

Aus der RADIO-PRAKTIKER-BÜCHEREI (RPB Nr. 85 – im Original 2-spaltig). Digitalisiert 07/2018 für <http://www.radiomuseum.org> mit freundlicher Genehmigung des Franzis / Weka Verlags. Die aktuellen Ausgaben der FUNKSCHAU finden Sie unter <http://www.funkschau.de>

Aus Band Nr. 85: Hi-Fi-Schaltungs- und Baubuch (Seiten 47-64)

(Seiten 47-64) **5. Lautsprecher für Hi-Fi-Wiedergabe**

Mit der Verwendung eines hochwertigen Lautsprechersystems ist es allein nicht getan. Man muß auch dafür sorgen, daß mit Rücksicht auf gute Tiefenstrahlung sehr große Schallwände oder Gehäuse benutzt werden und daß der Strahlungswiderstand der Membran möglichst günstig an die umgebende Luft angepaßt wird. Eine einwandfreie Wiedergabe der Höhen verlangt, daß man diese so stark zerstreut, daß sie überall im Zimmer gleichlaut zu hören sind.

Es gibt nun eine ganze Reihe von Wegen, um ans Ziel zu kommen, aber es sei auch gleich gesagt, daß es nicht *den* Idealweg schlechthin gibt. Manche Lösungen, die auf dem Papier einfach aussehen, scheiden aus, weil sie zu kostspielig sind. Andere wieder versprechen nur dann Erfolg, wenn man Meßmittel anwendet, die einer Einzelperson praktisch nie zur Verfügung stehen (Schallmeßraum, Schalldruckmesser). Wenn hier und da in der Literatur von einer neuen „Wunder-Baß-Box“ berichtet wird und alle Maße angegeben sind, muß man doch damit rechnen, daß zum Schluß ein langwieriges Abgleichen der Lautsprecherfilter oder des Baßreflex - Schlitzes erforderlich ist. Vielleicht bleibt auch der erhoffte Erfolg ganz aus, weil das vorhandene System eine andere Eigenresonanz besitzt als das vom Verfasser benutzte. Man darf jedenfalls nie die Flinte zu früh ins Korn werfen und muß unter Umständen längere Versuche in Kauf nehmen.

**a) Richtige Höhenverteilung im Wiedergaberaum**

Für die Wiedergabe der hohen Töne werden zur Zeit vorwiegend dynamische Systeme mit 6 bis 12 cm Korbdurchmesser bevorzugt. Kristall- und Kondensatorlautsprecher sind weniger beliebt. Die zuerst genannten sind zwar billig, aber ihre klanglichen Qualitäten lassen Wünsche offen. Kondensatorlautsprecher besitzen keinen allzu großen Wirkungsgrad. Beiden Systemen ist gemeinsam, daß man sie hochohmig anpassen muß, was bei längeren Leitungen Schwierigkeiten bereitet (z. B. Berührungsschutz, Verluste durch die Kabelkapazität).

Damit die hohen Töne ausreichend zerstreut werden, verfährt man ähnlich wie beim sogenannten „3-D-Verfahren“ der Empfängerindustrie. Im einfachsten Fall strahlt man mit zwei seitlich gerichteten Systemen die Wände oder die Decke des Raumes an und verläßt sich darauf, daß dort eine entsprechende Schallzerstreuung stattfindet. Bei höheren Ansprüchen finden mehrere Hochtöner Verwendung, die versetzt angeordnet sind, also so, daß sie unter verschiedenen Winkeln nach links, rechts, oben und unten strahlen. Die Ideallösung dürfte der Kugelstrahler der Zentraltechnik des NWDR sein. In einer Kugel, genauer gesagt einem Zwölfflächner von etwa 30 cm Durchmesser, sitzen zwölf kleine Lautsprecher (6,5cm Ø), die nach ebenso vielen verschiedenen Richtungen strahlen. Sie übernehmen den Frequenzbereich von 1000 bis 15 000 Hz, während für die Tiefen ein Spezial-Baßlautsprecher vorhanden ist. Da nach zwölf Seiten gestrahlt wird, erfolgt an den Raumwänden eine so weitgehende Zerstreuung, daß man selbst höchste Zischlaute im entferntesten Winkel des Zimmers vernimmt. Wie elegant ein solcher Kugelstrahler ausgeführt werden kann, zeigt ein Erzeugnis der Firma Hiller GmbH., Hamburg-Eidstedt (Lizenzbau).

Während der Kugelstrahler irgendwo im Zimmer Platz findet, baut man dynamische

Trichterlautsprecher (Beyer) mit in das Gehäuse der Tieftonbox ein. Diese Systeme arbeiten nach dem Druckkammerprinzip, sie haben einen sehr guten Wirkungsgrad, und ihr Strahlungswinkelbereich beträgt zwischen 1500 und 15 000 Hz 45 Grad. Bereits mit zwei Trichtern läßt sich ein normaler Wohnraum ausreichend akustisch „ausleuchten“.

### ***b) Wege zur guten Tiefenwiedergabe***

Die beste Möglichkeit, zu einer erstklassigen Tiefenwiedergabe zu gelangen, wäre die Verwendung eines Exponentialtrichters, wie er im Kino üblich ist. Leider verbietet sich die Anwendung in einem Wohnraum, weil ein Trichter mit einer unteren Grenzfrequenz von 50Hz so groß wäre, daß er nicht mehr im Zimmer unterzubringen ist. Man muß also einen anderen Weg beschreiten, um zu einem guten Wirkungsgrad bei den Bässen zu gelangen.

Vielfach verwendet man einen Spezial-Tieftöner mit 30 bis 40 cm Membrandurchmesser und einer Einspannresonanz von vielleicht 30 Hz. Über ein Filter wird ihm der Bereich von 30 bis 500 Hz zugeführt. Ein weiteres Filter versorgt einen oder mehrere Mitteltonsysteme von etwa 20 cm Korbdurchmesser, zu denen über Kondensatoren einige Hochtonlautsprecher parallel geschaltet sind. Beim elektrischen Zusammenschalten der Einzelsysteme zu einer Kombination beginnen nun bereits die Schwierigkeiten. Es ist verkehrt, wahllos gerade vorhandene Lautsprecher hierfür vorzusehen, denn es kommt ja nicht nur auf die richtige Anpassung an den vorhandenen Verstärker an, sondern Belastbarkeit und Frequenzbereich der Einzelsysteme müssen gleichfalls zueinander passen. Am besten kommt man zurecht, wenn man eine bereits in der Fabrik aufeinander abgestimmte Kombination erwirbt. Solche Gruppen gibt es heute recht preiswert. Ein Beispiel hierfür ist die häufig benutzte Hi-Fi-Kombination von Isophon. Die fünf Einzelsysteme sitzen auf einer Weichfaserplatte und sind mit Hilfe eines dazugehörigen Übertragers richtig untereinander angepaßt. Mit diesem Übertrager nimmt man dann auch die Gesamtanpassung an den Verstärkerausgang vor. Das ganze Aggregat ist zum Einbau in ein hinten geschlossenes Gehäuse von 200 Liter Rauminhalt bestimmt, dessen Innenseiten mit 2 cm starkem Schalldämmmaterial (z. B. Filz) ausgekleidet werden müssen.

An Stelle eines Tieftonlautsprechers mit einer einzigen aber sehr großen Membran kann man auch mehrere gleichgroße Breitbandlautsprecher normaler Abmessungen, also z. B. 25-cm-Typen, in Reihen- oder Parallelschaltung betreiben, Man gelangt dann zu sogenannten „Strahlergruppen“, einem der Firma Telefunken geschützten Prinzip.

Da mehrere gleichphasig schwingende Systeme dicht nebeneinander auf der gleichen Schallwand sitzen, verhalten sie sich ähnlich wie ein einzelner Baßlautsprecher mit sehr großer Membran, denn die Einzelmembranen wirken gemeinsam auf die umgebende Luft und veranlassen diese besser zum Mitschwingen als eine Einzelmembran, auch wenn diese mit der Leistung der Gesamtgruppe gespeist würde. Der Verbundbetrieb gleichgroßer Systeme bewirkt auch eine Ausweitung des Frequenzbereiches nach unten. Während ein 25-cm-Einzelsystem unterhalb von 60 Hz stark in der Abstrahlung nachläßt, haben vier dieser Systeme in Gruppenanordnung auch bei 40 Hz noch einen sehr guten Wirkungsgrad. Man erreicht mit ihnen fast dasselbe wie mit einem teuren 35-cm-Spezial-Tieftöner, aber mit dem Unterschied, daß sie auch gleichzeitig die Abstrahlung der Mittellagen übernehmen. Eine Tieftonweiche, deren Berechnung und Abstimmung manchmal Schwierigkeiten bereitet, entfällt also. Wählt man außerdem Systeme, die jedes für sich einen eingebauten Hochtöner für den Bereich zwischen 3000 und 15 000 Hz enthalten, so läßt sich das ganze Anpassungsproblem im Handumdrehen lösen, denn das Höhenglied ist direkt in jedes Lautsprechersystem eingebaut. Am besten befestigt man vier Einzelsysteme auf einer geknickten Schallwand nach **Bild 22**, so daß zwei leicht nach rechts, die andern leicht nach links strahlen. Dadurch wird eine gute Höhenverteilung erreicht. Nach diesem

Prinzip arbeiten die Tonfilmlautsprecher von Telefunkern.

Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, daß die Systeme so zusammenschalten sind, daß sie *gleichphasig* schwingen. Das heißt, alle Membranen müssen im gleichen Augenblick in derselben Richtung ausgelenkt werden. Am einfachsten überprüft man das durch kurzzeitiges Anschalten eines Trockenelementes an die fertig verdrahtete Gruppe. Alle Membranen müssen entweder deutlich nach innen gezogen oder nach außen abgestoßen werden. „Tanzt“ eine von ihnen aus der Reihe, so polt man ihre Schwingspule um.

Bei systemgleichen Vierergruppen läßt sich auf elegante Weise ein Mangel kompensieren, der jedem Lautsprecher anhaftet. Bei einer Halbwelle, bei der die Membran nach innen gezogen wird, nimmt die Selbstinduktion der Schwingspule und demzufolge ihr Scheinwiderstand geringfügig zu, beim Auslenken nach der Gegenseite nimmt er ab. Es tritt also der gleiche Effekt ein wie bei einer Schwingkreisspule, deren Eisenkern (hier der Lautsprechermagnet) einmal heraus- und anschließend wieder hereingedreht wird. Das stört besonders bei der Wiedergabe tiefer Bässe, bei denen die Membran sehr große Amplituden ausführt: Die Auslenkung erfolgt unsymmetrisch. Befestigt man nun zwei Systeme in normaler Lage, also so, daß sie hinter den Schallwandlöchern sitzen, und zwei umgekehrt, dann gleicht sich diese geringe Unsymmetrie aus, was eine klarere Baßwiedergabe zur Folge hat. Damit Phasengleichheit herrscht, müssen die „umgedrehten“ Systeme gegenüber der normalen Befestigungsart umgepolt werden. Versuche des Verfassers brachten eine hörbare Verbesserung der Wiedergabe. Das Verfahren ist schon deshalb zur Nachahmung zu empfehlen, weil es keine zusätzlichen Kosten verursacht.

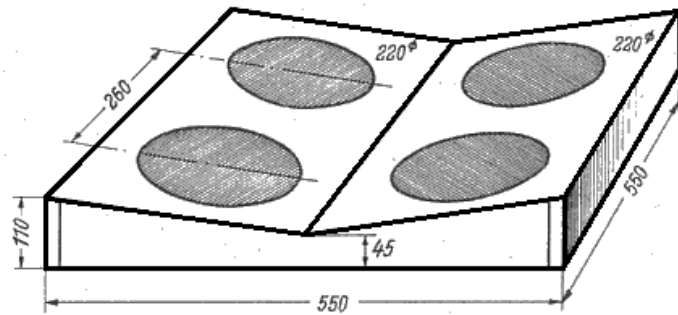
### c) Das Anpassen von Lautsprecherkombinationen

Rechtes Kopferbrechen bereitet manchmal das Anpassen von Einzelsystemen einer Lautsprecherkombination an den Verstärkerausgang. Während bei der Lautsprechergruppe, also bei untereinander gleichen Systemen, Sprechleistung und Frequenzbereich gleichmäßig zu verteilen sind, muß man bei der Kombination von verschiedenen Spezialsystemen mehr beachten (vgl. Seite 49). Man erleichtert sich die Arbeit sehr, wenn von vornherein dafür gesorgt wird, daß Tieftön- und Mittel-Hochtonlautsprecher gleiche Impedanz haben. Dann kommt man mit einem Filter nach **Bild 23** aus. L und C sind bei der beabsichtigten Grenzfrequenz zu berechnen, und zwar so, daß ihr Scheinwiderstand gleich dem Schwingspulenwiderstand  $\Omega$  ist.

$$L = \frac{\Omega \cdot 1000}{6,28 \cdot f} \quad (\text{mH; Hz})$$

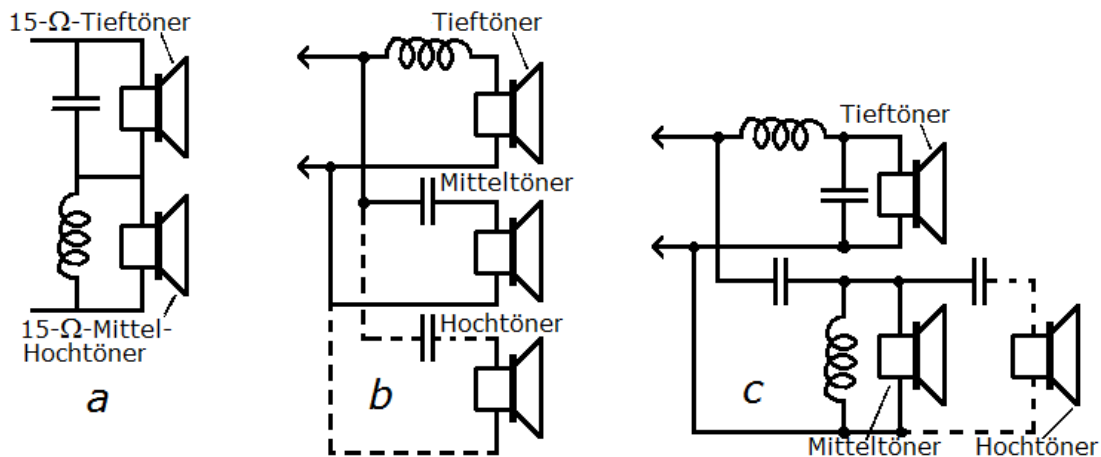
$$C = \frac{160000}{\Omega \cdot f} \quad (\mu\text{F; Hz})$$

Bei Bild 23a hat der Verstärkerausgang einen Wert von  $15 \Omega$ , den gleichen Wert weisen die Schwingspulen von Mittel- (Hoch-) und Tieftöner auf. Obgleich beide Systeme in Reihe liegen, wird der Mitteltöner für die Tiefen durch die Parallelschule kurzgeschlossen, der Tieftöner für mittlere und hohe Töne durch den Parallelkondensator. Bei der Schaltung nach Bild 23b liegen die beiden Systeme parallel, die Vorschaltrossel sperrt für den Tieftöner die Höhen und Mittellagen, und der Kondensator hält die Bässe vom Mittel- und Hochtonkanal fern. An den



*Bild 22. Geknickte Schallwand für vier 25-cm-Systeme. Die im Bild oben liegende Seite zeigt beim Einbau in einen Schrank nach hinten*

verstärkerseitigen Anschlüssen bleibt also stets der Wert von  $15\ \Omega$  erhalten. Einen Spezial-Hochtonlautsprecher schaltet man über einen Kondensator parallel zum Mitteltonsystem (gestrichelt), wobei das C bei der beabsichtigten Übergangsfrequenz (z. B. 4000 Hz) berechnet wird. Im Hochtonbereich kann man auf eine Drossel verzichten. Für die höchsten Töne nimmt der Scheinwiderstand des Mittelton-Systems frequenzabhängig zu, so daß kein nennenswerter Energieentzug zu befürchten ist.



**Bild 23.** Schaltungen von Lautsprecher-Weichen zur Tonbereich-Trennung

Bild 23c zeigt eine Schaltung mit vollständigen Hoch- und Tiefpässen. Zum Tief- und Mittelton-Kanal gehören also eine Spule und ein Kondensator. Die Schaltung zeichnet sich durch ein schärferes Trennen der Bereiche aus. Man muß also weniger befürchten, daß in den Überlappungsgebieten unerwünschte Einbrüche der Frequenzkurve (z. B. durch Löschen infolge Phasenverschiebung zwischen den Membranbewegungen) oder Überhöhungen entstehen.

Die Trennfrequenzen für die Filter richten sich nach den Eigenschaften der benutzten Systeme, aber man kommt gut mit folgenden Richtwerten aus: Bei drei Kanälen (Tief-, Mittel-, Hochton) trennt man bei 500 und bei 3000 Hz, bei zwei Kanälen (Tiefton/Mitteltonsystem und Hochtonsystem) bei 1000 oder 3000 Hz. 1000 Hz werden gewählt, wenn der Hochtöner in diesem Bereich bereits gut strahlt (z. B. Kugellautsprecher nach Seite 49 oder Trichterlautsprecher nach Seite 49). 3000 Hz kommen bei dynamischen Systemen mit hinten abgeschlossenem Korb (z. B. Isophon H 10/12/7) in Frage. Gebräuchliche Werte für R und C enthält **Tabelle I**, die für die üblichen Impedanzen von 4 und  $15\ \Omega$  berechnet ist.

Überlappungsfrequenz f in Hz	L in mH für		C in $\mu\text{F}$ für	
	4 $\Omega$	15 $\Omega$	4 $\Omega$	15 $\Omega$
500	1,3	4,8	80	21
1000	0,65	2,4	40	10,5
3000	0,25	0,8	13	3,5

Diese beiden Werte erweisen sich als zweckmäßig, weil z. B. vier in Reihe geschaltete 4- $\Omega$ -Systeme zu einem 15- $\Omega$ - Lautsprecher und vier parallelgeschaltete 15- $\Omega$ -Systeme zu einem 4- $\Omega$ -Lautsprecher passen. Wenn von diesen Werten aus irgendwelchen Gründen abgewichen werden muß, bleibt nur das Zwischenschalten eines Autotransformators übrig, der die abweichenden Systemwerte auf den Idealwert anpaßt. Am besten macht man sich das an **Bild 24** klar.

Beispiel: Verstärkerausgang = 15 Ω, Mitteltonlautsprecher = 15 Ω, vier Hochtönsysteme zu 4 Ω in Reihe geschaltet = ca. 15 Ω, Tief tonlautsprecher = 4 Ω.

Der Tieftonlautsprecher muß also mit Hilfe eines Autotransformators  $\ddot{U} = 2 : 1$  auf rund 15 Ω gebracht werden, weil sich sein Scheinwiderstand im Quadrat des Übersetzungsverhältnisses ( $2 \cdot 2 = 4$ ) von 4 auf 16 Ω (abgerundet 15 Ω) erhöht. Man nimmt den Kern eines Übertragers passender Leistung und ermittelt nach einer Wickeltabelle (oder wenn es sich um einen schadhafte oder sonstwie ausgedienten Übertrager handelt, durch Abwickeln) die Windungszahl für einen bestimmten Scheinwiderstand, rechnet auf 16 oder 15 Ω um und schlägt 100 % zu. Da nur eine Wicklung erforderlich ist, wählt man möglichst Draht von 1 mm Durchmesser, denn Wickelraum ist ausreichend vorhanden. Infolge der erhöhten Windungszahl und weil man anschließend die Bleche wechselseitig schichtet (also keinen Luftspalt vorsieht), erhält man eine gute Tiefenübertragung. Um die übrigen Bereiche braucht man sich nicht zu kümmern, weil sie ohnehin nicht über diesen Übertrager laufen.

Bild 24. Anpassen eines Tieftonsystems mit abweichendem Innenwiderstand mit Hilfe eines Sparübertragers

Die Drosseln müssen zur Kontrolle nachgemessen und durch Zu- oder Abwickeln auf den richtigen Wert gebracht werden. Für hohe C-Werte eignen sich Niedervolt-Elektrolytkondensatoren,

„krumme“ Werte erhält man

durch Parallelschalten kleinerer Kondensatoren. Im übrigen: auf 10% mehr oder weniger kommt es nicht so sehr an, da diese Abweichungen ohnehin in den Fabrikationstoleranzen untergehen und ein Verrutschen der Überlappungsfrequenz in harmlosen Grenzen bleibt. **Tabelle II** nennt einige Richtwerte für Drosseln, von denen ausgehend wenigstens ungefähre Anhaltspunkte für andere L-Werte zu ermitteln sind.

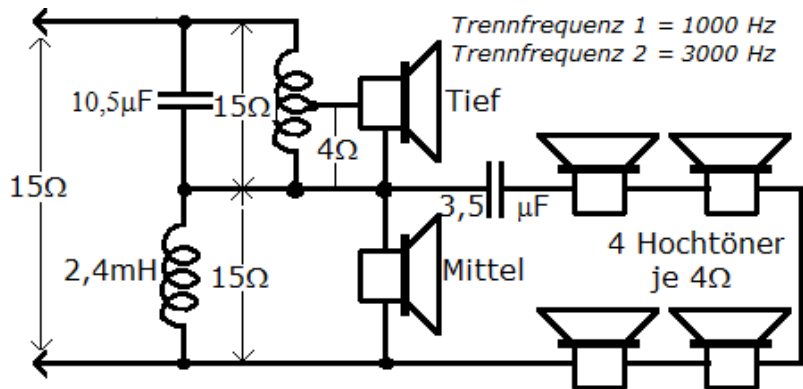


Tabelle II. Richtwerte für Hochton-Drosseln

mH	Windungen	mH	Windungen
0,66	200	1,7	300
1,1	250	3,4	425
1,3	265		

1,2 - mm - CuL-Draht auf Isolierstoff-Rolle mit 25 mm  $\varnothing$ , 50 mm Länge und 100 mm großen Flanschen. Jede Lage hat 32 Windungen

#### d) Lautsprecher-Gehäusetechnik

Da für Hi-Fi-Wiedergabe Gehäuselautsprecher in der Größe eines Rundfunkempfängers wegen unbefriedigender Baßwiedergabe ausscheiden<sup>1)</sup>, flache Schallwände im Wohnzimmer unschön wirken (Ausnahme: Systemeinsatz in einen Wanddurchbruch) und Tiefton-Exponentialhörner viel zu groß sind, bleiben nur offene und geschlossene Kästen im Großformat und Reflexgehäuse übrig. Ihre Vor- und Nachteile sollen hier kurz gegenübergestellt werden:

<sup>1)</sup> Bei Empfängern gleicht man diesen Mangel zum Teil durch zusätzliche elektrische Baßanhebung aus

Ein hinten offenes Gehäuse mit 200 Liter Rauminhalt, das 10 cm vor einer Zimmerwand steht, erzeugt eine kräftige Anhebung bei 100 Hz. Unter dieser Frequenz fällt die Wiedergabekurve steil ab und Frequenzverdopplungen lassen sich nicht vermeiden. Geschlossene Kästen müssen sehr groß sein und innen mit 2 bis 4 cm starkem Filz oder ähnlichem Material ausgepolstert werden. Für einen 38-cm-Lautsprecher braucht man einen Rauminhalt von 350 bis 500 Liter. Läßt sich das verwirklichen, dann arbeitet ein solches Gehäuse ausgezeichnet. Bei kleineren Systemen kommt man sogar mit 200 bis 300 Liter Rauminhalt aus.

Baßreflexgehäuse können im Vergleich zu geschlossenen Kästen kleiner ausgeführt werden. Die Eigenresonanz der Luft im Gehäuse muß mit der des Lautsprechers zusammenfallen. Die Gehäusemaße hängen also vom benutzten System ab, und nach dem Einbau muß die Anordnung sehr sorgsam abgestimmt werden, indem man (z. B. durch einen Schieber) die zweite Schallaustrittsöffnung vergrößert oder verkleinert. Bei richtiger Abstimmung erhält man zwei Resonanzspitzen im gleichen Abstand ober- und unterhalb der Systemresonanz. Da System und

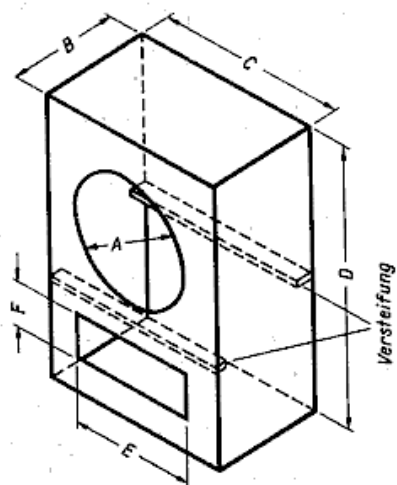
*Tabelle III. Maße für Baßreflexgehäuse nach Bild 25 (B bis D sind Innenmaße)*

System mit Korb cm $\Omega$	Gehäusevolumen dm <sup>3</sup> (Liter)	Reflexöffnung cm <sup>2</sup>	A cm	B cm	C cm	D cm	E cm	F cm
44	210	560	40	37,5	66,5	84	40	14
37	165	440	34	30,4	60	81	34,3	12,7
30	118	380	28	28	56	75	26,6	14,6
25	89,5	298	22,8	24	50	67	27,6	10,8
20	60,5	161	17,5	26,7	40,5	56	17,5	9,2
15	34,3	125	14	19,7	33,5	49	14	8,9

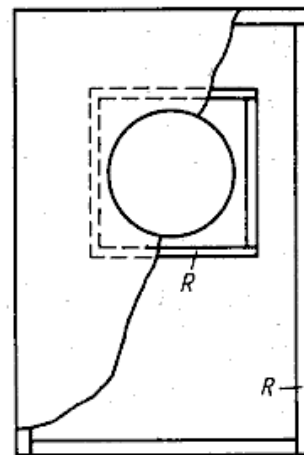
Gehäuse selten aus einer Hand bezogen werden. kommt man um diese Arbeit nicht herum. Weil man ferner mindestens einen Schwebungssummer braucht, erzielt man keine guten Resultate, wenn man allein auf Hörbeurteilung eines Musikprogramms angewiesen ist. Wer über Meßmittel verfügt, wird die Dimensionierung des Baßreflexgehäuses mit Hilfe von **Tabelle III** und **Bild 25** vornehmen und in der beschriebenen Art (Schieber) die Endabstimmung durchführen.

Beim Bau aller Gehäuse ist es wichtig, daß die Wände so stabil ausgeführt werden, daß sie nicht mitschwingen können. Ein bewährter Kniff, um das zu erreichen, ist in **Bild 26** dargestellt. Statt massiver Sperrholzplatten nimmt man Holzrahmen R in der gewünschten Plattengröße, die aus Leisten von z. B. 30 x 30 mm Querschnitt

zusammengefügt und innen und außen mit 6-mm-Sperrholz- oder Holzfaserverplatten belegt werden. Den hohlen Innenraum füllt man mit Seesand aus, der festzustampfen ist. Bei geschlossenen Gehäusen läßt sich das Ausbilden unerwünschter Resonanzen durch Verkleiden der Wände mit Dämpfungsmaterial



*Bild 25. Prinzipzeichnung einer Baßreflexbox. Maße siehe Tabelle III*

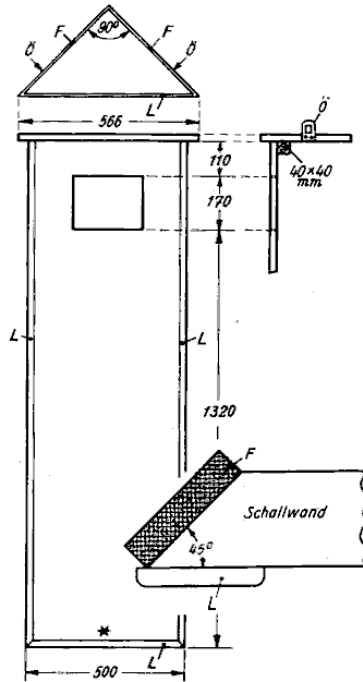


*Bild 26. Aufriß einer Wand für ein Lautsprechergehäuse, die mit Sand gefüllt wird*

von 2 bis 4 cm Stärke unterdrücken. Bewährt haben sich Kissen mit Watte- (feuergefährlich!) oder Glaswollefüllung sowie Filz- oder Silanplatten (Grünzweig & Hartmann, Ludwigshafen/Rhein). Beim Berechnen des Gehäusevolumens ist der Raum zu berücksichtigen, den Lautsprecher und Dämpfungsmaterial einnehmen. Er ist also zu den Gehäuse-Innenmaßen hinzuzurechnen.

### e) Eckenlautsprecher

Der einfachste Hi-Fi-Lautsprecher, der gleichzeitig den günstigsten „finanziellen Wirkungsgrad“ aufweist, ist der Eckenlautsprecher nach Telefunken (**Bild 27**).



*Bild 27. Maßzeichnung für einen Eckenlautsprecher. An der mit dem Stern gekennzeichneten Stelle sitzt hinten eine Schrauböse. Ein dort eingehängter Draht, der mit seinem anderen Ende in der Zimmerecke an der Scheuerleiste befestigt ist, sorgt für straffes Aufliegen der Schallwand an der Mauer. F = Filzstreifen zur Dichtung, L = Zierleisten; Ö = Aufhängeösen*

Er besteht aus einer Schallwand 160 x 50 cm, die in der Zimmerecke anzubringen ist, die ein einziges Breitbandsystem enthält und mit ihren Längsseiten und einem oben befindlichen dreieckigen „Deckel“ luftdicht (Filz-Zwischenlagen) mit der Wand abschließt. Diese Anordnung stellt eine Kombination zwischen Reflexbox (10 cm breiter „Schlitz“ zwischen Fußboden und Schallwand-Unterkante), unendlich großer Schallwand (durch die Zimmerwände vergrößert) und akustischer Umwegleitung mit dreieckigem Querschnitt dar. Durch den Eckeneinbau wird gleichzeitig eine äußerst günstige Schallverteilung erzielt. Mit einem einzigen Breitbandsystem erhält man eine Wiedergabegüte, die mit keiner anderen Anordnung vergleichbaren Aufwandes zu übertreffen ist. Der

Verfasser hat die Wiedergabe bei einem Versuchsmuster durch Einbau eines Hochtonsystems in die dreieckige Abschlußplatte noch weiter verbessert. Dieses System ist leicht geneigt und strahlt schräg nach oben gegen die Zimmerdecke, so daß eine zusätzliche Hochtonverteilung entsteht.

*Bild 28 (rechts). Säulenlautsprecher mit Schallumweg-Leitung*

Eine Variante des Eckenlautsprechers bewährt sich dort, wo keine freie Zimmerecke zur Verfügung steht. Der in **Bild 28** gezeigte Lautsprecher kann an der Wand oder frei im Zimmer aufgestellt werden, er besitzt fast die gleichen günstigen Eigenschaften wie der Eckenlautsprecher. Seine Höhe beträgt 1,70 m, die Vorderfläche mißt 160x33 cm, weil unten wieder ein 10 cm breiter „Schlitz“ vorgesehen ist. Die Tiefe des rechteckigen Gehäuses beträgt 20 cm. Als Material fand 20-mm-Sperrholz Verwendung; der Hauptlautsprecher ist das Telefunken-Modell Ela L 8/1262, die beiden Seitenlautsprecher entstammen dem „3 D-Baukasten“ von Lorenz.

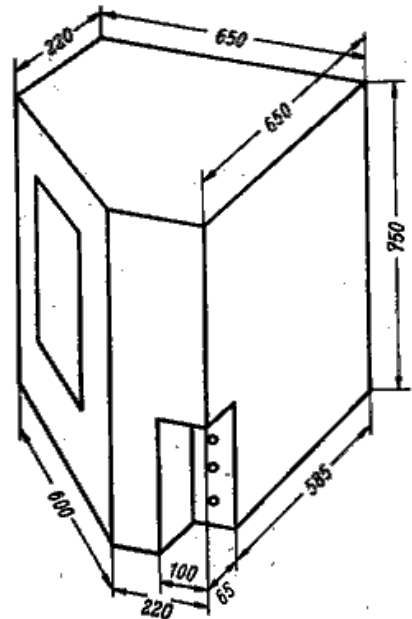
Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß weder Querschnitt noch Länge des eingeschlossenen Luftraumes allzu kritisch sind. Im Zweifelsfall sollen die Maße eher etwas größer gewählt werden. Die „Umwegleitung“ muß auch nicht unbedingt gerade sein, man kann sie beispielsweise nach **Bild 30** knicken und etwa unter einer Bank (Bild 30a) oder im leeren Fach eines Bücherregals (Bild 30b) unterbringen.



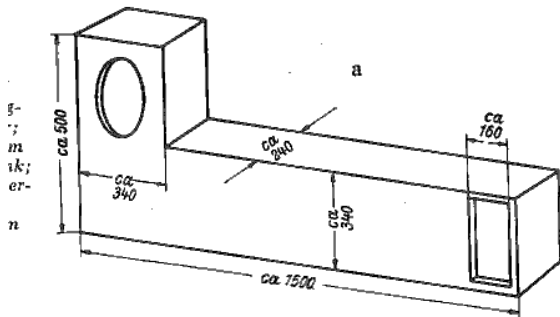
**f) Tiefton-Eckenbox**

Die Maße für eine Tiefton-Eckenbox, wie sie Philips in der Hi-Fi-Anlage benutzt, gibt **Bild 29** wieder. Eine Box dieser Art ist verhältnismäßig raumsparend, sie läßt sich leicht unterbringen, und ein Nachbau stößt auf keine nennenswerten Schwierigkeiten. Philips benutzt zur Höhenabstrahlung zwei getrennte Lautsprecher in kleinen Kästen, die an anderen Stellen des Zimmers aufgestellt oder aufgehängt werden.

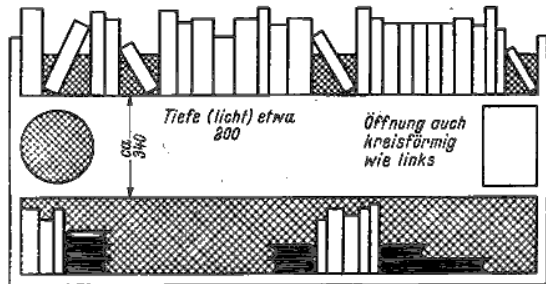
Selbstverständlich kann man die Hochtönsysteme auch mit den übrigen Lautsprechern in einen gemeinsamen Kasten einbauen. Hierfür bietet die Eckenbox der Siemens-Kammermusik-Kombination (**Bild 31**) ein schönes Beispiel.



*Bild 29 (oben). Maße der rückwärts geschlossenen Eckenbox der Philips-Hi-Fi-Anlage. Sie enthält zwei Systeme 9710 und ist innen mit ca. 5 cm dicken Schallschluckplatten ausgelegt.*

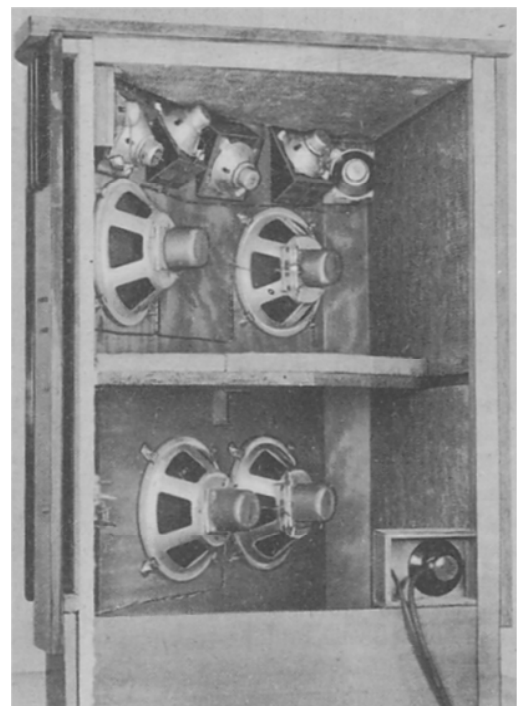


*Bild 30 (links). „Getarnte“ Schallumweglautsprecher; a = in Form einer Sitzbank  
b = als Bücherbord  
Maße in mm*



Die vier gleichgroßen Hauptlautsprecher von 25 cm Durchmesser sind nach Art einer Lautsprechergruppe (vgl. Seite 51) zusammengeschaltet. Darüber sitzen sechs Hochtönsysteme; sie sind abwechselnd nach oben und unten geneigt. Da die Frontseite der Box einen Viertelkreis bildet, strahlt auch in der Horizontalen jedes Einzelsystem nach einer anderen Richtung. Eine ausgezeichnete Höhenzerstreuung ist die Folge.

*Bild 31 (rechts). Blick in die Siemens-Eckenbox der Kammermusik-Kombination. Die eine Wand ist abgenommen.*





### g) Lautsprecherschrank mit acht Systemen

Wer Wert darauf legt, kann den Endverstärker in das Lautsprechergehäuse einbauen und kommt auf diese Weise zu einer vollständigen Einheit, die nicht nur elektrisch günstig ist (vgl. Seite 10), sondern auch eine gute Raumausnutzung ermöglicht. Bei Eckengehäusen ist das allerdings nicht ganz einfach, weil es Schwierigkeiten bereitet, die vom Endverstärker verursachte Wärme abzuleiten. Bei einem Schrank mit rechteckigem Grundriß, der in einigem Abstand von einer Zimmerwand aufzustellen und dessen Lautsprecherfach hinten geschlossen ist, erhält man günstigere Entlüftungsverhältnisse. In **Bild 32** ist ein einfaches Labormuster zu



*Bild 32 (rechts). Lautsprecherschrank mit acht Systemen auf einer geknickten Schallwand*

sehen, das 140x80x45 cm groß ist und auf einer geknickten Schallwand nach Bild 22 vier 25-cm-Telefunken-Systeme Ela L 8/1262 vereinigt. Vor den Öffnungen dieser Hauptlautsprecher sitzen an je vier Blechstreifen vier Isophon-Hochtonsysteme H 10/12/7. Hauptlautsprecher und Hochtöner sind zu 16- $\Omega$ -Gruppen zusammengefaßt und mit LC-Gliedern nach Bild 23a an einen Hauptverstärker gemäß Bild 10 angepaßt. Etwa 25 cm über der Schrank-Bodenfläche läuft eine waagerechte Trennwand durch das Gehäuse. Das obere Fach, in dem die Lautsprecher sitzen, ist nach hinten abgeschlossen und die Innenwände sind gepolstert.

*Bild 33 (rechts). Vorschlag für ein formschönes Schrankgehäuse zum Zusammenbau von Endverstärker und Lautsprechern*

Im unteren, hinten offenen Fach fand der Endverstärker Platz. Bild 32 läßt noch einen Lautstärkeregler sowie eine Signal-Glimmlampe erkennen, die aber beide nur für das Labormuster von Bedeutung sind und bei der Verwendung in einer Hi-Fi-Anlage entfallen können.

Die Entlüftung des beschriebenen Schrankes ist nicht gerade ideal gelöst. Besser haben sich Gehäuse nach **Bild 33** bewährt, die auch formschöner aussehen. Die Lautsprecheröffnung, hinter der die eigentliche Schallwand sitzt, verjüngt sich nach unten, sie ist mit Bespannstoff hinterlegt und mit einem Gitter aus Streckmetall abgedeckt. Genauso verfährt man mit einer Lüftungsöffnung im unteren Verstärkerfach. Da dieses hinten offen ist, streicht die Luft hindurch und verhindert unzulässige Erwärmung, auch wenn der Schrank sehr dicht an der Zimmerwand steht.

