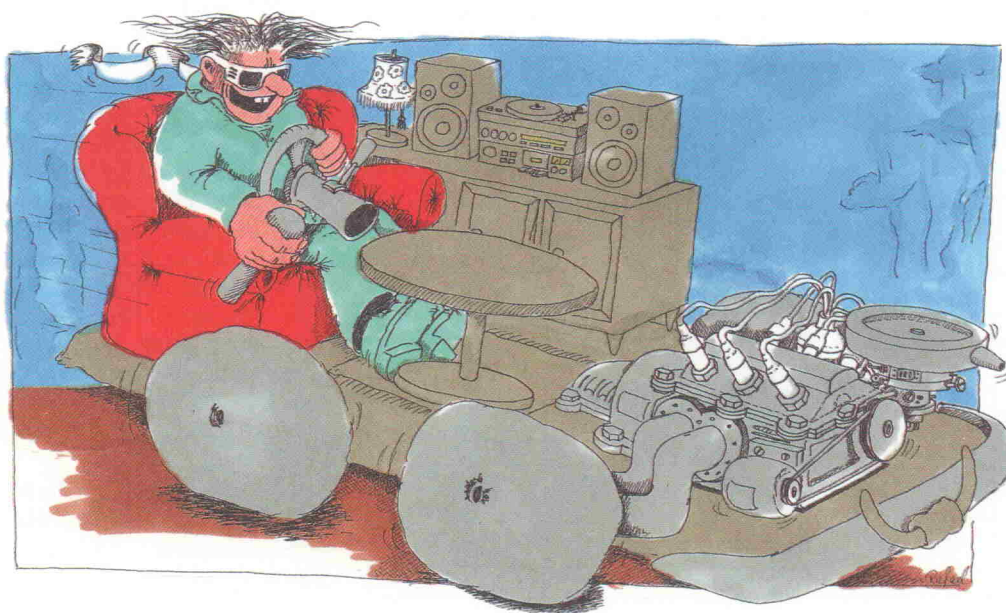
Letztendlich läßt sich die Baßeinheit mit den darauf abgestimmten Satelliten kombinieren, auch hier wahlweise bei Tür- oder Heckmontage.





**Wer sauber sägt, hat schnell lackiert! Wenn die Schrägschnitte nicht ganz so gut gelingen, muß nicht gleich ein Kilo Spachtel besorgt werden. Ein Bezug aus Kunstleder, Filz oder Stoff verdeckt so manche Macke. Wie es eben am besten zum Auto paßt ...**





# Ein schwieriger Saal

Dieter Michel

**Ganz offensichtlich gibt es große Unterschiede zwischen der Beschallung eines mittleren Wohnraumes und der Versorgung eines Fahrzeuginnenraumes mit Musik oder Sprache in hinreichender Qualität.**

So wird man recht selten großvolumige Standlautsprecher auf der Hutablage finden, ebensowenig aber Autolautsprecher im Wohnzimmer. Die verschiedenen Bedingungen, die zu einer solch unterschiedlichen Auslegung zwingen, sollen im folgenden Beitrag untersucht werden.

In einem früheren Beitrag ist auf die akustischen Eigenschaften des Wohnraumes bereits eingegangen worden (1), mit dem Ergebnis, daß der typische Wohnraum aus der Sicht der Raumakustik ein noch relativ angenehmes Gebilde darstellt. Legt man dieselben Qualitätsmaßstäbe für den Entwurf einer Autobeschallungsanlage zugrunde, so werden die Grenzen recht schnell sichtbar.

In jedem Raum hängt der Klangeindruck von der Stärke des Direktschalles und der Intensität und zeitlichen Abfolge der Wandreflexzonen ab. Einfluß auf diese Größen haben sowohl Maße und Form des Raumes als auch die Beschaffenheit seiner Wände und Einrich-

tungsgegenstände. Befinden sich in einem Raum beispielsweise viele Polstermöbel, so wird sich hier der Klang ein und desselben Lautsprechers erheblich vom Klang in einer großen Halle mit Betonwänden unterscheiden.

Betrachtet man nun den typischen Fahrzeuginnenraum, so wird man feststellen, daß der Vergleich mit dem Übergang von einer Halle auf einen Wohnraum gar nicht allzu weit hergeholt ist. Der Fahrzeuginnenraum ist einerseits recht üppig mit 'Polstermöbeln', also gepolsterten Fahrzeugsitzen, Auskleidungen und anderen stark dämpfenden Materialien angefüllt, und zum anderen ist er wesentlich kleiner als ein gewöhnli-

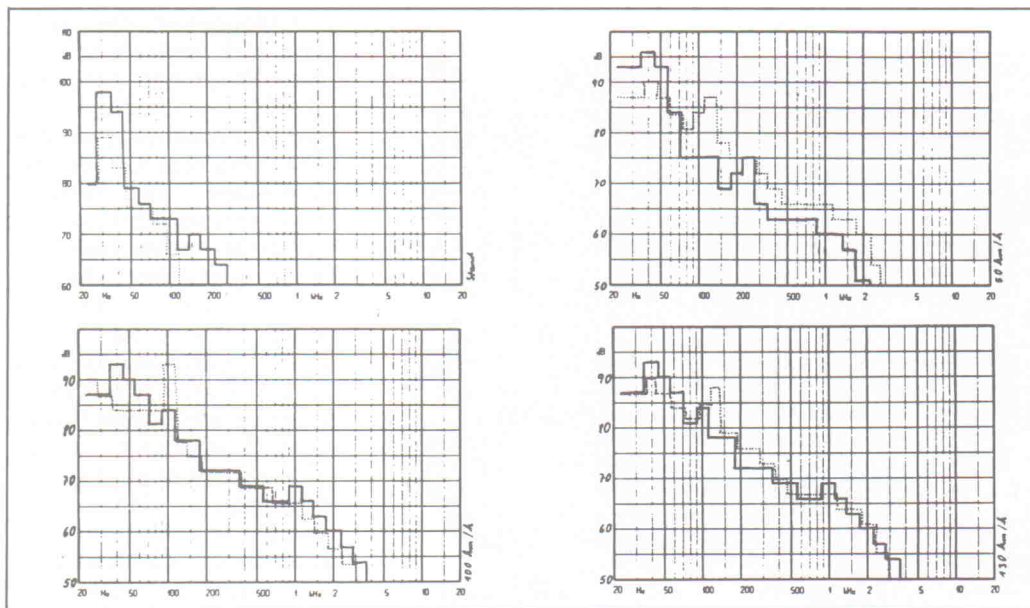
cher Wohnraum. Das heißt, bereits bei noch nicht allzu tiefen Frequenzen von etwa 100-200 Hz liegen die Raumabmessungen in der Größenordnung der Schallwellenlänge. Dazu kommt, daß es sich bei den Raumbegrenzungen keineswegs um feste, gemauerte Wände handelt, sondern meist um dünnes Blech, Kunststoff und im ungünstigsten Fall einfach Pappe. Wer demzufolge versucht, die im heimischen Wohnzimmer erfolgreich angewandten Beschallungskonzepte ohne Änderung auf sein Auto zu übertragen, muß sich nicht wundern, wenn die aufwendige

### Der Autor



Dieter Michel, Jahrgang '61, studierte in seiner Heimatstadt Dortmund Physik und beendet derzeit am Institut für Akustik der Uni Bochum seine Diplomarbeit über das Thema: **Signalverarbeitung im Innenohr.** Sein frühzeitiges Interesse an Elektronik, Akustik und Musik ist nicht nur Grundlage seiner Ausbildung sondern auch seines Hobbies. Dieter Michel spielt in seiner Freizeit Baß und beschäftigt sich außerdem noch mit Fotografie.





**Bild 1. Typische Fahrgeräuschspektren im Stand und bei drei verschiedenen Geschwindigkeiten. Die durchgezogenen Linien gelten für die vorderen Plätze, die gestrichelten Linien für die Rückbank. (3)**

Anlage die Erwartungen nicht erfüllt. Fairerweise muß man allerdings zugeben, daß bei den meisten Fahrzeugen jeder zusätzliche Aufwand eine Verbesserung zur Folge haben wird, da außer bei den Modellen der oberen Preiskategorie serienmäßig meist nur ein bis zwei Breitbandlautsprecher eingebaut werden. Die Kenntnis der geeigneten Maßnahmen hilft jedoch, das Verhältnis von Klangverbesserung und finanziellem Aufwand günstiger zu gestalten und Fehlausgaben zu vermeiden.

Bei allen Anstrengungen muß man sich jedoch darüber im klaren sein, daß Auto-HiFi vergleichbar mit Wohnraum-HiFi nicht zu erreichen sein wird. Dem stehen grundsätzlich akustische Probleme entgegen. Neben der Problematik der Baßwiedergabe in sehr kleinen Räumen tritt vor allem das Fahrgeräusch in Erscheinung. Schallmessungen an fahrenden Autos (Bild 1) zeigen, daß der Schalldruckpegel bei mittleren Geschwindigkeiten je nach Frequenz zwischen 50 und 100 dB liegt und einen deutlichen Tiefpaßcharakter aufweist, also mit tiefen Frequenzen zunimmt. Natürlich sind bei verschiedenen Fahrzeugtypen Unter-

schiede zu erwarten, jedoch wird das Fahrgeräusch, zumindest bei tieferen Frequenzen, die Dynamik der Wiedergabe immer empfindlich beschneiden. Beträgt beispielsweise der Fahrgeräuschpegel 70 dB, so ist eine Dynamik von mehr als 30 dB kaum sinnvoll, will man sich nicht bleibende Hörschäden zuziehen. Im Baßbereich ist es dennoch nicht ganz einfach, die Fahrgeräusche nennenswert zu übertönen, während bei höheren Frequenzen das Rauschen eines schlechten Autoradios durchaus hörbar werden kann.

Die Grenzen, in denen durch zusätzlichen Aufwand Verbesserungen erreicht werden können, sind also abgesteckt. Wie hoch der Aufwand letztendlich ist, hängt natürlich von den Zielvorstellungen ab und

bleibt demzufolge jedem selbst überlassen. Ob der ab Werk vorhandene Breitbandlautsprecher einfach durch ein passives Zweiwegsystem ersetzt wird oder ob eine völlig neue Beschallungsanlage, möglicherweise mit aktiv getrenntem Subbaß, erstellt wird, hängt im wesentlichen davon ab, wieviel Arbeit und Material man zu investieren bereit ist. In diesem Sinn sind auch die später folgenden Hinweise zur Konzeption einer Autobeschallungsanlage zu verstehen.

Um diese Konzeption auf eine solide Grundlage zu stellen, sollte man sich einen Überblick über die akustischen Verhältnisse im Fahrzeuginnenraum verschaffen. Dazu dienen neben Messungen von Fahrgeräuschen auch Messungen an den im Fahrzeug eingebauten Lautsprechern. Der Testschall wird von einem kleinen Lautsprecher erzeugt, der möglichst definiert abstrahlen sollte, um störende Einflüsse auf das Meßergebnis gering zu halten. Man benutzt zu diesem Zweck meist eine kleine geschlossene Box, zum Beispiel ein Zweiweg- oder auch gutes Breitbandsystem, da diese vor allem im Baßbereich gut definiert arbeitet und vom Raum wenig abhängig ist.

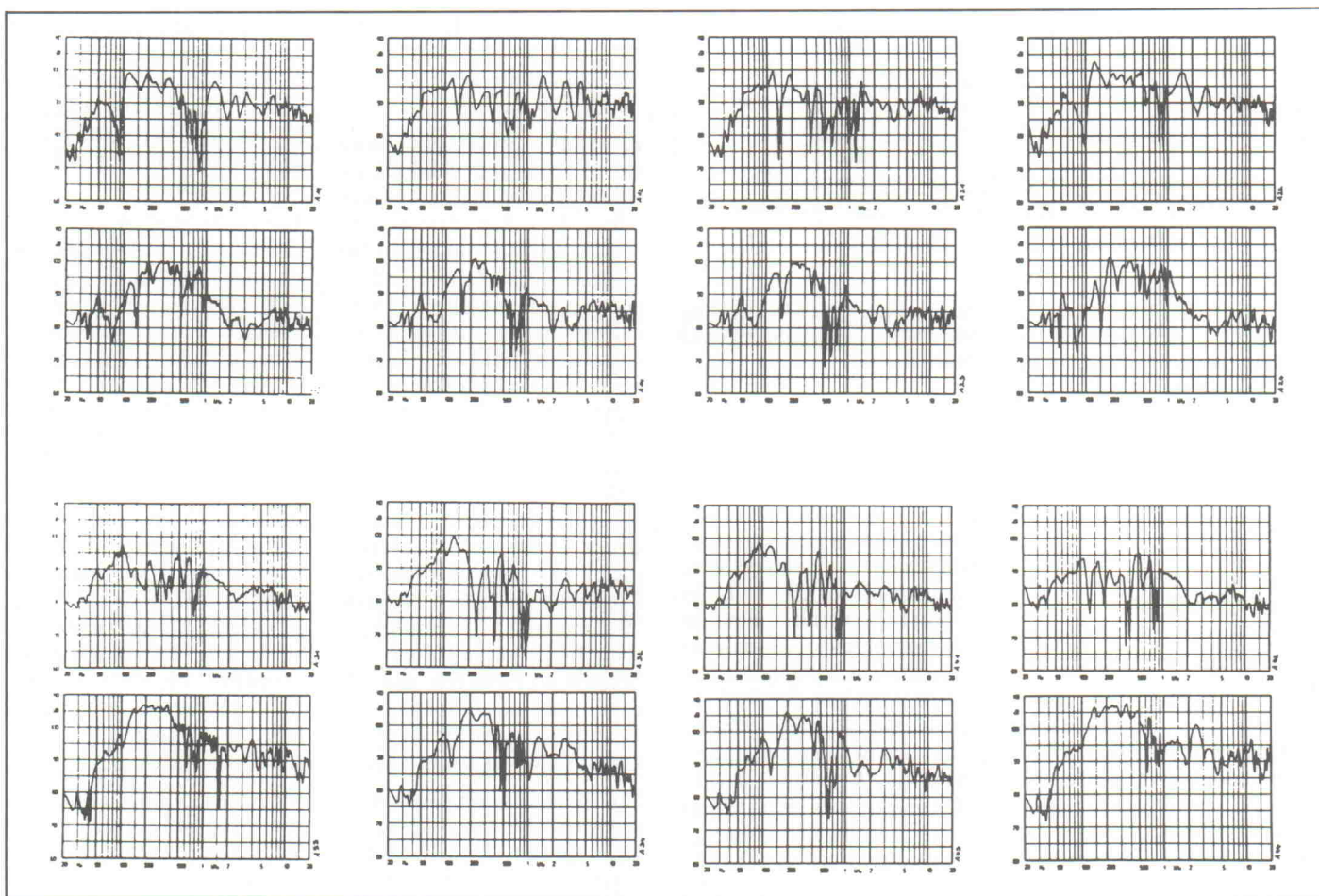
Dieser Lautsprecher wird in die Nähe der Orte gebracht, an denen später die Auto-lautsprecher eingebaut werden sollen. Der vom Lautsprecher abgestrahlte Schall wird von einem oder mehreren Mikrofonen aufgenommen, die dort positioniert werden, wo sich später die Ohren der Hörer befinden. Anstelle eines Meßmikrofons kann auch ein guter Kunstkopf verwendet werden. Das hat sogar, wie später noch gezeigt wird, einige Vorteile.

Die eigentliche Meßtechnik ähnelt der, die auch bei der herkömmlichen Lautsprecherentwicklung und der Raumakustik angewendet wird. Benutzt man zur Anregung ein Sinussignal oder einen Wobbelton, so kann zur Messung des Frequenzgangs bzw. der Übertragungsfunktion, ein herkömmlicher Pegelschreiber verwendet werden. Denkbar ist ebenfalls eine Anregung mit Rauschen und die Weiterverarbeitung in einem FFT- oder Terzanalyser, wobei letzterer die Arbeitsweise des menschlichen Gehörs simulieren soll. Wenn gleich später mehrere, meist vier, Lautsprechergruppen in Betrieb sein sollen, wird die Messung sinnvollerweise so durchgeführt, daß jeweils nur ein Lautsprecher arbeitet, um so die Einflüsse der verschiedenen Einbaupositionen voneinander getrennt beurteilen zu können.

Betrachtet man die vier typischen Einbaupositionen, also vorn und hinten, jeweils rechts und links, sowie die vier Mikrofonpositionen auf den Fahrgastplätzen, so erhält man 16 mögliche Kombinationen von Mikrofon- und Lautsprecherpositionen und entsprechend viele gemessene Übertragungsfunktionen. Da die meisten Fahrzeuge, zumindest was die akustischen Eigenschaften angeht, weitgehend symmetrisch aufgebaut sind, kann diese Zahl jedoch auf 8 oder 4 Messun-

HiFi-Boxen selbstgemacht





**Bild 2.** Vier eingebaute Lautsprecher und vier Sitzplätze: Aus dieser Konstellation ergeben sich 16 Einzelmessungen. Aus Symmetriegründen sind einige jedoch nahezu identisch.

gen reduziert werden. Ein typisches Resultat einer solchen Meßreihe zeigt Bild 2.

Die Betrachtung dieser Ergebnisse treibt dem Lautsprecherentwickler sicher zunächst Tränen in die Augen. Die gewohnten Messungen im reflexionsarmen Raum sind auch bei schlechten Lautsprechern wesentlich gleichmäßiger. Die DIN 45500, von fast allen käuflichen HiFi-Produkten mühelos erfüllbar, türmt hier unüberwindlich scheinende Hindernisse vor dem Entwickler auf. Besonders fallen bei fast allen Diagramm-HiFi-Boxen selbstgemacht

men die extrem schmalbandigen Einbrüche in der Übertragungsfunktion ins Auge (nicht selten bis zu 30 dB), die auch ein sehr guter Equalizer nicht ausgleichen kann. Glücklicherweise ist das aber auch gar nicht notwendig. Die Ursache sind mitschwingende Teile des Fahrzeuginnenraumes, wie Armaturenbrett, Türverkleidung usw., die nur sehr schmalbandige Resonanzen aufweisen. Dies ist ein ähnlicher Effekt, wie er in der Raumakustik zur Konstruktion von Baßabsorbieren ausgenutzt wird. Diese Resonanzen wirken sich nur auf dem Schreiberpapier unangenehm aus. Vom Ohr werden sie aus zwei Gründen nicht störend wahrgenommen:

Erstens handelt es sich um sehr schmalbandige Einbrüche in der Übertragungsfunktion. Das heißt, ein schmaler Frequenzbereich

des vom Lautsprecher abgestrahlten Schalles erreicht das Ohr nicht, sondern wird absorbiert. Das menschliche Gehör weist nun aber eine Eigenschaft auf, die mit Verdeckung bezeichnet wird. Dieser Verdeckungsmechanismus bewirkt, daß ein leiser Ton bei gleichzeitiger Anwesenheit eines lauten Tones oder eines Geräusches mit ähnlicher Frequenz nicht mehr wahrnehmbar ist. Das bedeutet umgekehrt, daß auch sein Fehlen nicht bemerkt wird, und übertragen auf die Beschallungstechnik, daß Einbrüche im Frequenzgang, die deutlich schmalbandiger sind als eine Terz, nicht störend in Erscheinung treten. Gleiches gilt wohlgemerkt nicht für schmalbandige Anhebungen, die als tonähnliches Geräusch deutlich zu hören sind.

Zweitens stellen derartige Resonanzen wichtige akusti-

sche Merkmale dar, aus denen das Gehör Schlüsse über die Umgebung und den Raum ziehen kann. Diese werden in Grenzen nicht unbedingt als störend wahrgenommen, sondern tragen zum Raumeindruck bei. Es ist daher weder sinnvoll noch wünschenswert, alle Resonanzen rein meßtechnisch auszubügeln, da es sonst durch die Überkompensation zu hörbaren Verfärbungen kommen kann.

Neben schmalbandigen Resonanzen weisen die im Fahrzeug gemessenen Übertragungsfunktionen noch weitere Merkmale auf, die den Klang stark beeinflussen. Im Bereich tiefer Frequenzen liefern die Messungen unerwartete Ergebnisse. Aufgrund der geringen Abmessungen des Fahrzeuginnenraumes wäre zu erwarten, daß unterhalb von etwa 80 Hz keine Wellenausbreitung möglich ist, da sich das Wageninnere eigentlich wie





eine Druckkammer verhalten sollte. Ähnlich wie im Innern einer Lautsprecherbox sollte bei tiefen Frequenzen an allen Orten der Schalldruck ungefähr gleich sein. Betrachtet man aber die gemessenen Übertragungsfunktionen, so stellt man fest, daß dies sicher nicht der Fall ist. Der Schalldruckpegel unterscheidet sich von Messung zu Messung um mehrere dB.

Die Erklärung für dieses merkwürdig erscheinende Verhalten findet sich, wenn man bedenkt, daß es sich bei den Raumbegrenzungsflächen keineswegs um gemauerte Wände oder Betondecken handelt, sondern um relativ dünnes Blech, Pappe oder Kunststoff. Das sind alles Materialien, die im Sinne der Akustik keineswegs als schallhart zu bezeichnen sind, sondern ganz im Gegenteil meist sehr leicht zu

Nach diesem Schema erfolgen die Einzelmessungen nach Bild 2.

Schwingungen angeregt werden können.

Bei tiefen Frequenzen führen diese schwingungsfreundlichen Materialeigenschaften dazu, daß von den Wänden keine Schwingungsknoten erzwungen werden, wie es bei schallharten Materialien der Fall wäre. Daher können sich bereits Stehwellen ausbilden, wenn die Abmessungen der Fahrgastzelle in den Bereich einer Viertelwellenlänge gelangen, also schon eine Oktave tiefer als in einem gleich großen gemauerten Raum.

Der folgende Frequenzbereich von etwa 100 - 400 Hz erscheint bei allen Messungen stark, im Durchschnitt um etwa 10 dB angehoben.

Dies ist besonders ausgeprägt, wenn sich der Lautsprecher nahe am Ohr bzw. Mikrofon befindet.

Oberhalb von 400 Hz nimmt die Anzahl der schmalbandigen Einbrüche zu, gleichzeitig ist aber der Schalldruck am Meßmikrofon für verschiedene Lautsprecherpositionen weniger abweichend als es aufgrund der unterschiedlichen Entfernung zum Mikrofon zu erwarten wäre. Das bedeutet, daß sich in diesem Frequenzbereich ein diffuses Schallfeld aufzubauen scheint, in dem der Schalldruck überall praktisch gleich ist. Die mit steigender Frequenz kürzer werdende Wellenlänge ermöglicht mehrfache Reflexionen des Schalls an Fenstern und anderen harten Flächen, wie sie bei tieferen Frequenzen noch nicht wirksam waren.

Im Bereich höchster Frequenzen finden wir eine relativ glatte Übertragungsfunktion, die typischen Resonanzfrequenzen des Autoinnenraumes liegen bei tieferen Frequenzen. Zudem ist die starke Auskleidung mit Polstermaterial und anderen porösen Stoffen in diesem Frequenzbereich am stärksten wirksam.

Mißt man den Schalldruck in Abhängigkeit vom Abstand Lautsprecher-Mikrofon, so bekommt man, wenn der Lautsprecher nicht gerade auf ein Fenster gerichtet ist, einen steigenden Pegelabfall bei zunehmendem Mikroabstand. Dies sind aber Verhältnisse, die auch im freien Schallfeld vorzufinden sind. Für hohe Frequenzen wirkt daher die Fahrgastzelle ähnlich wie ein reflexionsarmer Raum. Innerhalb des Abstrahlwinkels des Hochtöners wird fast der gesamte abgestrahlte Schall absorbiert. Gleichzeitig sind bei entsprechender Ausrichtung des Lautsprechers Reflexionen an den Glasflächen des Autos möglich. In diesem Fre-

quenzbereich sind also gute Möglichkeiten zur gezielten Schallführung vorhanden — eine Tatsache, die unter anderem zur Erzeugung eines guten Stereobildes benutzt werden kann.

Die meßtechnische Untersuchung des Fahrzeuginnenraumes hat also gezeigt, daß sein akustisches Verhalten keineswegs dem eines durchschnittlichen Wohnraumes entspricht, sondern besondere Eigenarten aufweist, die den meisten Autos zumindest qualitativ gemeinsam sind. Es wird daher möglich sein, bestimmte Konstruktionsrichtlinien zu entwickeln, ohne den speziellen Fahrzeugtyp meßtechnisch genau untersucht zu haben. Die wichtigste Erkenntnis, die sich aus den Untersuchungen ableiten läßt, ist folgende:

Während im Wohnraum die Benutzung eines Equalizers für qualitativ hochwertige Wiedergabe entbehrlich und womöglich sogar schädlich ist, ist sein Einsatz in einer Autobeschallungsanlage, die höheren Qualitätsanforderungen genügen soll, geradezu unumgänglich!

Mit Einschränkung ist es allerdings möglich, die Lautsprecher herstellerseitig bereits mit einer Frequenzgangcharakteristik auszustatten, die die wichtigsten Equalizereinstellungen vor-

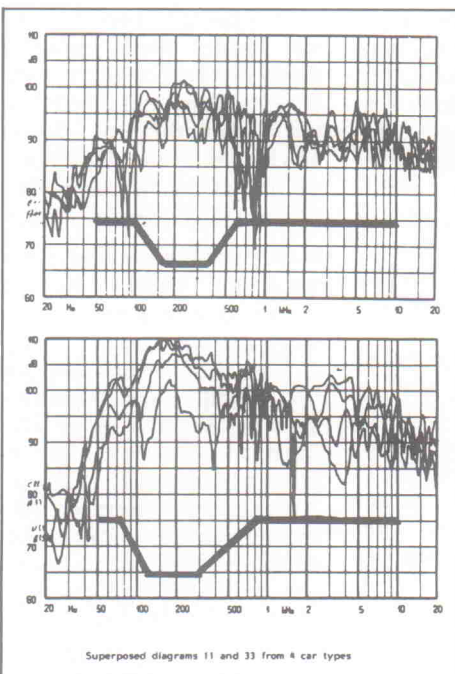


Bild 3. Messungen in vier verschiedenen Fahrzeugtypen. Darunter die kompensierende Equalisereinstellung.

**Im Gegensatz zum Wohnraum ist der Einsatz eines Equalizers im Auto sehr zu empfehlen. Die Frequenzgänge der vorderen und hinteren Lautsprecher sollten jedoch getrennt einstellbar sein.**



wegnimmt. Es handelt sich dann um spezielle, nur für diesen Einsatz geeignete Autolautsprecher, mit denen bei nicht zu hohen Ansprüchen auch ein Betrieb ohne Equalizer möglich ist. Da die Entzerrung aber nicht individuell auf Fahrzeugtyp und Einbauart abgestimmt werden kann, ist durch den Equalizer eine zusätzliche Verbesserung möglich.

Weil eine konsequent ausgelegte Autobeschallungsanlage die Versorgung sowohl der vorderen als auch der hinteren Sitzplätze umfaßt, sollten auch vorn und hinten, also an mindestens vier Einbaupositionen, Lautsprecher platziert werden. Diese Anordnung hat darüber hinaus den Vorteil eines besseren Räumlichkeitsindrucks bei der Wiedergabe. Die meisten Autos weisen eine recht gute Rechts-Links-Symmetrie auf, jedoch keine Vorne-Hinten-Symmetrie — eine Tatsache, die sich auch an den gemessenen Übertragungsfunktionen ablesen läßt. Dies erfordert nun konsequenterweise den Einsatz zweier (Stereo-)Equalizer, von denen einer für die vordere, der zweite für die hintere Lautsprechergruppe zuständig ist. Diesen Erfordernissen tragen Hersteller von Autobeschallungskomponenten durch sogenannte 'front-back'-Equalizer Rechnung, in denen zwei Stereoequalizer in einem Gerät vereinigt sind.

Neben dem Equalizer kommt dem Endverstärker als nächstem Glied in der Übertragungskette eine erhebliche Bedeutung zu. Im stationären Einsatz werden Endstufen bekanntermaßen am Lichtnetz betrieben, wobei die Netzspannung durch den Netztransformator auf die benötigte Spannung heruntertransformiert wird. Mit dieser Technik sind erreichbare Ausgangsleistungen im Kilowattbereich keineswegs unmöglich, bei professionellen Endstufen so-

gar fast an der Tagesordnung. Ähnliche Leistungen sind im Auto mit einfachen Mitteln nicht zu erreichen, da normalerweise nur die von der Batterie gelieferte Spannung von 12...15 Volt zur Verfügung steht.

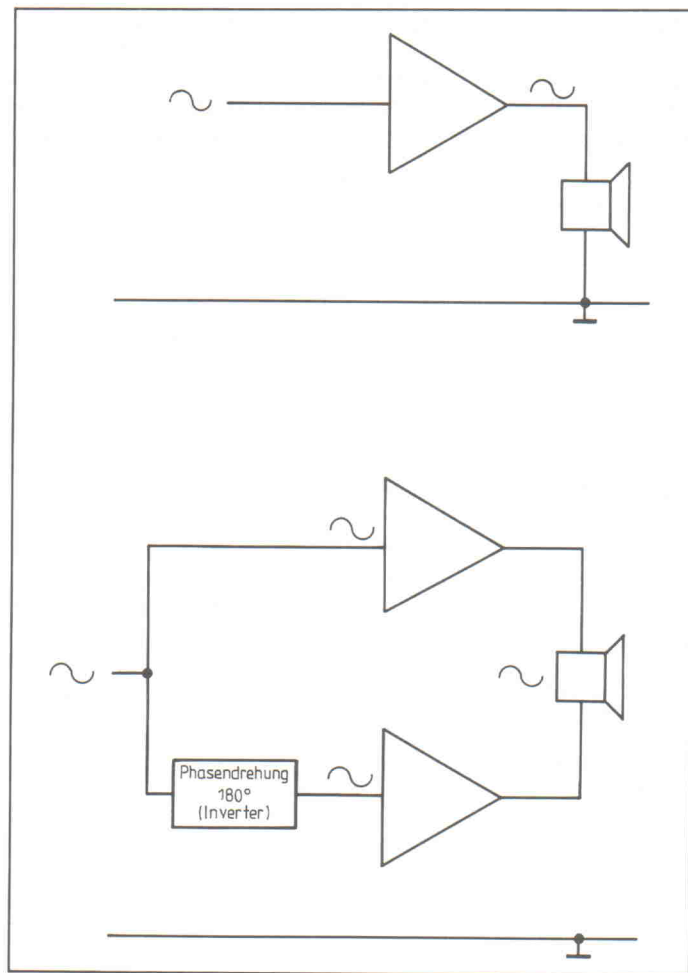
Wird diese Spannung zur Versorgung einer Endstufe in normaler Schaltungstechnik benutzt, so kann diese bei guter Auslegung Spitzenspannungen von  $\pm 6\text{ V}$ , bezogen auf ihre Schaltungsmasse, erzeugen. Der Effektivwert eines Sinussignals mit einer Spitzenspannung von 6 V beträgt etwa  $6\text{ V} \cdot 0,7 = 4,2\text{ V}$ .

Das entspricht bei einer Lautsprecherimpedanz von  $4\ \Omega$  einer Ausgangsleistung von

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{4,2^2}{4} = 4,41\text{ W.}$$

Schaltet man zwei Endstufen in Brücke (Bild 4), so verdoppelt sich die maximale Spannung zwischen den Lautsprecherklemmen, und die Ausgangsleistung steigt auf das Vierfache. Von einem in normaler Schaltungstechnik ausgeführten Verstärker ist also eine maximale Ausgangsleistung von ca. 15...17 Watt zu erwarten. Dies begrenzt natürlich in gewissem Maße die Eingriffsmöglichkeiten mit einem Equalizer. Starke Anhebungen sind nicht möglich, da sonst nicht genügend Leistung von der Endstufe geliefert werden kann. Das ist unter anderem insofern problematisch, als in bestimmten Frequenzbereichen auch der Einfluß der Fahrgeräusche gemildert werden muß. Das Problem der begrenzten Ausgangsleistung kann jedoch auf zwei Wegen umgangen werden.

Erstens besteht die Möglichkeit, von der konventionellen Schaltungstechnik Abstand zu nehmen, indem die Versorgungsspannung der Endstufe erhöht wird. In einem recht aufwendigen Verfahren wird dabei mit der



**Bild 4.** Gegenüber der einfachen Endstufe bietet die Brückenschaltung eine vierfache Ausgangsleistung von etwa 15 Watt.

und macht eventuell eine Erweiterung der elektrischen Anlage des Fahrzeugs unumgänglich.

Batteriespannung ein Schaltnetzteil betrieben, das aus der Gleichspannung eine Wechselspannung erzeugt, diese mit einem Transformator hochspannt, um aus dieser höheren Spannung durch Gleichrichtung und Glättung wieder Gleichspannung zu erzeugen. Im Prinzip können so fast beliebig hohe Gleichspannungen erreicht werden. Die Endstufenleistung ist hier nur noch vom Wirkungsgrad des Schaltnetzteils, der Kapazität der Batterie und der Leistungsfähigkeit der Lichtmaschine abhängig. Die hohe Ausgangsleistung der Endstufe wird jedoch durch aufwendige und teure Schaltungstechnik erkauf

Der zweite Ausweg aus dem Dilemma beruht auf der Tatsache, daß man genau genommen nicht die hohe Ausgangsleistung der Endstufe benötigt, sondern einen ausreichend hohen Schalldruckpegel vom Lautsprecher. Dieses Ziel kann jedoch auch erreicht werden, wenn der Wirkungsgrad des Lautsprechers erhöht wird. Hierzu dienen verschiedene Maßnahmen aus der Trickkiste der Lautsprecherbauer, denn eine Wirkungsgraderhöhung soll ja nicht durch Einbuße an Klangqualität erkauft werden. In der Regel wird der Magnet größer und der Luftspalt enger ausgelegt, was dann wieder das Problem erzeugt, die Schwingspule mechanisch korrekt zu führen. Hersteller guter Au-



tolautsprecher sind durch recht erheblichen Entwicklungsaufwand in der Lage, einen akzeptablen Wirkungsgrad bei guter Klangqualität zu erreichen.

Nicht zuletzt kann auch durch Verkleinern der Schwingspulenimpedanz die vom Lautsprecher aufgenommene Leistung erhöht werden. So nimmt bei gleicher Ausgangsspannung der Endstufe ein 4- $\Omega$ -Lautsprecher die doppelte Leistung auf wie ein Lautsprecher mit 8  $\Omega$  Impedanz. Die untere Grenze liegt bei Autolautsprechern bei einer Impedanz von etwa 2  $\Omega$ .

Der typische gute Autolautsprecher wird sich also in einigen Punkten vom Wohnraumlautsprecher unterscheiden. Seine Impedanz liegt, zur Erreichung höherer Schalleistung, niedriger, und es wird Wert auf einen höheren Wirkungsgrad gelegt, da die verfügbare Verstärkerleistung begrenzt ist. Bei der Konzeption der Chassis werden häufig die akustischen Verhältnisse am Einbauort berücksichtigt. Daneben ist auch die mechanische Abstimmung des schwingenden Systems eine andere, da Autolautsprecher entweder in sehr kleine oder aber völlig undefinierte Gehäuse eingebaut werden. Das bedeutet unter anderem, daß eine Frequenzgangmessung im reflexionsarmen Raum wenig über die Klangqualität aussagen wird, da die benötigte Equalisation zum Teil bereits 'eingebaut' worden ist. Die üblichen Meßmethoden sind für die Beurteilung der fertigen Beschallungsanlage weniger geeignet. Dennoch ist ein objektivierbares Beurteilungsverfahren erwünscht. Dieses Problem wird am Ende des Beitrages noch genauer behandelt werden.

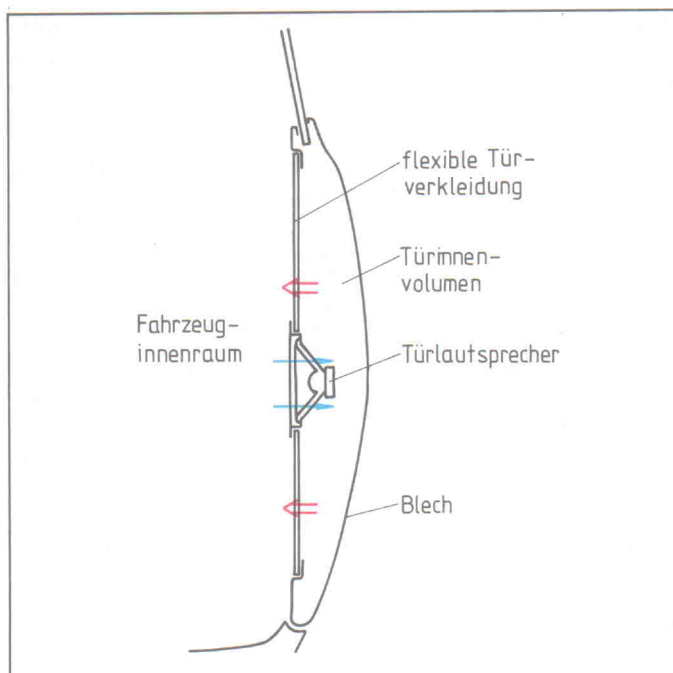
Welche Hinweise können nun für den Einbau einer qualitativ hochwertigen Beschallungsanlage in ein Fahrzeug gegeben werden?

Die Eigenschaften der Verstärkeranlage sind bereits besprochen worden. Für eine ausgewogene Wiedergabe auch auf den hinteren Plätzen ist eine Trennung des vorderen und hinteren Bereiches erforderlich. Jeder der beiden jeweils stereophon ausgelegten Bereiche benötigt einen unabhängig einstellbaren Equalizer. Diese Maßnahme erhöht gleichzeitig den Räumlichkeitseindruck, da nun auch vorn und hinten Schallquellen gehört werden können.

Im eigentlichen Signalweg ist die wichtigste Maßnahme zur Verbesserung der Wiedergabequalität der Einsatz von Mehrwegsystemen, die mit möglichst speziell für die Fahrzeugbeschallung entwickelten Chassis bestückt sein sollten. Die einzelnen Wege sollten über eine vernünftige Frequenzweiche getrennt sein, die auch aktiv ausgelegt sein kann. Das erfordert zwar mindestens eine zusätzliche Endstufe, die aber wegen des fehlenden Netzteils keinen extrem hohen Kostenfaktor darstellt.

In vielen käuflichen Lautsprecherkombinationen findet man einen Hochtöner, der nur durch einen kleinen Elko angekoppelt ist, während der Tiefmitteltöner ohne jede Einschränkung auch mit hohen Frequenzen versorgt wird. Der Tieftöner stellt aber nicht nur bei höheren Frequenzen ein Problem dar, sondern auch und gerade im Baßbereich.

Sehr viele Autolautsprecher werden ohne separates Gehäuse in Türverkleidungen und Hutablagen eingebaut. Sie weisen, wie fast alle Schallwandlautsprecher, eine relativ hohe Einbaugüte QTS von etwa 0,7 auf. Die zunächst einleuchtende Begründung dafür ist, daß die Einbaufläche als Schallwand dienen soll. Dieses Prinzip wird häufig bei Kinobeschallungen verwandt und funktioniert dort, im



**Bild 5.** Die Lautsprechermembran erzeugt im Türinnenraum einen Druckwechsel, dem die flexible Türverkleidung bei tiefen Frequenzen folgen kann. Es entsteht ein akustischer Kurzschluß, der eine definierte Baßabstrahlung verhindert.

Gegensatz zum Fahrzeug, problemlos.

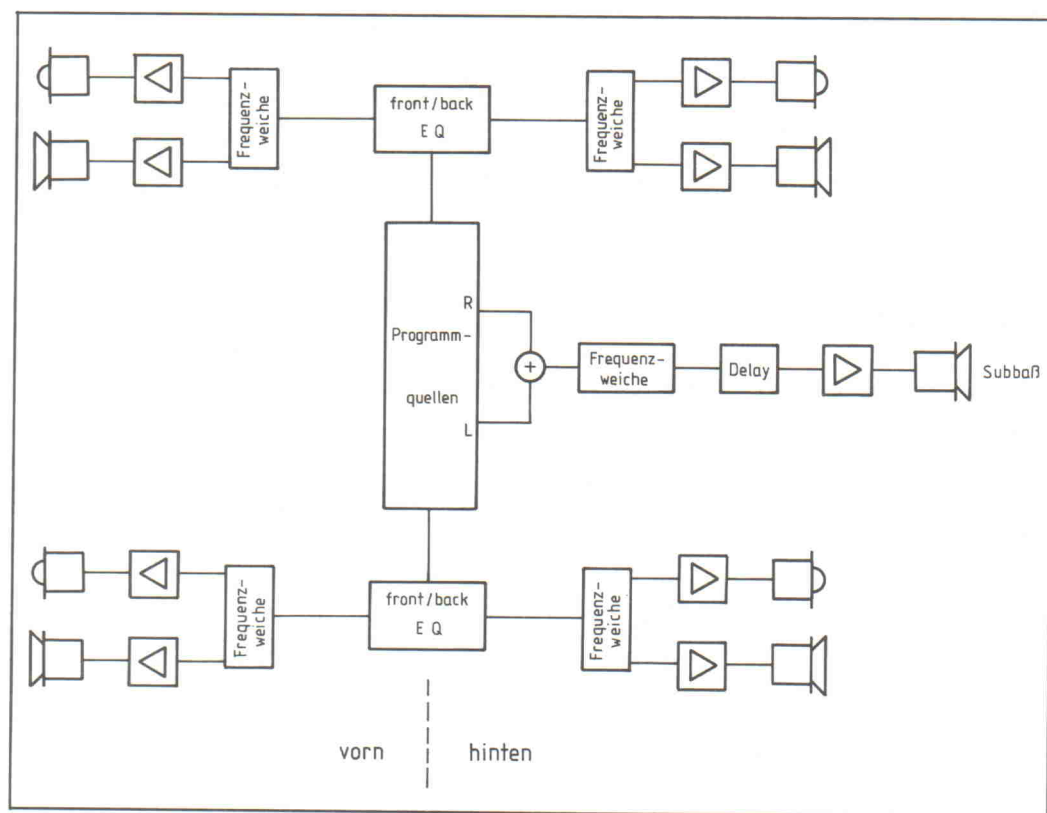
Im Fahrzeug ist nämlich keine Schallwand im eigentlichen Sinne vorhanden. Eine Türverkleidung besteht nicht, wie die Schallwand im Kino, aus dicker Spanplatte oder Sperrholz, sondern aus Kunststoff oder Pappe. Wie die Messungen im Fahrzeug bestätigen, ist dieses Material in der Lage zu schwingen — zumal ein recht effektiver Mechanismus zur Anregung eingesetzt wird. Bild 5 zeigt einen Türlautsprecher, der auf das als halbwegs dicht angenommene Türinnenvolumen arbeitet. Die Membran erzeugt bei Einwärtsbewegung ähnlich wie in einer geschlossenen Box einen Überdruck. Nun ist aber das Schallwandmaterial flexibel und in der Lage, diesem Druck nachzugeben — es bewegt sich nach außen. Bei tiefen Frequenzen ist die Türver-

kleidung in der Lage, den Schwingungen des Lautsprechers zu folgen. Dieser Effekt wird zwar bei höheren Frequenzen wegen der Massenträgheit der Verkleidung geringer, er führt jedoch zu einer sehr schlecht definierten Wiedergabe im Baßbereich. Dies ist bei preiswerten Lautsprechern noch in Kauf zu nehmen, bei höheren Ansprüchen an die Wiedergabe sollten in jedem Fall Chassis zum Einsatz kommen, die auf ein wirklich definiertes Gehäuse arbeiten. Es kann sich hierbei auch um ein nach Thiele und Small abgestimmtes Baßreflexsystem handeln, das die Baßwiedergabe der aus Platzgründen meist kleinen Gehäuse verbessert. Es

**Eine für den Fahrer ausgewogene Stereobalance gelingt meist nur auf Kosten des Beifahrers. Geschicktes Ausnutzen akustischer Prinzipien ermöglicht jedoch eine gute Ortung auf beiden Plätzen.**

HiFi-Boxen selbstgemacht





**Bild 6.** Für mehrere große Baßlautsprecher ist häufig kein geeigneter Einbauort zu finden. Subwooferanlagen kommen mit einem einzigen Tieftöner aus.

gibt allerdings noch eine weitere Möglichkeit, zu einer sehr guten Baßwiedergabe zu kommen. Die leichten Verkleidungsmaterialien des Fahrzeuginnenraumes, die als Schallwand denkbar ungeeignet sind, stellen gerade wegen ihrer geringen Masse für tiefe Frequenzen kein Hindernis dar. Dies stellt sich nun als Vorteil heraus, denn es besteht die Möglichkeit, die Baßlautsprecher in den Kofferraum zu verban-

Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die im Fahrzeuginnenraum angebrachten Lautsprecher keine tiefen Bässe mehr abstrahlen müssen und demzufolge kleiner ausgelegt werden können, was wiederum die Probleme beim Einbau vermindert. Weiterhin besteht nun die Möglichkeit, auch den oder die Baßlautspre-

cher in einem abgestimmten Gehäuse zu betreiben, solange man bereit ist, im Interesse der Musikwiedergabe einige Liter des Kofferraumvolumens zu opfern.

Der Tiefbaßweg kann auch als Subwooferkonstruktion ausgeführt werden. Derartige Lösungen werden von der Industrie noch nicht in vergleichbarem Ausmaß angeboten wie herkömmliche Autolautsprecher. Hier ist also noch relativ viel Platz für den Selbstbau. Der Subbaßweg kann natürlich auch aktiv ausgeführt werden, ein Prinzipschaltbild zeigt Bild 6. Notwendig ist dabei die elektronische Addition beider Stereokanäle sowie eine Tiefbaßfilterung bei 100...200 Hz. Damit besonders bei höheren Trennfrequenzen die Bässe nicht geortet werden, könnte der Subbaßkanal sogar, zum Beispiel mit Hilfe von Allpaßfiltern, gegenüber den übrigen Kanälen um einige Millisekunden verzögert werden, um den sogenannten Precedence Effekt (Gesetz der 1. Wellenfront) auszunutzen. Dieser Effekt

wird in neuerer Zeit auch vermehrt zur effektiven und richtungsgetreuen Beschallung von Hallen ausgenutzt.

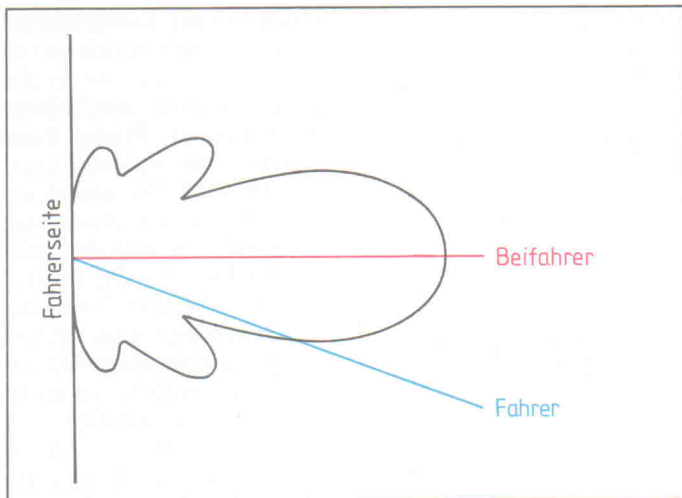
Während durch Equalizer und spezielle Lautsprecherchassis der Autobeschallungsanlage einigermaßen in den Griff zu bekommen ist, stellt die korrekte Lokalisierung nicht nur im Baßbereich ein Problem dar. In den meisten Fällen ist es durchaus möglich, mit Hilfe des Balance-reglers für den Fahrer eine befriedigende Stereobalance einzustellen, allerdings auf Kosten des Beifahrers, der nun fast ausschließlich von einem Lautsprecher versorgt wird. Mit dieser Situation kann man sich entweder abfinden oder einen Kompromiß schließen und die Stereobalance in Mittelstellung belassen. Durch geschickte Ausnutzung der akustischen Verhältnisse kann aber auch für beide Fahrgäste eine akzeptable Stereoabbildung erreicht werden, ohne den Balanceregler bemühen zu müssen.

Die Lösung des Problems besteht aus einer geeigneten

Plazierung der Lautsprecher. Dabei handelt es sich um eine Technik, wie sie in der professionellen Beschallung in ähnlicher Weise beim Einsatz von Hörnern angewendet wird. Die geschickte Anordnung der Hochtöner ist darüber hinaus ein schönes Beispiel für die Lösung raumakustischer Probleme durch Kenntnis und Ausnutzung des Abstrahlverhaltens der Lautsprecher, wo andere Lösungen arbeits- und materialaufwendiger wären. Da im Auto aus Platzgründen keine Hörner benutzt werden können, funktioniert diese Technik hier nicht ganz so gut, das Prinzip ist aber dasselbe. Ausgenutzt wird in beiden Fällen die Tatsache, daß Lautsprecher bei mittleren und vor allen Dingen hohen Frequenzen eine deutliche Richtwirkung aufweisen (Bild 7). Abweichend von der Lautsprecherachse nimmt der Schalldruck mehr oder weniger stark ab. Bei Hörnern kann dieses Verhalten durch die Hornform gut gesteuert werden, bei Membranlautsprechern ist das Verhalten weniger gut definiert.

Für die Lösung des Balanceproblems werden die Hochtöner wie in Bild 8 angeordnet. Der Hochtöner auf der Fahrerseite ist nicht direkt auf den Fahrer gerichtet, sondern strahlt etwas an ihm vorbei. Auf diese Weise sitzt der Fahrer im Bereich der sogenannten Leakage — der Hochtöner ist hier etwas leiser. Der Hochtöner auf der gegenüberliegenden Beifahrerseite ist auf den Fahrer gerichtet, aber weiter von ihm entfernt. Da nun im Bereich hoher Frequenzen im Fahrzeuginnenraum annähernd Freifeldbedingungen herrschen, nimmt der Schalldruck mit der Entfernung vom Lautsprecher ab. Es ist also möglich, daß beide Hochtöner gleich laut erscheinen, da der eine etwas am Hörer vorbei strahlt, der andere dafür et-



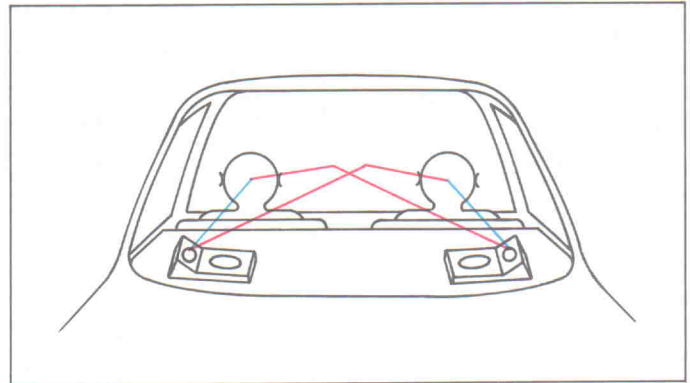


**Bild 7.** Bei hohen Frequenzen sinkt der Schalldruck eines Kalottenlautsprechers stark ab, wenn sich der Hörer außerhalb der Achse aufhält.

was weiter entfernt ist. Da der Fahrzeuginnenraum aber symmetrisch aufgebaut ist, gilt dasselbe auch für den Beifahrer. An beiden Hörpositionen ist nunmehr eine akzeptable Stereobalance vorhanden. Bei der Anordnung der Hochtöner liegt nahe, diese in die Tür bzw. Seitenverkleidung einzubauen. Sie befinden sich so bereits fast in der korrekten Position, möglicherweise ist bei einigen Fahrzeugen eine genauere Ausrichtung gar nicht mehr erforderlich. Hier liegt übrigens kein Widerspruch zur Empfehlung, Lautsprecher möglichst

nicht in die Tür einzubauen, da die Hochtonchassis nicht an das Luftvolumen im Türinnern gekoppelt sind.

In ähnlicher Weise kann auch bei den rückwärtigen Lautsprechergruppen vorgegangen werden. Sind diese in den Seitenflächen eingebaut, so sollte die Positionierung wie vorne erfolgen, wird die Hutablage als Montagefläche genutzt, wird die Heckscheibe als Reflektor mit einbezogen. Dazu ist es erforderlich, die Hochtöner etwas von der Ablagefläche abzuwinkeln oder anzuheben. Bild 9 zeigt die Schallführung der in der Heckablage eingebauten Hochtöner. Wiederum wird die Richtcharakteristik der Hochtöner benutzt, um trotz unsymmetrischer Sitzpositionen eine gute Stereobalance zu erzielen. Da die



Hochtöner auf einer nach innen geneigten Fläche eingebaut sind, kann der jeweils gegenüberliegende Hochtöner den Hörer nicht mehr direkt anstrahlen, sondern muß die Heckscheibe als Reflektor benutzen. Die entsprechende Ausrichtung des Lautsprechers sorgt gleichzeitig dafür, daß der nähergelegene Hörer im Bereich der Leakage sitzt, also mit etwas geringerem Schallpegel versorgt wird.

Die korrekte Positionierung der Hochtöner ist ebenso einfach wie wirkungsvoll, da der üblicherweise verwendete Kalottenhochtöner recht klein ist, so daß Einbau und Ausrichtung keine allzu großen Probleme schaffen. Beim Mittelton- bzw. Tiefmitteltonsystem ist das anders. Allein das erforderliche Arbeitsvolumen begrenzt die Einbaumöglichkeiten erheblich. Wie aus den eingangs beschriebenen Übersichtsmessungen hervorgeht, ist jedoch das Schallfeld im Frequenzbereich der Mitteltöner annähernd diffus. Demzufolge ist es aber auch wenig relevant, an welcher Stelle genau die Schallabstrahlung erfolgt. Die Positionierung der Mitteltöner kann also den räumlichen Gegebenheiten angepaßt werden.

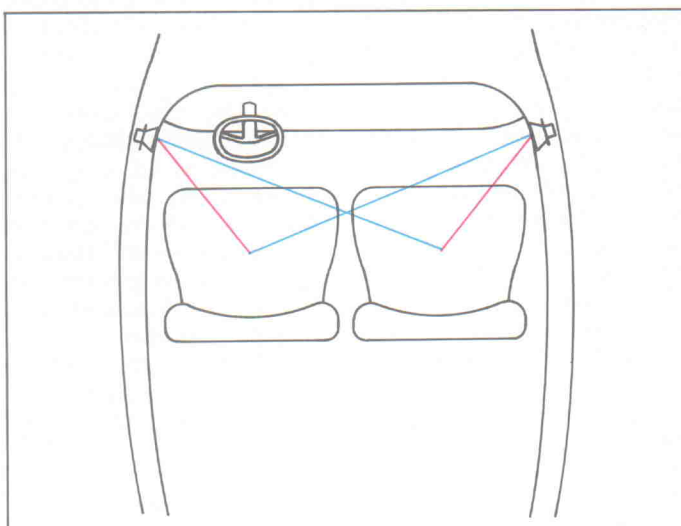
**Bild 8.** Der jeweils nähere Lautsprecher wird außerhalb seiner Achse wahrgenommen. Auf beiden Sitzplätzen kommt es zu einer ausgewogenen Stereobalance.

**Bild 9.** Auf den hinteren Plätzen erreicht man eine gute Rechts/Links-Ortung durch geschicktes Ausnutzen von Reflexionen an der Heckscheibe.

Viele Fahrzeuge sind bereits herstellerseitig für den Einbau von Autolautsprechern - meist Breitbandsystemen - vorbereitet, beispielsweise im Bereich des Armaturenbrettes oder der Heckablage. Diese Einbauorte sind jedoch für den Einsatz von Breitbandsystemen meistens nicht optimal gewählt. Für den Einbau der Mitteltöner bieten sich diese Einbaumöglichkeiten aber geradezu an, da deren Einbauposition wenig kritisch ist und ihr Einbau in vorhandene Hohlräume keinen zusätzlichen Platz kostet.

Die Erstellung einer Autobeschallungsanlage beschränkt sich allerdings nicht allein auf ihre Konzeption und den Einbau der Lautsprecher. Daneben ist

**Die durchdachte und korrekte Positionierung der Lautsprecher ist im Auto wesentlich entscheidender als im Wohnraum. Hier helfen oft nur langwierige Hörtests.**





es erforderlich, die Anlage an den Fahrzeuginnenraum anzupassen. Wenn sich unter anderem auch Equalizer im Signalweg befinden, bedeutet dies zunächst die korrekte Einstellung der Equalisation, aber auch die Pegelanpassung beispielsweise des Hochtonweges an den Mitteltonweg. Die Einstellung eines Equalizers kann zunächst grob nach den allgemeinen Raumkriterien eines Fahrzeugs erfolgen, die Feineinstellung geschieht in jedem Fall nach Gehör.

Andererseits stellt sich natürlich die Frage, ob diese Aufgabe auch meßtechnisch angegangen werden kann, so daß die Zeit für langwierige Hörsitzungen entfällt. Zusätzlich wäre damit eine Grundlage für den objektiveren Vergleich verschiedener Autobeschallungsanlagen geschaffen.

Ein aus der Entwicklung von HiFi-Lautsprechern gewohnter Ansatz wäre, ein Mikrofon anstelle des Hörers ins Fahrzeug zu bringen und die Beschallungsanlage auf einen linearen Frequenzgang abzugleichen. Die Ergebnisse dieser Methode sind zwar nicht schlecht, jedoch stellt man beim Probehören fest, daß die so eingestellte Anlage einen etwas harten, unangenehmen Klang aufweist.

Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß die Übereinstimmung mit rein gehörmäßig gefundenen Einstellungen besser ist, wenn das Mikrofon durch einen diffusfeldentzerrten Kunstkopf ersetzt wird. Dieser bietet gleichzeitig die Möglichkeit, durch Kunstkopf-Stereoaufnahmen verschiedene Fahrzeuge und verschiedene oder unterschiedlich eingestellte Beschallungsanlagen schnell vergleichbar zu machen.

An die Stelle des üblichen Frequenzgangschriebes im reflexionsarmen Raum tritt im Fahrzeug die Messung des Frequenzganges mit dif-

fusfeldentzerrtem Kunstkopf.

Welchen Raum kann in der Autobeschallung der Selbstbau einnehmen?

Im Gegensatz zu USA und Japan ist die akustische Erstausrüstung europäischer Autos oft erbärmlich schlecht. Hier öffnet sich für den Selbstbauer ein weites Feld. Vom einfachen Austausch der vorhandenen Chassis gegen bessere Systeme bis hin zum Selbstbau kompletter Beschallungsanlagen mittels Blechschere und Schreinerwerkzeug gibt es viele Wege zum audiophilen Auto.

Mehr als bei der Wohnraumbeschallung ist die korrekte Positionierung der Lautsprecher von Bedeutung. Sorgfalt und Kenntnis der akustischen Verhältnisse beim Einbau ist für die Verbesserung der Wiedergabequalität im Fahrzeug manchmal wichtiger als die Auswahl der eigentlichen Lautsprecherchassis.

Wir danken Herrn Dipl. Phys. Ludwig Klapproth von der Firma Blaupunkt für seine freundliche und umfangreiche Unterstützung.

#### Literatur:

- (1) D. Michel  
Beschallungstechnik im Wohnraum  
elrad extra 4
- (2) D. Michel  
Lautsprechermeßtechnik  
elrad extra 4
- (3) L. Klapproth  
Acoustic characteristics of the vehicle environment AES-Preprint, 77. Convention, Hamburg '85

## 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 zahlt sich aus.

### PEERLESS PROFESSIONAL CAR SPEAKER



**Das neue,  
attraktive, leistungsstarke  
Lautsprecher-Programm '87 für Auto und HiFi.**

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

### PEERLESS: oft kopiert – nie erreicht!

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

1000 Berlin 10	Arlt Elektr., Kaiser-Friedrich-Str. 17a	0 30/3 41 66 04
1000 Berlin 44	Arlt, Karl-Marx-Str. 27	0 30/6 23 40 53
2800 Bremen 1	pro audio, Am Wall 45	04 21/1 48 74
2843 Dinklage	Ton + Technik, Rombergstr. 8	04 43/44 88
2848 Vechta	Ton + Technik, Große Str. 13	0 44 41/8 12 22
3300 Braunschweig 1	Völkner electronic, Marienberger Str. 10	05 31/8 76 20
4000 Düsseldorf 1	Arlt-Radio, Am Wehrhahn 75	02 11/35 05 97
4000 Düsseldorf 1	MDL, Charlottenstr. 49	02 11/36 22 89
4270 Dorsten	Lang/PACON, Wiesenstr. 6b	0 23 62/2 65 06
4300 Essen 1	Arlt, Rüttenscheider Stern 3 (Parkpl. Bauhaus)	02 01/79 23 28
4400 Münster	GDG Lautsprecher, Steinfurter Str. 37	02 51/27 74 48
4500 Osnabrück	Ton + Technik, Lohstr. 2	05 41/2 96 94
4500 Osnabrück	HiFi Shop, Rosenplatz 14	05 41/8 27 34
4600 Dortmund	City-Elektronik, Güntherstr. 75	02 31/52 75 31
4630 Bochum	Hubert-Lautsprecher, Wasserstr. 172	02 34/30 11 66
5000 Köln	Arlt Elektr., Hansaring 93	02 21/13 22 54
5205 Sankt Augustin	WS electronic, Am Markt 53c (HUMA-Zentr.)	0 22 41/2 95 12
5400 Koblenz	Hobby-Electronic 3000, Victoriast. 8-12	02 61/3 20 83
5768 Sundern 1	HESTRI PA, Settmackestr. 76	0 29 33/17 29
6072 Dreieich-Sprendlingen	HiFi-Laden, Hauptstr. 45	0 61 03/6 66 57
6500 Mainz	Die Box, Rochusstr. 11	0 61 31/23 10 25
6800 Mannheim	HS Elektronik, Cannabichstr. 22	06 21/33 26 12
7521 Kronau	audio design, Schulstr. 3	0 72 53/72 60
7530 Pforzheim	Peiter, Weiherstr. 25	0 72 31/2 46 65
8000 München 70	AUDIOPHIL, Implerstr. 14	0 89/7 25 66 24
8400 Regensburg	Schütz & Trier, Alte Nürnberger Str. 2 a	09 41/8 62 14
8858 Neuburg/Donau	Top-Sound, Thalheimerweg 3	0 84 31/4 71 62



PEERLESS Elektronik GmbH

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







# Ein schräger Vogel

H.-J. Kanne

**Der Einbau von Lautsprechern in die Heckablage läßt sich bei vielen Wagentypen nur mit der Blechschere bewerkstelligen. Derart angeknabberte Autos sinken jedoch im Wiederverkaufswert. Lose Boxen auf der Heckablage sind entweder baßmindernd klein oder sichthindernd groß. Erlaubt man sich - wie hier - einmal eine etwas ungewöhnliche Boxenform, dann bekommt man leicht zwei stattliche 8-Liter-Volumen unter die Heckscheibe - ohne den Durchblick zu verlieren.**

Die Vorteile dieser Konstruktion liegen auf der Hand: keine chirurgischen Eingriffe in die Anatomie des Autos, kein Platzverlust im Kofferraum. Zudem läßt sich das ganze Teil problemlos aus- und wiedereinbauen. Dank der großen Auflagefläche reichen vier Streifen Klettenband - zwei längs, zwei quer, getackert oder geklebt - vollkommen aus, um dem Flachmann sicheren Halt auf der Hutablage zu geben.

Ein achteil Meter Höhe reicht den beiden Minibässen als Schallwand, nach hinten zeigt die Box ein Fließheck. Trotz dieser rücksichtsfreundlichen Slim-Line-Form bleibt für jede Kammer das Volumen einer kleinen Regalbox. Da kann man mit geeigneten Speakern schon eine Baßreflexabstimmung in Angriff nehmen.

Die erforderlichen Schrägungen werden den Heimwerker vielleicht nicht gerade begeistern, um so mehr den Akustiker. Wo keine parallelen Wände sind, können auch keine stehenden Wellen auftreten. Außerdem wird sicher jeder Tischler gern bereit sein, gegen eine kleine Aufwandsentschädigung sein Sägeblatt mal kurz um 10 oder 15 Grad zu neigen. Über den Rest der Arbeit lächelt der versierte Heimwerker. Der dreieckige Einschnitt in der Bodenplatte und die Löcher in den Schallwänden sind Einsatzgebiet der Stichsäge.

Wer bei den Tischlerarbeiten nicht ganz so exakt gearbeitet hat, der braucht halt ein paar zusätzliche Bogen Sandpapier. MDF-Platte setzt diesen Schleifarbeiten den geringsten Widerstand entgegen und zeigt zudem hervorragende akustische Eigenschaften. Der Flachmann-Prototyp wurde aus 16-mm-MDF gebaut. Man kann aber die Maße auch ohne Bedenken auf eine Wandstärke von 13 mm herunterrechnen. Mancher schwach gebauten Heckablage bekommt diese Sparmaßnahme gut.

Die Endbehandlung des Gehäuses untersteht allein der Fantasie des Baumeisters. Lack, Furnier und Teppichboden sind nur einige Variationen.

Auch die Weiche bereitet keine Aufbau Probleme. Für die fünf Bauelemente pro Kanal erübrigt sich eine Platine. Man kann die Teile mit Heißkleber direkt im Gehäuse oder sogar auf den Magneten der Lautsprecher montieren.



## Technische Daten

Prinzip	2-Wege-Baßreflexbox
Belastbarkeit	2x60 Watt
Impedanz	4 Ohm
Übergangsfrequenz	3 kHz
Volumen (innen)	2x8 l
Entwickler	H.-J. Kanne
Preis	ca. 220 DM, Chassis + Weiche für beide Kanäle

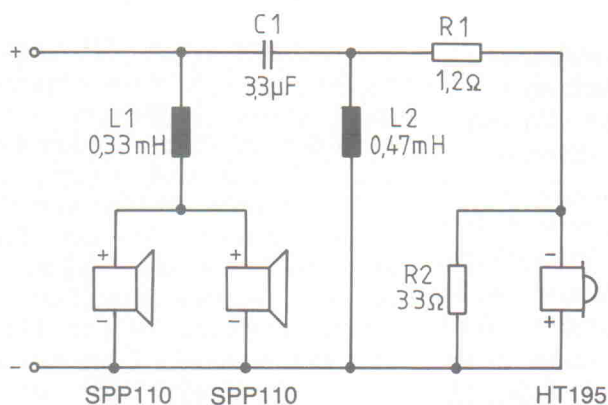
<b>Chassis (pro Kanal)</b>	
2 Tieftöner SPP110 (Monacor)	
1 Hochtöner HT195 (Vifa)	
<b>Frequenzweiche (pro Kanal)</b>	
Spulen	
L1	0,33 mH (Luft)
L2	0,47 mH (Luft)
Kondensatoren	
C1	3 $\mu$ 3 (Folie)
Widerstände	
R1	1R2, 5 W
R2	33R, 2 W

## Stückliste

### Holz- und Gehäuseteile

MDF-Platte, 16 mm (in mm)

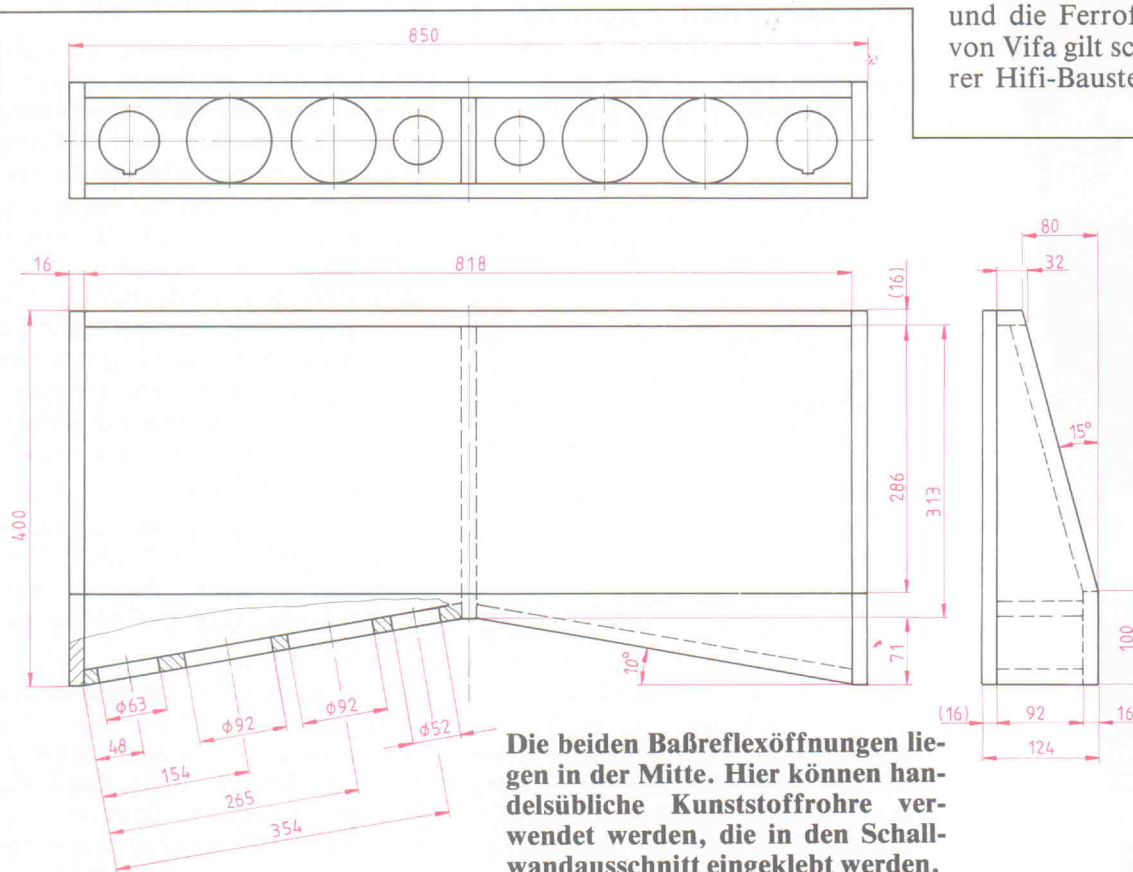
Front 2x 410 x 92 (10°)  
Deckel (klein) 2x 401 x 100  
Deckel (groß) 1x 818 x 298 (15°)  
Seiten 2x 400 x 108  
Boden 1x 850 x 400  
Trennwand 1x 313 x 92  
Rückwand 1x 818 x 32  
2 Baßreflexrohre  $\varnothing$ 45 mm (innen),  
90 mm lang



Mit R1 darf gespielt werden. Der angegebene Wert wurde in einem Fiat Ritmo ermittelt.

Die parallel geschalteten Bässe begnügen sich mit einem 6-dB-Tiefpaß, also mit einer einzigen Spule. Dem Hochtöner mußte ein 12-dB-Filter spendiert werden. Die beiden Widerstände im Hochtonzweig dämpfen den Tweeter etwas ab. Mit dem 1,2-Ohm-Widerstand darf ruhig gespielt werden. Der angegebene Wert wurde in einem Fiat-Ritmo ermittelt. Wer in seinem Auto etwas mehr Plüsch und Velours hat, kann den Wert herabsetzen.

An die Lautsprecherbestückung sollte man sich jedoch halten. Die Bässe SPP110 von Monacor sind in nahezu jedem Elektronikshop leicht und preiswert beschaffbar, und die Ferrofluid-Kalotte HT195 von Vifa gilt schon fast als legendärer HiFi-Baustein.



Wo keine parallelen Wände sind, können sich keine stehenden Wellen bilden. Der erhöhte Heimwerkeraufwand lohnt sich aus akustischer Sicht.

Die beiden Baßreflexöffnungen liegen in der Mitte. Hier können handelsübliche Kunststoffrohre verwendet werden, die in den Schallwandausschnitt eingeklebt werden.



# Die legendäre **PENTAMYD 3**

Jetzt noch  
besser.



24 W 75 D 52 AF D 21 AF 24 W 100 D 76 D 28 AF

„Das Bessere ist der Feind des Guten“ Sagt man. Und handelt danach. Also haben wir die legendäre **PENTAMYD 3** vollkommen neu überarbeitet, sie technisch und klanglich optimiert und ihr die Bezeichnung **PENTAMYD 3/75** gegeben. Außerdem bieten wir jetzt die **PENTAMYD 3/100** an. Bestückt mit völlig neu entwickelten Systemen und einem abgrundtiefen Baß; eine Super-Box.

Beide natürlich in gewohnt ansprechender und präziser **DYNAUDIO-QUALITÄT** und klanglichen Eigenschaften, die wieder den Abstand vom Üblichen deutlich machen. Selbstverständlich mit unterschiedlichen Furnieren und Oberflächen. Und nicht zuletzt: wie immer preislich äußerst interessant. **Eben DYNAUDIO.**



DYNAUDIO  
Winsberggring 28  
2000 Hamburg 54  
Telefon 040/85 80 66

**INFORMATIONEN  
ANFORDERN**

## **EXTRA 3** **HiFiBoxen** selbstgemacht

für DM 15,— direkt beim Verlag gegen Vorauszahlung  
(V-Scheck) erhältlich.

Verlag Heinz Heise GmbH · Bissendorfer Str. 8  
3000 Hannover 61 · Tel. (05 11) 53 52-0



## **AUSGEWÄHLTE SPITZENTECHNIK**

... zusammengefaßt in einem Katalog

Lautsprecher-Selbstbau-  
Systeme, „vom Feinsten“  
bis zum preiswerten und  
klangstarken Chassis.

Wir wissen,  
was wir verkaufen:

**elektroakustik stade**

Bremervörder Str. 5 - 2160 Stade - Tel. (041 41) 844 42

Den  
Katalog  
'87 gibt es  
kostenlos  
bei uns!

HiFi-Boxen selbstgemacht

# SIPE

## HI-FI CAR SPEAKERS

VOM BREITBAND-

KATALOG IM FACHHANDEL

BIS ZUM SOUND-SYSTEM

UND BEI HI-FI-SPEZIALAUSSTATTEN

GENERALVERTRETUNG:

### WIRTH ELEKTRONIK GMBH

POSTFACH 10 03 48 3004 ISERNHAGEN 1

TELEFON 05 11/61 00 74 TELEX 921148

# Der Sound bei MACH 1

## SIPE

### Autolautsprecher

Ihr Händler in Kassel:

Speaker Selection Deutschl.

Telefon 0561/22915 • Fax 0561/26469



## **Blaupunkt-XL-Serie**





# Der klingende Punkt

*Dipl.-Phys. Ludwig Klapproth*

**Der Peugeot 205 GTI ist ein Auto mit idealen Voraussetzungen zum Einbauen einer HiFi-Anlage. Da dieser Wagen die meiste Zeit nur mit einer oder zwei Personen besetzt gefahren wird, soll hier eine Zweikanal-Dreiweg-Anlage beschrieben werden, die optimal auf die vorderen Sitzplätze abgestimmt ist, aber auch die Heckplätze noch gut mit Klang versorgt.**

Es ist relativ leicht, sein Auto in die Garage eines Autoradiospezialisten zu bringen mit der Gewißheit, ein je nach zugestandenem Aufwand optimal mit Klang ausgerüstetes Auto wieder abzuholen. Man wird das Klangerlebnis am Aufwand messen und sich wenig Gedanken darüber machen, wie Lautsprecher und Klang ins Auto gekommen sind. Der Autoradiospezialist gewinnt die Auswahlkriterien für Lautsprechertypen für ein vorgegebenes Auto durch seine Erfahrung beim Ausrüsten und beim kritischen Beurteilen vieler verschiedener Einbauten. Er kennt auch die Kombinationen von Auto- und Lautsprechertypen, die einen besonders guten Klang erwarten lassen. Dabei müssen viele Parameter zusammenspielen, damit bei vertretbarem Aufwand ein Ergebnis erreicht wird, das den Zuhörer begeistert.

Größe und Ausgestaltung des Innenraumes, die Anordnung der Lautsprecher und die Raumverhältnisse hinter den Lautsprechern beeinflussen den Klang. Die Parameter sind sehr komplex, so daß sich die erreichbare Klangqualität nicht vorausberechnen läßt, sondern nur durch Einbauen von Lautsprechern erhört werden kann. Der Peugeot 205 GTI macht es dem Entwickler noch relativ leicht, eine optimale Lösung zu finden.

Eine wichtige Zielsetzung dieser Bauanleitung lautet:

Alle Passagiere sollen die Musik oder die Nachrichten von vorn orten! Dazu sind die vom Werk vorgesehenen Lautsprecherpositionen im vorderen oberen Türbereich in diesem Auto bereits gut ausgewählt und ermöglichen — bei Mittelstellung des Balancereglers — eine ausgeglichene Stereowiedergabe auf den beiden vorderen Plätzen. Hier werden die Mittel- und Hochtöner der Anlage montiert. Die beiden Baßlautsprecher sind auf der verstärkten Heckablage vorgesehen. Damit kommen auch einige Schallanteile von hinten und beziehen den Zuhörer auf der Rückbank besser in das Klanggeschehen ein.

Für die Anlage wurden die neuen Blaupunkt Zweiweg-Lautsprecher XL 1612 mit weitem Übertragungsbereich und hoher Belastbarkeit vorgesehen. Sie werden ergänzt durch die Mitteltöner und durch die passive Frequenzweiche.



### Technische Daten

Prinzip	3-Weg-Kombination für Tür- und Heckeinbau
Belastbarkeit	100 Watt
Impedanz	4Ω
Entwickler	Dipl.-Phys. L. Klapproth, Blaupunkt
Preis (Chassis und Weiche)	ca. 500,- DM (beide Kanäle)

### Stückliste

Chassis (Blaupunkt)  
Baß-/Hochton-  
kombination XL1612  
Mitteltöner 8 638 621 033

#### Frequenzweiche

L1	8 mH, Innen- widerstand $R_i = 2,4\Omega$
C1	100μ, Tonfrequenzelko
R1	8R2, 5 Watt
R2	3R3, 5 Watt

Die Auswahl des Autoradios und des Verstärkers bleibt weitgehend dem Zuhörer überlassen, allerdings sollte eine Mindestqualität der Geräte eingehalten werden, die dem Anspruch der Lautsprecheranlage gerecht wird. Der Leistungsbereich der Verstärker kann von mindestens 15 Watt bis über 100 Watt reichen.

Die beiden Tieftonlautsprecher des XL 1612 werden auf der Heckablage montiert. Die Ablage wird dazu mit einem Sperrholzbrett verstärkt. Sägt man vor der Montage die beiden Lautsprecherausschnitte aus, kann die Ablage nach dem Verkleben mit einem Messer ausgeschnitten werden. Soll die Ablage gelegentlich herausgenommen werden, so ist eine Steckverbindung in den Zuleitungen sinnvoll.

Die Mitteltonlautsprecher der Anlage werden ohne Abdeckgitter ge-

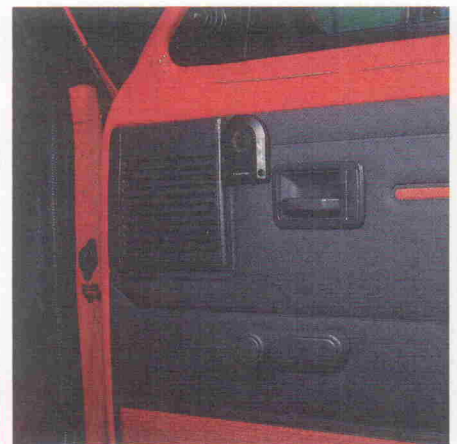
liefert. Sie passen in die vom Werk vorgesehenen Einbauöffnungen in den beiden Türen und werden mit dem serienmäßigen Gitter des Wagens abgedeckt.

Der Hochtonlautsprecher des XL 1612 wird jeweils hinter dem Mitteltöner auf der Türverkleidung montiert. Die Montageanleitung ist auf der Verpackung angegeben.

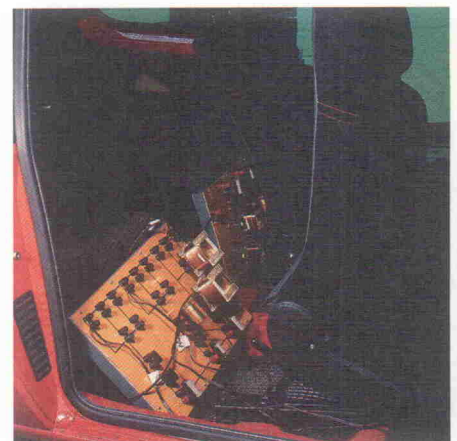
Die Frequenzweiche teilt jedem der drei Bereichslautsprecher das Frequenzband so zu, daß im Peugeot 205 GTI bei den gewählten Lautsprecherpositionen ein ausgeglichenes Klangbild erreicht wird. So war es möglich, die Anlage ohne zusätzlichen Equalizer oder Entzerrer auf den Innenraum des Peugeot 205 GTI abzustimmen. Das bedeutet aber auch, daß diese Anlage in einem anderen Auto nicht unbedingt gleich gute Ergebnisse bringen wird. Die Frequenzweiche müßte angepaßt werden — eine Aufgabe für den engagierten Audio-Amateur.

Zur Dimensionierung der Frequenzweiche wurden die im Akustiklabor der Firma Blaupunkt erarbeiteten Meßmethoden eingesetzt, insbesondere die kopfbezogene Messung mit dem IRT-Kunstkopf. Die kopfbezogene Meßtechnik ist notwendig, da sich die Autokabine akustisch sehr stark vom gewohnten Hörraum unterscheidet. Neben der Meßtechnik wurde die Klangabstimmung durch Hörsitzungen mit unterschiedlichem Programmmaterial abgesichert.

Den Ausgangspunkt bildet der Tieftöner in der Heckablage, der in



Der Mitteltöner ist an dem werkseitig vorgesehenen Platz gut aufgehoben. Der flache Hochtöner benötigt keinen Ausschnitt. Er wird direkt auf die Seitenverkleidung geklebt, eventuell auch aufgeschraubt.



Die Baßlautsprecher werden in die Heckablage montiert, die zuvor mit einem Sperrholzbrett verstärkt wurde.

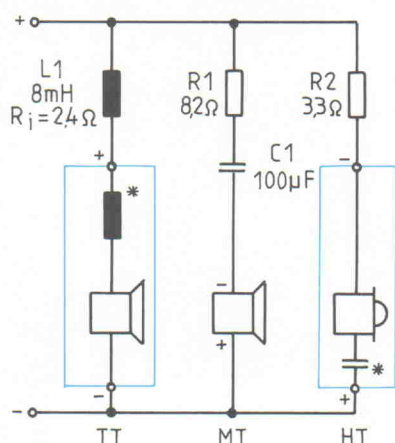


Weichenentwicklung bei Blaupunkt. Was hier auf einem recht unhandlichen Steckbrett ausgeklügelt wurde, kann beim endgültigen Aufbau unauffällig versteckt werden.

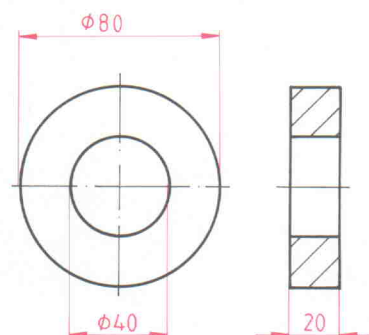
**Eine wichtige Zielsetzung dieser Bauanleitung lautet: Alle Passagiere sollen die Musik oder die Nachrichten von vorne orten!**

**Im Peugeot 205 läßt sich dieser Anspruch gut erfüllen. Wird die Anlage in andere Wagentypen eingebaut, kann die Platzierung der Türlautsprecher eventuell schwierig werden.**

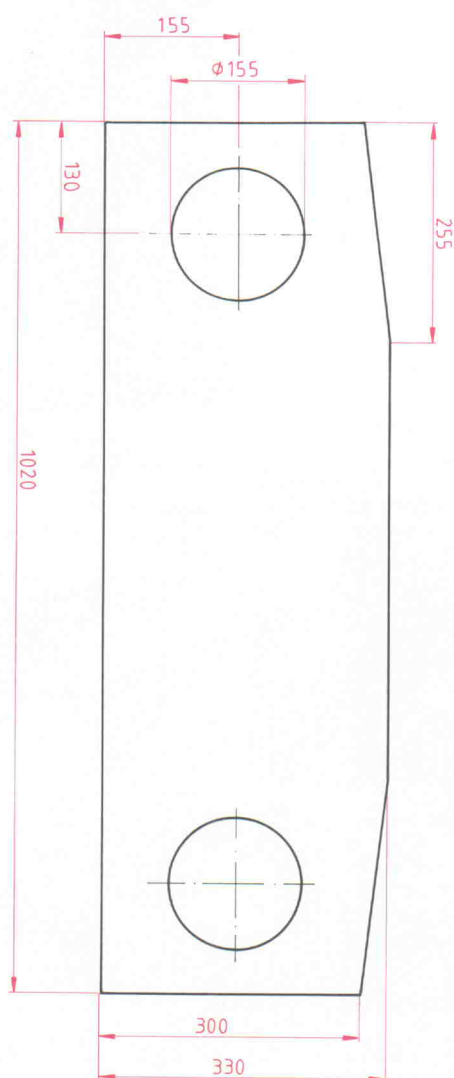




Die mit einem Stern versehenen Bauelemente sind bereits in den Lautsprecherchassis integriert. Die übrigen Teile lassen sich unauffällig im Verlauf der Lautsprecherzuleitungen unterbringen.



Wird für L1 eine Luftspule mit 400 Windungen bei 0,8 mm Drahtstärke in den angegebenen Maßen gewickelt, so hat sie den geforderten Innenwiderstand von 2,4 Ohm.



Das Verstärkungsbrett für die Heckablage wird aus 9 mm starkem Sperrholz gefertigt.

HiFi-Boxen selbstgemacht

dieser Installation nur den Baß wiedergeben soll. Zusätzlich zu der XL-Weiche (die fest im Chassis eingebaut ist) wurde dafür eine Spule mit einer Induktivität von 8 mH und 24  $\Omega$  Innenwiderstand in Reihe zum Baßlautsprecher geschaltet. Damit wird eine hinreichend tiefe Übergangsfrequenz (ca. 200 Hz) erreicht, so daß auch der Baß im wesentlichen von vorne geortet werden kann. Die Frequenzweichenspulen können neben dem Chassis auf dem Ablagebrett montiert werden. Mit den XL-1612-Tieftönern erreicht man trotz der nicht vollständig dicht abschließenden Heckablage einen sehr intensiven Tiefbaß. Ein Baßlautsprecher im Auto erzeugt an den verschiedenen Hörplätzen einen unterschiedlichen Schalldruck mit der Tendenz, auf den weiter von seinem Einbauort entfernten Plätzen den Tiefbaß stärker wiederzugeben.

Der Mitteltöner bestimmt die Or- tung des Klanggeschehens. Die Lautstärke hängt im Auto von der Entfernung zum Zuhörer ab, des- halb ist in diesem Fall nur ein gerin- ger elektrischer Pegel notwendig, der durch den Vorwiderstand von  $R1 = 8,2 \Omega$  eingestellt wird. Da der Lautsprecher 13 cm Durchmesser aufweist, genügt ein G-dB-Hoch- paß mit einem Kondensator von  $C1 = 100 \mu$ . Das Türvolumen bildet

zwar für tiefe Frequenzen kein gu- tes Lautsprechergehäuse, da die Türverkleidung sehr flexibel ist, für die mittleren Frequenzen kann die Türverkleidung jedoch den akusti- schen Kurzschluß verhindern.

Der Hochtonlautsprecher wird mit der eingebauten Frequenzweiche (Kondensator) betrieben. Der Kon- densator und die Dämpfung der Schwingspulenbewegung durch Ferrofluid bilden ein 12-dB-Filter. Zur Pegelanpassung an den Mittl- tonlautsprecher wird ein Vorwider- stand von  $R2 = 3,3 \Omega$  in die Zulei- tung eingefügt. Dieser Vorwider- stand darf nicht weggelassen wer- den, da das Klangbild sonst zu un- angenehmer Schärfe neigt. Die Weichenbauteile von Hoch- und Mitteltöner können ohne weiteres in den Verlauf der jeweiligen Laut- sprecherzuleitungen gelötet wer- den.

Mit dem hier beschriebenen Laut- sprechereinbau läßt sich im Peugeot 205 GTI ein verfärbungsarmes breitbandiges Klangbild erzeugen. Das Stereopanorama breitet sich mit guter räumlicher Auflösung der einzelnen Instrumente auf allen Abhörplätzen aus. Die Anlage ist damit auch für Klassik geeignet. Popmusik läßt sich besonders dann realistisch reproduzieren, wenn die Verstärkerleistung ausreichend hoch ist.



**Lautsprecher Manufaktur - CAp Golf I**







# Golfspieler

**A. Wiegelp**

**Der typische Golf-GTI-Fahrer ist jung, liebt Popmusik und kann schon mal einen kräftigen Baß vertragen. Für diese Zielgruppe hat die Lautsprecher Manufaktur das Car-Audioprojekt 'Golf I' entwickelt. Ein glattes Dutzend hochwertiger Lautsprecher teilt sich die harte akustische Arbeit.**

Im Auto finden sich stark reflektierende und stark dämpfende Materialien in unmittelbarer Nähe der Lautsprecherchassis. Die Frequenzgänge der Lautsprecher werden dadurch ganz anders beeinflusst, als es beim Einbau derselben Chassis in eine normale Box der Fall ist. Aus diesem Grund werden häufig Car-Hifi-Systeme, die in der Vorführwand beim Händler überzeugend klingen, den Ansprüchen im Auto nicht gerecht.

Messungen vor Ort, also im Wagen und in Ohrhöhe des Fahrers, sind unerlässlich, wenngleich sie nicht gerade leicht zu interpretieren sind. Bei diesen Arbeiten stellt sich schnell heraus, daß Systeme, die sich in der Vorführwand linear verhalten, beim Autoeinbau zu kräftigen Überhöhungen im Frequenzgang neigen, die das Klangbild zum Nachteil verändern. Diese Erfahrung muß bei der Entwicklung der Weiche berücksichtigt werden.

Für den Golf I besteht das Ergebnis von Messungen und Hörtest aus einer 3-Weg-Heckablage, die von einem 2-Weg-Türeinbau ergänzt wird. Vier 16er-Tieftöner sorgen dafür, daß die Kombination an jedem normalen Autoradio mit 2 x 15 Watt Ausgangsleistung betrie-

ben werden kann. Ein zusätzlicher Booster bringt natürlich noch bessere Ergebnisse.

Die 2-Weg-Kombination in der Tür, bestehend aus der Titan-Hochtonkalotte LMP - HT 19 und dem Mitteltieftöner LMP - MT 130/25/90, hat die Aufgabe, ein räumliches Klangbild zu erzeugen und eine verfärbungsfreie Sprachwiedergabe zu gewährleisten. Die Stereoperspektive sollte den üblichen Hörgewohnheiten weitestgehend entsprechen. Der Diffusor vor der Titankalotte dient als Berührungsschutz. Um die Schwingspule bei hohen Pegeln zu kühlen, wurde der Luftspalt mit Ferrofluid gefüllt.

Der LMP - MT 130 wurde speziell für den Türeinbau entwickelt. In einer Autotür ist grundsätzlich mit hoher Luftfeuchtigkeit zu rechnen. Deshalb muß ein Autolautsprecher, der für den Türeinbau konzipiert wird, korrosionsfest sein und eine wasserabweisende Membran haben. Der Korb des MT 130 wur-

**Die Anlage, insbesondere die Frequenzweiche, wurde ganz speziell für den Einbau in einen Golf I entwickelt. Wird das Konzept auf einen anderen Autotyp übertragen, kann es eventuell zu klanglichen Einbußen kommen.**



## Lautsprecher Manufaktur - Cap Golf I

### Technische Daten

Prinzip	3-Weg-Heckablage und 2-Weg-Türeinbau
Belastbarkeit	100 Watt
Impedanz	4 Ohm
Übergangs- frequenzen	2 kHz, 5 kHz (Heck) 4 kHz, (Tür)
Entwickler	A. Wieglepp
Preis (Chassis und Weiche)	ca. 800,-DM (beide Kanäle)

de deshalb aus glasfaserverstärktem Kunststoff gefertigt. Um die Membran feuchtigkeitsresistent zu halten, wurde hier auf eine Kunststoffolie zurückgegriffen, die besonders den Sprachbereich verfärbungsarm und präsent wiedergeben kann.

Die 2-Wege-Kombination in der Tür kann nicht allein betrieben werden, sondern nur in Verbindung mit der Heckablage.

In der Heckablage entscheiden andere Kriterien über die Auswahl der

### Stückliste

#### Chassis

Heckablage (pro Kanal)  
2 Tieftöner LMP-T 160/25/90  
1 Mitteltöner LMP-MT 30  
1 Hochtöner LMP-HT 19 DF

#### Türeinbau (pro Kanal)

1 Tief-/Mitteltöner LMP-MT 130/25/90  
1 Hochtöner LMP-HT 19

#### Frequenzweiche

##### Heckablage

##### Spulen

L1	1 mH
L2	0,33 mH
L3	0,22 mH
L4	0,15 mH

##### Kondensatoren

C1	33 $\mu$ , Tonfrequenzelko
C2	6 $\mu$ 8, Folie
C3	3 $\mu$ 3, Folie

##### Widerstände

R1	4R7, 5 W
----	----------

##### Türeinbau

##### Spulen

L5	0,68 mH
L6	0,15 mH

##### Kondensatoren

C4	10 $\mu$ , Folie
C5	4 $\mu$ 7, Folie

#### Holz- und Gehäuseteile

1 Platte 19-mm-Multiplex-Sperrholz  
ca. 980 x 525 mm

Chassis als beim Türeinbau. Feuchtigkeit spielt hier kaum eine Rolle, die Sonneneinstrahlung aber um so mehr. Temperaturen bis 130 Grad sind keine Ausnahme.

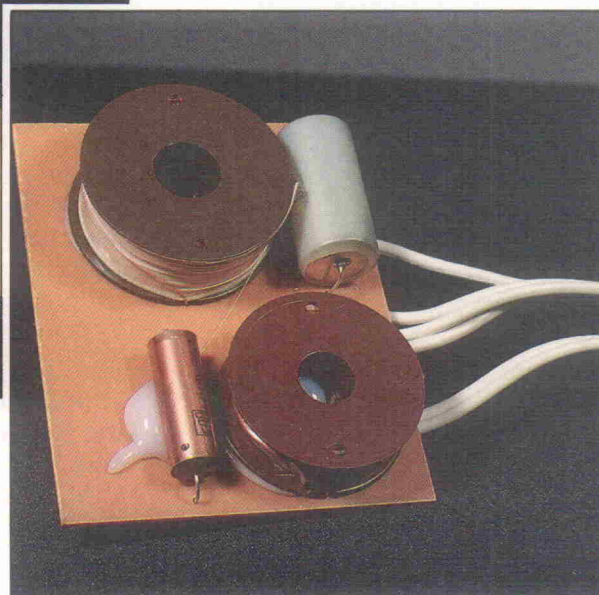
Es ist deshalb sehr wichtig, für den Lautsprechereinbau in der Heckablage hohe Temperaturfestigkeit zu berücksichtigen. Für den Hoch- und Mitteltonbereich bestand daher die Notwendigkeit, mit Metallfolienkalotten zu arbeiten. Im Tieftonbereich wurde wiederum eine Kunststoffolie gewählt, die ihre akustischen Eigenschaften auch bei großer Hitze nur wenig verändert. Die Bestückung der Ablage besteht aus vier 160-mm-Bässen LMP-T 160/25/90, zwei LMP-MT 30 und zwei LMP-HT 19 DF.

Die hier eingesetzten Tieftöner besitzen glasfaserverstärkte, resonanzarme und antimagnetische Kunststoffkörbe, die aus optischen Gründen mit massiven Aluminiumringen versehen wurden. In den Aluminiumring ist das Abdeckgit-

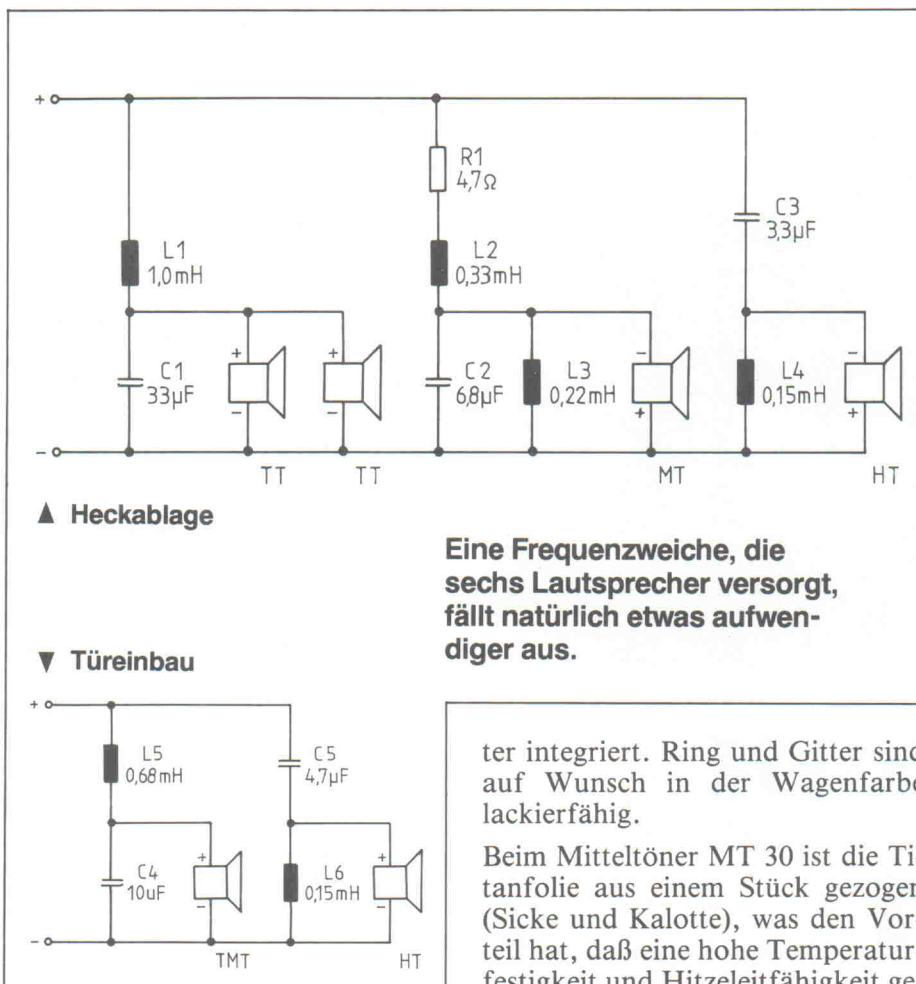


*Auch von unten sieht die Sache sehr aufgeräumt aus. Wenn so sauber verkabelt wird, verfangen sich keine Gepäckstücke in den Strippen.*

*Die Weiche für die Türkombi-  
nation ist recht kompakt. Sie  
kann leicht in den Tiefen des  
Türinnenraumes versteckt  
werden.*



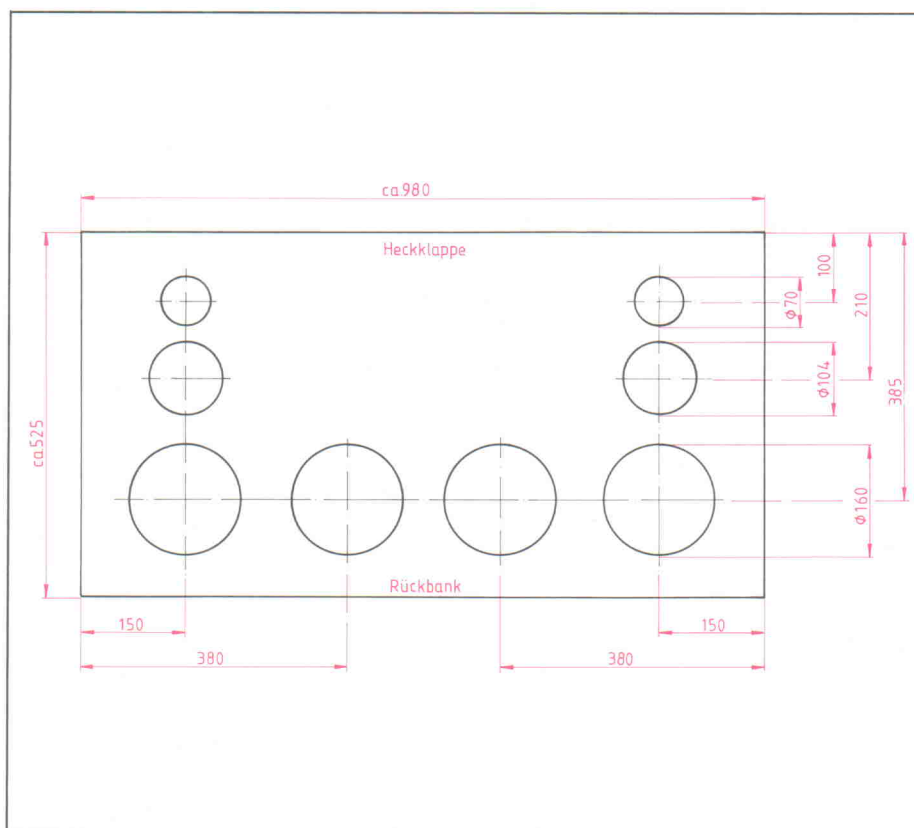




währleistet ist. Der Hochtöner LMP-HTF 19 DF hat ebenfalls eine einteilige Titanfolienkalotte und einen doppelten Ferritring. Dadurch wird der Wirkungsgrad um 1,5 dB erhöht, was wegen seines waagerechten Einbaues in der Ablage auch erforderlich ist.

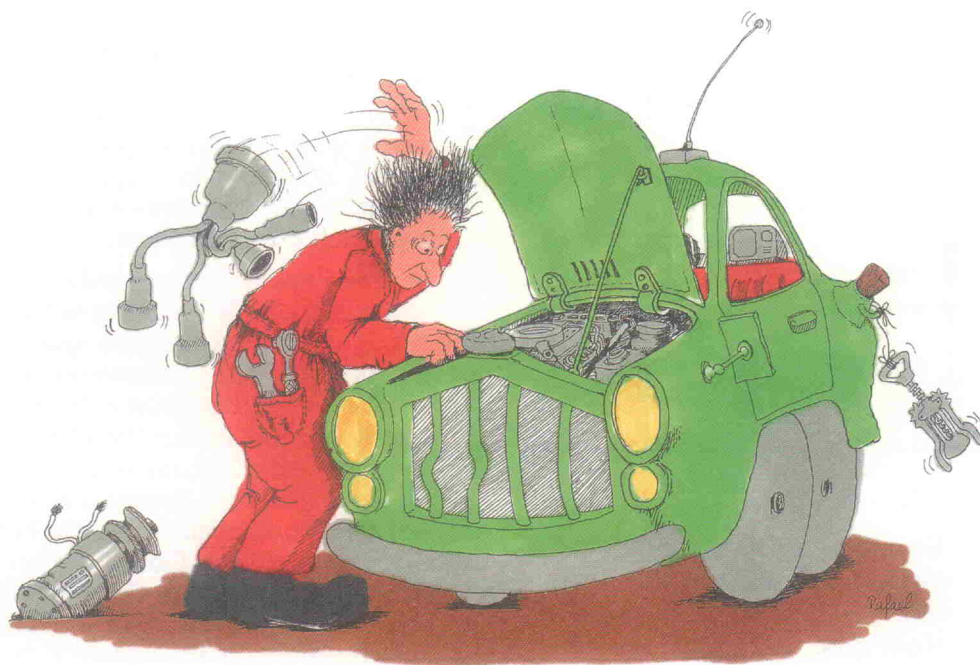
In der Frequenzweiche werden ausschließlich 12-dB-Filter verwendet. Als Bauteile sind verzerrungsarme Luftdrosseln und verlustarme Folienkondensatoren eingesetzt. Einzige Ausnahme ist der Parallelkondensator im Tieftonzweig. Beim Konzept dieser Frequenzweiche wurden die speziellen akustischen Eigenschaften des Golf I berücksichtigt. Das Konzept für die Ablage kann also nicht ohne Einbuße an Klangqualität für andere Fahrzeuge übernommen werden.

Im Golf I dagegen reproduziert das Car-Audioprojekt bei richtigem Einbau eine exzellente Musikwiedergabe: trockene Bässe, saubere Sprachwiedergabe und eine verblüffende Räumlichkeit. Der Gesamteindruck ist sehr neutral mit einer leichten Baß- und Höhenbetonung.



**Die Außenmaße des Brettes können je nach Baujahr des Wagens geringfügig variieren. Auch die Einbaustellen in der Tür wurden von Jahr zu Jahr ein wenig abgewandelt. Hier darf der Selbstbauer ein bißchen improvisieren.**





# Bitte nicht stören

W.J. Tenbusch

**Auto und Hifi sind Themen, die nicht behandelt werden können, ohne daß das Wort Entstörung fällt. Gute Anlagen bieten eine Dynamik, mit der auch leiseste Passagen eines-Stückes präzise wiedergegeben werden. Wie störend wirkt es sich dann aus, wenn unerwünschte Nebengeräusche in der Übertragungskette hörbar werden!**

Ursache des vielgehaßten, störenden Untones aus dem Autolautsprecher ist der sonst doch so erwünschte Strom. Solange er ruhig durch irgendwelche Leiter fließt und von den Wünschen seines Herrn und Meisters verschont bleibt, zeigt er sich gnädig. Doch wehe, wenn er geschaltet wird oder gar arbeiten muß! Dann ist Schluß mit der Friedfertigkeit! Durch lautes Knacken oder Surren macht er seinem Unmut Luft.

Stellt sich dem Elektronenstrom ein Hindernis in den Weg, sei es in Form eines Schalters, eines Magneten oder sonstiger Dinge, die von ihm durchdrungen werden müssen, so wird diese Hürde im Sprung genommen. Bei diesem Sprung werden hochfrequente elektrische Impulse abgestrahlt, die dann von der Elektronik

des Radios aufgefangen und verstärkt werden und letztlich am Ohr des Hörers landen.

Auch zu Hause ist dieses Phänomen nachvollziehbar, zum Beispiel, wenn man seinen freundlichen Nachbarn einmal bittet, während des Endspieles der Fußball-WM seine Bohrmaschine in Aktion zu versetzen. (Oftmals passieren solche Dinge ja auch ohne Aufforderung!) Kaum ist die Maschine am Netz, zeigen sich schon die lustigsten Störungen. Diese meist weißen Linien repräsentieren die vom Bohrer abgestrahlten Störsignale.

Ähnlich läuft es im Auto, allerdings ohne Fernsehen und Bohrmaschine.

Soll es dem Störenfried ans Fell gehen, muß man ihn erstmal finden. Schon mit ganz einfachen Mitteln ist

eine Eingrenzung der Störquelle möglich. Man fahre dazu ruhig einmal ins Grüne, weit weg von der lärmenden Großstadt. Schaltet man hier den Motor aus und die Anlage an, und alles funktioniert ohne Probleme, so sind zumindest innerstädtische Störquellen auszuschließen, und der Fehler muß im eigenen Auto gesucht werden. Den Motor also wieder anschalten und einmal (aber wirklich nur einmal!) auf das Gaspedal treten, Zündung sofort ausschalten und lauschen! Natürlich nicht auf den Motor, sondern auf die Anlage. Hören die Störungen mit der Drehung des Schlüssels auf, liegt es an der Zündung. Sind jedoch weiterhin Unsauberkeiten zu vernehmen, müssen Regler und Lichtmaschine einer eingehenden Prüfung unterzogen werden.

Mit dieser Maßnahme hat man natürlich nur eine grobe Einschätzung der Sachlage. Entstörung heißt im Regelfall, mit viel Geduld auf die Schatzsuche zu gehen. Ein Patentrezept gibt es leider nicht, denn jeder Wagen hat seine ganz spezifischen Konstruktionsmerkmale und Tücken. Trotzdem gibt es einige Tips für die Behandlung der am häufigsten vorkommenden Fälle.

Im Kapitel über die Verkabelung im Auto wird vor den Folgen einer fliegenden Verdrahtung gewarnt. Auch als Störquelle haben solche Verbindungen ihre Bedeutung. Im Stand gibt es zwar keine Probleme, aber wehe, alles kommt in Bewegung. Man prüfe also, ob nicht irgendwo ein Wackelkontakt lauert: Anlage einschalten, und dann überall mal ein wenig im und am Kabelgewirr zupfen — aber mit Gefühl!

Als nächstes sollte man einmal Verbindung aufnehmen. Und zwar mit den Masseverbindungen. Strom verursacht keinen Ärger, so-

HiFi-Boxen selbstgemacht

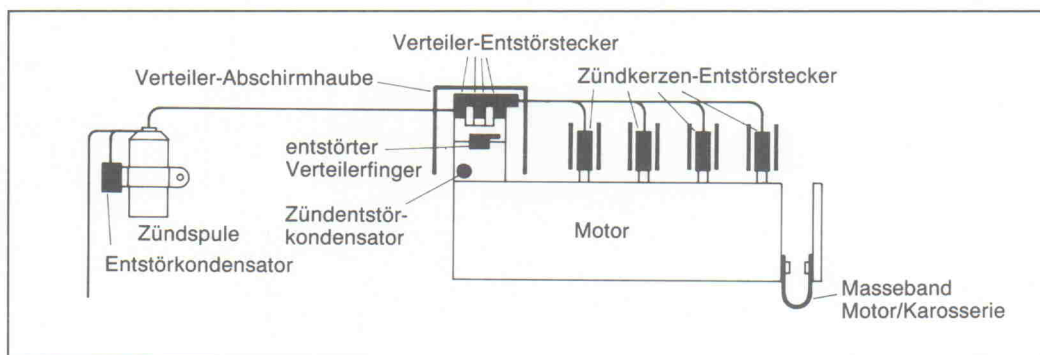


lange er ruhig fließen kann. Schlechte elektrische Übergänge zwischen den einzelnen Fahrzeugteilen erzeugen dagegen knackende Geräusche. Vor einem schlecht leitenden Hindernis bildet sich eine Art Stau, der sich schlagartig entlädt, wenn der Sprung zum anderen Ufer geschafft werden kann. Typische Problemstellen sind die Verbindungen zwischen Motor, Getriebe und Karosserie sowie zwischen Karosserie, Motorhaube und Kofferraumklappe. Durch Anbringen zusätzlicher Masseverbindungen wird diese Ursache schnell beseitigt.

Der penetranteste Störer ist die Zündanlage. Zur Abhilfe gibt es fertig konfektionierte Entstörsets, die jeweils auf den Wagentyp zugeschnitten sind. Sie bestehen meist aus speziellen Kerzensteckern, Verteilerfingern, Kondensatoren, Spulen (Drosseln) und Widerständen. Drosseln unterdrücken die unerwünschten Signale, und Kondensatoren leiten sie gegen Masse ab, bevor sie irgendeinen Schaden anrichten können. Diese Entstörmittel sollten daher so nah wie möglich an der vermuteten Störquelle installiert werden.

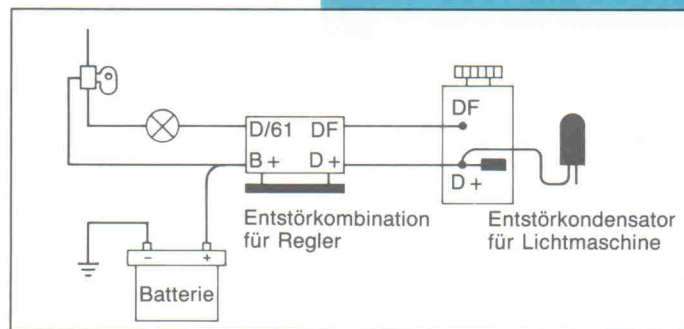
**Autos stören überall. Ihr Anblick stört im Landschaftsbild. Sie verpesten die Luft und sie machen Lärm. Gut, wenn dann nicht auch noch ihre elektrische Anlage stört. Weder den Nachbarn — noch den eigenen Musikgenuß.**

HiFi-Boxen selbstgemacht



▲ Zur Entstörung der Zündanlage werden für jeden Wagentyp fertig konfektionierte Sets angeboten.

► Bilden Lichtmaschine oder Regler die Störquelle, liegt oft ein Defekt vor. Ein Fall für den Profi.



Herrscht nach dem Einbau noch immer keine Ruhe, so liegt meist ein Defekt in den Einzelaggregaten vor. Besonders beliebt sind fehlerhafte Kerzen- oder Steckerisolierungen, bei denen schon ein kaum sichtbarer Haarriß fatale Folgen haben kann. Auch eine angeschmorte Lichtmaschinenwicklung, festsitzende Kohlebürsten oder ein 'hängender' Regler sind Quell ständiger Fehlersuchaktionen. Hier sollte man die elektrische Anlage vom Profi überprüfen lassen.

Und wenn das nicht ausreicht, dann kommen die Motore dran. Nicht die Motore nach Herrn Otto oder Herrn Diesel, sondern die elektrischen. Und davon gibt es eine ganze Menge in den heutigen Fortbewegungsmitteln (man wird eben immer fauler!): Fensterheber, Wischer, Waschanlage, Lüfter, Schiebedach, Sitzverstellung ... Auch diese Dinge bedürfen der Aufmerksamkeit und notfalls eines entsprechenden Entstörers. Hier sollte man den Hersteller fragen, der meist am besten weiß, wie seinen kleinen Lieblingen

am wirkungsvollsten zu Leibe gerückt werden kann. Eigentlich sollte es heute sowieso zum allgemeinen Standard gehören, einen Wagen bereits komplett entstört zu liefern, aber...

Wer jetzt glaubt, schon am Ende zu sein, der denke noch kurz an:

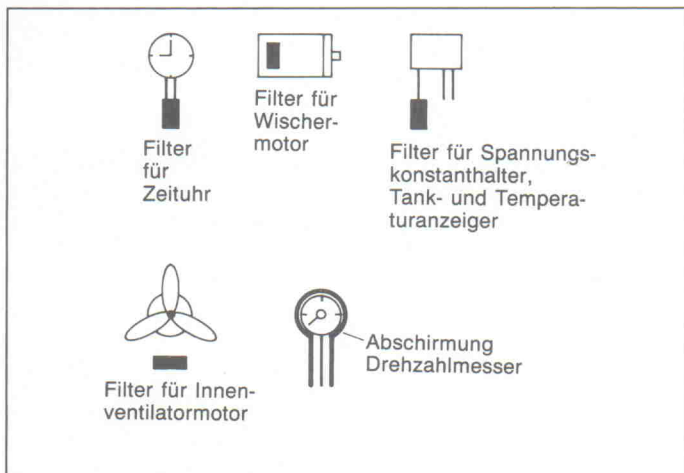
- Zeituhr
- Drehzahlmesser (nachträglicher Einbau)
- Tank- und Temperaturanzeige

▼ Auch kleine, unscheinbare Hilfsgeräte können störende Übeltäter sein.

● Blinkgeber (Bi-Metallfeder)

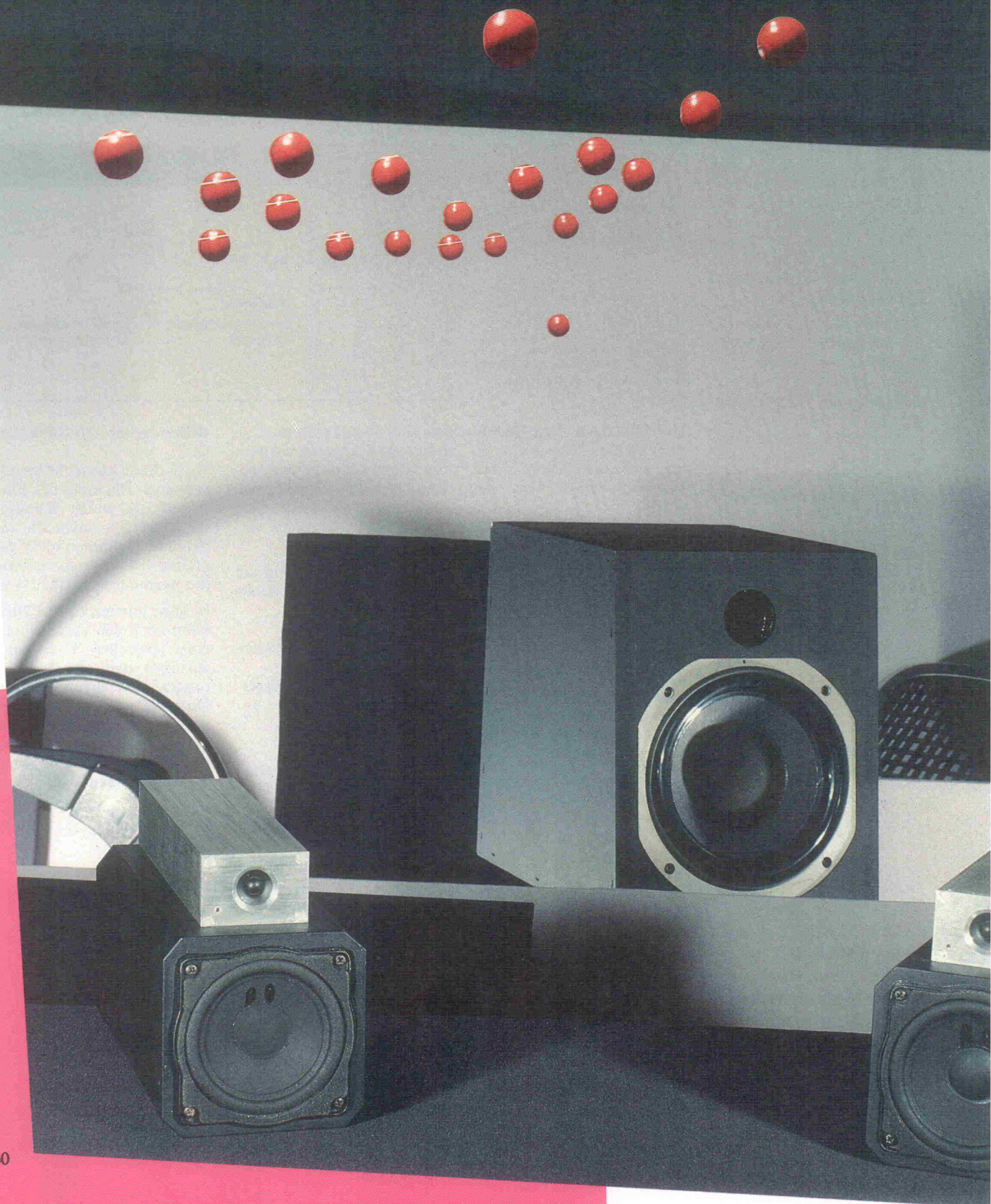
Auch diese, gar nicht im allgemeinen Blickfeld des Entstörers stehenden Komponenten sind — wenn alle anderen Maßnahmen nicht gegriffen haben — manchmal die unentdeckten Übeltäter.

In ganz hartnäckigen Fällen kann noch der Verteiler mit einer speziellen Abdeckung versehen und die Zündleitungen mit einem dünnen Drahtgeflecht umwickelt werden. Aber wirklich nur bei ganz schwierigen Fällen, die hart vor der Erwägung liegen, ein neues Auto zu kaufen.





**Car-Volt - System 3**





# auto-radio-aktiv

H. J. Lüschen

**Hifi — das bedeutet bei Lautsprechern: abgestimmtes Zusammenspiel der Chassisparameter — stabile, definierte Gehäuse — Beachtung der Hörraumakustik. Das gilt auch im Auto.**

**Doch weder ist die Pappverkleidung einer Autotür stabil, noch bildet der Kofferraum ein definiertes Volumen. Da bietet sich eine Lösung an, die auch in der Wohnzimmer-Hifi-Welt immer mehr Anhänger findet: Das Satelliten/Subbaß-System.**

Der Vorteil einer Autoanlage mit Satellitenboxen und einem Monosubbaß liegt auf der Hand: Die Satelliten können klein und handlich ausfallen, da sie keine extrem tiefen Frequenzen abstrahlen müssen. Der Monosubbaß dagegen verarbeitet nur so tiefe Frequenzen, daß sein Aufstellungsort vollkommen unkritisch ist. Auch seine Ausmaße halten sich in vernünftigen Grenzen, wenn Chassis mit geeigneten Parametern verwendet werden.

Schwachstelle vieler Autoanlagen ist das Radio. Viele Typen haben eine reale Ausgangsleistung von 2...5 Watt — auch wenn auf dem Verpackungskarton eine imponierende Angabe steht. Werden hier gleich mehrere Lautsprechersysteme angeschlossen, so ist der Clippingbereich schnell erreicht. Die Konsequenz ist dann häufig die Anschaffung einer zusätzlichen Endstufe — im Auto auch Booster genannt.

Warum also nicht gleich ein Aktivsystem? Von aktiven Lautsprechersystemen spricht man, wenn jeder Lautsprecher eines Kanals — also Hochtöner, Mitteltöner und Baß — seine eigene Endstufe hat. Die Trennung der Frequenzbereiche erfolgt dabei nicht mehr im Signalweg der Lautsprecher über etliche Spulen und Kondensatoren, sondern in einem elektronischen Filter am Verstärkereingang.

Solche Systeme haben eindeutige Vorzüge. Wenn sie bei Heimanlagen trotzdem nur selten zu finden sind, so hat das den einen wichtigen Grund: Sie sind zu teuer.

Im Auto sieht die Rechnung anders aus. Aufwendige Netzteile für die verschiedenen Verstärkerzweige entfallen dank der vorhandenen 12-Volt-Bordspannung, der Monosubbaß kann vom vorhandenen Autoradio oder Booster gespeist werden — verbleibt die Aktivierung der Mittel-/Hochton-Systeme. Und gerade hier wird gar nicht so viel Leistung benötigt. 14 Watt im Mittel- und Hochtonbereich — das reicht selbst den härtesten Heavy-Metal-Fans und ist lauter als die Polizei erlaubt. Elektrische und akustische Leistung muß immer im Verhältnis zum Hörraum gesehen werden — und der ist im Auto nicht groß. Kostspielige Endstufen sind folglich nicht nötig. Das System 3 von Car-Volt zeigt, daß es auch preisgünstige Aktiv-Anlagen geben kann.

Die Satelliten arbeiten als 2-Weg-Systeme mit 19-mm-Hochtonkalotten und 100-mm-Baßmitteltönern. Die Membranen beider Chassis sind mit einer wasserdichten Beschichtung versehen und damit aus-



### Technische Daten

Prinzip	3-Weg-Aktivanlage mit Monobaß
Belastbarkeit	Sat.: 40 Watt Sub.: 125 Watt
Impedanz	8 Ohm
Übergangsfrequenzen	120 Hz/2500 Hz
Entwickler	H. J. Lüschen
Preis	Satellit (pro Kanal): Chassis 99,— DM Aktivelektronik 79,— DM Gehäuse 49,— DM Subwoofer: Chassis 269,— DM Passivweiche 59,— DM Gehäuse 89,— DM

### Stückliste

#### Satellit

Tief/Mitteltöner SQB 100  
Hochtöner DB 19/2

Gehäuseteile MDF-Platte  
8...10 mm

#### Subwoofer

Chassis DVC220DSA

Frequenzweiche (je Kanal)  
1 Spule 12 mH  
1 Tonfrequenzelko 100µ/63 V  
Gehäuseteile MDF-Platte  
19 mm

reichend gegen die zuweilen hohe Luftfeuchtigkeit im Auto geschützt. Besonderer Wert wurde auch auf die Auswahl geeigneter Zentrierungen für Schwingspule und Membran gelegt, um die Funktion auch bei starken Erschütterungen und Temperaturschwankungen sicherzustellen.

Aktivsysteme sind für ihre hohe Impulstreue und Phasenstabilität bekannt. Dem müssen die verwendeten Chassis Rechnung tragen: Der Baßmitteltöner verfügt über eine entsprechend leichte, aber verwendungssteife Membran und einen kräftigen Antriebsmagneten. Beim Hochtöner wurde die Membran aus einem neuartigen Kunststoff gefertigt, der leichter als herkömmlicher Textil- und Plastikwerkstoff ist. Eine weitere Einsparung an bewegter Masse ergibt sich durch die Schwingspule, die ohne Träger im Luftspalt arbeitet.

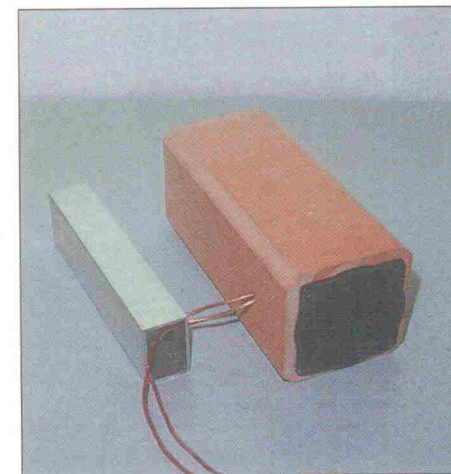
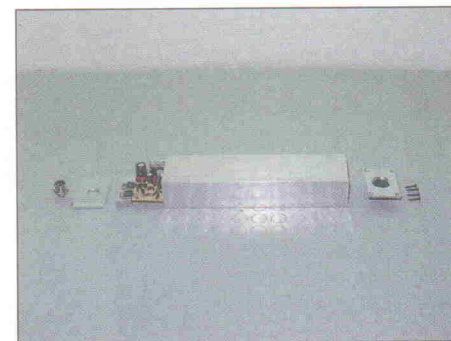
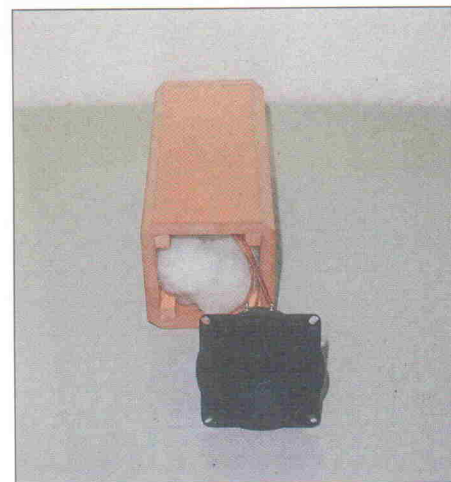
Zur Vermeidung von Laufzeitunterschieden im Übernahmehereich zwischen Tiefmitteltöner und Hochtönerkalotte sind beide Chassis um einige Millimeter gegeneinander versetzt angeordnet. So werden Phasenauslöschungen wirksam verhindert.

Wie bei Aktivboxen üblich, sollte auch hier die Elektronik, also Endstufen mit Weiche, so dicht wie möglich bei den Lautsprechern angesiedelt sein — am besten direkt in der Box. In diesem Fall wurde die Schaltung im Hochtönergehäuse untergebracht, oder — besser gesagt — der Hochtöner wurde ins Endstufengehäuse integriert.

Dieses Gehäuse wird aus einem Stück Aluminium-Vierkanalrohr hergestellt, das einerseits einen ausgezeichneten Kühlkörper für die Endstufe darstellt und zum andern preiswert und einfach zu verarbeiten ist. Da die Beschaffung solcher Alu-Profile bisweilen nicht ganz problemlos ist, wird die gesamte Hochtöner-/Aktiveinheit als kompletter Bausatz mit vorgefertigten Aluminiumteilen angeboten. Auch die Baß- und Mitteltönergehäuse gibt es als Kit. Hier müssen nur noch die entsprechenden Bohrungen, Verschraubungen sowie die Klebe- und Schleifarbeiten vorgenommen werden.

Die Aktivelektronik besteht pro Kanal aus zwei 14-Watt-Endstufen, die über eine aktive Weiche mit 12 dB Flankensteilheit angesteuert werden. Eine Ein- und Ausschaltautomatik sorgt dafür, daß die Endstufen beim Einschalten des Autoradios sofort in Betrieb gesetzt werden, sich jedoch nach einer Funkstille von etwa 30 Sekunden selbsttätig abschalten.

Die Holzgehäuse für Baß- und Mitteltöner lassen sich jedoch auch gut selbstbauen. Für den Tief-/Mitteltönerbereich sollte 8...10 mm starke MDF-Platte verwendet werden, die ein günstiges Resonanzverhalten aufweist und sich zudem leichter verarbeiten läßt als Spanplatte.



HiFi-Boxen selbstgemacht



Die komplette Aktiveinheit paßt auf die meisten Heckablagen von Limousinen. Bei Fahrzeugen mit Fließheck sind häufig keine Ablagen links und rechts der Kofferraumabdeckung vorhanden — zum Beispiel beim Golf oder Passat —, auf denen die Boxen montiert werden können. Auf jeden Fall sollte die Einheit mit dem Fahrzeug fest verschraubt werden. Diese Maßnahme wird sich bereits bei der ersten Vollbremsung bezahlt machen.

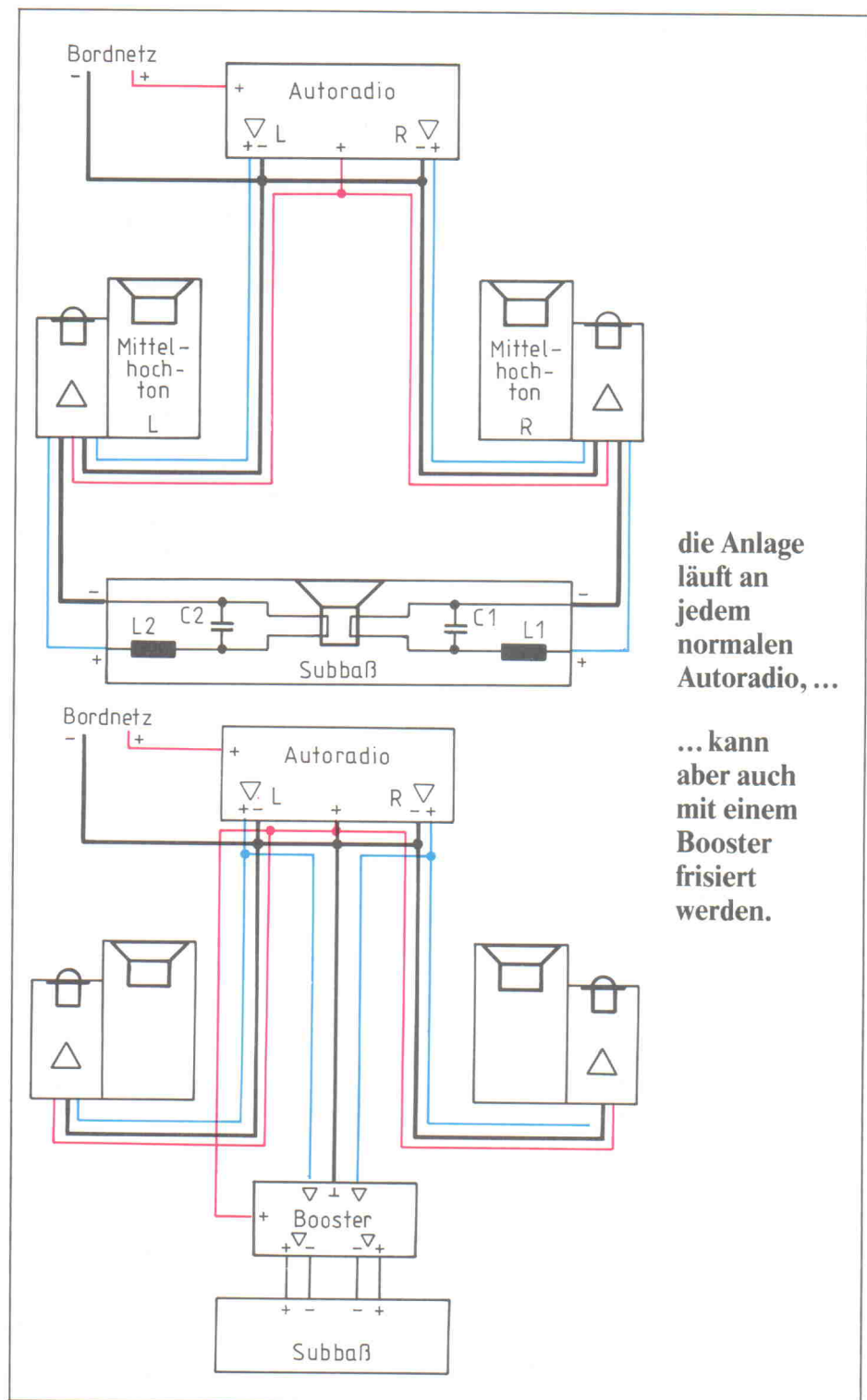
Auch sollte man nicht versuchen, die Mittel-/Hochtoneinheit in veränderter Form irgendwo in den Türen unterzubringen. Die einzelnen Komponenten sind sowohl akustisch und elektronisch als auch gehäusetechnisch so aufeinander abgestimmt, daß jede andere Anordnung zu klanglichen Einbußen führen würde.

Der Lautsprecher für den Subbaß wurde von der Firma Volt in London speziell für das System 3 entwickelt und entspricht hinsichtlich Qualität, Schalldruck, Impulsschnelle und Belastbarkeit den Klangeigenschaften der Satelliten.

Das 20-cm-Chassis ist mit zwei Schwingspulen ausgerüstet, so daß beide Stereokanäle galvanisch getrennt auf die gemeinsame Membran arbeiten können. Zur Zentrierung dient eine doppelte Sicke, wie sie sonst nur bei extrem beanspruchten und entsprechend teuren PA-Lautsprechern verwendet wird. Diese Maßnahme hält zum einen die Schwingspule auch bei großen Amplituden in ihrer korrekten Luftspaltposition, zum anderen werden die im Auto unvermeidbaren Erschütterungen aufgefangen. Zum Schutz gegen äußere mechanische Beschädigungen ist der Lautsprecher bereits ab Werk mit einem Stahlgitter versehen.

Das Gehäuse für den Monobaß wurde als Baßreflexsystem nach Thiele/Small auf ein Volumen von 18 Litern berechnet. Bei einer Reflexresonanz von 42 Hz und einem -3-dB-Punkt bei 55 Hz reicht die untere Grenzfrequenz für eine Au-

HiFi-Boxen selbstgemacht



die Anlage läuft an jedem normalen Autoradio, ...

... kann aber auch mit einem Booster frisiert werden.

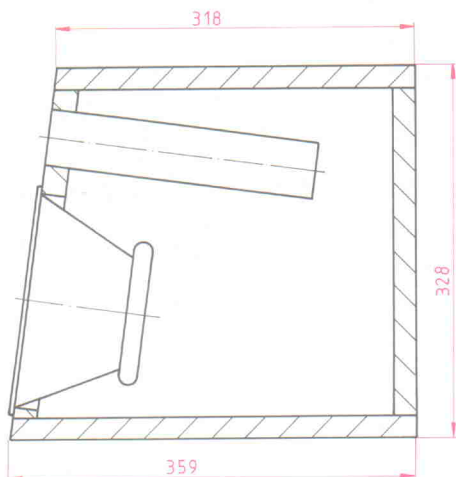
tobeschallung vollkommen aus. Tiefer kommt man im Auto sowie so nicht, da der Hörraum so klein ist, daß längere Schallwellen keinen Druck mehr erzeugen können.

Die Trennfrequenz für den Subbaß liegt bei 120 Hz. Hier wird mit einer passiven Weiche gearbeitet. Ist das vorhandene Autoradio entsprechend leistungsfähig, so kann es

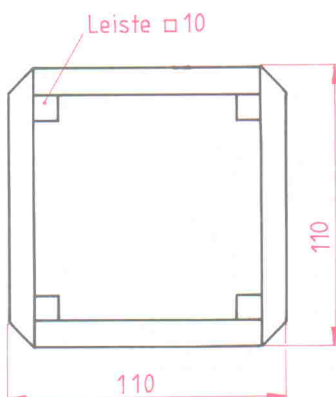
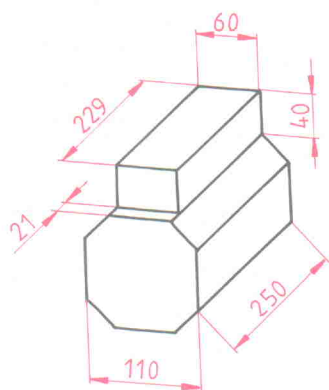
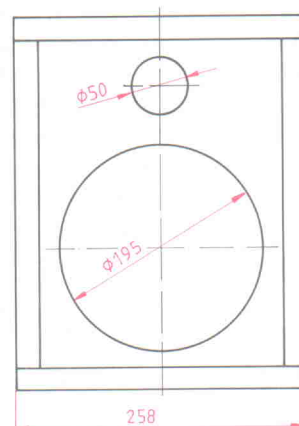
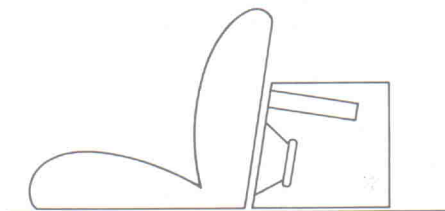
den Subbaß direkt ansteuern, andernfalls muß ein Booster zwischengeschaltet werden.

Auch zum Bau des Baßgehäuses sollte MDF-Material verwendet werden. Die angeschrägte Frontplatte erfordert zwar etwas mehr Heimwerkerarbeit als ein einfacher Quader, jedoch fügt sich die Box in dieser Bauform viel platzsparender





Der Subwoofer darf ruhig im Kofferraum stehen. Dicke Polster bilden für tiefe Frequenzen kein nennenswertes Hindernis.



in die Geometrie der meisten Autos ein.

Nimmt man einige Klangeinbußen in Kauf, so kann der Baßlautsprecher auch ohne separates Gehäuse betrieben werden. Er wird dann einfach in die Heckablage eingebaut, die allerdings in den meisten Fällen durch ein zusätzliches Brett verstärkt werden muß. In diesem Fall dient der geschlossene Kofferraum als Resonanzvolumen.

## CP/M-68K für den c't68000 und für c't68ECB

695 DM

(Rechnertyp bei Bestellung bitte angeben)

CP/M-68K-Programmpaket von Digital Research mit HSP-BIOS. Lieferumfang (unter anderem): C-Compiler, Assembler, Linker, Debugger, zeilenorientierter Editor (ED), Formatierer, Backup-Programm, CEDIT-Demoversion, CP/M-280-Demoversion. Mitgeliefert werden die Original-Handbücher von Digital Research (User's Guide, Programmer's Guide, System Guide und C Language Programming Guide) sowie eine Bedienungsanleitung für das HSP-BIOS und die zusätzlichen Dienstprogramme.

Das HSP-BIOS unterstützt standardmäßig 5,25- und 3,5-Zoll-Laufwerke mit 2x80 Spuren und 1024 Byte/Sektor (Kapazität 800 KByte) und zwei weitere Formate. Eine Steprate von 3 ms ist möglich, außerdem ist eine RAM-Floppy implementiert. Auf Anfrage ist eine Version für High-Density-Laufwerke (1,4 MByte/Disk) lieferbar.

### So können Sie bestellen:

Um unnötige Kosten zu vermeiden, liefern wir nur gegen Vorkasse. Fügen Sie Ihrer Bestellung einen Verrechnungsscheck über die Bestellsomme zuzüglich DM 7,- (für Porto und Verpackung) bei oder überweisen Sie den Betrag auf eines unserer Konten.

Schecks werden erst bei Lieferung eingelöst. Wir empfehlen deshalb diesen Zahlungsweg, da in Einzelfällen längere Lieferzeiten auftreten können.

Bankverbindungen: Postgiroamt Hannover, Kt.-Nr. 93 05-308. Kreissparkasse Hannover, Kt.-Nr. 000-019968 (BLZ 250 502 99)

Ihre Bestellung richten Sie bitte an:

**HEISE PLATINEN- & SOFTWARESERVICE · Postfach 61 04 07 · 3000 Hannover 61**



# Selbst ist der Mann oder Frau

**Bausätze, die preiswerte Alternative!!!**



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

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

Vertrieb für die BRD:  
**Proraum Vertriebs GmbH**  
Postfach 101003  
4970 Bad Oeynhausen 1  
Telefon 05221/3061  
Telex 9724842 kroee d  
24-Std-Telefon-Service!  
Unterlagen gegen DM 5  
in Schein oder Briefmarken.  
Lieferung sofort ab Lager.




## LAUTSPRECHER-KITS

*vom Feinsten*

Vom kleinen  
**PUNKTSTRAHLER**,  
bis zur großen  
**TRANSMISSION-LINE**

**UNSER ANGEBOT:**  
MINIMAX-Kit DM 79,— (Paar)  
zusätzlich Porto + NN  
Gesamtkatalog + PL87 DM 5,—  
Preisliste 87 DM 1,60  
öS 15,—, sfr 2,— (Bfm., Schein, Scheck)

**LAUTSPRECHER · VERTRIEB · AXEL OBERHAGE**  
Pl. 1562 · Perchastr. 11a, D-8130 Starnberg  
Österreich: IEK AKUSTIK  
A-4490 St. Florian, Tel. 072 24/89 82  
Schweiz: OEG-Akustik  
Fabrikstr., CH-9472 Grabs



## Hi-fi LADEN


- LAUTSPRECHERBAUSÄTZE sehen & hören
- Gehäuseanfertigung nach Ihren Wünschen von Meisterhand
- Lautsprecherreparaturen schnell und preiswert
- Bausatzzubehör in großer Auswahl
- AUTOEINBAULAUTSPRECHER
- Ersatzlautsprecher und Restposten

Engelbert Engel  
Schleißerstraße 3  
8900 Augsburg  
Tel. 08 21 / 42 11 33  
Nähe Wertachbrücke/  
Ulmerstraße

Wir führen Lautsprecher von AUDAX · ASS · APS · BEYMA · CALL · CELESTION · CORAL · DYNAUDIO · ELECTRO VOICE · ETON · FANE · FOCAL · GOODMANS · HECO · ISO-PHON · JBL · KEF · LOWTHER · MAGNAT · MULTICEL · RCF · SEAS · SIPE · WESTRA... und sämtliches Zubehör

### GUTE FAHRT wünscht

**Der Lautsprecherfuchs**



Mal ehrlich: Wer nimmt schon gern zum teuren Auto billige Lautsprecher? Wenn Sie hören wollen, was Ihr Autoradio wirklich leistet: hochwertige Systeme von Dynaudio, Eton, Focal, Heco, Infinity, Macrom, Nimbus, Peerless, Sipe u.a.

Der Lautsprecherfuchs  
Weidenstieg 16 · 2000 Hamburg 20  
Telefon: 040/491 82 75

## UNSERE LAUTSPRECHER-BAUSÄTZE JETZT AUCH IN KREFELD

VIVA SEAS  
CELESTION  
PROCUS  
KEF  
VISATON  
AUDAX  
LAUTSPRECHERTEUFEL  
LAUTSPRECHERMANUFAKTUR

2x4 mm<sup>2</sup>, transparent lfd.m 1,75 DM  
Nimbus CW 200 DVC 198,00 DM  
LM Car Audio Projekt Golf 1 698,00 DM  
Coral Flat 8  
M + EN spezial Autobreitband  
mit Gitter und Blende 29,00 DM

**MATZKER + ENGELS GmbH**  
Jülicher Str. 22  
5000 Köln 1  
Tel.: 02 21 / 23 75 05  
Alte Linner Str. 119  
4150 Krefeld  
Tel.: 0 21 51 / 2 05 15

85,00 DM

## Unsere Bausätze waren schon immer etwas anders

### CAR-VOLT ab 99,—

**ART & ALDIO**  
Grindelhof 35  
2000 Hamburg 13 · 0 40/45 96 91



**Sipe - 2 plus**





# Sternstrahler

**Thomas Materne**

**Viele Autohersteller haben bereits mehr oder weniger dezente Plätze für den Lautsprechereinbau vorbereitet. Die Systeme, die hier vom Hersteller auf Kundenwunsch eingesetzt werden, können jedoch nicht immer überzeugen. Oft genügt ein unkomplizierter Austausch der Lautsprecher, um völlig neue Klangwelten ins Auto zu bringen. Bei dieser Bauanleitung hat sich der italienische Lautsprecherproduzent Sipe eines Mercedes 190 angenommen.**

Der 190er Benz bietet die Möglichkeit, vorne an zwei serienmäßig vorgesehenen Plätzen 10-cm-Lautsprecher einzubauen. Hier wurde das Sipe-Breitbandchassis AW 100 gewählt, das sich durch hohe Belastbarkeit und einen ausgeglichenen Frequenzgang auszeichnet. Der Einbau dieses Systems ist so einfach, daß sich eine Beschreibung erübrigt.

Die Bestückung der Hutablage erfordert ein wenig mehr Aufwand. Der 2-Weg-Koaxiallautsprecher AS 165.25.4, der hier zum Einsatz kommt, besitzt bereits einen integrierten Kalottenhochtöner. Die Kombination ist bis 50 Watt belastbar und zeichnet sich, ebenso wie der AW 100 durch gute Verarbeitung und durch ein hervorragendes Preis/Leistungsverhältnis aus.

Den beiden 16-cm-Systemen in der Hutablage steht als Gehäuse der gesamte Kofferraum zur Verfügung. Mit diesem Volumen im Rücken fällt ihnen eine saubere Tiefbaßwiedergabe nicht schwer. Dieser

Frequenzbereich darf den beiden kleinen Kandidaten auf den vorderen Plätzen natürlich nicht zugemutet werden. Sie unterstützen lediglich das Hecksystem im oberen Baßbereich sowie in den Mittel- und Hochtönen und sorgen für ein homogenes Klangbild im gesamten Fahrzeug.

Ein wichtiges Qualitätskriterium bei Autolautsprechern ist der Wirkungsgrad. Um Systeme mit mäßigem Wirkungsgrad richtig auf Trab zu bringen, braucht man leistungsfähige und teure Endstufen. Die hier eingesetzten Lautsprecher benötigen keine Nachhilfe. Bereits mit normalen Autoradios der Leistungsgruppe 2x15 Watt werden vollkommen ausreichende Lautstärkepegel unverzerrt wiedergegeben. Verfügt das Radio nicht über vier getrennt herausgeführte Lautsprecherausgänge, so ist ein Überblendregler zu empfehlen, mit dem das Klangbild optimal an die Wagenakustik und an die Hörposition angepaßt werden kann. Doch vor die erste Hörsitzung hat die Firma Daimler einige handwerkliche Arbeitsgänge gestellt, die jedoch schnell im Do-it-yourself-Verfahren erledigt werden können.

Als erstes ist die Hutablage auszubauen. Das geht nur, wenn zuvor die Rückbank demontiert wurde. Das Sitzpolster wird von zwei Blechbügeln rechts und links im Fußraum gehalten und kann leicht herausgenommen werden. Danach werden drei Schrauben sichtbar, die das Rückenpolster fixieren.

Liegt die Heckablage frei, so wird die Verbandskastenschale demonstrierbar. Sie wird von vier Kunststofflaschen gehalten, die vom Koffer-



### Technische Daten

Prinzip	2-Weg-Heckablage mit Breitband-Frontlautsprechern
Belastbarkeit	50 Watt
Impedanz	4 Ohm
Entwickler	Car & Audio, Hannover
Preis	ca. 315,— DM (beide Kanäle)

### Stückliste

<b>Chassis</b>
Front Sipe AW 100
Heck Sipe AS.165.25.4
<b>Sonstiges</b>
Noppenschäumstoff, Kabel

raum aus zugänglich sind. Nachdem dann noch zwei Haltestifte am vorderen Teil der Heckablage entfernt worden sind, kann das begehrte Teil endlich herausgenommen werden.

Die Ausschnitte für die Lautsprecher werden mit Sorgfalt und mit einer Stichsäge mit Metallsägeblatt geschnitten, die Chassis werden eingesetzt und verschraubt. Bevor

nun der Rückwärtsgang eingelegt wird und die Re-Montage aller ausgebauten Teile erfolgt, sollten jedoch die Kabel verlegt werden. 1,5 mm<sup>2</sup> Querschnitt dürfen es ruhig sein.

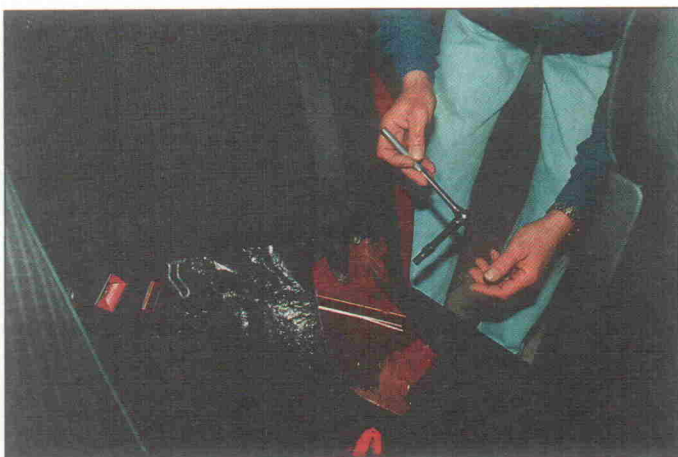
Zunächst wird die Verkleidung unter dem Handschuhfach gelöst und das Kabel darunter verstaut. Der Marsch nach hinten erfolgt unter dem Teppich, der recht einfach

freizulegen ist, wenn zuvor die Kunststoffleisten in den Türeinstiegen demontiert worden sind.

Weiter geht es unter der Rücksitzbank bis in den Kofferraum.

Der Zusammenbau des Autos erfolgt in exakt umgekehrter Reihenfolge. Wer hier etwas übrigbehält — ein Polster oder eine Schraube — hat einen Fehler gemacht. Ein Fehler ist es jedoch nicht, auf das Blech unter der Heckablage vor dem Einbau noch eine Lage Noppenschäumstoff zu kleben (20-mm-Pritex). Diese Maßnahme verhindert Reflexionen und Vibrationen und verbessert das Klangbild.

Die fertige Anlage zeigt sich in optisch dezenter Zurückhaltung — wie es eben diesem Wagentyp ansteht.



Sitzbank und Rückenpolster werden ausgebaut.



Zwei Stifte halten die Heckablage.

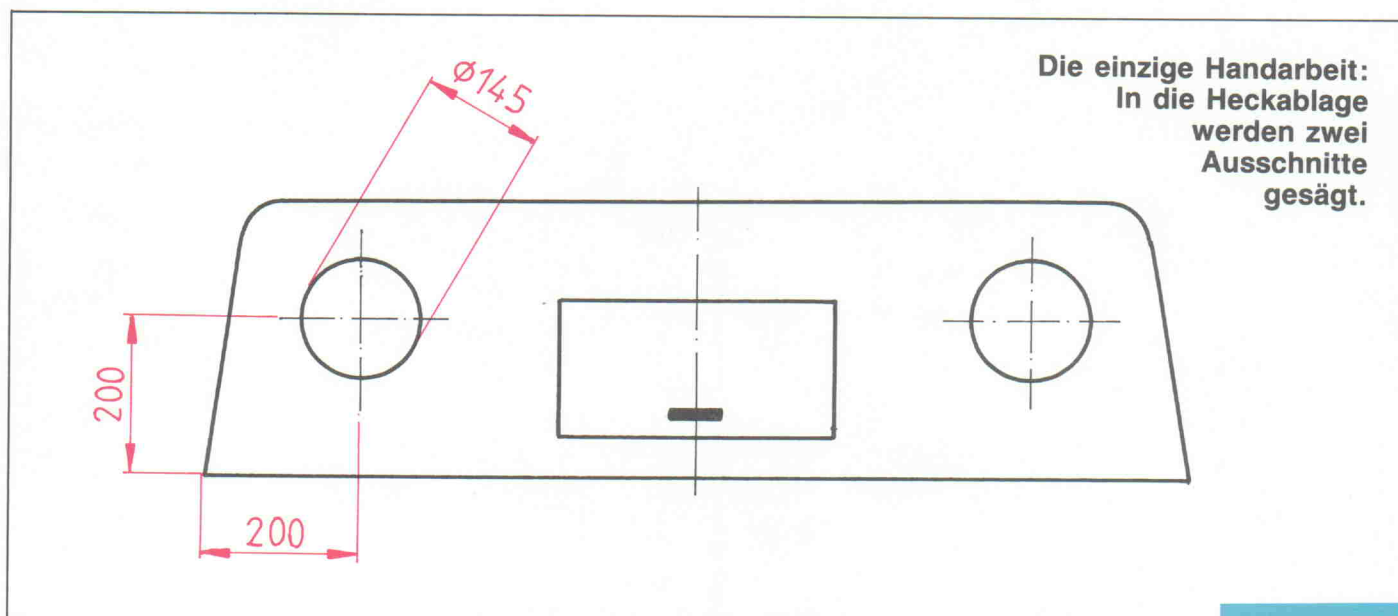


Das Kabel wird unterm Teppich verlegt.



Dezent aber stark. Wie der Wagen, so die Anlage.





neu! neu! neu!

### Audio konsequent!

Hermann-Josef Kanne  
Goethestraße 24  
3000 Hannover 1

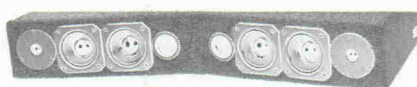
Tel. 05 11/13 13 67

Ja isses denn!!!

aa  
tu  
tb  
ee  
rr  
Be  
am  
Bi  
tt  
en

großes  
Angebot  
vorführbereit  
Reinholden  
loht  
sich!

## Auto-Hifi-Special Der Flachmann fürs Auto



Wer könnte was dagegen haben?!  
The one and only Droge für den Autofahrer

Bausatz  
Standard 218,—

Bausatz  
Exklusiv 318,—  
mit mod.  
Fertigweiche

— Ein Hit unter  
vielen —  
Info anfordern!

### Audio art

Hifi-Studios Jürgen Weber  
Stapenhorststraße 79  
4800 Bielefeld

Tel. 05 21/12 40 83

# Samba Pa Ti, so schön wie nie

High Fidelity hat auf vier Rädern ihre eigenen Gesetze. Nach ihnen wurde bei der Aufzeichnung der CAR-MC 1 verfahren: Reference Recording unter Berücksichtigung der speziellen akustischen Verhältnisse im Auto. Hören Sie 'mal 'rein.

Einfach Coupon ausfüllen und mit Verrechnungsscheck oder 20-Mark-Schein schicken an Verlag Heinz Heise GmbH, Vertriebsabteilung, Postfach 610407, 3000 Hannover 61.



#### A-Seite

1. Sketches Of Spain (4:22)  
(Hofstede/Stips)  
Nits
2. Come Back And Stay  
(Maxi-Version) (7:31)  
(Lee)  
Paul Young
3. Africa (4:58)  
(Paich/Porcario)  
Toto
4. Rosanna (5:32)  
(Paich)  
Toto

#### B-Seite

1. Nescio (4:47)  
(Hofstede)  
Nits
2. Angela (4:45)  
(Paich)  
Toto
3. Footprints (3:30)  
(Hofstede)  
Nits
4. Samba Pa Ti (4:47)  
(Santana)  
Santana
5. Radio (4:25)  
(Mitteregger)  
Spliff

### Die HiFi Visionen CAR-MC 1 will ich haben!

Schicken Sie mir sofort und ohne zusätzliche Kosten \_\_\_\_ Exemplar(e) zum Preis von DM 20,— pro Stück gegen Vorauszahlung ins Haus.

☐ Verrechnungsscheck liegt bei.

☐ DM 20,— liegen als Schein bei.

Name \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

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



**Focal-HQCS**







# Reflexe aus der Versenkung

**Manfred Zoller**

**Der Name Focal ist den Insidern der Boxenselbstbauszene schon lange ein Begriff. Die reichhaltige Palette an Bauvorschlägen, die der französische Lautsprecherhersteller für das Wohnzimmer bereithält, wird zum ersten Mal um ein Projekt erweitert, das sich in bekannter audiophiler Qualität auch im Auto realisieren läßt.**

Echte Baßreflexboxen mit exakt abgestimmten Gehäusen sind im Auto nur ganz selten zu finden. Dabei müssen solche Boxen gar nicht groß sein, und sie können — bei geschickter Bauweise — unauffällig in den Wageninnenraum integriert werden.

Die Firma Focal hat das lang bewährte Konzept einer kleinen Heimbox abgewandelt: Das Gehäuse wurde umgestaltet, so daß sich die Box problemlos in die Heckablage der meisten Wagentypen versenken läßt, und die Weiche wurde den akustischen Eigenheiten der Fahrgastzelle angepaßt.

Die von Focal seit einigen Jahren favorisierte Doppelschwingspulentechnik im Baßbereich wurde auch hier angewendet. Der 13-cm-Tieftöner 5N410DB verfügt über zwei getrennte Schwingspulen, die je-

weils von einem separaten Zweig der Frequenzweiche versorgt werden. So arbeitet die nach außen als Zweiwegsystem erscheinende Box in ihrem Innern nach einem Dreiwegkonzept. Diese Lösung vereint den Vorteil des phasenkontrollierten Abstrahlens von Tief- und Mitteltonanteilen über eine Membran mit der größeren Flexibilität der Anpassung durch eine 3-Weg-Weiche. So war es möglich, mit relativ wenig Aufwand die problematische Innenraumakustik eines Autos in den Griff zu bekommen.

Der kritische Tiefbaßbereich wird tatkräftig durch die exakt abgestimmte Baßreflexöffnung unterstützt. Daraus resultiert ein hoher Wirkungsgrad, der die im Auto meistens ohnehin schwächliche Verstärkerelektronik entlastet.

Auch die mechanischen und klimatischen Anforderungen erträgt der eigentlich für den Heimbereich geschaffene Tieftöner mit Gelassenheit. Sein Druckgußkorb dürfte die Lebensdauer der meisten Automobile weit übertreffen, die Materialien für Membran, Sicke und Schwingspule sind witterungsfrei und temperaturstabil, und die Verarbeitung ist allen Erschütterungen gewachsen.

Leider gilt gleiches nicht für die Invers-Fiberglaskalotten, die die Firma Focal seit langem so erfolgreich



## Technische Daten

Prinzip	2(3)-Weg-Baßreflexsystem
Belastbarkeit	70 Watt
Impedanz	4 Ohm
Entwickler	M. Zoller
Preis (Komplettbausatz ohne Holz, pro Box) ca. 300,-DM	

## Stückliste

**Bausatz HQCS** enthält pro Box:

- 1 Tieftöner 5N410DB (Focal)
- 1 Hochtöner MDT1 (Morel)
- 1 Fertigweiche mit Kabeln
- Dämmmaterial Focal DS4
- Baßreflexrohr
- Messing-Anschlußklemmen
- 2,5 m Anschlußkabel (2,5 mm<sup>2</sup>)
- Schrauben
- verständliche Einbauanleitung

### Holz- und Gehäuseteile

MOF-Platte nach Gehäusezeichnung, Metallwinkel, Schrauben, Haftgrund, Lackspray

**Der HQCS-Bausatz ergibt nicht nur eine hervorragende Auto-Hifi-Anlage. Auch als Heimbox übertrifft das System viele seiner größeren Brüder.**

in ihre Heimboxen einsetzt. Mit ihrem extrem breiten Abstrahlwinkel wären diese Hochtöner zwar besonders geeignet, die ungünstige Akustik im Auto zu überlisten, aus Gründen der Mechanik wären diese Präzisionschassis den Erschütterungen und den klimatischen Verhältnissen jedoch nicht gewachsen.

So fiel die Wahl auf eine spezielle Gewebekalotte des renommierten englischen Herstellers Morel. Die besonders stabile Mechanik und die hohe Belastbarkeit prädestinieren diesen preiswerten 28-mm-Kalottenhochtöner zum Einsatz im Auto. Die Ferrofluidkühlung des Morel MDT1 macht es zudem möglich, die Einsatzfrequenz im Hochtonzweig relativ niedrig anzusetzen, so daß die Kalotte auch im Mitteltonbereich das Abstrahlverhalten der Box unterstützen kann.

Die Weiche für das HQCS-Konzept ist der Qualität der Chassis ebenbürtig. Es werden ausschließlich verlustarme Pilzferritkernspulen

und eng tolerierte, hochwertige Kondensatoren verwendet. Ein Schaltbild erübrigt sich, da die Firma Focal jedem Bausatz eine betriebsfertig aufgebaute und bereits mit Anschlußkabeln versehene Weiche beilegt. Daneben finden sich im Bausatz alle zum Aufbau benötigten Kleinteile, vom Dämmmaterial über 2,5 mm<sup>2</sup> starkes Verbindungskabel bis zu den soliden Anschlußklemmen, die manch großer Heimbox gut zu Kontakt ständen.

Nur das Gehäuse muß selbst erstellt werden. Für den geübten Heimwerker ist der Aufbau aus MDF-Mate-

rial kein Problem. Alle Maße sind aus der Gehäusezeichnung ersichtlich. Die fertige Box kann mit Autolackspray passend zum Fahrzeug gestylt werden, wenn zuvor ein handelsüblicher Haftgrund aufgetragen wurde.

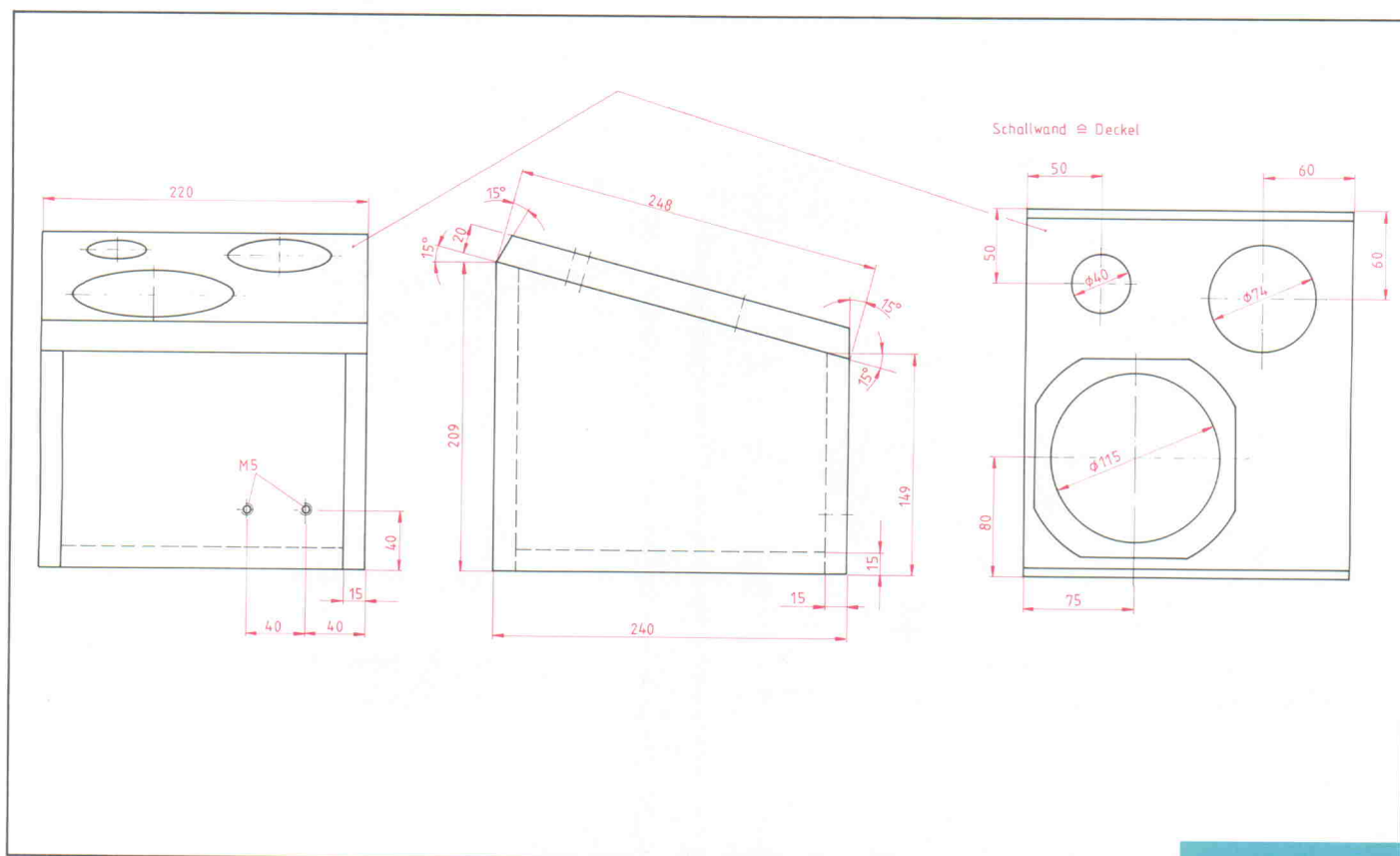
Größte Sorgfalt sollte man bei der Befestigung der recht kompakten Teile walten lassen, damit sich die harmlosen Schallwandler nicht bei einem Autounfall in tödliche Geschosse verwandeln. Mit mindestens vier stabilen Metallwinkeln wird jede Box im Ausschnitt der Heckablage verschraubt. Zur Befestigung der Winkel an der MDF-Platte des Gehäuses eignen sich Spax-Schrauben (4x25), für die Heckablage nimmt man stabile Metallschrauben, Unterlegscheiben und Muttern.

Wer einen Versuch wagen will, der schließe die beiden fertigen Boxen vor dem Einbau ins Auto doch einmal an seine Heim-Stereoanlage an. Vielleicht wird nach diesem Test gleich der Bau eines zweiten Pärchens fällig?



**Die recht massiven Boxen müssen mit soliden Winkeln und Schrauben an der Heckablage befestigt werden. Sonst kann die Sache gefährlich enden.**





das original

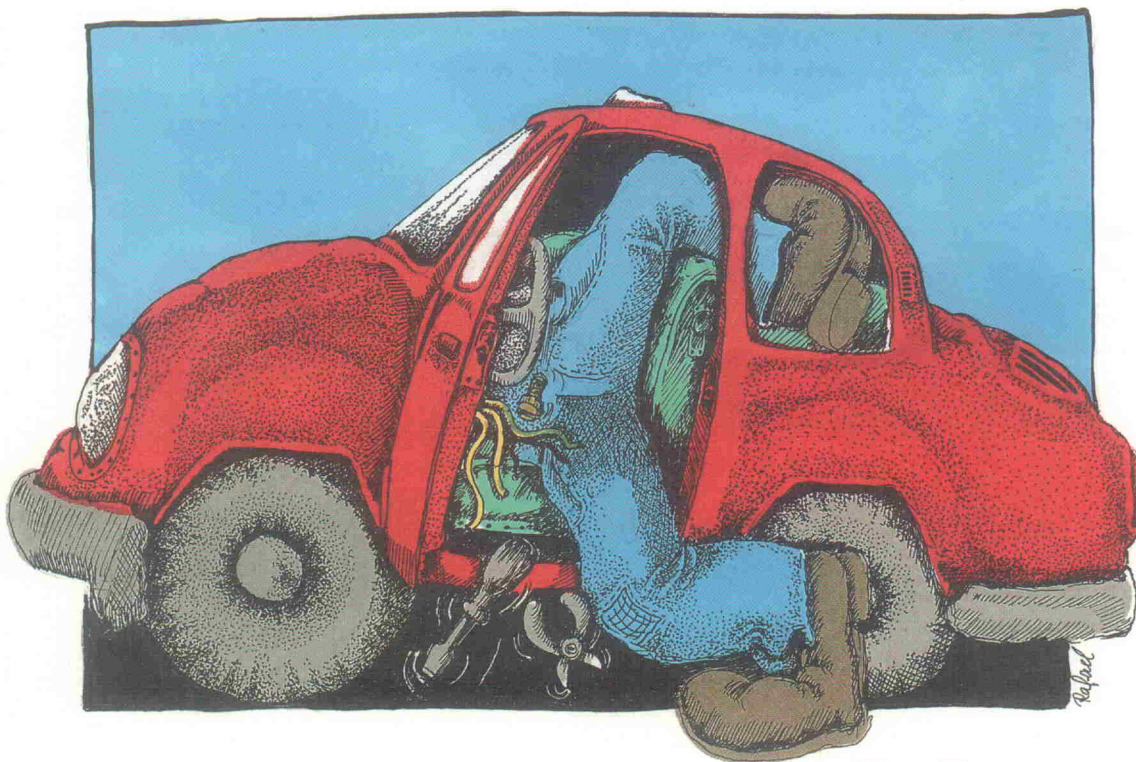
Eagle SKYLINE  
Lautsprecherkabel  
— perfekter Hörgenuß  
durch innere Werte

Musik lebt  
durch Originale!

**AKUSTIK**

Siedlungsweg 5 • 4971 Hüllhorst  
Telefon: 057 44/1086  
Telex: 972159  
Telefax 1087





# Führungsprobleme

W.J. Tenbusch

**Keine Angst! Es folgt jetzt kein Schnellkurs für Manager, obwohl es schon um Probleme der Führung geht. Hier sind vielmehr die Talente zum Verlegen von Kabeln und Erstellen von Verbindungen gefragt. Kleine Tips und Hinweise sollen diese nicht immer erfreuliche Arbeit etwas erleichtern.**

Zuerst kommt die generalstabsmäßige Planung: Wer soll hier mit wem verkuppelt werden?! Denn es ist einer Verbindung nicht egal, was durch sie übermittelt werden soll.

Für den Anschluß der Endstufe an den Vorverstärker steht nicht immer ein entsprechendes Kabel zur Verfügung. Zum einen weil der Einbauort der Geräte oft

weit auseinander liegt, zum anderen werden nicht immer Module der gleichen Firma oder Baureihe verwendet. Da hilft nur Selberstricken!

Wer hier einen Klingeldraht aus Opas Bastelkiste benutzt, wird nicht viel Freude an seinem Werk haben. Diodenkabel ist hier die einzige vernünftige Alternative. Wohlgermerkt geht es nicht um die Stromversorgung.

Diodenkabel wird generell dort verwendet, wo wir es mit kleinen Aus- und Eingangsspannungen zu tun haben. Ein Leitungsverlust tritt im Gegensatz zu anderen Leitern nicht auf, jedenfalls auf die Dimensionen eines Autos bezogen.

Nachdem wir wissen, wie wir dem Verstärker seine Musikinformation zuspiesen, braucht er noch den nötigen Lebenssaft, um daraus ein lautstarkes Ergebnis zu

produzieren. Um den Strom auch in genügenden Mengen transportieren zu können, sind Kabel mit passenden Abmessungen zu benutzen.

Dies ist notwendig, denn nicht jedes kleine Leiterchen ist in der Lage, hohe Ströme zu vertragen. Ist der Querschnitt zu klein, wird die Leitung nach kurzer Zeit heiß. Manchmal sogar so heiß, daß die Ummantelung oder eine Lötstelle schmilzt und Kurzschlüsse entstehen.

Bei der Farbgebung sollte man sich an die des Wagens anpassen, damit ist natürlich nicht die der Lackierung gemeint, sondern die der Elektrik. Die Plus-Zuführung hat meistens eine rote, die der Masse eine braune oder schwarze Farbgebung. Man sollte sich daran halten! Gibt man sein Auto einmal aus der Hand oder muß man selbst in einem fremden herumbasteln, ist die Freude

groß, wenn gleich alle Verbindungen und deren Zweck zu erkennen sind!

Ist bis zu diesem Punkt noch alles schön im Griff, steht jetzt die Frage ins Haus: Wie sage ich es meinen Lautsprechern? Geradezu philosophische Betrachtungen werden auf diesem Gebiet angestellt. Riesige Querschnitte, die unterschiedlichsten Materialien (... diesmal vielleicht etwas aus Platin?) und abenteuerliche Farbgebungen stehen in Konkurrenz zueinander. Für unseren Verwendungszweck ist das Aussehen von mindermem Interesse, vielmehr kommt es auf genügende Flexibilität, Isolierung und auf den Querschnitt an. Der Gesichtspunkt der Ummantelung hat seine besondere Gewichtung durch die wechselhaften Umweltbedingungen im Fahrzeug (Temperatur-

HiFi-Boxen selbstgemacht



## Der Autor



Als Josef Tenbusch 1954 in Oldenburg das Licht dieser hektischen Welt zum ersten Male erblickte, deuteten bereits seine ersten Lebensäußerungen auf eine spätere Begeisterung für die Akustik hin. Nach Absolvierung von Abitur und Bundeswehr wurde diese natürliche Begabung durch das Studium der Bio- und danach der Wirtschafts-Ingenieurwissenschaften vertieft.

Heute ist Josef Tenbusch Chef einer kleinen Firma, die sich mit der Organisation von Großveranstaltungen und Kongressen beschäftigt, wobei seine Kenntnisse der Akustik ihre Anwendungen finden. Außerdem betreut er als Produkt-Manager die Eigenimporte eines großen Norddeutschen HiFi-Filialisten.

1985 erschien sein erstes Werk, das 'Akustik-Werkbuch', dem in diesem Jahr ein zweites folgen wird.

HiFi-Boxen selbstgemacht

schwankungen, Benzin etc.). Querschnitte ab  $1,25 \text{ mm}^2$  sind empfehlenswert, wobei es natürlich unsinnig wäre, irgendwelche Billiglautsprecher mit  $6\text{-mm}^2$ -Silberkabel zu verwöhnen.

Der Mensch an sich ist ein schwaches Wesen und möchte unnötige Arbeiten vermeiden. So neigt er dazu, an manchen Stellen zu vereinfachen, was er dann doch wohl besser nicht getan hätte.

Wo andere sind, da will auch ich sein! Dies gilt leider nicht für die Verlegung von Leitungen. Manch unerklärliches Brummen entsteht durch die parallele Führung von Strom- und sonstigen Versorgungsleitungen. In diesem speziellen Punkt ist also eher der Einzelgänger gefragt.

Keine Schleifen drehen! Geradliniges Verlegen verhindert die Bildung von Induktionsschleifen, durch die der nächstgelegene Funkamateurl gleich mitempfangen werden kann.

Keine Knicke! Besondere Gefahrenstelle ist dabei die Verbindung zu den Türlautsprechern. Hier sollte das maximale Spiel der Kabel so groß sein, daß bei geöffneter Tür die Kabel gerade waagrecht stehen, aber keiner starken Zugbelastung ausgesetzt sind.

Keine Verlegung über scharfe Kanten! Auch wenn die Isolierung noch so stabil erscheint, steter Tropfen höhlt den Stein, und plötzlich sagt die Anlage dann gar nichts mehr. Für solche Fälle empfiehlt es sich, separate Durchbrüche zu schaffen, deren Ränder entsprechend entschärft werden. Oft hilft schon das Abkleben der Kante mit einem handelsüblichen Gummiprofil.

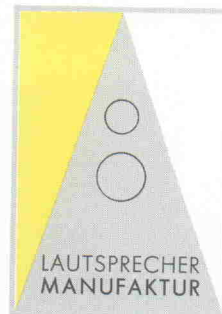
Erst genau überlegen und dann das Kabel konfektionieren! Man probiere ruhig erstmal aus, ob der Weg, der geplant wurde, für die

Leitung überhaupt gangbar ist. Bei neueren Auto-Typen sind an den problematischen Stellen, wie Türrahmen/Seitenholm und Rückbank/Hutablage bereits Schlupflöcher vorhanden, bei den etwas älteren Modellen sieht es da schon schlechter aus. Oft hilft hier nur noch die Bohrmaschine. Bei dieser Gelegenheit nicht zu großzügig verfahren! Es wäre nicht das erste Auto, das vom TÜV stillgelegt wurde, weil tragende Teile vom passionierten Hobbybastler angenagt worden sind.

Bei der Längendimensionierung an Reparaturen denken! Groß ist die Wut, wenn ein Teil ausgetauscht werden muß - was bei Lautsprechern schon mal der Fall ist -, und das dazugehörige Kabel gibt das Chassis nicht mehr frei. Alles unter den Teppich kehren! Die, wenn auch mühselige Verlegung unter dem Teppichboden läßt nicht nur dem Auge wenig Chance, sich über frei herumfliegende Kabel zu ärgern, auch die Anzahl von kleinen Stolperfallen wird erheblich reduziert.

Keine fliegenden Verbindungen! Die passenden Kupplungen und Stecker kosten wirklich nicht die Welt. Sie ersparen die lästige Fehlersuche, wenn zum Beispiel die Anlage bei jeder Bodenwelle aussetzt.

Wunder stellen sich bei den Arbeiten an der Autoanlage leider selten ein. Vor den Erfolg haben die Götter den Schweiß gesetzt. Was sich im Wohnzimmer schon lange als Qualitätsmaßstab durchgesetzt hat, sollte jetzt nicht einfach vergessen werden, weil es ja nur ums Auto geht und weil es manchmal schon akrobatische Kunstfertigkeit erfordert, in die Tiefen seines Wagens einzutauchen.

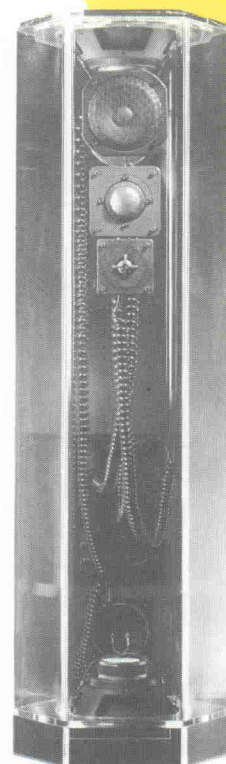


Lautsprecher-  
Manufaktur  
Schulstraße 85  
6800 Mannheim  
Neckarau  
(06 21) 85 77 77

## Alles klar?

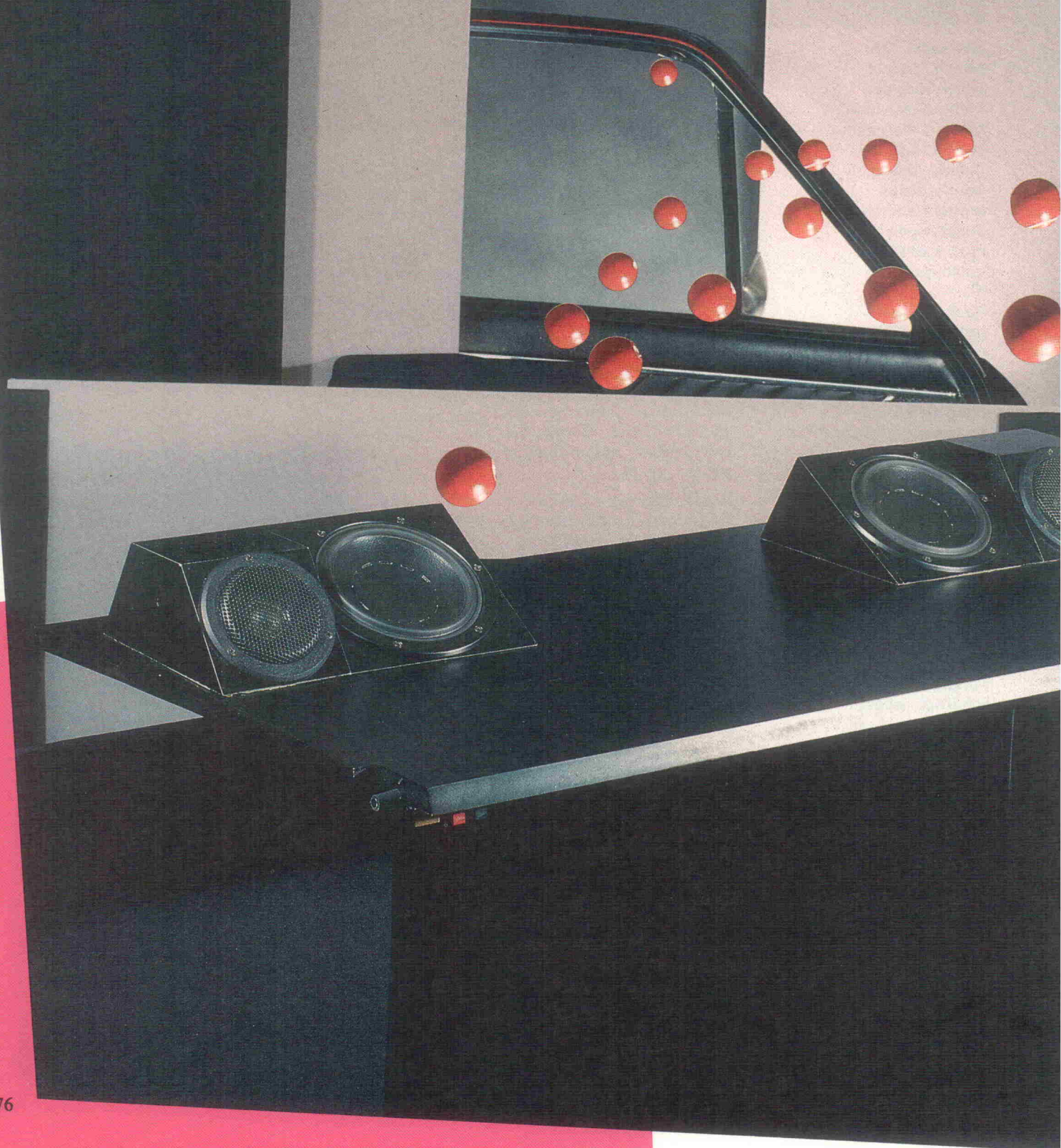
Column clear,  
ein Objekt  
für den Durchblicker  
und glasklare Töne!

Fragen Sie, nach  
den glasklaren Objekten  
der Lautsprecher Manufaktur





**Dynaudio-Carac 111**





# Heck-Hauben

**Dipl.-Ing. P. Geukes**

**Dynaudio, der dänische Lautsprecherbausatz-Experte, hat bisher zum Thema Car-Stereo keine eigenen Entwicklungen vorgestellt. Mit dieser Bauanleitung versuchen nun auch die findigen Dänen, Vorschläge aus der Sicht eines Hifi-Spezialisten zum automobilen Musikgenuß zu geben.**

Das Kraftfahrzeug ist ein sehr kleiner, an einigen Stellen stark gedämpfter, an anderen Stellen stark reflektierender Raum. Zu diesen besonderen Bedingungen kommt hinzu, daß sich die Musikhörer zwangsweise in den Ecken des Raumes befinden. Diese akustischen Unmöglichkeiten lassen Hifi-Musikwiedergabe, wie sie der Kenner daheim gewöhnt ist, eigentlich nicht zu. Mit einer gut durchdachten Lautsprecherkonstruktion kann man dennoch den meisten Autoradios Töne entlocken, die selbst mancher Heim-Hifi-Anlage gut zu Gehör ständen.

Wichtig für langes ermüdungsfreies Autofahren mit Musik ist ein Klangbild ohne jegliche musikalische Aggressivität, also ohne Klangeffekte, wie sie durch externen Equalizereinsatz oder künstliche Stereobasisverbreiterungen erreicht werden und ungeübten Hörern zunächst als durchaus besser erscheinen mögen. Erstrebenswert sind vielmehr die weiche, seidige Höhenwiedergabe, klare Mitten und — etwas sehr seltenes im Auto — resonanzfreie Bässe.

Tiefe Frequenzen im Kraftfahrzeug regen häufig die Karosserieverklei-

dung und andere Teile zum Schwingen an. Beim Einbau eines guten Baßlautsprechers ist darauf zu achten, daß dieser resonanzfrei und seiner Güte entsprechend montiert wird. Der hier verwendete Tieftöner 17W-75 hat mit einer Güte  $Q_{TS}$  von 0,74 und einem  $V_{AS}$  von 18,8 Litern für den offenen Einbau ideale Eigenschaften. Ein Volumen ab 80 Liter sichert ihm Einbaugüten von etwa 0,75. Die wetterfeste Polypropylenmembrane ist temperaturstabil bis 160 Grad Celsius. Diese Temperaturen werden selbst in sogenannten Windkanal-Autos mit ihren treibhausartigen großen Fensterflächen nicht erreicht.



Die hier vorgestellten Einbauvarianten wurden an Fahrzeugen ausgeführt, die eine Heckklappe und eine abnehmbare Gepäckraumabdeckung besitzen. Da diese Abdeckungen in der Regel aus dünnen Formkunststoffteilen bestehen, die keine ausreichende Festigkeit für den Einbau eines guten Baßlautsprechers bieten, müssen sie durch präzise Nachbauten aus 18 mm starkem Holz ersetzt werden. Gut eignet sich MDF-Platte oder — noch besser — mehrschichtig verleimtes Sperrholz. Ein Einbau in



## Technische Daten

Prinzip	2-Weg-Heckablage
Belastbarkeit	150 Watt
Impedanz	8Ω
Übergangsfrequenz	2500 Hz
Entwickler	Dynaudio
Preis (Chassis, Weiche, Abdeckgitter für beide Kanäle)	ca. 650,-DM

## Stückliste

<b>Chassis (Dynaudio)</b>	
Tieftöner	17W-75
Hochtöner	D-28AF
<b>Frequenzweiche</b>	
<b>Spulen</b>	
L1	1,2 mH
L2	0,2 mH
<b>Kondensatoren</b>	
C1	12 μ, Tonfrequenzelko
C2	siehe Tabelle
<b>Widerstände</b>	
R <sub>s</sub> , R <sub>p</sub>	5 Watt, siehe Tabelle
<b>Holz- und Gehäuseteile</b>	
nach Zeichnung	

die vorhandenen Plastikunterlagen mit zusätzlichen Versteifungen auf der Rückseite hat sich in der Praxis als nicht stabil genug gezeigt. Das Ersetzen der Original-Ablage bietet zusätzlich den Vorteil, daß das Original-Teil bei einem späteren Verkauf des Fahrzeugs wieder eingesetzt werden kann.

Für Fahrzeuge, die keine Heckablage und keine herausnehmbare Hutablage besitzen, gilt ähnliches. So ist bei fast allen Limousinen die Kunststoffheckablage ausbaubar und durch eine Holzplatte zu ersetzen. Die Schallankopplung an das Kofferraumvolumen erfolgt dann über die meist serienmäßig vorgesehenen Einbauöffnungen für Standardlautsprecher.

In die neu geschaffene Abdeckplatte werden nun nicht einfach die Lautsprecher eingebaut, sondern es wird ein kleines, nach unten offenes Lautsprechergehäuse aufgesetzt, das den Baß und den Hochtöner in die entsprechende Hörrichtung neigt. Bei dem hier vorgesehenen kleinen Aufsatz wird der Tieftöner um 30° aus der Ebene der Ablage geschwenkt, während der Hochtöner um 45° geneigt wird. Der Vorteil dieser Anordnung liegt in der geringen Bauhöhe des Aufsatzes von nur 9 cm. Die Aufsatzkästchen sind also als kleine, dezente Hauben auf der Ablage sicht-

bar, ohne daß sie wie übliche Aufbauboxen wirken.

Zum Erzielen einer sauberen Hochtönwiedergabe ist unerlässlich, daß die eingesetzten Hochtöner sehr breite Abstrahlwinkel aufweisen, also saubere Frequenzgänge bei Meßwinkeln von 30° und auch bei 60° außerhalb der Achse liefern. Die Kalotte D-28 AF erfüllt diese Forderungen in besonders hohem Maße. Damit seine empfindliche Soft-Dome-Kalotte nicht durch unachtsame Mitfahrer beschädigt wird, gibt es für sie genau wie für den Tieftöner passende Abdeckhauben.

Die genaue Abstimmung zwischen Baß und Hochtöner muß im Kraftfahrzeug unter anderen Aspekten als bei Heim-Lautsprechern vorgenommen werden. Bei der Abstimmung der Frequenzweiche ist sehr wichtig, im gesamten Fahrzeug ein homogenes Klangbild zu erzeugen, also keine superbeeindruckenden Rechts/Links-Effekte, sondern eine ausgewogene Wiedergabe — egal an welcher Stelle sich der Zuhörer befindet. Die Abstimmung der Hecklautsprecher ist also so gewählt, daß auch bei großem Abstrahlwinkel kein Einbruch im Frequenzbereich eintritt. Dadurch entsteht in der Hörebene von Fahrer und Beifahrern eine gleichmäßige Schallebene.

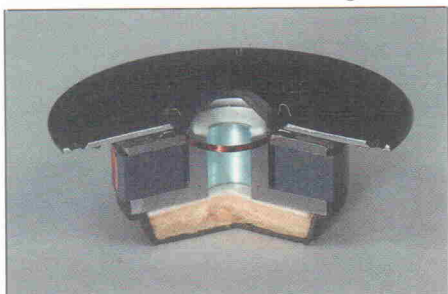
Sowohl im Hoch- als auch im Tieftaßfilter wird mit einer Flankensteilheit von 12 dB pro Oktave gearbeitet. Diese bei Dynaudio ungewöhnliche Weichenschaltung wird den speziellen Anforderungen ge-

recht, die an eine Musikwiedergabe im Auto gestellt werden. So treten hier die typischen Phasenfehler einer 12-dB-Weiche als eine Vergrößerung der Räumlichkeiten positiv auf. Die steilflankige Abkopplung bewirkt zudem bei den kurzen Hörabständen einen ausgewogenen Frequenzgang auch bei wechselnden Hörpositionen.

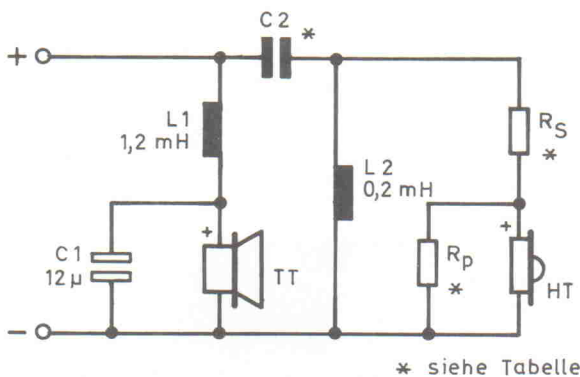
Die Innenräume von Fahrzeugen zeigen je nach Ausstattung stark voneinander 'abweichende akustische Absorptionsverhalten. Damit diese Unterschiede in der Dämpfung ausgeglichen werden können, sind zum einen die Lautsprechersysteme zur Hörebene hin geneigt, so daß eine weitgehend direkte Schallabstrahlung entsteht. Daneben ist eine Anhebung oder Absenkung des Hochtönpegels in der Frequenzweiche möglich (Tabelle). Eine Feineinstellung des Höhenpegels kann dann über die Klangregelung des Autoradios erfolgen.

Bei den hier vorgestellten Lösungen für Fahrzeuge, die der modernen Klein- und Kompaktklasse angehören, empfiehlt sich die im Schaltbild angegebene Standardeinstellung. Bei gut gepolsterten Fahrzeugen der Mittelklasse oder Luxusklasse ist eine Anhebung des

**Durch kleine Variationen der Frequenzweiche kann der Plüschgehalt des Autos berücksichtigt werden. Dick gepolsterte Nobelschlitten vertragen eine Höhenanhebung, etwas karger bestückte Autos mögen eher eine leichte Absenkung.**







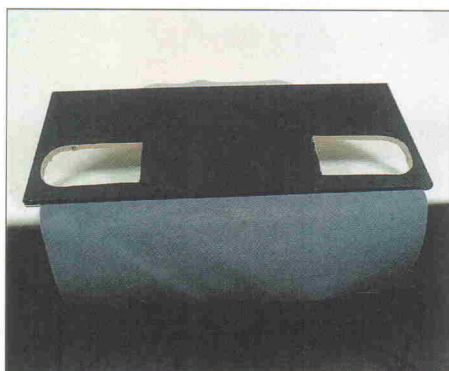
**Von Ente (—1)  
bis Benz (+3)  
läßt sich die  
‘Plüsch-Faktor’  
des Autos an-  
passen.**

Stufe	$R_S$ [ $\Omega$ ]	$R_P$ [ $\Omega$ ]	$C_2$ [ $\mu F$ ]
—1	3,3	10	6,8
0	2,2	15	6,8
+1	1,2	15	6,8
+2	0 <sup>(1)</sup>	15	9,4 <sup>(3)</sup>
+3	0 <sup>(1)</sup>	$\infty$ <sup>(2)</sup>	6,8

<sup>(1)</sup> Drahtverbindung statt  $R_S$

<sup>(2)</sup>  $R_P$  entfällt

<sup>(3)</sup>  $2 \times 4,7 \mu F$  parallelgeschaltet

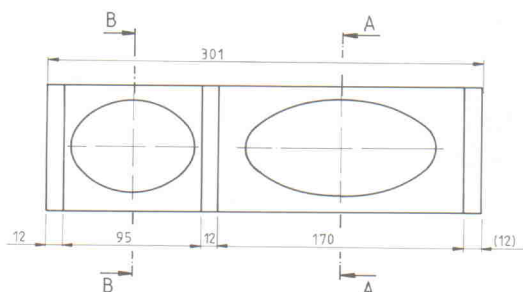
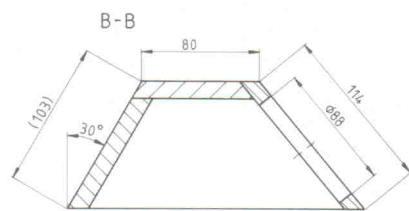
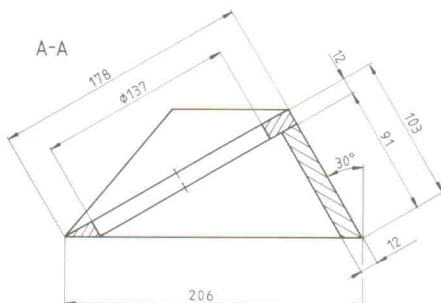
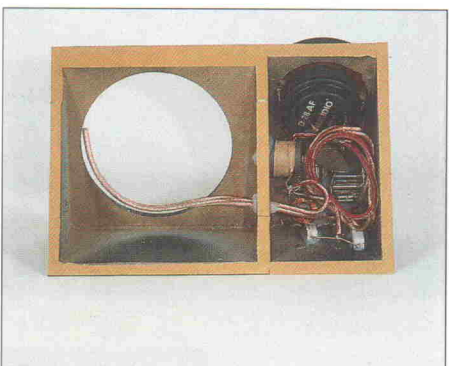
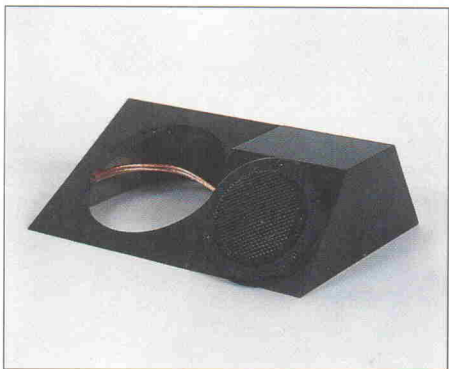


Hochtonpegels meistens notwendig.

Der mechanische Aufbau des Systems erfolgt — wie bereits erwähnt — aus mehrschichtig verleimtem Birkenholz oder mitteldichter Faserplatte (MDF). Die Materialstärken gehen aus den Bauzeichnungen hervor. Es ist zu empfehlen, sich gerade beim Bau des Aufsatzgehäuses genau an die Bauzeichnung zu halten. In der Erprobungsphase wurden viele verschiedene Aufbaumöglichkeiten ausprobiert, wobei

die vorgestellte Lösung die besten Ergebnisse zeigte. Empfehlenswert ist ein Bezug der Heckablage mit Filz oder Samt, um Reflexionen auf dieser Platte zu unterdrücken.

Fahrzeuge, die hier nicht aufgeführt sind, aber ebenfalls über eine gut auszutauschende Heckablage verfügen, können in ähnlicher Weise ausgerüstet werden. Die folgenden Einbauempfehlungen können als Anregung für den Umbau des eigenen Fahrzeuges gesehen werden.



**Die Heck-  
Häubchen sind  
ein wenig ver-  
schachtelt auf-  
gebaut. Kein  
Problem für  
den geübten  
Heimwerker.**



## Dynaudio-Carac 111

Wie in den Bildern dargestellt, sollte das Aufbaugehäuse von innen ganz leicht mit etwas Steinwolle gedämpft werden, damit innere Reflexionen nicht störend wirken. Die Unterseite der Ablage wird mit einer dünnen Lage Polyesterwatte belegt, so daß die Chassis-Durchbrüche geschlossen sind.

Da das Kofferraumvolumen vom Fahrzeughersteller nicht als Lautsprechergehäuse konzipiert ist, müssen hier einige Bedämpfungsmaßnahmen vorgenommen wer-



Die Heckklappe des Golf erhält eine Ladung Steinwolle. Auf das Scheibenwischergestänge sollte man jedoch Rücksicht nehmen.



Beim Polo darf es etwas mehr sein. Nicht nur die Heckklappe wird bedämpft (oben), auch hinter den Radkästen darf gestopft werden (unten).



den, die extrem wichtig für die Klangqualität des Tiefbasses sind. Einige Matten Steinwolle an den richtigen Stellen sorgen nicht nur für besseren Klang, sondern auch oft noch für eine spürbare Verringerung der Fahrgeräusche.

Wie das Dämm-Material, auch hier wieder vorzugsweise Rockwool RP II, bei verschiedenen Fahrzeugen angebracht wird, zeigen die Beispiele stellvertretend für alle ähnlichen Fahrzeugtypen.

Die wichtigsten Teile der Bedämpfung sind die Heckklappe, der Kofferraumboden und die Radkästen. In den meisten Fällen kann das Dämm-Material zwischen Verkleidung und Karosserie angebracht werden. Sind bei einem Fahrzeug nur nackte Karosserieteile zu sehen, wie zum Beispiel die Heckklappe des Fiat Uno, so ist es empfehlenswert, die ausgefüllte Heck-

klappe mit Teppichboden oder ähnlichen Materialien abzudecken, so daß die Rockwool luftdicht eingeschlossen wird. Die Bedämpfung ist richtig und exakt ausgeführt, wenn beim Klopfen auf die Abdeckung kein hohles Geräusch, sondern ein sattes Plopp zu hören ist.



Dem Peugeot ergte es ganz ähnlich wie dem Polo. Aber so sind sie eben, die modernen Autos: kaum zu unterscheiden.



Dem Fiat Uno tut ein Pfund Steinwolle gut.





# CAR HIFI SPEAKER SYSTEMS

## VOM FEINSTEN:

- ▲ Peerless
- ▲ Visaton
- ▲ Dynaudio
- ▲ Nimbus
- ▲ Lautsprecher-Manufaktur
- ▲ Heco
- ▲ Focal

## SCHNELL-VERSAND ANRUFEN & BESTELLEN

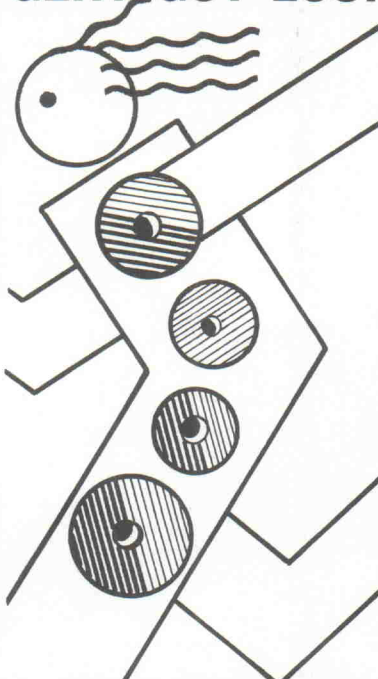
TELEFON: 04 21-  
148 74

**pro audio**  
**HiFi-BAUSÄTZE**

AM  
WALL 45  
2800 BREMEN 1

INFOS GEGEN DM 3,- IN BRIEFMARKEN

## GEHT GUT LOS!



## BLUE BOX

HIGH-END SPEAKERS AND KITS  
LANGEMARCKSTR. 232 - 2800 BREMEN 1  
TELEFON 04 21-50 64 95 ▶▶▶▶▶▶

(SELBSTBAU)-LAUTSPRECHER FÜR HIFI & MUSIKER VON AUDAX/CORONA: Ionenhochtoner/ESS: Airmotion Transformer/ETON/HARBETH/PROCUS/VIFA/TDL/SCHALLPLATTEN und CD: Audio Lab. Records, Trend Discovery u.v.m.

# AUDIOPHIL GmbH

Lautsprechersysteme-Zubehör-Beratung

## SPITZENBOXEN IM SELBSTBAU

In unserem Hörstudio stehen sämtliche Testsieger für Sie zum Vergleich bereit:

- JBL 250 Ti
  - DYNAUDIO Axis 5, Profil 4, Pentamyd 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:
- KEF Largo
  - CELESTION Ars Nova
  - SCAN-SPEAK Crystal
  - PROCUS® Fidibus, Intus (i.V.)
- sowie Neues aus ELRAD/ELEKTOR

DYNAUDIO, MAGNAT, HECO SUPERIOR, FOCAL, VIFA, AUDAX, KEF, LAUTSPRECHER TEUFEL, MB ELECTRONIC, CORAL, PODSZUS, LOWTHER, IMF, JBL, OKM, TANNOY, BEYMA, PROCUS® u.a.

- 24 Std.-Schnellversand, auch ins Ausland, ab Lager
  - Super-Info-Paket 10,- DM (wird verrechnet)
  - Preisliste 3,- DM (Porto)
  - Ein Anruf lohnt sich! Tel.: 089/725 66 24
- 8000 München 70 - Implerstraße 14

## elrad studio 1

# REMIX

Tonstudio im Selbstbau

für DM 16,80 direkt beim Verlag gegen Vorauszahlung (V-Scheck) erhältlich.

Verlag Heinz Heise GmbH  
Bissendorfer Str. 8 · 3000 Hannover 61  
Tel. (05 11) 53 52-0



## Professionelle Autolautsprecher

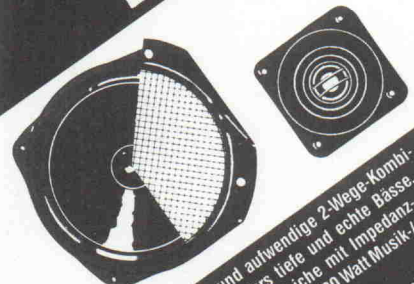
Visaton 140 W  
Baß 27 cm  
Mitteltonkalotte  
2x Hochtonkalotte  
mit Weichenkit  
**279,-**



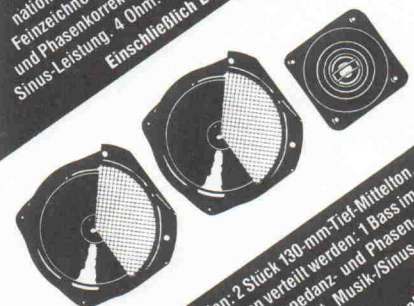
Audax Dynaudio	
Peerless Sire Sipe Visaton	
Sonderaktion Auto Baßlautsprecher	
16 cm 60 Watt	25,95
20 cm 80 Watt	29,95
25 cm 160 Watt	49,-

**Ant**  
Elektronische Bauelemente  
7000 Stuttgart 1, Katharinenstr. 22  
Tel. 24 57 46

# AUTO HIGH END



A 220. Besonders anspruchsvolle und aufwendige 2-Wege-Kombination. 165-mm-Langhub-Bass. Besonders tiefe und echte Bässe. Feinzeichnende 1"-Hochton-Kalotte. 12-dB-Weiche mit Impedanz- und Phasenkorrektur. Abnehmbares Bass-Gitter. 100/80 Watt Musik-/Sinus-Leistung. 4 Ohm. 90 dB. 25-24 000 Hz.  
Einschließlich Einbaumaterial: DM 99,- pro Kanal



A 300. Hochwertige 3er-Kombination: 2 Stück 130-mm-Tief-Mittelton. 1 Stück 1"-Hochton-Kalotte. Bässe können verteilt werden: 1 Bass im Heck. 1 Bass in der Tür. 12-dB-Weiche mit Impedanz- und Phasenkorrektur. Abnehmbares Bass-Gitter. 120/100 Watt Musik-/Sinus-Leistung. 4 Ohm. 91 dB. 30-24 000 Hz.  
Einschließlich Einbaumaterial: DM 129,- pro Kanal.

Fordern Sie schriftlich unseren aktuellen Gesamtkatalog + Preisliste an (DM 3,- in Briefmarken)!  
Bestelladresse + Verkaufsstudio I: 5650 Solingen 1, Konrad-Adenauer-Straße 11, Tel. 02 12/1 60 14, Telex 8 514 470 mks d  
Verkaufsstudio II: 4600 Dortmund 1, Hamburger Straße 67, Tel. 02 31/52 84 77

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









# Aus der FarbKISSte

**K.H. Fink**

**Viele Hersteller von Auto-lautsprechern halten es wie der selige Henry Ford: Sie liefern ihre Klangwandler in jeder gewünschten Farbe — Hauptsache es kommt Schwarz dabei heraus.**

Wer da bis jetzt angesichts solch einseitiger schwarzer Kunst auf die Idee kam, zur Sprühdose zu greifen und seine Mobillautsprecher selbst einzufärben, riskierte damit einen Totalschaden: der Sprühlack zerstörte die zwangsweise mitlackierten Membranen und Kalotten.

Daß es auch anders geht, beweist seit kurzem die noch junge Firma KISS aus der Ruhrmetropole Essen mit ihrem neuen Autosystem KS-203 für die Heckablage. Sie liefern dem farbenfrohen Autofahrer die Chassis und die dazugehörigen Rahmen und Gitter in allen Einzelteilen zum Selbstlackieren.

Damit neben der guten Optik auch der Klang stimmt, investierten die Essener zudem viel Zeit, um ihr System auf klangliche Höchstleistung zu trimmen. Als erstes veränderten sie beispielsweise das Baßchassis mit 16 cm Durchmesser aus ihrem normalen Boxenprogramm in vielen Details so lange, bis es im Auto optimal arbeitete.

So bekam das Chassis eine steifere Sicke und Zentrierung, um die Resonanzfrequenz auf 50 Hertz zu erhöhen. Blicke die Resonanzfrequenz wie beim Normalchassis bei 30 Hertz, so wäre es um die mecha-

nische Belastbarkeit des Tieftöners schlecht bestellt: Da dem Chassis im Auto das normale Gehäuse mit seinem dämpfenden Luftpolster fehlt, durch das die Resonanzfrequenz ansteigt, bestünde die Gefahr, daß die Schwingspule schon bei mittleren Lautstärken auf der hinteren Polplatte des Magneten aufschlägt. Erst durch die richtige Auslegung der wichtigen Chassis-Parameter konnte der Baßlautsprecher auch hohe Lautstärken ohne Zerstörungsgefahr verkraften. Normale Baß-Chassis sind daher in den meisten Fällen für den Einsatz im Auto völlig ungeeignet.

Beim Mitteltöner griffen die Entwickler aus dem Ruhrpott dann wieder auf Bewährtes zurück: Der 10-cm-Konusmitteltöner verrichtet schon seit einigen Jahren in vielen Hifi-Fertigboxen verschiedenster Industriehersteller klaglos seinen Dienst. Fürs Auto allerdings eignet er sich besonders gut, da sein Blechkorb hinten völlig luftdicht verschlossen ist und er somit in der Heckablage bei offenem Einbau nicht vom Baß beeinflusst werden kann.

Auch der Hochtöner mit 10-mm-Kalotte aus Polycarbonat und mit Ferrofluid-Kühlung im Luftspalt wurde eigentlich für den Einsatz in Hifi-Boxen entwickelt. Wegen seiner kleinen Kalotte zeichnet sich dieses Chassis durch ein besonders gutes Rundstrahlverhalten aus — eine Eigenschaft, die im Auto aufgrund der meist ungünstigen Einbaupositionen auch sehr wichtig ist.



## Technische Daten

Prinzip	3-Weg-Komponentensystem für die Heckablage
Belastbarkeit	120 W (DIN)
Impedanz	4Ω
Übergangsfrequenz	800 Hz/4500 Hz
Entwickler	KISS-Audiotechnik
Preis (Chassis und Weiche für beide Kanäle)	ca. 270,- DM

Die richtige Verteilung der Musiksignale zu den Chassis übernimmt eine Frequenzweiche mit einer Flankensteilheit von 6 dB pro Oktave. Durch dieses Prinzip mit seinen fließenden Übergängen zwischen den Arbeitsbereichen der einzelnen Chassis ist es möglich, die Lautsprecher problemlos in jede Heckablage einzubauen, da die bei jedem Auto unterschiedlichen Abstände zwischen den Chassis nicht zu so gravierenden Unregelmäßigkeiten im Frequenzgang führen können, wie es leicht bei sehr aufwendigen Weichen mit hoher Flankensteilheit der Fall sein kann.

Doch bevor es ans Einbauen geht, steht erst mal Lackieren auf dem Programm. Da die Abdeckringe aus dem Kunststoff ABS bestehen, müssen sie erst einmal mit einem Kunststoffprimer vorbehandelt werden, damit der Sprühlack darauf haftet. Diesen Kunststoffprimer gibt es in der Sprühdose in jedem Autofachgeschäft zu kaufen. Autobastler behandeln damit normalerweise Anbauteile aus Kunststoff, wie zum Beispiel Spoiler, vor dem Lackieren. Auch die Kunststoffrahmen und Abdeckgitter des KISS-Lautsprechersystems lassen sich nach der Vorbehandlung problemlos mit jedem Autolack aus der Sprühdose weiterverarbeiten. Bei sorgfältiger Beachtung der Anweisungen auf den Sprühdosen gelingt auch Ungeübten eine tadellose, professionell aussehende Oberfläche. Selbst Metallic-Lackierungen bereiten keine Schwierigkeiten. Somit lässt sich das Autosystem auch in der Original-Wagenfarbe lackieren, oder doch lieber in Grau oder in Weiß oder vielleicht doch Rot ... ?

## Stückliste

### Chassis

Tieftöner	KISS B160
Mitteltöner	KISS M100
Hochtöner	KISS HT10

### Frequenzweiche

Fertigweiche	KISS DCO 203
--------------	--------------

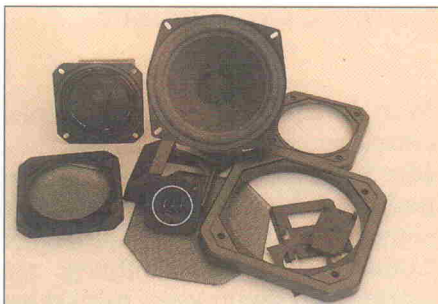
### Spulen

L1	1,3 mH; F36F; 0,71 Ø
L2	0,3 mH; Luft; 0,6 Ø

### Kondensatoren

C1	6μ8/25 V ~
C2	2μ2/25 V ~

### ▼ Vorher



### ▲ Nachher



### ... grundieren



### ... lackieren

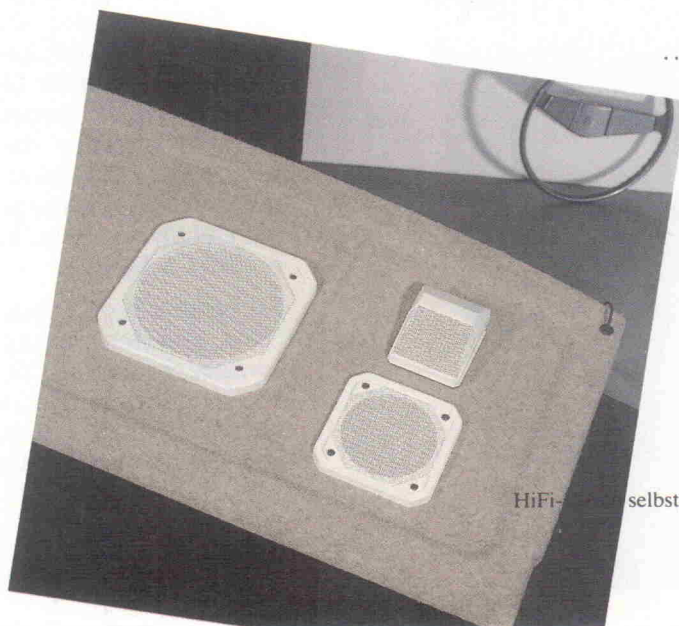


### ... zusammenbauen

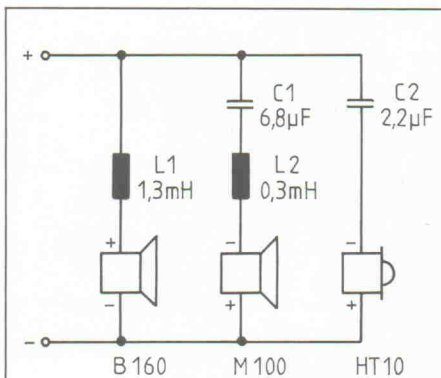


### ... verkleben

### ... fertig.







**Die 6-dB-Weiche ist einfach aufgebaut und läßt der Platzierung der Lautsprecher genügend Spielraum.**

Nach dem Austrocknen können die Chassis mit den Rahmen verklebt werden. Dazu eignet sich Pattex oder ein ähnlicher Kontaktkleber. Da die Befestigungslöcher der Baß- und Mitteltonchassis mit denen der Rahmen übereinstimmen, kann beim Kleben eigentlich nichts schiefgehen.

Auch der Zusammenbau der Hochtongehäuse bereitet keine Schwierigkeiten, wenn die Reihenfolge stimmt: Als erstes das Chassis einkleben, darüber die Pappabdeckung legen, dann das Gitter befestigen und mit einem Tropfen Kleber von innen verkleben.

Damit wären die Chassis bereits fertig zum Einbau in die Heckablage. Nach Möglichkeit sollten die Chassis ähnlich in der Heckablage sitzen, wie auf dem Foto zu sehen ist. So sind die besten Klangergebnisse zu erhalten. Die Abstände zwischen den einzelnen Chassis dürfen trotz der 6-dB-Weiche nicht zu groß geraten. Das gilt besonders für die Mittel- und Hochtöner, die nach Möglichkeit untereinander montiert werden sollten.

Ist die Heckablage nicht besonders stabil (dank der Sparsamkeit der Autohersteller gilt das für fast alle), empfiehlt es sich, zur Verstärkung im Bereich der Baßlautspre-

cher noch ein Brett von der Größe 20 x 20 cm aus 16-mm-Spanplatte unter die Pappe zu leimen und das Chassis dann mit handelsüblichen Spanplattenschrauben zu befestigen.

Genau so einfach wie der mechanische Aufbau ist auch die elektrische Verdrahtung nach dem Schaltplan. Geübte Bastler werden darüber nur lächeln und die nötigen Bauteile mit Sicherheit aus der Bastelkiste zaubern. Für Ungeübte liefern die KISS-Leute auch eine fix und fertig ausgebaute Frequenzweiche im Kunststoffgehäuse — mit Steckschuh-Anschlüssen und fertigen Kabeln — damit nichts schiefgehen kann.

Schließlich soll das KISS-System KS-203 nach dem Willen seiner Entwickler zwar schöner aussehen als die berühmte schwarze Thin-Lizzy von Henry Ford — sich dafür aber wenigstens so oft verkaufen.



Der Laden



Auto HiFi

**Noch nie dagewesen**  
Auto-HiFi  
und Boxenselbstbau  
in  
Hannover



Bauvorschlag Sipe-2plus  
in diesem Heft Seite 66.

Bitte Info gegen DM 5,—  
(Bfm) anfordern!



Boxen + Bausätze



Einbau



## Peerless - Soundboard







# Plattenwechsel

**Peter Rübke**

**Wer für seine Heim-High-End-Anlage einige Tausender hingeblättert hat, dem sagt bei der Finanzierung seines neuen Autos vielleicht das Leasing-Verfahren besonders zu. In so ein Auto, das man schließlich nach zwei Jahren gegen ein neues eintauschen will, schnitzt man nicht gerne Löcher. Da ist es einfacher, die unversehrte Original-Heckablage im Keller einzumotten und die entstandene Lücke durch eine wohlklingende Eigenarbeit auszufüllen. Hier praktiziert am Ford Fiesta.**

Bauanleitung ist fast schon zuviel gesagt. Der Fiesta verlangt keine allzu großen handwerklichen Sprünge. Seine Heckablage hat eine unkomplizierte Form und ist brettflach.

Und mit einem Brett beginnt auch die Arbeit. Besser: mit einer waserfesten Span- oder Sperrholzplatte. Als Rohling sollte sie etwas größer sein, als die Zeichnung fordert. Die Original-Ablage aus dem Fiesta wird darauf gelegt, und die Umrisse werden mit dem Bleistift nachgezogen. Dieses Originalmaß reduziert man dann noch einmal um 2...3 mm an allen Kanten (wegen der späteren Teppichauflage) und sägt die Platte zu. Dann überträgt man von der alten Abdeckung die Positionen für die Drehachsen rechts und links, sägt sich zwei kurze Stückchen U-Profile aus Aluminium zu und bohrt die passenden

Löcher für die Befestigung an der Spanplatte und für die neuen 'Drehachsen'. Letztere sind zwei schlichte Maschinengewindeschrauben M5 x 60 mm, die etwa 30 mm rechts und links über die Spanplatte hinausragen sollten.

Bevor jedoch die U-Profile mit der Spanplatte verschraubt werden, muß am Auto noch einmal nachgeprüft werden, ob alles richtig paßt und ob die Platte auch nirgends klemmt. Danach können die neuen Scharniere befestigt werden.

Als nächstes überträgt man alle Maße für die Lautsprecherchassis auf das Brett — inklusive der Löcher für die Weichenbefestigung. Dann werden alle Durchbrüche und Löcher gesägt und gebohrt. Die beiden schmalen Kanten und die zum Kofferraum-Deckel liegende Längskante sind nun mit einem Band- oder Schwingschleifer gut abzurunden. Dies erleichtert später beim Aufkleben des Teppichbodens die Arbeit ungemein.

Ein zur Polsterung des Wagens passendes Stück Teppichboden — vorzugsweise etwas in Richtung Nadelfilz — wird mit Kontaktkleber bestrichen, ebenso die Holzplatte. Nach entsprechendem Ablüften des Klebers klopft man den Teppich auf der Schallwand fest. Wem ein schlichter Nadelfilz zu wenig repräsentativ ist, wer daher unbedingt den weißen, handgeknüpften Berber mit Schaumrücken verwenden will, sollte vorher probieren, ob sich der Kleber mit dem Schaumrücken verträgt. Es könnte nämlich sein, daß die Schaumstruktur zusammenfällt wie Styropor beim Kontakt mit Pattex.



## Peerless - Soundboard

### Technische Daten

Prinzip	2-Weg-Heckablage
Belastbarkeit	60 Watt
Impedanz	4 Ohm
Entwickler	Peerless
Preis (Chassis für beide Kanäle)	ca. 420,-DM

### Stückliste

#### Chassis(Peerless)

Tieftöner	PAT 130
Hochtöner	PAH 25
Weiche	AFW 223

#### Frequenzweiche

L1	1 mH
L2	0,3 mH
C1	15 $\mu$
R1	2R2
R2	3R9

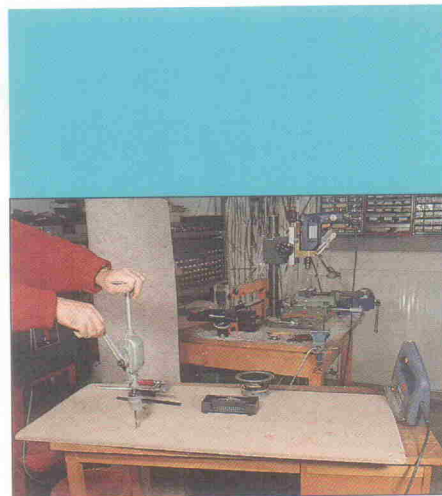
#### Holz- und Gehäuseteile

16-mm-Span- oder Sperrholzplatte nach Zeichnung, Alu-U-Profile, Schrauben

Etwas Geschick verlangt das 'Herumziehen' des Teppichs um die abgerundeten Kanten. Wenn hier noch eine Extra-Portion Kleber spendiert wird, sollte aber auch der härteste Nadelfilz problemlos angeklopft werden können. Die leichten Schläge mit dem Hammer sind aber nicht nur deswegen sinnvoll, weil's halt so in der Gebrauchsanweisung für den Kleber steht, sondern auch weil dadurch die Gewebestruktur des Teppichs weicher wird und er sich so etwas geschmeidiger um die Ecken ziehen läßt.

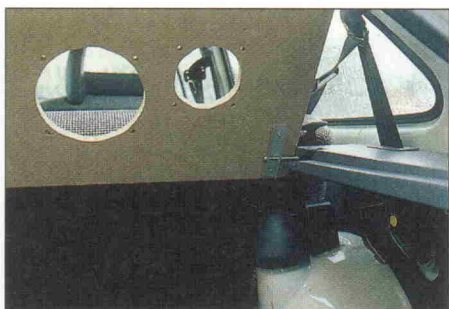
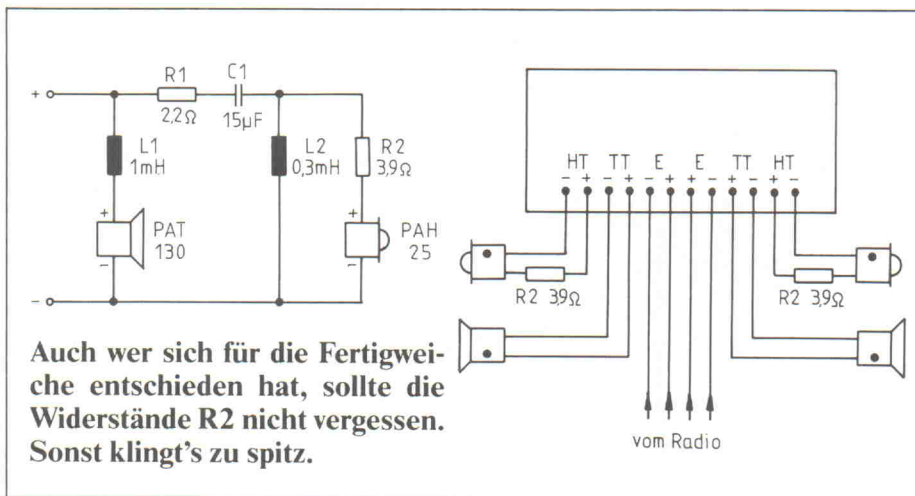
Mit einem scharfen Teppichmesser sind nun die Öffnungen für die Chassis auszuschneiden. Auch müssen die Löcher für die Befestigungsschrauben durch die Teppichauflage hindurch verlängert werden. Die Lautsprecher können jetzt in die Durchbrüche gesetzt und mit der Platte verschraubt werden.

**Die Entstehungsgeschichte einer Heckablage: Viele Arbeitsgänge, — hier in chronologischer Reihenfolge dargestellt — finden sich auch bei anderen Bauanleitungen wieder.**



**Hier geht's besonders um das Handwerkliche. Vieles jedoch, was über Tischlerarbeiten, Kleben und Teppichverlegen gesagt wird, gilt gleichermaßen für andere Autos und andere Lautsprecher.**





Es folgt die Verkabelung der Chassis mit der Weiche. Gehen Sie dabei genau nach dem Schaltplan vor, und achten Sie auf saubere Lötverbindungen. Die Verbindung zwischen Weiche und Autoradio sollte an der Heckablage steckbar gemacht werden, weil dann die Schallwand zum Transport größerer Gegenstände schnell und einfach herausgenommen werden kann. Welche Stecker man dabei verwendet, ist ziemlich egal — nur verpolungssicher und mechanisch stabil sollten sie sein.

Die Leitung muß einen Querschnitt von mindestens 1,5 mm<sup>2</sup> aufweisen. HiFi-Boxen selbstgemacht

sen. Im Auto selbst ist darauf zu achten, daß sie verdeckt verlegt wird und nicht irgendwo auf dem Teppich als Fußangel den Beifahrer beim Aussteigen zu Fall bringt (alles schon dagewesen!!).

Beim ersten Einschalten sollte man durch mehrfaches Hin- und Herschalten zwischen Mono- und Stereowiedergabe prüfen, ob nicht vielleicht ein Lautsprecher verpolt angeschlossen wurde. Wenn alles in Ordnung ist, sind nur noch die Gummibänder zwischen Schallwand und Kofferraumtür einzuhängen. Damit ist das Werk vollendet.

## Open Air Hamburg

NEU für's Auto

Schutzgitter



100 Watt

Titan-Hochtöner TIK 25/4 Ω



Hutablage



Bass 13 cm Ø OA 130/4 Ω



Autovolumengehäuse

Bauvorschl. Kit Mobil II 4 oder 8 Ω  
Kompl. mit Freq. Weiche DM 182,—

alle Oehlbachkabel lieferbar u.v.a.

für zu Hause und für Tonmeister mit außergewöhnlich gutem Tiefbass

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

Kit Dolomit II DM 98,—

Höhe 90 cm

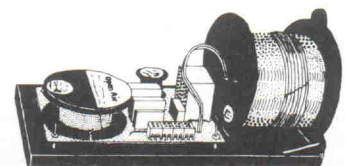
Fertigbox DM 315,—

Höhe 42 cm

Fertigbox DM 750,—

Gehäuse MDF lackiert 145,—

hochwertige Fr. Weichteile und viel Zubehör



Wir liefern die bewährten Bausätze auch als Fertigboxen

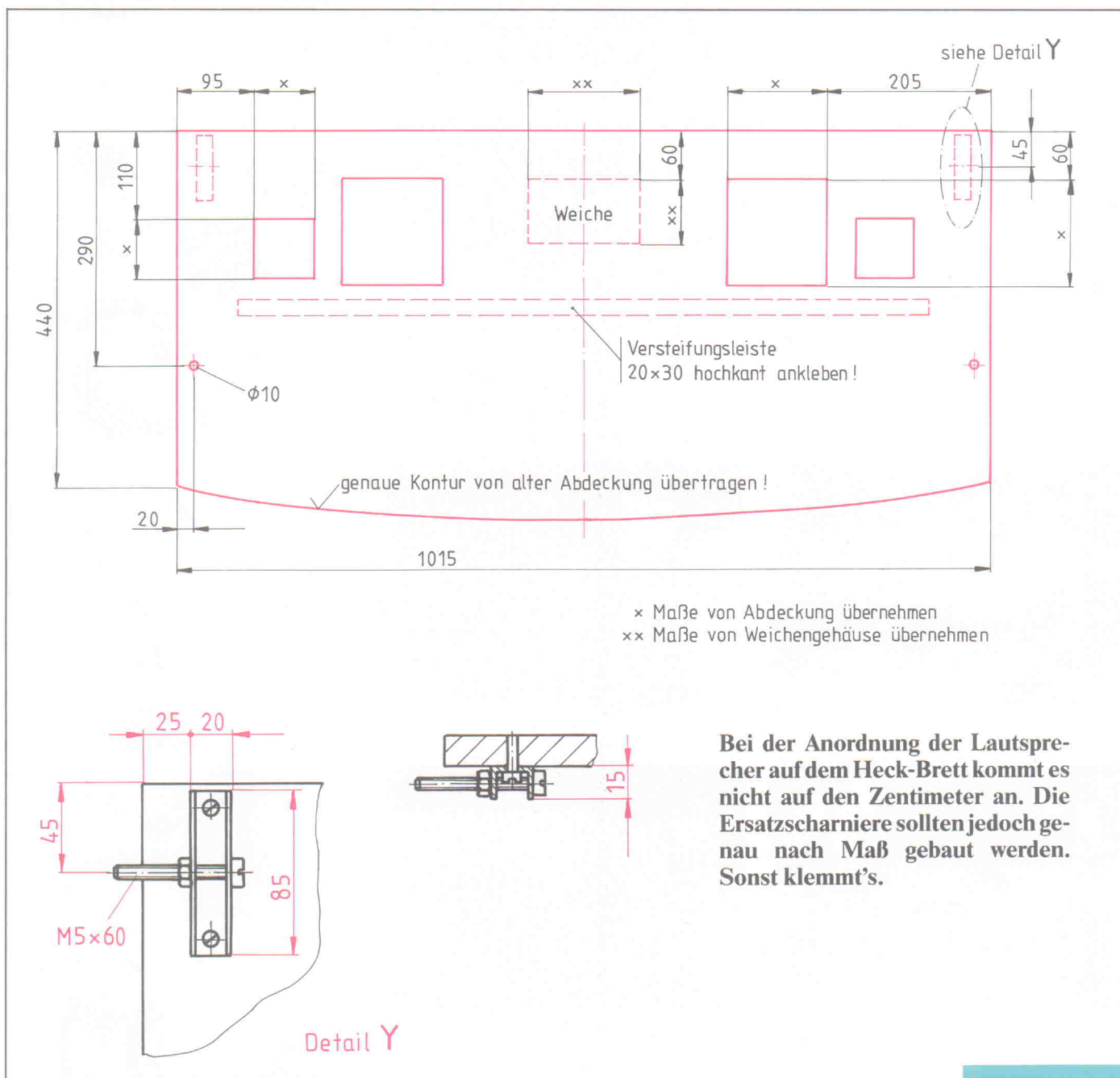
BEWÄHRTE LAUTSPRECHER BAUSÄTZE

Audax - Beyma - Celestion - Coral - EV - Fane - Focal - IBL - Isophon - KEF - Lowther - Magnat - MB - Matsushita - Open Air - Potszus Görlich - Scan Speak - Siare Seas - TDL - Vifa - Visaton - WHD

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

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





Bei der Anordnung der Lautsprecher auf dem Heck-Brett kommt es nicht auf den Zentimeter an. Die Ersatzscharniere sollten jedoch genau nach Maß gebaut werden. Sonst klemmt's.

✚SCHWEIZ✚  
 Selbstbauboxen

Fabrikstrasse  
 9472 Grabs  
 085 7 38 41

**DET**  
 AKUSTIK



**Audioladen**

Lautsprechersysteme  
 &  
 Technik

FOCAL, VIFA, TEUFEL und viel mehr in:

**87 Würzburg**

ERST  
 TESTEN!  
 DANN  
 KAUFEN

Mo, Di, Do, Fr: 14-18 Uhr  
 Sa: 10-14 Uhr, Mi geschlossen  
 8700 Würzburg, Val.-Becker-Str. 8  
 Inh.: Rainer Mensing, Tel: 0931/51289



Das große HiFi-Boxen-Selbstbaumagazin mit neunzehn verschiedenen Bauvorschlügen und -anleitungen aller Preis- und Leistungsklassen.

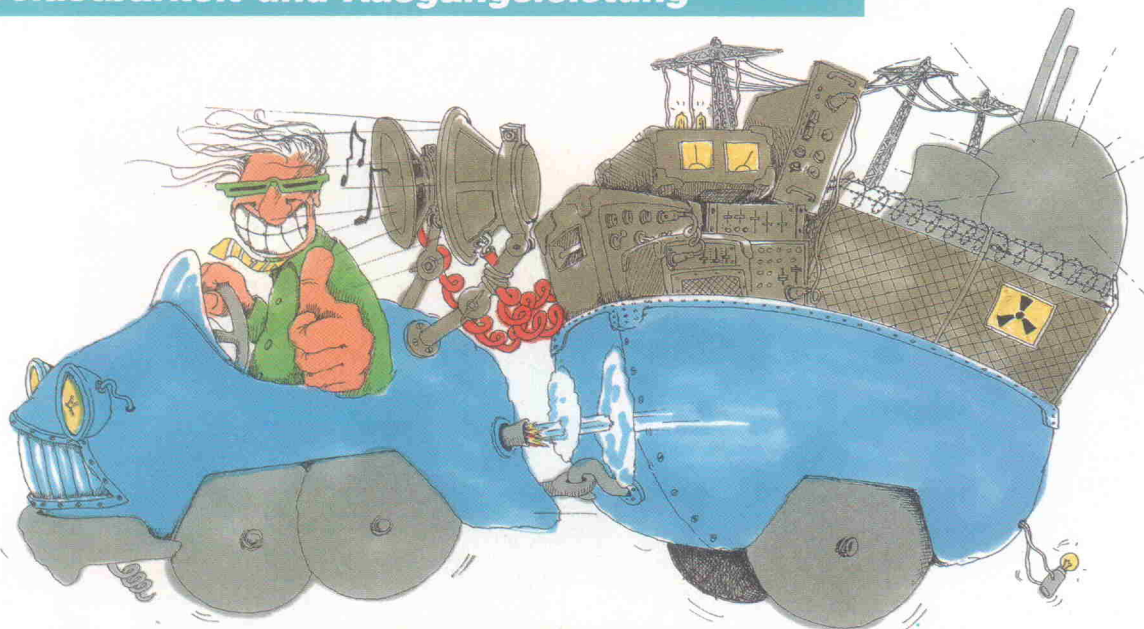
Natürlich ebenso farbenfreudig wie aufwendig illustriert.

Mit Grundlagenartikeln, die Ihnen sagen, wie Profis ihre Boxen messen, was es mit Belastbarkeitsangaben für Chassis und Boxen auf sich hat, wie eine Innentreiber-Box berechnet wird, wie man Lautsprechermembranen beschichtet, und wann Sie das besser lassen sollten oder wie der Raum-Traum vom eigenen Musikzimmer wirklich werden kann.

Selbstgemacht — mit dem Riesenselbstbauboxen-Übersichtsposter: Und — erstmalig — mit dem Riesenselbstbauboxen-Übersichtsposter: 55 Boxen mit allen Leistungsdaten, Kosten und Querverweisen auf die erschienenen Bauanleitungen. Vierfarbig. Für 25 Mark direkt vom Verlag gegen Vorauszahlung (V-Scheck) erhältlich.







# Watt-Wanderung

Peter Troitzsch

Ein gutes Auto zeichnet sich nicht allein durch eine imponierende PS-Zahl aus. Während es jedoch der Kfz-Industrie durch Normung eindeutiger Meßvorschriften gelungen ist, die Angabe der Motorleistung verlässlich und vergleichbar zu gestalten, herrscht bei den Leistungsangaben von Autoradios, Boostern und Boxen ein heilloses Chaos. Die imposanten Watt-Zahlen auf der Verpackung und in den Prospekten kennzeichnen oft weniger die Leistung der Geräte selbst, als eher die Leistung einer effektiven Werbeabteilung.

Der Einstieg in die Auto-Akustik beginnt mit der Wahl des richtigen Radios. Ein augenfälliges Merkmal sind dabei die Leistungsdaten in Watt, mit denen das Radio die Lautsprecher zu betreiben vermag. Hier lassen sich zunächst drei Gruppen bilden:

- Radios mit eingebautem Verstärker kleiner Leistung
- Radios mit nachgeschaltetem Verstärker (Booster) mittlerer Leistung
- Radios mit nachgeschaltetem Hochleistungs-Booster

Fall 1 beschreibt im Prinzip sämtliche Autoradios, die - auch wenn sie aufwendig und teuer sind - grundsätzlich Verstärker mit kleiner Ausgangsleistung enthalten.

‘Moment’, könnten Sie hier einwenden, ‘ich habe aber ein Radio gesehen, gar nicht teuer, mit 100 Watt Spitzenleistung.’ Gesehen haben Sie dann wohl die Werbedaten auf dem bunten Karton, die sich zwar verkaufsfördernd auswirken, den Kunden jedoch mit zweifelhafter

‘Wattomanie’ verunsichern.

Denn nun, so meint der Kunde, muß auch der Lautsprecher her, der die angebotenen 100 Watt verkraftet. Doch das wäre weit am Ziel vorbeigeschossen, denn die angepriesenen 100 Watt sind weder die abgegebene Dauerleistung, noch beruhen sie auf einer Spitzenleistung des Herstellers - sie sind lediglich die großzügig addierte theoretische Summe aller vier Lautsprecherausgänge. Ein Wert, den die Endstufen im Verein und im äußersten Notfall für Sekundenbruchteile auf die Beine bringen, bei einem Klirrfaktor der jenseits jeden musikalischen Anspruchs liegt. Der Fachmann spricht hier vom ‘Clipping’ der Endstufen. Ein Vorgang, bei dem nicht selten die Lautsprecher über die Klippen gehen.

Auf dem Teppich der technischen Realitäten sieht die Leistungsbilanz anders aus: Das Radio hat vier Lautsprecherausgänge, zwei für

vorn, zwei für hinten. Verbleiben pro Kanal  $100/4 = 25$  Watt als absolut theoretischer Spitzenwert. Der erfahrene Techniker teilt diesen Wert durch zwei und erhält dann eine realistische Dauertonleistung von bescheidenen 12,5 Watt - in der Praxis eher weniger.

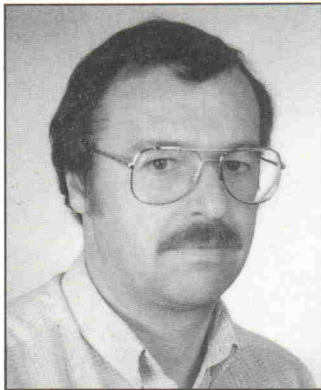
Nach dieser Ernüchterung bleibt die Frage, warum denn ein in Wirklichkeit so schwachbrüstiger Verstärker dennoch einen 100-Watt-Lautsprecher in den Himmel schicken kann? Zum einen nimmt auch der stärkste Lautsprecher das verzerrte Signal eines kleinen, aber übersteuerten Verstärkers übel, zum anderen sind die Leistungsangaben auf vielen Lautsprechern ähnlich zuverlässig wie die auf den Radios. Auch schwere Körbe und wuchtige Magnete sind keine Garantien für Qualität, hohe Belastbarkeit und großen Wirkungsgrad.

Es ist wirklich nicht einfach, sich in dem Werbe-Dschungel



## Belastbarkeit und Ausgangsleistung

### Der Autor



**Peter Troitzsch, 1941 geborener Hannoveraner, hat seit seinem siebzehnten Lebensjahr die Unterhaltungselektronik zum Hobby erkoren und damit die Entwicklung der HiFi- und Stereotechnik von Anfang an aktiv miterlebt und begleitet. Nach seiner Ausbildung zum technischen Zeichner befaßte er sich mit der Konstruktion und dem Vertrieb von wärmetechnischen Meßgeräten. Seit 1977 ist Peter Troitzsch technischer Verkaufsleiter für elektromechanische und akustische Bauelemente bei der Firma Wirth Elektronik in Isernhagen bei Hannover.**

gel zwischen aufgebrauchten und seriösen Leistungsdaten zurechtzufinden. Zum Glück gibt es Hersteller, die in ihren Bedienungsanleitungen und Datenblättern ernst zu nehmende Angaben machen. Für das eben beschriebene Radio könnte es dort heißen:

Sinus/Dauertonleistung:  
4 x 5 Watt  
Spitzen/Musikleistung:  
4 x 10 Watt

Auf den passenden Lautsprechern würde dann stehen:

7...13 Watt Sinusleistung,  
14...26 Watt Musik- oder Spitzenleistung.

Lautsprecher größerer Belastbarkeit kann man natürlich in jedem Fall nehmen - notwendig ist es nicht. Die Watt-Angabe auf dem Lautsprecher nennt lediglich die Leistung, die er abgeben kann. Was tatsächlich herauskommt, bestimmt der Verstärker des Radios.

Die geschilderten Verhältnisse gelten ebenso für externe Verstärker, auch Booster genannt. Diese Geräte werden vom Lautsprecher Ausgang des Radios angesteuert und erhöhen dessen Ausgangsleistung. Booster der mittleren Leistungs- und Preisklasse bieten eine Nennleistung von etwa 18 Watt pro Kanal - gleich was auch immer auf dem Karton stehen mag! Hier reichen Lautsprecher mit einer Belastbarkeit von 24...50 Watt. Wenn diese dann auch noch einen guten Wirkungsgrad haben, lassen

sich Lautstärken erzielen, die mit der Straßenverkehrsordnung kaum in Einklang zu bringen sind.

Tatsächlich ist der Wirkungsgrad eines Lautsprechers eine viel entscheidendere Größe als seine Belastbarkeit. Der Wirkungsgrad bestimmt, welcher Anteil der in die Lautsprecher hineingesteckten elektrischen Leistung letztendlich in akustische Leistung umgesetzt wird. Der größte Teil wird ohnehin als Wärme abgegeben.

Beide Werte - Belastbarkeit und Wirkungsgrad - sagen jedoch gar nichts über die musikalische Qualität der Lautsprecheranlage aus. Ob das Chassis in der Lage ist, einen druckstarken Tiefbaß zu produzieren, ob es eine brillante Höhenwiedergabe hat, hängt von vielen anderen Kriterien ab.

Grundsätzlich kann man erwarten, daß Lautsprecher mit großer Membranfläche eine kräftige Baßabstrahlung aufweisen, dafür eine schlechtere Höhenwiedergabe zeigen. Chassis mit kleiner Membran zeigen ein gegensätzliches Verhalten. Diese Einteilung ist sehr vereinfacht dargestellt und wird in der Praxis häufig durch spezielle Konstruktionen und Schaltungskniffe durchbrochen.

Wer in seinem Auto den entsprechenden Platz hat und sich entschließt, möglichst große Chassis einzubauen, kann auch bei Radios relativ kleiner Ausgangsleistung

mit einer ordentlichen Tiefbaßwiedergabe rechnen - allerdings nur, wenn die Lautsprecher die richtigen elektrischen Parameter aufweisen.

Generell sollte man bei der Autobeschallung also darauf bedacht sein, die paar Watt, die ein Autoradio oder ein gewöhnlicher Zusatzverstärker liefert, effektiv und sinnvoll einzusetzen. Nur wer einen Hochleistungsbooster besitzt, kann ein wenig verschwenderischer sein.

Diese Geräte arbeiten nicht mit der Bordnetzspannung von 12 Volt, sondern erzeugen zunächst durch einen eingebauten Spannungswandler ihre eigene Versorgungsspannung von 24 und mehr Volt. Die damit betriebenen Endstufen entsprechen in ihrer Leistungsabgabe und auch in ihrer Schaltungstechnik im wesentlichen einem Heimverstärker. Diese Booster sind nicht nur teuer - sie sind wahre Stromfresser. Ein dauerhafter Full-Power-Betrieb bei stehendem Motor ist nicht ratsam, auch wenn diese Superendstufen in Verbindung mit excellenten Lautsprechern besonders dazu verleiten, einen Parkplatz zum Konzertsaal zu machen.

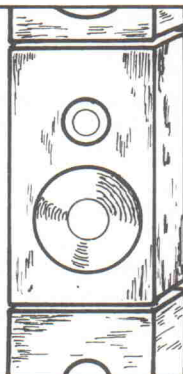
Bei aller Liebe zur Musik und bei allem HiFi-Enthusiasmus - ein Auto ist und bleibt primär ein fahrbarer Untersatz, ursprünglich eher dazu geeignet, mit ihm zum Konzertbesuch zu fahren, als in ihm Konzerte zu veranstalten.

**family**  
Klang & Ton 2/3-87

**TESTSIEGER**

Klein und hervorragend ...

Eine überzeugende Baßwiedergabe,  
unaufdringliche Mitten und eine im  
Trend liegende Hochtongwiedergabe ...



KOMPLETTBAUSATZ INCL. HOLZBAUSATZ

**99,-DM**

KLANG + TON sagt: Preis / Klangrelation mehr als sehr gut  
Mehr als empfehlenswert nicht nur als Hauptlautsprecher...  
hervorragend geeignet für Auto, Schlafzimmer, Küche ...

**AUDIO DESIGN**

Kurfürstenstr. 53 4300 Essen

ALLEINVERTRIEB + DIREKTVERSAND 0201/277427





# Gute Erholung

Der größte Teil dieses Heftes widmet sich der adäquaten Beschallung des PKW-Innenraumes. Dies ist sicher insofern erklärlich, als es mehr PKW als Wohnwagen gibt und folglich ein größeres Interesse an der Untersuchung der akustischen Eigenschaften des Autoinnenraumes sowie der beschallungstechnischen Besonderheiten besteht. Bei der Wohnwagenbeschallung können jedoch nur einige Erfahrungen aus der PKW-Akustik übernommen werden. Die Probleme liegen hier etwas anders.

Betrachtet man Größe und Aufteilung der Innenräume von Wohnwagen, so stellt man größere Unterschiede fest, als man sie beim PKW antreffen kann. Darüber hinaus sind viele Wohnwagen bereits so geräumig, daß man schon von einer gewissen Innenarchitektur sprechen kann. Beim durchschnittlichen PKW hingegen hat der Konstrukteur kaum die Möglichkeit, z.B. die Anordnung der Sitzplätze seinen Vorstellungen gemäß zu gestalten, es handelt sich fast immer um zwei Vordersitze und eine Rücksitzbank. Durch diese konstruktiven Unterschiede zum PKW steht nun also zu befürchten, daß Prinzipien der PKW-Beschallung ebenso wenig für die Wohnwagenbeschallung übernommen werden können wie die der

Wohnraumbeschallung für den PKW. Andererseits gelten auch die Regeln der Wohnraumbeschallung nur eingeschränkt, da die Konstruktion eines Wohnwagens trotz allem noch viel Ähnlichkeit mit der eines PKW aufweist. So gilt auch hier, daß der Innenraum kleiner ist als der durchschnittliche Wohnraum, was zum einen die Abmessungen der Lautsprecher begrenzt, zudem aber auch Probleme bei der Baßwiedergabe befürchten läßt. Im Bereich tiefer Frequenzen wird sich auch die Tatsache bemerkbar machen, daß auch Wohnwagenwände nicht gemauert sind. Hier kann auf die entsprechenden Bemerkungen im Grundlagenartikel zur Fahrzeugbeschallung verwiesen werden.

Leider ist es um die meßtechnische Behandlung der Wohnwagenbeschallung auch nicht besser bestellt. Wegen der Unterschiedlichkeit der Wohnwagenkonstruktionen und -inneneinrichtungen wäre eigentlich eine individuelle Behandlung jedes einzelnen Beschallungsproblems notwendig, was aber natürlich nicht Gegenstand dieses Beitrages sein kann.

Eine weitere Forderung an eine Wohnwagenbeschallung könnte darüber hinaus die nach Flexibilität in der Anwendung sein. Einen Grund dafür liefert die Tatsache, daß es eigentlich nicht die Bestimmung eines Wohnwagens ist, Personen von einem Ort zum anderen zu befördern und zudem ein gewisses Fahrerlebnis zu vermitteln, das durch eine geeignete Beschallungsanlage verstärkt werden soll. Es handelt sich vielmehr um ein Mittel zur individuellen Freizeitgestaltung, die sich

HiFi-Boxen selbstgemacht



allerdings in den wenigsten Fällen ausschließlich im Innenraum des Wohnwagens abspielen wird.

Welche Möglichkeiten gibt es nun, Hinweise für die Konstruktion eines akzeptablen Wohnwagenbeschallungssystems, das gleichzeitig flexibel sein soll, zu geben? Die gesamte Fahrzeugbeschallung legt bereits nahe, vom Konzept des Selbstbaus der eigentlichen Lautsprecher zum Selbsteinbau im weitesten Sinne überzugehen.

Da der Wohnwageninnenraum bezüglich seiner akustischen Merkmale zwischen PKW und Wohnraum liegt, gleichzeitig aber ohne Messungen wenig über die genauen Raumeigenschaften bekannt ist, sollten Lautsprecher zum Einsatz kommen, deren Eigenschaften gut definiert und wenig raumabhängig sind. Am besten geeignet für ein derartiges Konzept sind Boxen mit geschlossenem oder Baßreflexgehäuse, die klein genug sind, um flexible Einbaumöglichkeiten zu bieten und zudem durch bewußten Verzicht auf Tiefbässe die Probleme der Baßwiedergabe in kleinen Räumen umgehen.

Hier werden folglich Lautsprecher vorgestellt, deren Schwerpunkt auf Kompaktheit und Flexibilität ohne gleichzeitige Einbuße an Klangqualität liegt. Es handelt sich um eine keineswegs als repräsentativ aufzufassende Auswahl von Kleinsprechern, die auf verschiedenen Messen und Ausstellungen auf dem professionellen Beschallungssektor als geeignet erschienen sind, eine problemlose Wohnwagenbeschallung zu ermöglichen.

Interessanterweise werden diese Lautsprecher neben anderen Einsatzmöglichkeiten auch als Kontrollmonitore für Studios angeboten und auch eingesetzt. Daß diese Lautsprecher trotz ihres relativ erschwierlichen

Preises in Studios zum Einsatz kommen, ist sicher ein Hinweis darauf, daß der Verzicht auf Größe nicht notwendigerweise Klangeinbußen zur Folge hat, solange man entsprechende konstruktive Maßnahmen dagegen trifft.

Die Beliebtheit dieser Kleinmonitore liegt aber auch im Trend zum Nahfeldmonitor begründet. Das Konzept des Nahfeldmonitors versucht nämlich, den Einfluß der möglicherweise nicht optimalen akustischen Eigenschaften des Abhörraumes dadurch auszuschalten, daß sich das Ohr des Hörers in unmittelbarer Nähe des meist auf dem Mischpult angebrachten Monitors befindet, also innerhalb des sogenannten Hallradius. Es wird praktisch nur noch vom Direktschall versorgt. Eventuell auftretende störende Raumreflexionen werden dadurch zwar nicht verhindert, erreichen das Ohr aber mit einem wesentlich geringeren Schallpegel als der Direktschall und werden somit nicht wahrgenommen. Auf diese Weise ist es möglich, auch in weniger guten Abhörräumen gute Aufnahmen abzumischen, da der Raumeinfluß gemindert wird.

Genau diese Eigenschaft ist aber auch bei der Wohnwagenbeschallung erwünscht. Das Konzept der Nahfeldbeschallung kann zwar nicht mehr so ideal realisiert werden, da sich der Hörer nicht mehr an einer festen Position befindet, es legt aber trotzdem die Verwendung der entsprechenden Monitorlautsprecher für die Wohnwagenbeschallung nahe.

In alphabetischer Reihenfolge folgt daher eine Beschreibung dreier Lautsprecher, an denen die wesentlichen Merkmale aufgezeigt werden können. Alle drei Typen sind übrigens auch deshalb ausgewählt worden, weil die Hersteller ein vielseitiges

Sortiment von Befestigungs- und Einbauelementen bereitstellen, die für die Wohnwagenbeschallung notwendig sind.

Gemeinsam ist allen drei Lautsprechern ein Kunststoffgehäuse, das zum einen dem Hersteller eine preisgünstige Fertigung durch

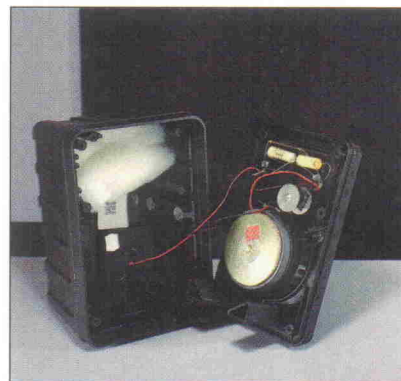
Spritzgußtechniken erlaubt, gleichzeitig dem Benutzer den Vorteil der guten akustischen Eigenschaften des Kunststoffmaterials und der hohen mechanischen Belastbarkeit, vor allen Dingen beim nicht ortsfesten Einsatz, bietet.



### BOSE 101 MM

Die Bose 101 MM hat mit ca. 23x15x15 cm ähnlich wie die anderen beiden Boxen die äußeren Abmessungen eines kleinen Schuhkartons. Auf einer der Gehäuseflächen findet man zwei eingelassene Metallgewinde, die der Aufnahme der verschiedenen lieferbaren Befestigungsvorrichtungen dienen. Die Schallwand ist mit einem nach vorn gewölbten Lochgitter abgedeckt, so daß der Lautsprecher im Normalfall mechanisch nicht beschädigt werden kann.

Die Bose 101 MM ist eine Einwegkonstruktion, arbeitet also mit einem Breitbandsystem. Nun werden in Autobeschallungsanlagen





## Boxen für Wohnmobile

selbst der mittleren Preisklasse zunehmend Mehrwegsysteme eingesetzt, so daß sich die Frage aufdrängt, ob dies nicht eine zu große Einschränkung darstellt. Daß dies nicht der Fall ist, hat mehrere Gründe. Zum einen machen es die akustischen Verhältnisse des PKW-Innenraumes oft erforderlich, den Hochton vom Tieftonweg zu trennen, um eine gute Stereoabbildung zu erreichen, zum anderen ist die Qualität eines Breitbandlautsprechers vom Entwicklungs- und Materialaufwand abhängig. Insofern ist die 101 MM ein gutes Beispiel, um diese Qualitätsunterschiede aufzuzeigen.

Ein wichtiger Aspekt beim Einsatz von Breitbandsystemen ist neben dem Einsatz guten Materials die grundlegende Erkenntnis des Lautsprecherbaus, daß ein Lautsprecherchassis immer einen Kompromiß darstellt. Fordert man daher vom Hersteller ein Breitbandsystem, das nach Möglichkeit die Eigenschaften von Mehrweglautsprechern bei noch dazu hohem Wirkungsgrad aufweist, so wird dieser entweder eine entsprechende Rechnung präsentieren oder aber den Auftrag ablehnen. Gelingt es aber, eine oder mehrere Forderungen entfallen zu lassen, so wird das Lautsprecherchassis wesentlich preiswerter realisiert werden können. Fordert man zum Beispiel nicht mehr, der Lautsprecher sollte einen glatten Frequenzgang aufweisen, so ist es dem Hersteller möglich, Membran- und Schwingspulenmaterialien zu verwenden, die zu einer erhöhten Belastbarkeit oder einem weiteren Übertragungsbereich führen. Auf der anderen Seite muß der Frequenzgang nun durch externe Maßnahmen korrigiert werden. Klassisches Beispiel für dieses Konzept ist die in Musikkreisen bekannte Bose 802, die mit Breitbandchas-

sis arbeitet, aber mit einem aktiven Entzerrfilter betrieben werden muß, um ausgeglichen zu klingen.

Mit dem Breitbandchassis, das in der 802 zum Einsatz kommt, ist nun auch die vorliegende 101 MM bestückt. Das hat für den Hersteller den Vorteil, daß kein neuer Lautsprecher entwickelt werden mußte, und bietet dem Käufer den Vorteil einer Lautsprecherbestückung, an die auch professionelle Ansprüche gestellt werden können, was Belastbarkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Witterungseinflüsse betrifft. Die Belastbarkeit des Lautsprechers wird vom Hersteller mit 60 Watt RMS angegeben. Der Anschluß an den Verstärker erfolgt über Klemmanschlüsse. Zur Entzerrung des Frequenzganges ist ein passives Netzwerk eingebaut.

Der Hersteller bietet eine reichhaltige Palette von Montagehilfsmitteln. Für die Anwendung in der Wohnwagenbeschallung sind am wichtigsten die Wandhalterung, die Klemmbefestigung sowie die Befestigung auf einem Mikrofon- oder Fotostativ für den Betrieb im Freien.

Die Wandhalterung besteht bei Bose aus einem Winkel-eisen, mit dem die Box festgeschraubt wird, aber in kleinem Bereich horizontal schwenkbar bleibt. Mit dem Klemmstativ kann der Lautsprecher an Tischplatten oder Vorsprüngen befestigt werden. Die Verstellmöglichkeiten sind hier größer. Die Box wird von einem abgewinkelten Sechskantstab getragen, der mit einem Ende in die Klemmvorrichtung gespannt wird und am anderen Ende einen arretierbaren Kugelkopf trägt, wodurch eine Beweglichkeit in alle Richtungen gegeben ist. Zur Aufstellung im Freien kann ein Mikrofonadapter benutzt werden, der ähnlich wie eine herkömmliche Mi-

krofonklemme ein Verkippen der Box erlaubt. Alle Befestigungsteile sind in

massivem 2-mm-Stahlblech oder Metall-Druckguß ausgeführt.



### JBL Control One

Die JBL Control One unterscheidet sich in ihren äußeren Abmessungen kaum von den anderen Lautsprecherboxen. Zusätzlich sind jedoch die oberen und unteren Stellflächen und Kanten der Box mit einer weichen Gummiauflage versehen. Die Control One ist also nicht nur selbst vor Beschädigungen geschützt, sie schont auch die Oberflächen, mit denen sie in Berührung kommt.

Auf den Seitenwänden und auf der Rückwand sind Nuten in das Kunststoffmaterial eingelassen, in die die Halteklemmen der Befestigungsvorrichtungen passen. Die Schallwand ist mit einem Lochgitter abgedeckt, das mechanische Beschädigung der Lautsprecher verhindert. Um eine gute Luftdichtigkeit zu gewährleisten, wurde die Schallwand offensichtlich mit Dichtungsmasse mit dem Gehäuse verklebt, was sich in einer gewissen Widerspenstigkeit



beim Öffnen des Gehäuses bemerkbar macht. Aus Garantiegründen nicht weiterzupfehlen!

Von der akustischen Konstruktion her handelt es sich

HiFi-Boxen selbstgemacht



wie bei den anderen Boxen um ein Baßreflexgehäuse. Mit dieser Konstruktion wird der nutzbare Übertragungsbereich nach unten erweitert, so daß man — obwohl natürlich die Baßwiedergabe begrenzt ist — keine wichtigen Frequenzbereiche vermißt. Dies hängt auch mit der Leistung des menschlichen Gehörs zusammen, das in der Lage ist, bei einem dargebotenen obertonhaltigen Ton den Grundton zu rekonstruieren, auch wenn dieser gar nicht im Signal enthalten ist, solange die Obertöne korrekt übertragen werden. Man spricht hier von 'fundamental tracking' oder auch Grundtonerkennung.

Dieser Effekt erlaubt unter anderem die Konstruktion von kleinen Lautsprechern, die in der Lage sind, die musikalische Information vollständig zu übertragen, auch wenn sie von ihrer Größe her nicht für eine Baßabstrahlung geeignet sind.

Bezüglich der Baßwiedergabe hat die Control One einen kleinen Vorteil, da der 11 cm Konuslautsprecher nicht den gesamten Frequenzbereich versorgen muß. Es handelt sich um eine Zweiwegkonstruktion, bei der ein 19 mm Polycarbonathochtöner ab etwa 5 kHz angekoppelt wird. Auf diese Weise kann der Konuslautsprecher für etwas tiefere Frequenzen optimiert werden. Nichtsdestoweniger wird er aber, wie bei den anderen Lautsprecherboxen auch, breitbandig betrieben und durch ein passives Korrektornetzwerk entzerrt, also nicht etwa bei der Einsatzfrequenz des Hochtöners abgekoppelt.

Der Zweiwegbetrieb hat zur Folge, daß für den Hochtöner eine Frequenzweiche benötigt wird. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine konventionelle 12-dB-Weiche. Als Besonderheit ist bei der Weichen-/Entzerrerschaltung der Control

One zu bemerken, daß die verwendeten Elektrolytkondensatoren durch sogenannte Bypass-Kondensatoren überbrückt sind und daß als Überlastungsschutz für den Tieftonweg eine Sofittenslampe integriert ist, so daß die Belastbarkeit der Box mit Innenbeleuchtung laut Herstellerangaben 100 Watt beträgt.

Bypass-Kondensatoren mit einer Kapazität von 100-1000 nF werden in hochwertigen Passivweichen häufig den hochkapazitiven Kondensatoren parallelgeschaltet, um deren negative Eigenschaften zu mildern.

Die gesamte Schaltung ist auf einer kleinen Platine aufgebaut, die direkt mit dem Anschlußfeld verbunden ist, das die üblichen Kabelklemmen aufweist.

Ein Detail, das die universelle Verwendbarkeit der Box hervorhebt, ist die magnetische Abschirmung der Chassis. Das Magnetfeld des Breitbandlautsprechers wird durch eine Metallklappe abgeschirmt, das des Tweeters wird durch einen hinten aufgeklebten zweiten Ringmagneten kompensiert. Da sich dieser zweite Magnet nicht innerhalb des antreibenden Magnetkreises befindet, beeinflusst er kaum das Magnetfeld im Luftspalt, sondern praktisch nur das unerwünschte Streufeld.

Das Befestigungssystem der Control One basiert auf einer Klemmvorrichtung aus Metalldruckguß, die in die Nuten im Boxengehäuse eingreift und durch Umlegen eines Hebels verriegelt werden kann. Für Festinstallationen kann diese Klemmbefestigung durch eine Madenschraube arretiert werden. Die Basisausführung weist an der Unterseite drei Gewinde auf. Eines davon paßt auch in ein handelsübliches Mikrofonstativ und über Adapterstücke auch an Fotostative. Die zwei anderen sind erfreulicherweise me-

trisch und eignen sich für beliebige Schraubbefestigungen. Bei Montage auf ein Mikrofonstativ ist die Box allerdings nicht verstellbar, da die Klemmvorrichtung kein Gelenk aufweist.

Der Vorteil des Klemmsystems liegt in der Möglichkeit, die Box schnell befestigen und entfernen zu können, zum Beispiel um sie vor Diebstahl zu bewahren. Nachteilig ist, daß man die Box ohne diese Klemme praktisch nicht befestigen kann.

Zur Verfügung stehen darüber hinaus, ähnlich wie bei Bose, eine Tischklemmvorrichtung und ein Wandmontagesatz. Die Tischklemme besteht auch hier aus einem Klemmstück und einem verstellbaren Stab. Das Kugelgelenk am anderen Ende trägt die benötigte Klammer

für die Box. Der Wandmontagesatz von JBL besteht aus einer Platte mit Ausleger, die wiederum die Klemmvorrichtung mit Kugelgelenk trägt. Die Feststellschraube des Kugelgelenks kann nach dem Ausrichten der Box mit Hilfe eines beigelegten Innensechskantschlüssels fixiert werden.

Daß diese Wandhalterung auch für festinstallierte Beschallungsanlagen konzipiert wurde, geht nicht nur aus der Benutzung von Inbusschrauben hervor, die von Unbefugten nicht ohne weiteres verstellt werden können, sondern auch aus der Tatsache, daß dem Wandmontagesatz sogar ein Sicherungsdraht beiliegt, der in der Box eingehakt werden kann, um so ein Herunterfallen des Lautsprechers zu verhindern.



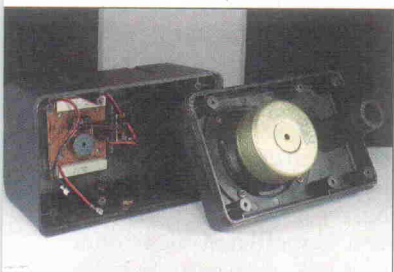
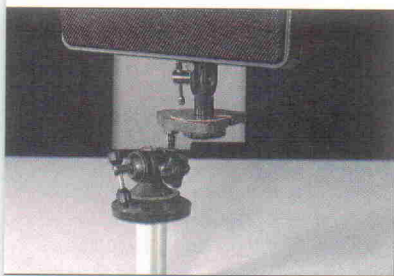
### YAMAHA S10X

Bei der Yamaha S10X handelt es sich wieder um ein reines Breitbandsystem. Das Gehäuse besteht wie bei den anderen Lautsprechern aus robustem Kunststoff. In zwei Gehäuseseitenflächen

sind jeweils zwei metrische Metallgewinde eingelassen. Auf diese Weise kann die Box in horizontaler und vertikaler Position befestigt werden, ohne daß zunächst zusätzliches Befestigungsmaterial erforderlich wäre. Ansonsten ist das Gehäuse



## Boxen für Wohnmobile



ähnlich aufgebaut wie das der Bose oder der JBL. Das Lautsprecherkabel wird auf die üblichen Klemmen geführt, es ist aber auch eine Klinkenbuchse vorhanden. Dies ist zum einen praktisch, wenn der Lautsprecher nicht ortsfest betrieben, also häufig ein- und ausgebaut wird, zum anderen erleichtert die zweite Anschlußmöglichkeit das Parallelschalten mehrerer Lautsprecher. Hierbei sollte allerdings darauf geachtet werden, daß die minimale Anschlußimpedanz des treibenden Verstärkers nicht unterschritten wird.

Im Innern der Box findet sich ebenfalls ein passives Entzerrnetzwerk, das den breitbandigen Betrieb des Lautsprechers unterstützt. Das Interessanteste an dieser Box ist jedoch nicht das Gehäuse, sondern der Lautsprecher selbst. Es handelt sich hier nicht um einen Ko-

nuslautsprecher mit Pappmembran, wie er in den beiden anderen Lautsprechern zum Einsatz kommt. Als gälte es zu zeigen, daß kleine Lautsprecher nicht unbedingt konventionell aufgebaut sein müssen, hat der Hersteller als Membranmaterial kohlefaserverstärkten Kunststoff eingesetzt.

Dieses Material zeichnet sich vor allem durch eine hohe Zug- und Biege-Belastbarkeit aus und wird wegen seiner Klangneutralität zunehmend im Musikinstrumentenbau eingesetzt. Auch ein sehr guter, allerdings wenig bekannter Mitteltonlautsprecher für den professionellen Einsatz besitzt eine Kohlefasermembran, entzieht sich allerdings durch seinen Preis privaten Anwendungen. Um so erstaunlicher also, daß Yamaha für einen eigentlich recht preiswerten Lautsprecher auf dieses Material zurück-

greift. Daß man sich hier fertigungstechnisch die Sache nicht leichtmacht, zeigt ein genauerer Blick auf die Membranverarbeitung. Die Enden des Schwingspulen-drahtes werden bei den Chassis aller drei Hersteller auf Hohnieten in der Membran geführt und von dort über flexible Anschlußlitzen mit den Klemmen verbunden. Dabei werden die Drahtenden zur mechanischen Sicherung mit der Membran verklebt. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, daß das Membranmaterial offensichtlich eine sehr glatte Oberfläche hat, die vor der Klebung mechanisch aufgeraut werden muß. Dieser Arbeitsgang wäre bei Pappmembranen sicher nicht notwendig, hat aber trotz des Aufwandes den Hersteller nicht von der Verwendung dieses aufwendigen Membranmaterials abgeschreckt.

### Lautsprecherladen

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

### Information + Wissen

magazin für computer technik

**HIFI VISION**

**elrad**

das elektronische magazin

**INPUT 64**

und Stereo Programme Unterhaltung Typ

Verlag  
Heinz Heise GmbH  
Bissendorfer Str. 8  
3000 Hannover 61

**HEISE**

### Lautsprecher von Visaton, Lowther, Sinus und Sinus-Live gibt es bei

**Frank von Thun vTh**

Johannisstraße 7  
2350 Neumünster

Neue Straße 8-10  
2390 Flensburg

Dipl.-Ing. P. Goldt  
Audio-Equipment  
Bödekerstraße 43  
3000 Hannover 1  
Tel. (05 11) 33 26 15

**AutoHiFi, Bausätze**



Als Material für den Lautsprecherkorb kommt, wie übrigens auch bei den von Bose verwendeten Chassis, ebenfalls ein faserverstärkter Kunststoff zum Einsatz, der bessere mechanische und akustische Eigenschaften aufweist als ein Korb aus gestanztem Blech, dafür allerdings auch schwieriger zu verarbeiten ist. Der Kunststoffkorb ist mit dem Magneten verklebt, dessen Streufeld durch eine Metallklappe abgeschirmt wird. So kann der Lautsprecher auch in unmittelbarer Nähe von Fernsehgeräten betrieben werden, ohne daß Farbstörungen zu befürchten sind.

Das zu dem Lautsprecher lieferbare Befestigungsmaterial wird mittels zweier Flügelschrauben mit den Lautsprechern verbunden. Auch hier gibt es Vorrichtungen zur Montage der Lautsprecher an Tischplatten, Wänden und auf Mikrofonsäulen. Während der mechanische Aufbau der Tischklemmvorrichtung und des Stativadapters praktisch dem von Bose gleicht, handelt es sich bei der Wandbefestigung um mehr als ein Winkelblech. Am Ende des auf der Trägerplatte befestigten Auslegers befindet sich eine aufwendige Gelenkkonstruktion, die es erlaubt, den Lautsprecher um verschiedene Achsen zu schwenken und anschließend durch das Anziehen von Schrauben zu arretieren. Dabei hat Yamaha offensichtlich zumindest teilweise die Erfahrung aus der Konstruktion von Schlagzeughardware genutzt, da eines der Gelenke leicht verzahnt ist, so daß die Box nicht verkippen kann, auch wenn die Feststellschraube nicht hundertprozentig angezogen ist.

### Einbau und Betrieb

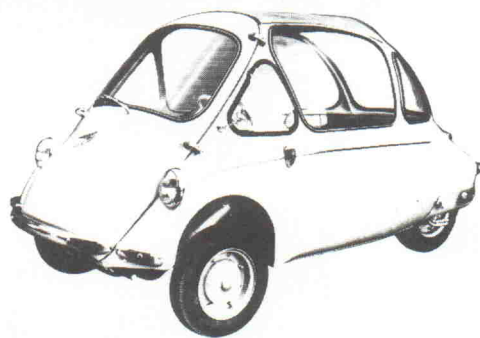
Wie schon eingangs erwähnt, können für den Einbau und eventuelle Zusatzentzerrung wenig verbindliche Hinweise gegeben werden. Eine unbefriedigende Baßwiedergabe kann durch Anbringung auf Wandflächen oder in Ecken auf rein akustischem Wege verbessert werden und kostet daher keine Verstärkerleistung. Um Klangverfärbungen zu vermeiden, sollte man die Lautsprecher nicht auf reflektierende Flächen in unmittelbarer Nähe strahlen lassen, sondern so ausrichten, daß vorhandenes absorbierendes Material ausgenutzt wird. Grundlagenbeiträge zu diesem Thema finden sich in elrad extra 4.

Bei der Erstellung eines Beschallungskonzeptes für Wohnwagen treten im Vergleich zur PKW-Beschallung größere Probleme auf, die vorwiegend auf die konstruktiv bedingten akustischen Eigenschaften und vor allen Dingen Unterschieden verschiedener Wohntypen, aber auch auf der Forderung nach vielseitiger Verwendbarkeit beruhen. Es stehen jedoch Lautsprecher zur Verfügung, die von ihrer akustischen Konzeption her für diesen Zweck geeignet erscheinen und durch Eingliederung in ein System verschiedener Befestigungselemente den Einsatz in der Wohnwagenbeschallung nahelegen. Trotz allem ist aber gerade in der Wohnwagenbeschallung die Beurteilung durch das menschliche Gehör die wichtigste Grundlage des erhofften Erfolges.

# BASS

## ist in der

## kleinsten Hütte.



Für den Nimbus Auto-Sub finden Sie immer den richtigen Platz! Der Autosubwoofer, der sich problemlos mit Ihrer eingebauten

Anlage kombinieren läßt.

Ohne Frequenzweiche.

Einfach parallel anschließen.



Autosubwoofer

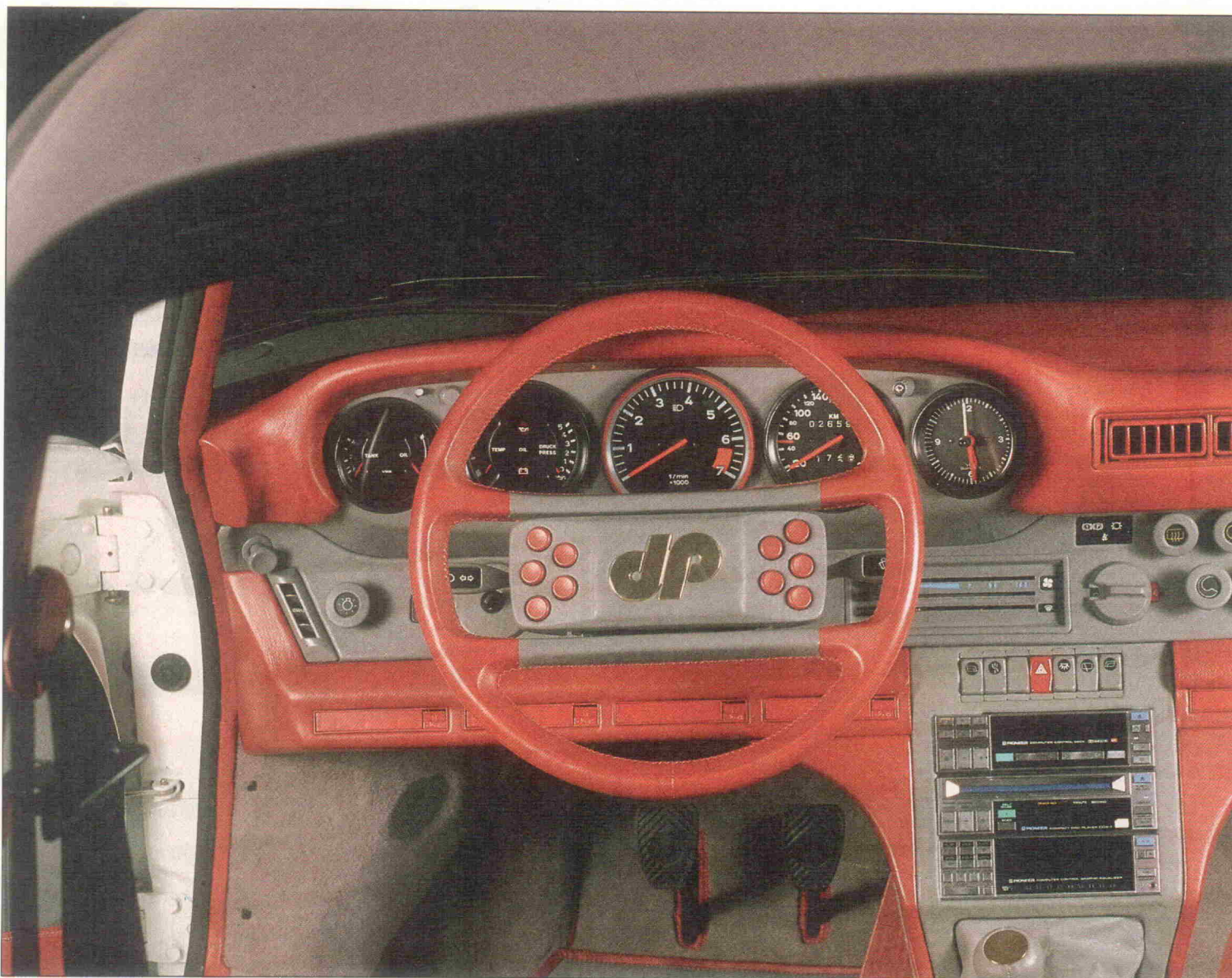
CW 200 DVC

nur 198,-DM

## Hören Sie selbst:

1000 Berlin 44, BOXEN-GROSS, 030/6246055  
 2000 Homburg 20, DER LAUTSPRECHERFUCHS, 040/4918275  
 2300 Kiel, KENSING EXTRA, 0431/94481  
 2800 Bremen, PRO AUDIO GmbH, 0421/14874  
 4000 Düsseldorf 1, MDL, 0211/362289  
 4150 Krefeld 1, MATZKER & ENGELS, 02151/20515  
 4500 Osnabrück, TON & TECHNIK, 0541/29694  
 4500 Osnabrück, HIFI-SHOP, 0541/82734  
 4600 Dortmund, LAUTSPRECHER ARNDT, 0231/811227  
 4630 Bochum, LAUTSPRECHER HUBERT, 0234/301166  
 5000 Köln, MATZKER & ENGELS, 0221/237505  
 7000 Stuttgart, ACR, 0711/6071025  
 CH-9472 JM Voorburg, REMO, 070/868440  
 NL-2274 Grabs, OBI ELECTRONIC GMU, 085/73841





## Kompensation.

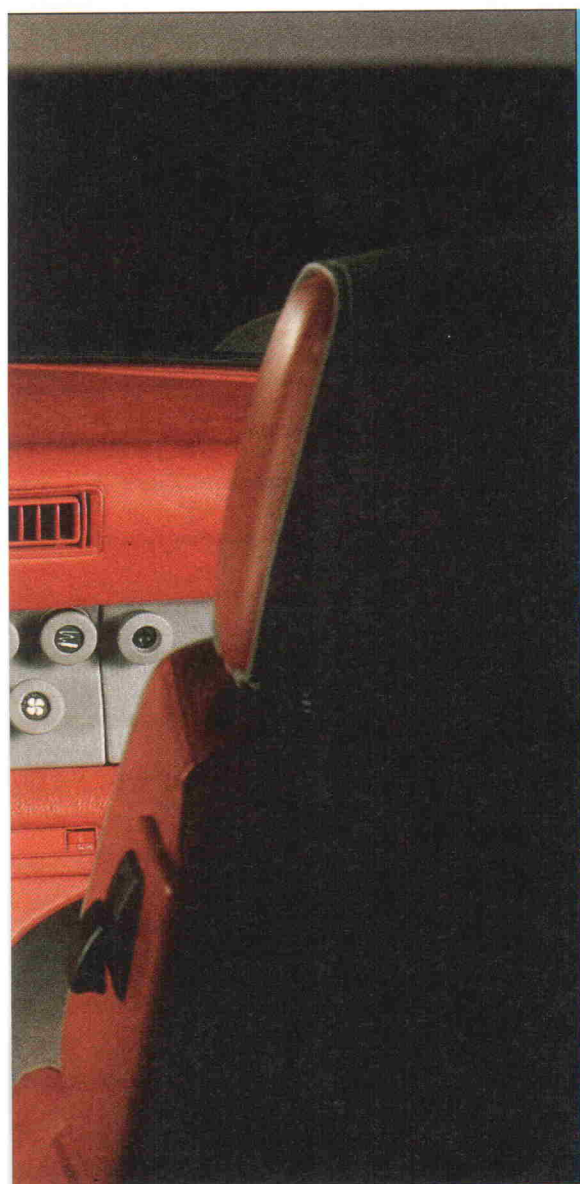
Michael Oberesch

Wer den Porsche 911 Carrera sein Eigen nennt, baut sich seine Auto-Hifi-Anlage wohl nicht selbst. Er läßt bauen. Zum Beispiel vom Autodesigner Michael Pitz. Der Vorgang heißt dann auch nicht mehr Bauen sondern Tuning und ist wahrlich nicht ganz billig. Doch wer redet schon über Geld? Das Ergebnis ist jedenfalls vom Feinsten.

Angeblich soll es nach oben ja nie eine Grenze geben. Doch kann man noch Himmel sehen, wenn für 50.000 Mark Elektronik im Auto steckt? Diese Summe sollte der gebeutelte Familienvater jedenfalls fest einplanen, wenn Herr Pitz den Porsche vom Filius hifi-tauglich macht. Dafür fährt der dann auch beileibe kein Autoradio mit Zubehör spazieren, sondern das komplette Multi-Media-Equipment unserer Zeit. Was man halt so braucht.







Das fängt beim Autotelefon an. Eine Selbstverständlichkeit, die mit gut 12.000 Mark zu Buche schlägt, und über die man nicht weiter zu reden braucht. Wer rechnet schon das Vergnügen gegen Geld auf, an jeder Ampel, mit lässigem Griff nach dem Telefonhörer, die Zeitanzeige anzurufen?

Und auch die eingebaute Video-Anlage soll nur am Rande erwähnt werden. Denn hier geht es nicht um den 11-cm-Farbmonitor im Handschuhfach oder den VHS-Recorder

unter dem Beifahrersitz und auch nicht um die installierte Kamera. Hier geht es um das Car-Hifi-System, das mit rund 22.000 Mark den sattesten Tuning-Teil verschlingt.

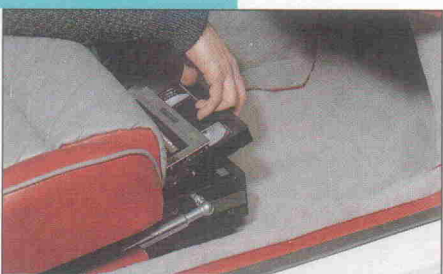
Das Tuning beginnt bereits beim Tuner, der zwar dort sitzt, wo er hingehört, nämlich in der Mittelkonsole — der jedoch beileibe nicht ebendort mit der ausgestreckten Rechten bedient werden muß. Seine wichtigsten Funktionen werden direkt über Tipptasten am Lenkrad



## Auch das noch

abgerufen und per Infrarotsender zum Armaturenbrett geschickt.

Befehlsempfänger ist eine Pioneer-Centrate-Anlage, bestehend aus Tuner/Cassettendeck, CD-Player und Computer-Equalizer. Und letzterer ist besonders wichtig. Denn auch im Porsche haben die verzwickten und verstrickten Probleme der Autoakustik ihre frequenzgangverbiegende Gültigkeit. Selbst die Stuttgarter Nobelmarke



ist zunächst mal zum Fahren gedacht.

Die Akustik des Fahrzeuginnenraums wird unter anderem von seinem Inhalt bestimmt, zu dem natürlich auch der Fahrer selbst gehört. Porsche-Fahrer hören es nicht gern, aber sie dämpfen. Der Dämpfungsfaktor des Piloten könnte natürlich vom Akustiker als Konstante in die Gesamtabstimmung des Audiosystems einbezogen werden, denn bei größerer Fehlabstimmung durch Gewichtszunahme steigen die meisten ohnehin auf Benz oder BMW um. Unberücksichtigt bliebe bei diesem Verfahren jedoch die beifahrende Freundin, die je nach persönlicher Vorliebe des Fahrers, zwar nicht auf selbigen, doch auf die Akustik dämpfend wirkt. Und mal nimmt man sie mit, mal besser nicht.

Eben diesen kleinen Unterschied gleicht der Equalizer aus. Er schickt ein kurzes Rosa-Rausch-Signal über die Lautsprecher, analysiert es und gleicht die veränderte Akustik selbsttätig aus, er kompensiert sozusagen die Freundin.

Bei den Lautsprechern selbst, so möchte man meinen, kann es wohl kaum irgendwelche Unzulänglichkeiten geben, die der Equalizer noch eben mitkompensieren müßte. Bei der Auswahl der ein Dutzend Chassis und bei ihrer sinnvollen Verteilung im Innern des teuren Flachfahrzeugs stand Ludwig Klapproth Pate. Hier konnte der international anerkannte Lautsprecherspezialist kompromißlos auf die wertigsten Systeme seines eigenen Hauses Blaupunkt zurückgreifen.

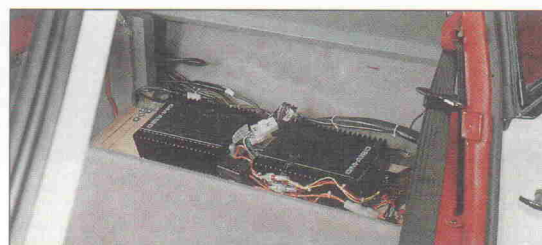
Je ein Hochtöner und ein Baß in den Türen, zwei Tweeter und vier Bässe auf der spezialgefertigten Heckablage sind nicht genug. Zwei Subwoofer in der Vorderwand des Gepäckfachs liefern den musikalischen Unterbau in exakt abgestimmten 19-Liter-Baßreflexgehäusen — angetrieben durch ein 2 mal 100 Watt starkes Kraftpaket von Pioneer. Nach ausführlichem Hörtest schrieben dazu die Profi-Hörer

der Zeitschrift 'Stereo': 'Statt undeutlich zu brummeln, fühlt beim Orgelpedal von Saint Saens' 'Orgelsymphonie' der gesamte Körper, die Macht des 32-Fuß-Pedals, das nicht mit den Ohren gehört, sondern empfunden wird.' Wenn man unterstellt, daß die begeisterten Tester hier nicht das Brummeln des Körpers gemeint haben, sondern das vieler anderer Autoanlagen, kann man fast körperlich spüren, was sie aussagen wollten.

Eine Anlage, die so klingt wie diese, zeigt man denn auch nicht mehr vor. Man hat sie eben, und man hört sie! Da weichen die Farben der Chassisabdeckungen um keinen Deut von den Farben der lederbezogenen Innenverkleidungen ab. Wenn schon geprotzt wird, dann bitte dezent!

Fehlt's noch ein bißchen an der Finanzierung? Deshalb braucht man nicht gleich ganz auf Pitz-Design zu verzichten. Bis der Porsche abbezahlt ist, begnügt sich der forsche Einsteiger mit dem dp-Schlüsselanhängers in 585er Gold, zu haben für morsche 1770 Mark.

Na, bitte.





## Bezugsquellennachweis

### Blaupunkt

Auto-Hifi-Handel

### Bose GmbH

Ober-Eschbacher-Straße 118  
6380 Bad Homburg

### Car-Volt

Art & Audio  
Grindelhof 35  
2000 Hamburg 13

### Dynaudio Vertriebs GmbH

Winsbergg 28  
2000 Hamburg 34

### Focal Vertrieb Deutschland

Manfred Zoller  
Bahnhofstraße 7  
6967 Buchen-Hainstadt

### Heckablagen — unbestückt

HS-Elektronik  
Automobilakustik Vertriebs- und  
Entwicklungs-GmbH  
Cannabichstraße 22  
6800 Mannheim 1

### Heco

Chassis: Fachhandel und Kaufhäuser  
Weichen und Aktivelektronik:  
TCS  
Rappstraße 24  
2000 Hamburg 13

### ITT

Fachhandel, Elektronikläden,  
Elektronik-Versandhandel

### JBL

harman deutschland GmbH  
Hünderstraße 1  
7100 Heilbronn

### Kiss Lautsprecherversand

Zander + Fink GbR  
Heiligenstraße 40  
4010 Hilden

### Lautsprecher Manufaktur GmbH

Schulstraße 85  
6800 Mannheim

### Mivoc

Konrad-Adenauer-Straße 11  
5650 Solingen 1

### Monacor

Elektronik-Fach- und Versandhandel

### Nimbus

Dr. Hubert GmbH  
Im Westenfeld 22  
4630 Bochum-Querenburg

### Peerless Elektronik GmbH

Postfach 260115  
4000 Düsseldorf 1

### Sipe

Wirth Elektronik GmbH  
Postfach 100348  
3004 Isernhagen 1

### Vifa

Audio Design GmbH & Co KG  
Vertrieb von IEV-Produkten  
Düsseldorfer Straße 132  
4330 Mülheim/Ruhr 13

### Visaton — Peter Schukat

Postfach 1652  
5657 Haan 1

### Yamaha-Europa-GmbH

Postfach 1140  
2084 Rellingen

**Verlag HEISE GmbH**  
Heinz Bissendorfer Straße 8  
3000 Hannover 61

Hier wird eine Auswahl an Finanzprogrammen geboten, die in leicht verständlicher Form beschrieben sind. Sie können Ihren Computer u. a. die Zins-, Effektivzins-, Zinsseszinsberechnungen nach dem amerikanischen und europäischen Verfahren ausführen lassen und Börsen- und Aktienkurse verarbeiten.  
Best. Nr. 0106-5  
**DM 45,00**

**Ausgewählte Finanzberechnungen auf dem Microcomputer**

In B-F-L wird ein vollständig integriertes Geschäftssystem für den Kleinbetrieb vorgestellt. Es umfaßt die 5 Bereiche: Dateiverwaltung, Auftragsbearbeitung, Buchhaltung, Statistik und Lagerhaltung.  
Best. Nr. 0100-6  
**DM 58,00**

**B-F-L**  
Buchhaltung - 1. Abrechnung - 1. Lagerhaltung

Wer seine Buchhaltung weiterhin einem Steuerberater übergeben will, sich aber einen transparenteren Überblick über die geschäftlichen Vorgänge wünscht, findet die Lösung in diesem Buch.  
Best. Nr. 7039-9  
**DM 48,00**

**Kassenbuch-System**  
in MBASIC

BASIC-Programme mit ausführlicher Programmbeschreibung für den Einsatz im Betrieb. Es werden u. a. behandelt: Investition und Kalkulation, Preis-Absatz-Funktion, Bilanzanalyse, Abschreibung, Wertpapieranalyse.  
Best. Nr. 7004-6  
**DM 39,80**

**BASIC im Büro**  
Band 1

Organisationssysteme: Dieser Band stellt ein komplettes Programmpaket von der Organisationsübersicht über den Angebotsvergleich, die Finanzplanung, Akontozahlung und Buchhaltung bis hin zum Leistungsverzeichnis- und Ausschreibungssystem dar.  
Best. Nr. 7005-4  
**DM 39,80**

**BASIC im Büro**  
Band 2

Finanzbuchhaltung, Gewinnermittlung der bisher gebuchten Monate des Betriebsjahres, Hochrechnung der Kundenkonten etc., der Arbeitsstundennachweise sowie der Abrechnung für Sachverständigen und einig mehr.  
Best. Nr. 7017-8  
**DM 39,80**

**BASIC im Büro**  
Band 3

In diesem Buch finden Sie ein Fakturierprogramm mit der dazugehörigen Lagerhaltung mit Artikeldatei und Adreßverwaltung. Ein Programm zur Führung einer Personaldatei, Gehaltsabrechnung, Kalkulation, Tilgungsplan etc.  
Best. Nr. 7025-9  
**DM 39,80**

**BASIC im Büro**  
Band 4

Auftragsabwicklung und Dateiverwaltungssysteme  
Hans Harwig

Sollten unsere Bücher und Softwarepakete nicht bei Ihrem Fachhändler erhältlich sein, bitte direkt anfordern und Verrechnungsscheck zzgl. DM 3,50 Versandkostenpauschale beifügen.

**kiss**  
audio technik



**Kiss KS-203 – das Auto-Komponentensystem für HiFi-Mobile.**

★ **Neu:**  
**Kiss-Lautsprecherbörse**  
Fordern Sie unsere neuesten Börsenberichte gegen DM 2,- in Briefmarken an. Hier finden Sie Top-Chassis und Zubehör vieler bekannter Hersteller zu absoluten Superpreisen.

**Lautsprecher-Chassis komplett mit allen Abdeckgittern**

**pro Paar DM 248,-**

**Lautsprecher komplett mit allen Abdeckgittern und fertiger Frequenzweiche**

**pro Paar DM 268,-**

**Fertig aufgebaute Lautsprecher mit Frequenzweiche, Kabeln und Befestigungsmaterial in weiß, rot, schwarz oder grau**

**pro Paar DM 298,-**

**Kiss Lautsprecherversand**  
**Zander + Fink GbR**  
**Heiligenstr. 40**  
**4010 Hilden**



## Firmenverzeichnis zum Anzeigenteil

Arlt, Stuttgart	81
Art & Audio, Hamburg	65
AUDAX Proraum, Bad Oeynhausen	65
Audio art, Bielefeld	69
AUDIO DESIGN, Essen	93
Audio Konsequent, Hannover	69
Audioladen, Würzburg	90
AUDIOPHIL, München	81
Blue Box, Bremen	81
Car + Audio, Hannover	85
DYNAUDIO, Hamburg	49
Electro Voice, Frankfurt	17
elektroakustik, Stade	49
Goldt, Hannover	98
HiFi Laden, Augsburg	65
HS Elektronik, Mannheim	Umschlagseite 4
Hubert, Bochum	99
IEM, Welden	17
I.T. Kerpen	27
KR-akustik, Hüllhorst	73
Lautsprecherfuchs, Hamburg	65
Lautsprecherladen, Kaiserslautern	98
Lautsprecher Manufaktur, Mannheim	75
Matzger + Engels, Köln	65
mivoc, Solingen	81
Oberhage, Starnberg	65
OEC, CH-Grabs	90
Open Air, Hamburg	89
Peerless, Düsseldorf	45
pro audio, Bremen	81
profi hifi, Nordenstedt	17
speaker selection, Kassel	49
Thun, Neumünster	98
VISATON, Haan	23
Wirth, Isernhagen	49

### Impressum:

HiFi-Boxen selbstgemacht '87  
(elrad extra 5)

Verlag Heinz Heise GmbH

Bissendorfer Straße 8

Postfach 61 04 07

3000 Hannover 61

Telefon: 05 11/53 52-0

Telex: 9 23 173 heise d

Telefax: 05 11/53 52-129

Kernarbeitszeit 8.30—15.00 Uhr

**Technische Anfragen nur mittwochs 9.00—15.00 Uhr  
unter der Tel.-Nr. (05 11) 53 52-171**

Postgiroamt Hannover, Konto-Nr. 93 05-308  
Kreissparkasse Hannover, Konto-Nr. 000-019968  
(BLZ 250 502 99)

**Herausgeber:** Christian Heise

**Redaktion:** Michael Oberesch

**Redaktionssekretariat:** Lothar Segner

**Technische Assistenz:** Martina Rabe

**Grafische Gestaltung:** Wolfgang Ulber,  
Dirk Wollschläger

**Fotografie:** Lutz Reinecke, Hannover

**Verlag und Anzeigenverwaltung:**

Verlag Heinz Heise GmbH

Bissendorfer Straße 8

Postfach 61 04 07

3000 Hannover 61

Telefon: 05 11/53 52-0

Telex: 9 23 173 heise d

Telefax: 05 11/53 52-129

**Geschäftsführer:** Christian Heise, Klaus Hausen

**Objektleitung:** Wolfgang Penseler

**Anzeigenleitung:** Irmgard Ditzgens

**Disposition:** Gerlinde Donner-Zech, Birgit Klisch,  
Sylke Teichmann

**Vertrieb:** Anita Kreutzer

**Bestellwesen:** Christiane Gonnermann

**Herstellung:** Heiner Niens

**Satz:**

Hahn-Druckerei, Im Moore 17, 3000 Hannover 1

**Druck:**

J.C.C. Bruns, 4950 Minden

HiFi-Boxen selbstgemacht erscheint 2-mal jährlich  
Einzelpreis DM 16,80, 6S 142,—, sfr 16,80

**Vertrieb (auch für Österreich und die Schweiz):**

Verlagsunion Zeitschriften-Vertrieb

Postfach 57 07

D-6200 Wiesbaden

Ruf (0 61 21) 266-0

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen  
kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom  
Herausgeber nicht übernommen werden.

Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und  
gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmi-  
gung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an  
Bedingungen geknüpft sein.

Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verla-  
ges über. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Mit  
Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion er-  
teilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht.

Sämtliche Veröffentlichungen in elrad erfolgen ohne Berück-  
sichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen  
werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung be-  
nutzt.

Printed in Germany

© Copyright 1987 by Verlag Heinz Heise GmbH

**ISSN 0177-0055**

Titelidee: elrad

Titelfoto:

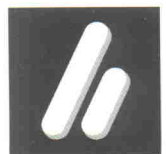
Lutz Reinecke, Hannover



Information+Wissen

Jeden Monat mit  
aufwendigen  
neuester  
Vergleichstests  
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.

**Empfang und Ausstattung  
jetzt noch besser**





# Ihr Automobil-Akustiker...

## KIT DSS 65

- Hochwertiges Component-System mit überlastungssicheren 12dB-Weichen
- Excellente Klangtransparenz
- Straffe, präzise Bässe in schwarzem oder weißem Polypropylen lieferbar
- Progressive Zentrierung
- Klare, exakte Hochtongwiedergabe durch Weichmetall-Kalotten

ab **398,-**



DSS 65/4 wie Abb. komplett 598,-

## KIT DSS 534

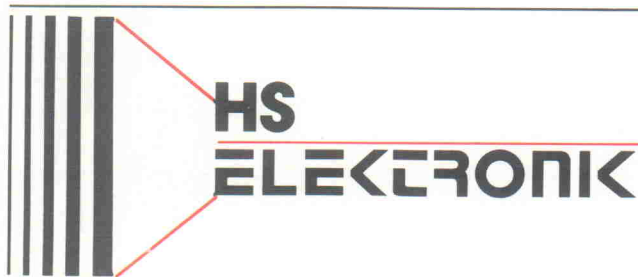
### *Das neue Klangerlebnis*

- Abgrundtiefe Bässe durch 1200 qcm Bassmembran-Fläche
- High-Tech im Mitteltonbereich - Vollaluchassis/Ferrofluid/sickenlose Polypropylen-Membrane
- 12dB-Weichen der Spitzenklasse
- Hochtongkalotte mit 95dB Schalldruck und Alu-Schwingspulenträger

System **888,-**



# ...fordert auf zum Hörvergleich!



Entwicklungs- und Vertriebs-GmbH  
Cannabichstraße 22  
6800 Mannheim 1  
Telefon 0621/332612

Stützpunkt- und Depothändler von  
Peerless und Davis.

Wir führen u.a. Audax, Beyma, Braun,  
E.Voice, Heco, JBL, Nakamichi, SEAS, Siare.

Umfangreiche Palette an Mobil-Audio-  
Paneelen. Weitere Informationen und  
Vorführungen auf Anfrage.