
Lautsprecherbox TMR-1a

Zunächst möchten wir Ihnen für das Interesse danken, das Sie unseren Produkten entgegen bringen. Wir als kleiner Hersteller von elektroakustischen Geräten können leider nicht den Werbeaufwand treiben, der unsere Produkte ihrer Qualität entsprechend in der Öffentlichkeit darstellen würde. Da wir nur über eine begrenzte Fertigungskapazität verfügen, können wir die Werbekosten nicht auf eine grosse Stückzahl verteilen. Die Folge wäre eine unnötige Verteuerung der Produkte. Dies kann nicht in Ihrem Sinne sein. Wir meinen auch, dass die endgültige Entscheidung zum Kauf einer Lautsprecherbox immer im Hifistudio beim Hörvergleich und nicht beim Studium von Anzeigen in der einschlägigen Presse fallen sollte. Zum anderen sagt der Bekanntheitsgrad allein nichts über die Qualität eines Produktes aus. Aus diesem Grunde werden Sie auch in Zukunft keine Werbung von uns in den Zeitschriften finden. Die beste Werbung sind zufriedene Kunden. Wir hoffen, dass wir auch Sie bald zum Kreis unserer Werbeträger zählen dürfen.

Sie werden unsere Lautsprecherboxen nur im seriösen, ausgewählten Hifi-Fachhandel finden. Dies hat seinen guten Grund. Angesichts der Fülle und dem Überangebot des Weltmarkts bedarf es schon grosser Erfahrung und profunder Kenntnisse, um die Spreu vom Weizen zu trennen. Eine Musikwiedergabekette besteht aus vielen Gliedern. Jedes Glied hat seinen eigenen Charakter, seine Stärken und natürlich auch seine Schwächen. Die Schwachstellen zu kompensieren, den Charakter zu neutralisieren, ohne der guten Eigenschaften verlustig zu werden: das ist die Kunst, die es zu beherrschen gilt. Erst wenn die Wiedergabekette "stimmig" ist, wird sich das angestrebte Ziel, eine musikalisch richtige Reproduktion, einstellen.

Vor diesem Ziel liegen jedoch noch einige Hürden. Die erste findet sich beim Hörvergleich im Hifistudio. Man muss sich darüber im klaren sein, dass eine Lautsprecherbox nur das wiedergeben kann, was sie vom Verstärker erhält. Das ist sicher eine triviale Aussage. In der Praxis wird jedoch auf diesen Punkt nur sehr wenig Rücksicht genommen. Das Ergebnis eines Hörvergleichs ist in aller Regel nur für einen Raum und eine bestimmte Gerätekonfiguration gültig. Unter anderen Umständen kann sich ein völlig neues Bild ergeben. Vor allem ist ein Augenmerk auf den Komplex Laufwerk-Tonarm-Tonabnehmersystem zu werfen. Wenn man einmal von scheinbar unvermeidlichen Exemplarstreuungen bei Tonabnehmern absieht, so sollte man bedenken, dass ebenso, wie sich Lautsprecherboxen verschiedener Hersteller unterscheiden, auch Tonabnehmersysteme im Klang unterscheiden können. Kein Wunder, da ja die jeweiligen Endglieder der Musikwiedergabekette Energiewandler darstellen, die mechanische in elektrische Energie und wieder, nach entsprechender Verstärkung, zurück in mechanische Energie umwandeln. Diese Prozesse laufen leider nicht völlig ungestört und verlustfrei ab. Gerade in der Schallplattenrinne, wo es um Bruchteile von mm geht, sollte man jede Störung der Abtastung vermeiden.

Die entstehenden Verzerrungen, manchmal sogar als Verzerrungen nicht direkt identifizierbar, weil harmonischer Art, lassen sich weder durch einen Equalizer noch durch eine Lautsprecherbox kompensieren, ebensowenig, wie man eine unscharfe Fotografie etwa durch Dunkelkammerbehandlung scharf entwickeln könnte.

Lautsprecherboxen modernerer Bauart unterscheiden sich nicht so sehr in der Fähigkeit, bestimmte Frequenzen mit bestimmten Amplituden wiederzugeben, sondern in der Feinstruktur des erzeugten Klangbildes. Diese Feinstruktur wird durch komplizierte Phasen- und Amplitudenbeziehungen zwischen den einzelnen Frequenzanteilen des zu übertragenden Signals gebildet. Der Aufbau und zeitliche Verlauf eines Impulses wird dadurch bestimmt. Verläuft die Energieumwandlung sozusagen "reibungslos" und zeitlich richtig, wird das entstehende Frequenzgemisch weitestgehend dem Original entsprechen. Nun stellt aber jeder Energiewandler einen Bandpass mit oberer und unterer Grenzfrequenz dar. Zum anderen hat ein mechanisches ebenso wie ein elektrisches Schwingungssystem im Optimalfall eine Resonanzfrequenz (meistens mehrere), bei der es mit maximaler Effektivität schwingt, und seine aufgenommene Energie nur sehr "widerwillig" abgibt. Es speichert die Energie und gibt sie erst zeitverzögert wieder ab. Das Signal wird in Amplitude und Phase verändert. Bei Laufwerk, Tonarm und Tonabnehmersystem sind Materialresonanzen, Tonarmresonanzen vielfältigster Art, Resonanzen zwischen Rille und Nadelspitze, Resonanzen der Schallplattenunterlage, usw. anzutreffen. Jeder einzelne Faktor ändert und beeinflusst den Klang in einem nicht überhörbaren Masse. Je besser der Rest der Anlage, je mehr werden diese Fehler hörbar werden und als Fehler identifizierbar. Allerdings werden auch Feinheiten des Originals, die ja auch in der Grössenordnung des Fehlersignals liegen können, hörbar gemacht.

Hat man die Fehlerquellen an dieser Stelle weitestgehend ausgeschaltet, muss der Verstärkungstrakt ins Auge gefasst werden. Angefangen von den Verbindungskabeln, die scheinbar auch ihr Eigenleben führen, über die Steckverbinder bis hin zu den wählbaren Eingangswiderständen und -kapazitäten gibt es viele Möglichkeiten, den Klang zu beeinflussen. Mit herkömmlichen Messmitteln kann man nicht sehr viele Veränderungen nachweisen (abgesehen von erwähnten Eingangsimpedanzen, die Frequenzgang und Amplitude messbar verändern). Auch auf diesem Gebiet eilt das Gehör der Messtechnik voraus. Die Übersteuerungsfestigkeit von moving coil-Eingängen, die Genauigkeit der RIAA-Entzerrung, das Abblocken von hoch- oder niederfrequenten Einstreuungen, usw., spielen eine grosse Rolle. Bei Endverstärkern treten ähnliche Probleme auf. Nicht jeder Endverstärker harmoniert mit jeder Lautsprecherbox und umgekehrt. Auf diese Probleme wird später noch ausführlicher eingegangen.

Schliesslich bleibt der Hörraum. Hier treten die grössten Schwierigkeiten auf. Je nachdem, wo die Raumresonanzen einerseits und die Basslautsprecher- und Gehäusehohlraumresonanzen andererseits liegen, tritt eine Verstärkung oder auch Abschwächung bestimmter Frequenzbereiche auf. In ungünstigen Fällen kann eine Lautsprecherbox, die ab 60 Hz steil im Frequenzgang abfällt, einem Lautsprecher, der bis 40 Hz linear reproduziert, überlegen sein. Wenn nämlich die Raumverhältnisse derartig sind, dass sie am Standort der Lautsprecherboxen eine starke Schwingungsstelle bei 50 Hz erzeugen, wird der Abfall des ersten Lautsprechers gerade kompensiert, während der zweite eine Überbetonung des entsprechenden Frequenzbereiches erfährt. Hier muss viel probiert werden; in ganz krassen Fällen wäre auch die Verwendung eines Equalizers zu überlegen. In sehr schallweichen Räumen kann auch ein Lautsprecher mit starker Richtwirkung unter Umständen zu besseren Ergebnissen führen als eine breit abstrahlende Lautsprecherbox.

Aus obengenannten Überlegungen ist zu sehen, dass eine absolute Beurteilung einer Lautsprecherbox sehr schwierig ist, und auch nur von sehr geübten und erfahrenen Hörern getroffen werden kann. Und selbst dann gibt es bestimmt noch Punkte der Nichtübereinstimmung. Der Grad der Gehörbildung und -verbildung, die unterschiedlichen physiologischen Gegebenheiten des jeweiligen Ohres und nicht zuletzt die physiologische und psychische Verfassung jedes einzelnen Hörers wären zu beachten. Dabei spielen noch unterschwellige Sympathien oder Antipathien gegenüber dem musikalischen Testmaterial eine Rolle.

Was ist daraus zu folgern ?

1. Die Beurteilung einer Lautsprecherbox muss an der vorhandenen Übertragungskette und im vorgesehenen Hörraum erfolgen, wenn die Lautsprecherbox nahtlos in eine vorhandene Kette eingereiht werden soll.
2. Die Beurteilung einer Lautsprecherbox muss an einer optimalen Kette und unter optimalen Raumbedingungen stattfinden, wenn eine auswertbare Aussage über die absolute Qualität getroffen werden soll. Dies kann der Fall sein, wenn der Lautsprecher der Grundbaustein einer aufzubauenden Kette werden soll.

Alle anderen Testverfahren sind von vornherein zweifelhaft und führen i. d. R. zu keinem sicheren Urteil. Leider haben sehr wenige Hififachhändler optimale räumliche Gegebenheiten. In der Regel findet eine Lautsprecherbox in normalen Wohnräumen bessere Betriebsbedingungen vor. Deswegen sollte man auf einen Hörtest in gewohnter häuslicher Umgebung nur in Ausnahmefällen verzichten.

Es ist sicher nicht übertrieben, wenn wir behaupten, dass die Fähigkeit, eine optimale Übertragungskette aufzubauen, fast gleichzusetzen ist mit der Fähigkeit, ein gut klingendes Lautsprechersystem zu entwickeln.

Wenn Sie mit der gleichen Ernsthaftigkeit und Konsequenz, mit der wir unsere Lautsprecher entwickeln, an den Aufbau Ihrer Musikübertragungsanlage herangehen, wird sich mit Sicherheit ein im höchsten Masse befriedigendes Klangbild einstellen. Die Frage nach der Qualität der "software", Schallplatten und andere Tonträger, ist dann das nächste Problem. Allerdings wird sich solange minderwertiges Programmmaterial auf dem Markt befinden, solange solches gekauft und nicht reklamiert wird. Da sich der Markt bei uns nach Angebot und Nachfrage reguliert, haben Sie es langfristig in der Hand, wie sich die Aufnahme- und Fertigungsqualität von Tonträgern entwickelt. Grundsätzlich aber muss man in der Lage sein, Fehler im Programmmaterial zu erkennen und als solche zu bewerten. Dazu hoffen wir, mit unseren Produkten einen kleinen Beitrag zu leisten.

Auf den nachfolgenden Seiten folgt nun eine technische Kurzbeschreibung unserer Produktmerkmale am Beispiel der Lautsprecherbox TMR 1a.

Die Lautsprecherbox TMR 1a ist seit nunmehr vier Jahren auf dem Markt und erfreut sich zunehmender Beliebtheit bei ernsthaften Musikliebhabern. Seit ihrem Erscheinen stellt sie in ihrer Preisklasse einen neuen Standard dar, an dem sich alle Mitbewerber zu messen haben.

Hauptmerkmale dieser Box sind ihre Verfärbungsfreiheit, ihr hoher Wirkungsgrad und daraus resultierend eine in dieser Preisklasse sehr ungewöhnliche dynamische Differenzierfähigkeit. Hervorzuheben ist auch die Klirrfreiheit, die auch beim längeren Musikhören das Klangbild nicht lästig werden lässt.

Durch konsequenten Verzicht auf optische Spielereien konnten Konstruktionsmerkmale bei der Entwicklung verwendet werden, die sonst nur bei sehr viel teureren Lautsprecherboxen anzutreffen sind:

1. Gehäusestärke 44mm in Sandwichbauweise
2. akustischer Resonanzkreis für Basslautsprecher
3. akustischer Resonanzkreis für Mitteltonlautsprecher
4. Basslautsprecher mit 75mm Schwingspule aus hochkant gewickeltem Flachdraht
5. Mitteltonlautsprecher einer der besten des Weltmarkts, eingebaut auch in sehr viel teureren Lautsprecherboxen
6. das gleiche gilt für den Hochtontlautsprecher
7. spezielle Dissipationsbeschichtung des Mitteltöners und Basslautsprechers
8. sehr aufwendige und verlustarme Frequenzweiche mit 23 Bauteilen
9. elektrischer Resonanzkreis zur Bedämpfung der Massenresonanz des Hochtöners
10. Bedämpfung des Gehäuseinnenraumes durch eine spezielle langfaserige Polyesterwatte
11. Frontbespannung ohne Überstehende Kanten
12. konstanter Impedanzgang

Im folgenden soll auf die einzelnen Konstruktionsmerkmale näher eingegangen werden.

1. Gehäusekonstruktion :

Bei einer Lautsprecherbox von der Grösse der TMR 1a muss man, absolut gesehen, von vorn herein Abstriche an der Basswiedergabe machen. Zur Erzeugung von sehr tiefen Tönen mit einem bestimmten Schalldruck sind sehr grosse Gehäuse nötig. Um diesen Punkt kommt man bei der Konstruktion und auch bei der Auswahl einer Lautsprecherbox nicht herum. Andererseits muss auch Rücksicht auf die angestrebte Preisklasse und die räumlichen Abmessungen genommen werden. Um so mehr gilt es jetzt, mit der erzeugten tieffrequenten Schallenergie ökonomisch umzugehen. Das heisst, jede andere Energieaufnahme als durch das Medium Luft muss vermieden werden. Mitschwingende Gehäusewände schlucken Energie und geben sie erst zeitverzögert an die Luft ab. Aus diesem Grund besteht das Gehäuse der TMR 1a quasi aus zwei Gehäusen: einem Innengehäuse mit 25 mm Wandstärke und einem Aussengehäuse mit 19 mm Wandstärke. Beide Gehäuse sind durch einen elastischen Schaumkleber miteinander verbunden. Mit 38 kg Gewicht gehört die TMR 1a daher zu den Schwergewichtlern ihrer Preisklasse.

2. Akustischer Resonanzkreis für Bass :

Die Basswiedergabe einer Lautsprecherbox wird durch die Resonanzfrequenz des Basslautsprechers im Gehäuse und die Art ihrer Dämpfung bestimmt. Unterhalb dieser Frequenz lässt sich kein verwertbarer Schalldruck erzielen. Man kann zwar durch exotische Konstruktionen, die im Übrigen garnicht so einfach zu beherrschen sind, die Gehäuseresonanz sehr weit hinunterdrücken, aber man verlässt dabei im allgemeinen den sicheren Arbeitsbereich des Basslautsprechers. Eine sehr dröhnige und unkontrollierte Basswiedergabe ist die Folge, verbunden mit sehr hohem Klirrfaktor. Auch sinkt die Belastbarkeit des Lautsprechers drastisch. Schon ein Schallplattenschlag, verbunden mit einer schlecht bedämpften Tonarmresonanz kann einen Lautsprecher, ohne dass dabei ein Tonsignal anliegt, voll aussteuern. Nun kann ein kleines Signal die Schwingspule zum Anschlagen bringen, da der Lautsprecher unterhalb seiner Eigenresonanz fast völlig unbedämpft schwingt. Auch ist die eigentliche Resonanz des Lautsprechers fast unbedämpft. Kurz gesagt, man hat das Quentchen zusätzlicher Basswiedergabe teuer erkauft.

Ein richtig abgestimmter akustischer Resonanzkreis bedämpft die Eigenresonanz. Dadurch sinkt auch der Scheinwiderstand der Lautsprecherbox bei dieser Frequenz; eine bessere Anpassung an den treibenden Verstärker ist die Folge. Der schon fast als sensationell zu bezeichnende Verlauf der Impedanz im Bassbereich der TMR 1a zeugt von der sorgfältigen Auslegung. Jeder Lautsprecher wird individuell abgestimmt; ein Luxus, den sich im Zeitalter der Fließbandproduktion nur noch wenige Firmen erlauben können. Die im allgemeinen bei der Resonanzfrequenz auftretende übertriebene Schalldrucküberhöhung wird man bei der TMR 1a vergebens suchen.

3. Akust. Resonanzkreis für Mitteltöner:

Ebenso wie beim Basslautsprecher sorgt auch im Mitteltonbereich ein akustischer Resonanzkreis für die optimale Bedämpfung der Eigenresonanz. Die Ein- und Ausschwingzeiten werden drastisch verkürzt; die Anpassung des Mitteltonlautsprechers an die Frequenzweiche wird verbessert und dadurch ihre Wirkungsweise optimiert.

Der Schallaustritt des akustischen Resonanzkreises befindet sich auf der Rückseite der Lautsprecherbox unter dem Abdeckgitter. Durch die progressiv wirkende Dämpfungswatte werden auch Reflektionen zurück auf die Membrane vermieden. Der freie und offen wirkende Klang des Mitteltonbereiches bestätigt die Richtigkeit unserer Überlegungen.

4. Spez. Beschichtung des Bass- und Mitteltonlautsprechers:

Beide Lautsprechermembranen sind speziell behandelt. Auftretende Materialresonanzen und Partialresonanzen werden auf ein unschädliches Mass bedämpft.

5. Technische Daten der verwendeten Chassis:

Basslautsprecher:

Prinzip: dyn. Konus

Membrandurchmesser : 210 mm

Schwingspulendurchm.: 75 mm

Mitteltonlautsprecher:

Prinzip: dyn. Konus

Membrandurchmesser : 120 mm

Schwingspulendurchm.: 25 mm

Hochtonlautsprecher:

Prinzip: dyn. Kalotte

Schwingspulendurchm.: 25 mm

6. Bedämpfung des Gehäuseinnenraumes:

Die in dem Gehäuse auftretenden Hohlraumresonanzen werden bei der TMR 1a durch eine spezielle langfaserige Polyesterwatte bedämpft. Die in den Schallschnellemaxima angebrachte Dämpfung wandelt die kinetische Energie der Luftmoleküle in Wärmeenergie um. So werden stehende Wellen mit ihren Wirkungen auf die Membrane des Basslautsprechers vermieden. Im Übrigen sind die Abmessungen des internen Gehäuses so gewählt worden, dass sich eine gleichmässige Resonanzverteilung ergibt.

Als kleiner Nebeneffekt stellt sich eine Verringerung der Schallgeschwindigkeit innerhalb des Gehäuses ein, so dass auf Grund einiger, zugegebenermassen, verwickelter Zusammenhänge eine Senkung der Gehäuseresonanz und damit eine tiefere Basswiedergabe eintritt.

7. Aufwendige Frequenzweiche:

Das Herz und Hirn der TMR 1a stellt die sehr aufwendige Frequenzweiche dar. In ihr werden den Lautsprechern die optimalen Frequenzbereiche zugeteilt. Die ohmschen Widerstände, die den Stromfluss durch die Schwingspulen dämpfen könnten, sind vernachlässigbar klein. Die Belastbarkeit ist um den Faktor 5 überdimensioniert. Die Übergangsfrequenzen liegen bei 450 Hz und 4 kHz. Ferner werden in der Frequenzweiche Impedanzanstiege aufgrund der Schwingspuleninduktivität kompensiert, sowie die Massenresonanz des Hochtöners mit Hilfe eines parallel geschalteten Reihenresonanzkreises bedämpft. Die Bauteiltoleranzen liegen bei unter 1 %. Insgesamt befinden sich 23 Bauteile verdrahtet auf einer Holzplatte.

8. Konstanter Impedanzgang:

Ein in der Regel selten beachtetes Kriterium bei der Entwicklung von Lautsprecherboxen ist der konstante Impedanzgang. Jeder Verstärker gibt nur dann die gleiche Leistung bei allen Frequenzen ab, wenn der Arbeitswiderstand des Lautsprechers bei allen Frequenzen gleich ist. Dies ist bei üblichen Lautsprecherkonstruktionen nicht der Fall. Impedanzschwankungen zwischen vier und vierzig Ohm sind die Regel. Zusätzlich findet bei jeder Richtungsänderung der Impedanzkurve ein Phasensprung statt. Je nach Grad der Gegenkopplung und Auslegung des Arbeitspunktes des Verstärkers gibt es Rückwirkungen und Einflüsse auf den Klang. Unterschiede im gehörmässigen Eindruck von Lautsprechern beim Betrieb mit unterschiedlichen Endverstärkern werden dadurch leicht nivelliert. Im ungünstigsten Fall kann sogar eine regelrechte Unverträglichkeit zwischen einem Lautsprecher und einer Endstufe festgestellt werden (Schwingneigung, permanentes Ansprechen der Strombegrenzung, usw.).

Bei der TMR 1a sind die einzelnen Schwingkreise der Frequenzweiche gegeneinander ausbalanciert worden; das komplette System wirkt nach aussen fast neutral. Ausserst geringe Impedanz- und Phasenschwankungen lassen die TMR 1a für den treibenden Verstärker als fast ideale Last erscheinen. Konstruktionsbedingte Unterschiede im Verstärkerklang werden leicht aufgedeckt. Für die Wiedergabe von Impulsen ist eine konstante Leistungsabgabe unverzichtbar. Anhand der Fourieranalyse lässt sich leicht nachweisen, dass ein beliebiger Impuls aus einer bestimmten Anzahl von Sinustönen zusammengesetzt ist, die alle in bestimmten Phasen- und Amplitudenbeziehungen zueinander stehen. Können diese Beziehungen nicht mehr original reproduziert werden, wird der Impuls verändert.

Die Offenheit und Räumlichkeit der TMR 1a ist auf die weitgehend korrekte Impulswiedergabe zurückzuführen.

Auch können die vorhandenen Leistungsreserven des Verstärkers voll zur Dynamikreproduktion ausgenutzt werden. Der Blindleistungsanteil, der intern im Verstärker verbraucht wird, ist sehr gering. Dadurch steigt auch die Betriebssicherheit des Verstärkers (und damit die Lebensdauer).

Lautsprecherboxen, die oben aufgeführte Merkmale nicht vorweisen können, zeichnen sich in der Regel durch schlechten Wirkungsgrad, eingeengten Dynamikbereich, schlechte Impulswiedergabe und einer zweidimensionalen Räumlichkeit aus.

9. Frontbespannung:

Wir empfehlen nicht den Betrieb ohne Frontbespannung, da die Lautsprechersysteme sehr empfindlich sind und aufgrund ihrer Beschichtung sehr leicht mit Staub oder ähnlichem Schmutz reagieren können. Eine Klangbeeinträchtigung findet nach unseren Erfahrungen nicht statt, da das verwendete Stoffmaterial sehr durchlässig ist. Auch der eingesetzten Bespannrahmen hat wenig Einfluss, da er kaum über die Frontwand hinausragt. Dadurch werden Reflektionen vermieden.

10. Lieferbare Holzarten:

Die TMR 1a ist grundsätzlich in fast allen Holzarten lieferbar. Vorzugsweise kommen Mahagoni und Eiche zur Auslieferung und sind fast ständig am Lager. Bei Sonderwünschen und ausgefallenen Holzarten behalten wir uns Lieferzeit und Aufpreis vor.

11. Aufstellungshinweise:

Die TMR 1a ist hinsichtlich ihrer Aufstellung genauso kritisch bzw. unkritisch wie jeder andere Lautsprecher. Günstig ist eine Aufstellung, wo der Punkt ca. 10 cm unterhalb der Oberkante des Lautsprechers in Ohrhöhe sitzt. Bei zu hellem Klangbild hilft eine leichte Neigung nach hinten; bei zu dunkeltem Klangbild muss der Lautsprecher entweder weiter von der Wand weg, mehr aus der Ecke heraus oder etwas höher gestellt werden. Dies gilt es im Einzelfalle auszuprobieren. Generelle Regeln gibt es ausser den oben erwähnten nicht; jeder Raum hat seine eigenen Probleme. Die Basisbreite hängt ebenfalls vom Raum ab; sie sollte jedoch eher zu klein als zu gross gewählt werden.

12. Garantie:

Wir gewähren auf unsere Produkte bei sachgemässer Behandlung und von uns bestätigtem Garantieanspruch eine zusätzliche Garantie von viereinhalb Jahren auf Arbeit und Teile.

13. Technische Daten:

Abmessungen:

Hohe: 69 cm

Breite: 34,7 cm

Tiefe: 42 cm

Belastbarkeit: 100 Watt (DIN)

Frequenzgang: abhängig vom Hörraum

Impedanz: nominal 8 Ohm

Kontakt: TMR Elektroakustik GmbH, Postfach 410744, 1000 Berlin 41

1. ÜBERLASTUNG VON LAUTSPRECHERBOXEN :

Grosse Unklarheit herrscht im allgemeinen über die Belastbarkeit von Lautsprecherboxen. Infolge eines übertriebenen Datenfetischismus seitens der Kunden, die es aber mangels Information nicht besser wussten, neigte die Hifi-Industrie in der Vergangenheit aus wettbewerblichen Gründen zu immer höheren Wattangaben, wobei die verwendeten Messmethoden diskret unter den Tisch fielen. Das Erstaunen und die Verärgerung waren dann gross, wenn eine 100-Watt-Box durch einen 30-Watt-Verstärker zerstört wurde. Im folgenden sollen daher einige Ursachen von Lautsprecherzerstörungen näher beleuchtet werden.

Vorher jedoch einige wichtige grundsätzliche Hinweise zum Umgang mit Hifigeräten: Man muss sich darüber im klaren sein, dass eine hochwertige Hifi-Anlage, die ja in der Regel einen Wert von mindestens ein bis drei Monatsgehältern darstellt, mit äusserster Vorsicht und Behutsamkeit gehandhabt werden muss. Folgende Verhaltensmassregeln sollten unbedingt beachtet werden:

- Hantieren Sie niemals an Eingangssteckverbindern oder Verbindungskabeln, wenn der betreffende Eingang durch den Eingangswahlschalter des (Vor-) Verstärkers in die Kette eingeschleift ist. Grundsätzlich sollte immer der Lautstärkeregler auf Minimum geschaltet werden, wenn an Verbindungskabeln hantiert werden soll. Dies gilt auch und besonders für separate Endstufen. Besitzt die Endstufe keinen eigenen Pegelsteller, sollte sie am besten ausgeschaltet werden, oder die Verbindung zwischen Endstufe und Lautsprecherbox sollte aufgetrennt werden. Bei letzterer Lösung ist besonders darauf zu achten, dass der Endstufenausgang nicht kurzgeschlossen wird. Aufgrund der Steckverbinderkonstruktion entstehen beim Herausziehen und Hineinstecken der Verbindungsstecker (DIN, Cinch) hohe Impulsspitzen, die für den Lautsprecher, aber auch für die Endstufe gefährlich werden können.
- Beim schnellen Bandlauf mit eingeschaltetem Wiedergabekopf sollte der Lautstärkeregler nicht zu weit aufgedreht werden. Es besteht die Gefahr der Überlastung des Hochtonlautsprechers.
- Das Laufwerk des Schallplattenspielers sollte auf einer möglichst festen Unterlage stehen und gegen Erschütterungen weitestgehend isoliert sein. Am sichersten ist die Anordnung des Laufwerks in einer Mauernische, auf einer extrem schweren und schwingungsbedämpften Unterlage oder auf einem an der Wand befestigten schweren Brett. So wird vermieden, dass Bass- und Mitteltonlautsprecher durch Rückkopplungen oder Mikrofonie zerstört werden.
- Macht die Membran des Basslautsprechers sichtbare und unterscheidbare Auslenkungen, so kann mit einiger Sicherheit auf niederfrequente Störsignale geschlossen werden. Mit blossen Auge lässt sich eine periodische Bewegung der Lautsprecher ab ca. 16 Hz abwärts beobachten. Diese Signale sind in der Regel nicht im Originalsignal enthalten. Meistens handelt es sich um Schallplattenrumpeln. Wir empfehlen grundsätzlich den Einsatz eines gut ausgelegten Subsonic-Filters. Durch eine falsche Tonarm-Tonabnehmer-Kombination können diese Störsignale beträchtlich vergrössert werden und den Basslautsprecher bis zur Zerstörung überlasten.
- Berühren Sie niemals die Membranen der Einzelchassis. Je hochwertiger die Lautsprecherboxen sind, desto empfindlicher sind die Membranen. Besonders Kalottenlautsprecher können durch Berührung sehr leicht deformiert und dezentriert werden. Magnetostaten und Bändchenlautsprecher müssen vor Staub geschützt werden.

Obengenannte Punkte sind auch für den Laien schnell einsichtig und bedürfen eigentlich keines weiteren Kommentars.

Man unterscheidet zwei Arten der Überlastung: die thermische und die mechanische Überlastung.

1.1 Thermische Überlastung:

Jeder Lautsprecher wandelt elektrische in mechanische Energie um, d.h., ein elektrischer Strom bewirkt eine mechanische Bewegung der Membran, die wiederum die angrenzende Luft in Schwingung versetzt. Der weitaus grösste Teil der elektrischen Energie, ca. 97 %, wird jedoch in Wärme umgewandelt.

Dieser sehr hohe Wärmeanteil muss ständig abgeführt werden. Wie hoch dieser Anteil ist, lässt sich sehr leicht verdeutlichen. Eine normale Haushaltsglühbirne hat ungefähr den gleichen Wirkungsgrad, d.h. in diesem Fall der elektrische Strom wird in 97 % Wärme und nur 3% Licht umgewandelt. Wer jemals eine heisse Glühbirne auch nur zwei Sekunden in der Hand gehabt hat, weiss, was das bedeutet.

Je grösser die Oberfläche und je besser die spezifische Wärmeleitfähigkeit der Wärmequelle, desto besser die Wärmeableitung. Leider verhält sich oft die spezifische Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes umgekehrt proportional dem spezifischen Gewicht des Stoffes. Bei einem Lautsprecher soll die bewegte Masse möglichst gering sein, um eine hohe Beschleunigung zu erhalten.

Der Lautsprecherentwickler hat die Wahl zwischen Betriebssicherheit und Klangqualität. Er wird in der Regel einen Kompromiss finden. Je nach Preisklasse und Anwendungsgebiet aber wird der Kompromiss mal nach der einen, mal nach der anderen Seite ausfallen.

Was kann bei einer thermischen Überlastung passieren ?

Wird der Lautsprecher für längere Zeit mit hoher Leistung betrieben, kann sich die Schwingspule so stark aufheizen, dass der Klebstoff, durch den die einzelnen Spulenwindungen am Schwingspulenträger haften, seine Klebkraft verliert. Die Spulenwicklungen lockern sich und behindern die Bewegung im Luftspalt. Der Lautsprecher "kratzt". Weiter kann eine Art Kettenreaktion stattfinden. Die Lackumhüllung des Schwingspulendrahtes verdampft, die einzelnen Windungen sind nicht mehr voneinander isoliert und schliessen sich kurz. Der Gesamtwiderstand der Schwingspule sinkt, der Strom steigt und mit ihm die Temperatur. Überschreitet die Temperatur einen bestimmten Wert, verbrennt die Schwingspule. Besonders gefährdet sind Schwingspulenträger aus Papier, da diese in der Regel sehr schlechte Wärmeleitfähigkeiten haben. Je nach Ausführung können Schwingspulenträger und Klebstoff bis zu 260 Grad Celsius verkraften. Es kann sogar vorkommen, dass sich Bauteile der Frequenzweiche oder Anschlussdrähte zum Lautsprecher selbst auslöten.

Von thermischer Überlastung sind besonders stark Mittel- und Hochtöner bedroht, da ihre bewegten Teile sehr klein und sehr leicht sind. Zum Glück sind die Anteile in der Musik, die auf deren Bereich entfallen, verhältnismässig gering. Dem wird auch bei der Belastbarkeitsprüfung Rechnung getragen. Wer sich für diesen Punkt näher interessiert, kann DIN 45 573, Blatt 2 studieren. Aus dieser Prüfung ergibt sich, dass ein Lautsprecher, dessen Belastbarkeit mit 50 Watt nach DIN angegeben ist, durch ein Signal mit 10 Watt Leistung und einer Frequenz von 10 kHz durchaus zerstört werden kann, ohne dass die Belastbarkeitsangabe von 50 Watt falsch wäre. Aus physikalischen Gründen ist eine frequenzunabhängige Belastbarkeit nicht möglich. Durch verschiedene konstruktive Massnahmen kann die Wärmeableitfähigkeit vergrössert werden. Dazu gehören Belüftungsöffnungen und wärmeleitfähige Verbindungen der Schwingspule zu Teilen des Lautsprechers mit besserer Wärmeableitfähigkeit (Ferrofluid).

Wann kann eine thermische Überlastung des Lautsprechers eintreten ?

Die Beantwortung dieser Frage hängt von der Dauer und spektralen Zusammensetzung des Signal sowie vom treibenden Verstärker ab. Der Basslautsprecher wird nur in sehr seltenen Fällen, z.B. bei stundenlangem Diskothekeneinsatz, thermisch Überlastet werden. In der Regel müssen Mittel-und Hochtöner aus den oben angeführten Gründen früher " dran glauben".

Sehr wichtig ist die Sinusleistung des treibenden Verstärkers. Diese bezieht sich immer auf einen bestimmten Klirrgrad und Frequenzbereich. Die Angabe der Sinusleistung bedeutet also nicht, dass der Verstärker nicht mehr Leistung abgeben kann. Diese Mehrleistung kann er zwar nur mit sehr hohem Klirrgrad und in einem gegenüber der Leistungsbandbreite etwas eingeschränkten Frequenzbereich abgeben. Die Erhöhung des Klirrfaktors aber bedeutet die Produktion von Oberwellen. Das Klangbild wird schärfer und härter. Die spektrale Zusammensetzung des Signals wird verändert. Vorher war das Verhältnis von Grund- zu Oberwellen z.B. vier zu eins; durch vermehrte Oberwellenbildung kann das Verhältnis jetzt vier zu zwei betragen ! Während der Basslautsprecher diese Verstärker-Übersteuerung unbeschadet überstehen kann, muss die Mittel-Hochtoneinheit die doppelte Leistung verarbeiten. Dafür sind die Lautsprecher in der Regel nicht ausgelegt.

So ist also als scheinbares Paradoxon zu vermerken, dass die Belastbarkeit eines Lautsprechers mit Erhöhung der "sauberen" Verstärkerausgangsleistung steigt !!

Die alte Radiohändlerfaustformel: Sinusleistung des Verstärkers = Belastbarkeit des Lautsprechers - sollte man also ganz schnell vergessen.

Der Grad der spektralen Veränderung des Signals bei Erreichen der Leistungsgrenze des Verstärkers ist auch von der Konstruktionsweise des Verstärkers abhängig. Röhrenverstärker und Class A-Verstärker zeichnen sich u.a. auch durch Zurückhaltung bei der Oberwellenbildung aus.

Ein sicherer Weg, auch bei normalen Lautstärken schnell an die Leistungsgrenze von Verstärkern zu gelangen, ist die Verwendung von Loudnesstasten, Klangreglern und Equalizern. Zum Beispiel erfordert eine Anhebung des Signals bei 100 Hz um 6 dB eine Vervierfachung der Verstärkerleistung in diesem Bereich.

Bedingt durch den hohen Crestfaktor (Verhältnis von Mittel- zu Spitzenwert) auf modernen Schallträgern gerät ein schwacher Verstärker sehr schnell in seinen Clipping-Bereich.

Das menschliche Ohr ist für Verzerrungen jeder Art sehr empfindlich. Die subjektive Lautstärkeempfindung ist unabhängig von der tatsächlichen Schalleistung. Ein kleines Kofferradio (sog."Handverzerrer") kann einen ohrenbetäubenden Lärm veranstalten, obwohl es nur eine äusserst geringe akustische Ausgangsleistung hat, während "grosskalibrige" Anlagen mit Leichtigkeit den doppelten Schalldruck erzeugen können, ohne lästig zu wirken. Wenn das mit einer Hifianlage erzeugte Klangbild bei einer bestimmten Lautstärke anfängt, hart und lästig zu werden, ist dies ein sicheres Zeichen, dass die Anlage an ihre Grenzen gelangt ist.

Wie lässt sich eine thermische Überlastung vermeiden ?

1. grosszügige Verstärkerdimensionierung
2. unverzerrtes Programmmaterial
3. bei unvermeidlichem Dauerbetrieb Pausen einlegen, damit sich die Systeme abkühlen können
4. Verzicht auf Klangregler

1.2 Mechanische Überlastung :

Während bei der thermischen Überlastung die Zeit, d.h. die Dauer der Überlastung die wesentliche Rolle spielt, hängt die mechanische Überlastung eines Lautsprechers von der Amplitude des Signals ab. Zwischen der Auslenkung der Membran und dem treibenden Schwingspulenstrom besteht im Arbeitsbereich des Lautsprechers eine proportionale Beziehung. Je grösser die Stromstärke, je weiter die Auslenkung der Membran. Natürlich ist der Bereich der Auslenkung begrenzt; ausserhalb des Arbeitsbereichs treten hohe Verzerrungen auf, da die Schwingspule aus dem magnetischen Kraftfeld austritt. Die Bewegung der Schwingspule würde nicht mehr vom Strom kontrolliert.

Was kann bei einer mechanischen Überlastung passieren ?

Bei Signalen, die die Schwingspule aus ihrem Arbeitsbereich heraustreiben, kann es geschehen, dass die Schwingspule ihre maximale Eintauchtiefe in den Luftspalt überschreitet und auf dem Grund des Luftspalts, auf der Polplatte aufschlägt. Dies gibt ein kurzes, metallisches Geräusch ("plack !"). Darauf ist meistens der Schwingspulenträger verformt und klemmt im Luftspalt oder "kratzt". Auch können die Zuleitungsdrähte zur Schwingspule abreißen. Es passiert sogar, dass die Membran vom Schwingspulenträger abgerissen wird.

Wann kann eine mechanische Überlastung des Lautsprechers eintreten ?

Meistens ist der Basslautsprecher von einer mechanischen Überlastung betroffen. Im Bassbereich wird die meiste Energie verarbeitet; hier finden die grössten Membranauslenkungen statt.

Bei einem sehr hochwertigen Basslautsprecher mit starkem Antrieb ist die Anstiegszeit der Membrane sehr klein; der Lautsprecher ist sehr schnell "am Ende" angelangt und muss abgebremst werden. Dies geschieht in der Regel durch das Signal selbst und durch die Federkräfte des Schwingungssystems. Auch der Dämpfungsfaktor des Verstärkers und die Güte der in der Frequenzweiche verwendeten Teile spielen hier eine Rolle. Nur bei der Resonanzfrequenz und unterhalb davon wird es problematisch. Hier schwingt der Lautsprecher fast ungedämpft. Die Abbremsmechanismen funktionieren nur eingeschränkt. Wird dieser Frequenzbereich durch eine Klangregelung angehoben oder treten starke Rumpelstörungen auf, kann eine mechanische Überlastung stattfinden. Bei TMR-Lautsprechern wird der Resonanzbereich durch einen akustischen Resonanzkreis gedämpft.

Wie lässt sich eine mechanische Überlastung vermeiden ?

1. Anlage grundsätzlich mit eingeschaltetem Subsonic-Filter betreiben
2. keinen defekten Verstärker an Lautsprecher anschliessen
3. DC-Verstärker in Stellung AC betreiben
4. impulsreiches Programmmaterial mit weitem Dynamikbereich nicht mit hohem Grundpegel abspielen
5. Vorsicht beim Umgang mit Tonabnehmern
6. keine Schallplatten mit tiefen Kratzern abspielen
7. Zurückhaltung beim Anheben von sehr tiefen Frequenzen (Equalizer)

1.3 Allgemeine Hinweise:

Im Interesse einer langen Lebensdauer Ihrer Lautsprecherboxen sollten Sie jede Überlastung vermeiden. Defekte Lautsprecherboxen können u. U. sogar die angeschlossene Endstufe zerstören, z.B. im Falle eines Kurzschlusses.

Lautsprecherboxen sollten nur ihrem Zweck entsprechend betrieben werden. Die meisten Lautsprecherboxen sind für Räume bis ca. 50 qm und einem durchschnittlichen Schallpegel von ca. 90 dB am Hörort ausgelegt.

Für die Beschallung von grösseren Räumen mit höheren Schallpegeln werden andere Anforderungen an die Lautsprecher gestellt. Diese Lautsprecher sind mehr auf Robustheit statt auf Klangqualität ausgelegt.

Als Faustregel gilt:

Wenn das erzeugte Klangbild hart und lästig wird, wenn Stimmen und Instrumente anfangen zu schreien und gellen, wenn gelegentliche Knack- und Knistergeräusche auftreten, die vorher nicht da waren, wenn der Bass sich überschlägt, dann wird es höchste Zeit, den Lautstärkesteller ein wenig zurückzunehmen, bis obige Effekte nicht mehr auftreten.

2. FEINABGLEICH DER WIEDERGABEKETTE:

Wenn man nach langem Suchen endlich glaubt, die richtige Anlagenkombination gefunden zu haben, kann es durchaus vorkommen, dass sich beim Aufstellen und Abhören in der eigenen Wohnung nicht das gewünschte Ergebnis einstellt. Dies mag verschiedene Gründe haben:

Ungünstige Aufstellung der Lautsprecherboxen
Ungünstige Sitzposition
Unverträglichkeit zwischen Tonarm und Tonabnehmer
Unverträglichkeit zwischen Tonabnehmer und Lautsprecherbox
Unverträglichkeit zwischen Lautsprecherbox und Endstufe

Ein optimales Ergebnis stellt sich nur ein, wenn die gesamte Anlage in sich "stimmig" und homogen ist.

Man muss hier leider sehr viel experimentieren; nur in sehr glücklichen Fällen stellt sich auf Anhieb ein nahezu perfektes Klangbild ein.

Folgende Vorgehensweise beim Aufbau einer Wiedergabekette hat sich bewährt und garantiert optimalen Kapitaleinsatz:

1. Auswahl der Lautsprecherboxen (Auswahltest an bester Elektronik und mit bestem Programmmaterial)
2. Auswahl des (End-)Verstärkers (Auswahltest an obigen Lautsprechern)
3. Auswahl des Vorverstärkers, falls kein Vollverstärker bei 2. gewählt wurde
4. Auswahl des Plattenspieler-Laufwerks
5. Auswahl eines möglichst universellen Tonarms

Der letzte Punkt ist der schwierigste:

6. Auswahl eines geeigneten Tonabnehmersystems

Nach dem heutigen Stand der Technik kommen für gehobene und höchste Ansprüche an den Klang fast ausschliesslich moving-coil-Tonabnehmersysteme in Frage. Man sollte daher von vorn herein darauf achten, dass der ausgewählte (Vor-)Verstärker über einen moving-coil-Eingang oder Vor-Vorverstärker verfügt. Natürlich kann man auch einen separaten Vor-Vorverstärker benutzen.

Die Auswahl eines geeigneten Tonabnehmersystems stellt in der Regel das "Tüpfelchen auf dem i" dar. Jeder Tonabnehmer hat seinen eigenen Klangcharakter. Mit Hilfe diesen Eigencharakters lässt sich eine Anlage feinabstimmen.

Zum Beispiel:

Diagnose: Klangbild zu dunkel

Therapie: Tonabnehmer mit hellem Klangbild wählen
oder

Diagnose: Klangbild zu hell

Therapie: Tonabnehmer mit dunklem Klangbild wählen, u.s.w.

Beim Einbau von Tonabnehmern muss mit höchster Präzision vorgegangen werden; nur so lassen sich alle guten Eigenschaften voll ausschöpfen.

Es empfiehlt die Anschaffung von Mess-Schablonen und Testschallplatten. Eine kleine Wasserwaage ist unverzichtbar zum Ausrichten des Laufwerks.

Im folgenden sind einige Klangfehler, deren mögliche Ursachen und eventuelle Abhilfen beschrieben.

2.1 Bassbereich

Zu laut, verdröhnt, unkontrolliert:

- a. Raumresonanzen: Position der Lautsprecher ändern, Sitzposition ändern
- b. Tonabnehmer: System mit schlankerem Klangbild wählen
- c. Tonarm: höhere Dämpfung einstellen, falls vorhanden
- d. Laufwerk: für feste Unterlage sorgen, Dämpfung ändern, Schwinganregung vermeiden
- e. Endstufe: niederohmige Verbindungskabel wählen (so kurz wie möglich), eventuell Endstufe mit besserer Basswiedergabe wählen

Zu schwach, zu schlank:

- a. Raumresonanzen: Position der Lautsprecher ändern, Sitzposition ändern
- b. Tonabnehmer: System mit vollere Klangbild wählen
- c. Tonarm: kleinere Dämpfung wählen, falls vorhanden
- d. Endstufe: Endstufe mit besser Basswiedergabe wählen
- e. Anschlüsse auf Verpolung überprüfen

In manchen Fällen empfiehlt sich eine Entkopplung vom Fussboden, um eine bessere Basswiedergabe zu erhalten.

Gerade die Basswiedergabe in geschlossenen Räumen ist ein sehr grosses Problem; hier muss ausprobiert werden. Manchmal helfen schon ein paar Dezimeter Standortwechsel, um ein befriedigendes Klangbild zu erhalten. Auch sollte man nicht den Einfluss von Endstufen unterschätzen; hier gibt es beträchtliche Klangunterschiede, die von TMR-Lautsprecherboxen besonders eindrucksvoll reproduziert werden können.

2.2 Mittel- und Hochtonbereich

Klarheit und Offenheit des Mittel- und Hochtonbereichs hängen in hohem Masse von Endstufe und Tonabnehmer ab. Die geeigneten Endstufen können nur durch ausgedehnte Hörttests herausgefunden werden.

Aufgrund der bei höheren Frequenzen einsetzenden Bündelung des Schallgeschehens muss je nach Sitzposition und Bedämpfung des Hörraums die optimale Stellung der Lautsprecherboxen durch Ausprobieren gefunden werden. Dort wird man auch den besten Eindruck von Räumlichkeit und Tiefenstaffelung haben können.

Wichtig ist auch für optimale Wiedergabe der Räumlichkeit eines Klangereignisses, dass beide Kanäle absolut gleichlaut und natürlich richtig gepolt sind.

Tonabnehmer und Endstufe neigen leicht zu Kanalungleichheiten, die in jedem Fall an irgendeinem Punkt der Wiedergabekette ausgeglichen werden müssen (Balanceregler, Endstufenpegelregler).

Auch die Übersprechdämpfung bei Tonabnehmern sollte von rechts nach links und umgekehrt gleich sein.

Wie weiter oben angedeutet, lassen sich Klangcharakteristika im Mittelhochtonbereich leicht durch geeignete Wahl des Tonabnehmers ausgleichen.

Die Basisbreite sollte so gross gewählt werden, dass sich bei den meisten Aufnahmen kein Loch in der Mitte bildet. Allerdings hängt dies wiederum in hohem Masse von Endstufe und Tonabnehmer ab; diese Komponenten können je nach Fabrikat entweder breit oder eng klingen.