

# ELV-HiFi-Labor

Beginn einer Serie, die ausführlich den Nachbau einer kompletten HiFi-Anlage beschreibt.

## 1. Teil: Einführung in die HiFi-Elektroakustik

Vom Schall bis zur phasenlinearen HiFi-Lautsprecherbox

*In der Serie ELV-HiFi-Labor stellen wir unseren verehrten Lesern eine komplette, ausgereifte und gut durchdachte HiFi-Anlage für den Nachbau vor, angefangen bei den 150 Watt phasenlinearen Lautsprecherboxen mit dem richtungsweisenden Vario-Einschub, auf den im Anschluß an die Einführung im 1. Teil dieser Serie noch näher eingegangen wird und deren Nachbau im 2. Teil ausführlich beschrieben wird, über den Tuner, den Verstärker, das Cassettendeck bis hin zum direktdrive Plattenspieler, auf dessen Bausatz wir besonders stolz sind.*

*Zu jedem Gerät ist ein harmonisch abgestimmtes Gehäuse in einem spitzenmäßigen, professionellen Design lieferbar.*

### Allgemeines

Wir möchten Ihnen, verehrte Leser, nicht allein die Nachbaubeschreibung, sondern auch die nötigen theoretischen Zusammenhänge bieten, deshalb haben wir die nachfolgende Einführung in die HiFi-Elektroakustik veröffentlicht.

Damit die in zunehmendem Maße angewandten Schlagworte nicht unnötige Verwirrung stiften, werden wir im Rahmen der Serie ELV-HiFi-Labor auch weiterhin, zumindest am Rande, auf die theoretischen Zusammenhänge eingehen, um die wesentlichen Merk-

male einer HiFi-Anlage hervorzuheben.

Was nützt z.B. ein Verstärker mit einem Klirrfaktor von 0,001% und einer Bandbreite von 100 kHz, sofern ein Lautsprecher mit einem Klirrfaktor von 3% und einer Bandbreite von 15 kHz angeschlossen wird?

Hat man solchen Unsinn erst einmal durchschaut und geht man dann mit logischen und sinnvollen Überlegungen an die Konzeption einer HiFi-Anlage heran, so erkennt man schnell,

daß mit verhältnismäßig preiswerten Mitteln eine HiFi-Anlage aufgebaut werden kann, die ihresgleichen sucht, allerdings immer vorausgesetzt, man legt die Schwerpunkte an die richtige Stelle.

Bei der Konzeption der HiFi-Anlage in der Serie ELV-HiFi-Labor haben wir dies alles hinreichend berücksichtigt.

Bevor wir jedoch näher auf die praktische Ausführung eingehen, wollen wir zunächst einige wesentliche theoretische Zusammenhänge erläutern.

## Vom Schall bis zur phasenlinearen HiFi-Lautsprecherbox

Die Elektroakustik befaßt sich mit der Entstehung und Ausbreitung von Schall sowie mit der Umwandlung von elektrischer Leistung in akustische Leistung (in Schall) bzw. von akustischer Leistung in elektrische Leistung.

Schall ist nichts anderes als Schwingungen der Luft, d. h. Druckschwankungen der Luft. Töne breiten sich ähnlich den Wellen im Wasser in alle Richtungen mit Schallgeschwindigkeit aus. Schall wird durch sich bewegende und vibrierende Teile, z. B. durch die Saiten der Musikinstrumente, das Stimmband usw. erzeugt.

Das Trommelfell des Ohres wird durch diese Druckschwankungen in Bewegung gesetzt. Diese werden von den Nerven erfaßt und zum Gehirn geleitet, das dann diese Schwingungen auswertet.

Die Anzahl der Schwingungen in 1 Sekunde wird Frequenz genannt. Die Zinken einer angestoßenen Stimmgabel des Tons „A“ schwingen 400mal in der Sekunde hin und her; der Ton „A“ hat eine Frequenz von 400 Hertz (Hz). Das menschliche Ohr vermag Frequenzen von ca. 20—16 000 Hz zu erfassen, d. h. der Mensch hört im Frequenzbereich von 20—16 000 Hz. In diesem Bereich werden niedrige Frequenzen als tiefe, hohe Frequenzen als hohe Töne wahrgenommen. Schwingungen der Luft, deren Frequenz un-

terhalb des Hörbereichs liegt, nennt man Infraschall, die, die oberhalb liegt, Ultraschall.

Um bei verschiedenen Frequenzen den Eindruck der gleichen Lautstärke zu haben, sind unterschiedliche Schallintensitäten erforderlich.

Bei 1000 Hz liegt die Lautstärkeskala nach der Definition fest. Hier entsprechen z. B. 100 dB — 100 Phon. Für andere Frequenzen wird dies durch Versuchsreihen ermittelt.

In Bild 1 sind die Kurven gleicher Lautstärke graphisch dargestellt.

Die vom Ohr empfundene Lautstärke ist nichts anderes als die Größe der Luftdruckschwankungen bzw. des Schalldrucks. Lauter und leiser Ton entsprechen großem bzw. kleinem Schalldruck.

Die Aufgabe einer Lautsprecherbox ist es, elektrische Schwingungen (vom Verstärker) in Töne umzuwandeln. Die Druckschwankungen der Luft werden durch die Membrane, die durch das Aufeinanderwirken von Magnetfeldern in Schwingung gebracht wird, erreicht. Das eine Magnetfeld wird von einem permanenten Magnet, das andere durch die Schwingenspule, die durch den Verstärker magnetisiert wird, erzeugt. Wenn sich die Membrane bewegt, verdichtet sich die Luft an der Vorderseite und verdünnt sich an der Rückseite. Wird die Schwingenspule, die mit der Membrane fest verbunden ist, vom Verstärker

400mal in der Sekunde magnetisiert, wird sich die Membrane 400mal hin und her bewegen und dadurch den Ton „A“ von 400 Hz erzeugen.

Das Ziel bei der Entwicklung von hochwertigen Lautsprecherboxen ist, gleichmäßig eine möglichst große Bandbreite des hörbaren Frequenzbereichs zu übertragen, d. h. von elektrischer Leistung in akustische Leistung umzuwandeln. Lautsprecher ohne Schallwand oder Box können keine niedrigen Frequenzen abstrahlen, da neben dem Rand der Membrane ein Druckausgleich erfolgt und dadurch die Erzeugung von Schalldruck verhindert wird. (Wie ein Paddel, das man langsam im Wasser hin und her bewegt. Es erzeugt keine Wellen, weil das Wasser neben dem Paddel zurückfließt.) Verhindert man den Druckausgleich durch eine Schallwand oder eine geschlossene Box, werden auch tiefe Töne abgestrahlt. (Bewegt man das Paddel durch die Öffnung einer Trennwand im Wasser, werden Wellen erzeugt.)

Für die Abstrahlung der tiefen Töne benötigt man eine große Membrane, für die der hohen Töne eine kleine, flinke Membrane, um den gleichen Schalldruck zu erreichen. Diese Forderung erlaubt es kaum, den gesamten hörbaren Frequenzbereich mit einem einzigen Lautsprecher abzustrahlen. Der Lautsprecher für die Abstrahlung der tiefen Töne hat einen Durchmesser von 200—300 mm und heißt Baßlautsprecher. Der Mitteltonlautsprecher arbeitet, wie auch der Name besagt, im mittleren, der Hochtonlautsprecher (Tweeter) im hohen Frequenzbereich. Ihre Durchmesser liegen zwischen 50 mm und 150 mm.

In hochwertigen Lautsprecherboxen wird der Übertragungsbereich in mehrere Teilbereiche unterteilt, und es werden Speziallautsprecher für die einzelnen Bereiche verwendet.

Die Unterteilung des Frequenzbereiches erfolgt durch eine Frequenzweiche, die zwischen den Lautsprechern und dem Verstärker liegt. Die Bezeichnung „3-Wege-Weiche“ bedeutet, daß der Frequenzbereich in drei Bereiche unterteilt ist. Die Übernahmefrequenzen sind die Grenzfrequenzen zwischen den Bereichen.

Ein Lautsprecher kann nicht beliebig viel elektrische Leistung in akustische Leistung umwandeln. Bei der Zuführung von zuviel Leistung wird der

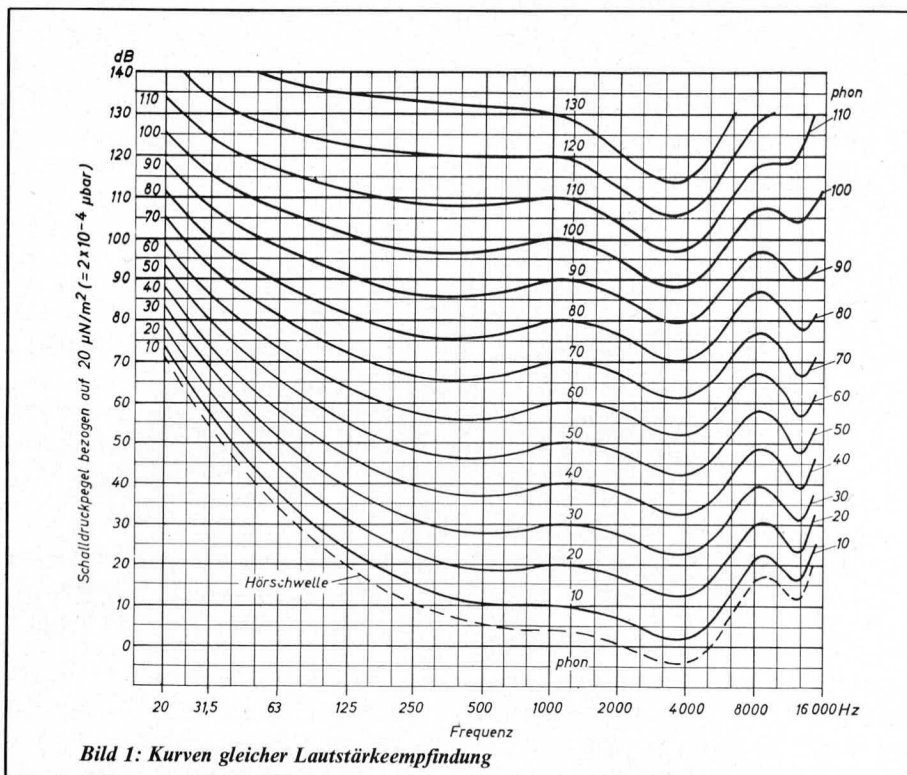


Bild 1: Kurven gleicher Lautstärkeempfindung

Lautsprecher durch die auftretende Verlustwärme und durch die übergroßen elektromagnetischen Kräfte zerstört. Die Belastbarkeit eines Lautsprechers wird in Watt (W) angegeben. Man unterscheidet zwischen Dauerleistung (Sinus-Leistung) und Kurzzeitleistung (Musik-Leistung). Die Musik-Leistung ist 20 %—100 % höher als die Sinus-Leistung. Da der Leistungsbedarf im Tieftonbereich etwa drei- bis fünfmal höher ist als im Mittel- und Hochtonbereich, weist der Baßlautsprecher einer Box eine entsprechend höhere Leistung aus.

Nach dieser theoretischen, jedoch sehr wesentlichen Einführung in das große und interessante Gebiet der HiFi-Elektroakustik kommen wir nun zum praktischen Teil, der mit dem Nachbau einer 150 Watt phasenlinearen HiFi-Lautsprecherbox mit Vario-Einschub beginnt, worauf wir im folgenden näher eingehen wollen und deren Nachbau in der nächsten Ausgabe ausführlich beschrieben wird.

Die neue, richtungweisende Technik des Vario-Einschubes eröffnet sämtliche Möglichkeiten bezüglich aktiver oder passiver Lautsprecherboxen.

Das Grundelement des phasenlinearen HiFi-Entwicklungssystems Super Sound 150 (SS 150) ist das aus hochwertigem, resonanzarmen Spanholz hergestellte Leergehäuse. Das Leergehäuse mit



150 Watt phasenlineare HiFi-Lautsprecherbox mit Vario-Einschub

einem Volumen von 75 Litern ist fest verklebt und mit Öffnungen für die Aufnahme der drei Lautsprecher und der Vario-Einschübe versehen. Die Seitenwände sind im Nußbaumeffekt gefertigt, die Frontseite ist schwarz. An der Frontseite befindet sich eine abnehmbare Blende, bespannt mit schwarzem, halbttransparentem Stretch-Gewebe.

Der nachträglich einzusetzende Vario-Einschub ermöglicht den problemlosen Ausbau der HiFi-Lautsprecherbox von einer passiven in eine aktive Box, wie es zum Abschluß dieses Artikels näher beschrieben ist.

Dieses Leergehäuse wird mit folgenden Lautsprechern bestückt:

**SS 300 Baßlautsprecher** mit einem Durchmesser von 300 mm, Alu-Druckgußkorb aus Speziallegierung, Sichtrand geschliffen, Übertragungsbereich  $f_0$  — 4000 Hz, Resonanzfrequenz  $f_0 = 25$  Hz. Magnet:  $\varnothing$  160 mm /1,4 kg.

**SS 130 Mitteltonlautsprecher** mit einem Durchmesser von 130 mm, Midrange-Squeaker für Frequenzbereich von 600—14 000 Hz, Elastokalotte mit tiefgezogenem Rasterblech abgedeckt.

**SS 80 Hochtonlautsprecher** mit einem Durchmesser von 80 mm, Aluminium Casting Horn Tweeter für den Frequenzbereich von 5 000 bis 20 000 Hz.

Die phasenlineare HiFi-Lautsprecherbox in Kit-Form als Entwicklungssystem SS 150 mit einer Musik-Leistung von 150 Watt ist so konzipiert, daß mittels eines Aufbau-Bausatzes problemlos die nächsthöhere Entwicklungsstufe erreicht werden kann. Sämtliche Entwicklungsstufen ermöglichen den Einstieg in die Elektroakustik sowie die Erweiterung der bereits vorhandenen Kenntnisse auf diesem Gebiet.

Die vorgesehenen Entwicklungsstufen (lediglich durch den Austausch des Vario-Einschubes erreichbar) sind:

1. HiFi-3-Wege-Box mit passiver Frequenzweiche und Individualregler
2. HiFi-3-Wege-Box mit passiver Präzisions-Frequenzweiche, Individualregler und LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige
3. HiFi-3-Wege-Box mit passiver Präzisions-Frequenzweiche, Individualregler und aktiver LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige
4. Aktiv-HiFi-3-Wege-Box mit aktiver LED-Leistungs-/Übersteuerungsanzeige.

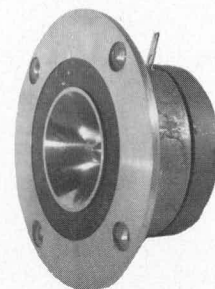
Nach diesen vorangehenden Erläuterungen wird der Nachbau der 150 Watt phasenlinearen HiFi-Lautsprecherbox in der kommenden Ausgabe ausführlich beschrieben.



300 mm Baßlautsprecher



130 mm Midrange-Squeaker



80 mm Aluminium Casting Horn Tweeter