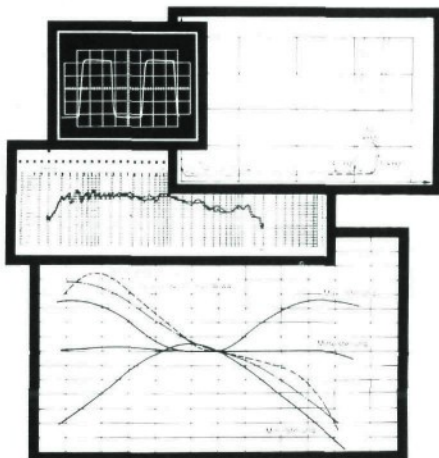


HIFI REPORT



$$8 + 8 = 4 \dots !$$

Spielregeln beim Anschließen von Lautsprechern

Das Anschließen von Lautsprecherboxen ist, so sollte man denken, eine sehr einfache und einleuchtende Sache. Was ist schon falsch zu machen, wenn man vier handfeste Strippen an vier Klemmen zu befestigen hat?

Der phasenrichtige Anschluß

Dennoch zeigen Briefe und Anfragen immer wieder, daß beim Lautsprecheranschluß leicht Probleme auftauchen können. In der Tat ist eine Hauptregel zu beachten, die für die Wiedergabequalität von entscheidender Bedeutung ist. Die Lautsprecher müssen nämlich – nur bei Stereo-Wiedergabe versteht sich, also bei gleichzeitigem Betrieb von mehr als einem Lautsprecher – gleichphasig arbeiten. Das heißt, wenn die Membran des einen Lautsprechers nach vorn ausschwingt, muß die des anderen die gleiche Bewegung ausführen. Würden sie sich nämlich in unterschiedlicher Richtung bewegen, also die eine nach vorn und die andere nach hinten, so entstünden Auslöschungen der Schallwellen, in erster Linie im Baßbereich, wo die Wellen sich bei den heute gebräuchlichen relativ kleinen Tieftönern kugelförmig ausbreiten. Infolge dessen würde die Tiefenabstrahlung beträchtlich abnehmen. In den Mitten und vor allem in den Höhen sind durch die gebündeltere Abstrahlcharakteristik die Auslöschungen und demzufolge auch deren Auswirkungen weitaus geringer. Aber es

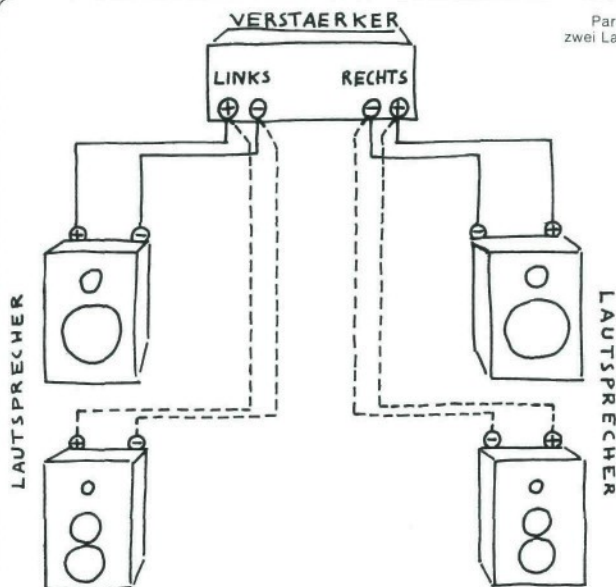
entstehen Laufzeitunterschiede, so daß man die Schallquelle nicht orten kann und bei Bewegung des Kopfes die Schallquelle von einer Seite zur anderen zu springen scheint.

Bei Verstärkern und Lautsprechern mit deutschen Anschlüssen nach DIN ist von vornherein eine verkehrte Polung ausgeschlossen, da sowohl Kupplungen als auch Stecker für die Plus- und Minus-Pole unterschiedlich geformt sind. Bei vielen ausländischen Geräten mit Anschlußklemmen oder Schrauben ist es insofern schwieriger, als daß zwar bei den Geräten selbst Plus und Minus durch Farben oder Symbole gekennzeichnet sind, die zwei Adern vieler handelsüblicher Anschlußkabel allerdings völlig gleich aussehen. In solchen Fällen findet und kennzeichnet man jeweils eine Ader an beiden Enden des Kabels durch Verwendung einer Taschenlampe und einer Batterie und kann anschließend die gekennzeichneten Adern beider Kabel als Plus- oder Minus-Pole (das spielt keine Rolle) nehmen. Ist eine Taschenlampe nicht zur Hand, so kann man die ganze Prozedur auch gehörmäßig durchführen. Man schließt erst auf gut Glück die Lautsprecher an, schaltet den Verstärker auf Stereo, verwendet aber eine Mono-Schallquelle (entweder eine Mono-Schallplatte oder eine Mono-Rundfunksendung). Dann stellt man sich an die früher so oft gepriesene ideale Stereo-Position, also an die Spitze eines von den Lautsprechern ausgehenden gleichschenkligen Dreiecks. Scheint der Klang präzise aus der Mitte zu kommen, dann stimmt die Polung. Ist er dagegen

nicht zu orten (scheint er also irgendwo im Raum zu entstehen, wobei man oft noch zusätzlich einen unangenehmen Druck auf den Ohren empfindet), so sind die Lautsprecher phasenverkehrt angeschlossen, und ein Kabel muß umgepolt werden.

Zusatzlautsprecher

Schwieriger wird es, wenn man ein zweites Lautsprecherpaar anschließen will, um entweder einen anderen Raum mit Musik zu versorgen, oder – das ist aber selten – wenn die Abstrahlfläche im eigentlichen Abhör-Raum vergrößert werden soll. Viele Verstärker haben bereits Anschlußmöglichkeiten für zwei, ja sogar manchmal für drei Lautsprecherpaare, was manchmal geradezu zur Verwendung von Zusatzlautsprechern verführt. Auch hier gilt, daß jedes Paar in sich gleich gepolt sein muß. Dazu kommt, daß, wenn alle Lautsprecher im gleichen Raum betrieben werden, darauf zu achten ist, daß die beiden Gruppen untereinander ebenfalls gleichphasig arbeiten müssen. Doch das ist nicht das einzig Wichtige. Bei den heutigen Transistor-Verstärkern (und es gibt jetzt praktisch keine röhrenbestückten Geräte mehr) muß unbedingt darauf geachtet werden, daß der Gesamt-Scheinwiderstand (Impedanz) der anzuschließenden Lautsprecher pro Kanal nicht den Wert unterschreitet, den der Verstärkerhersteller als untersten zulässigen Wert vorschreibt. Dieser beträgt in fast allen Fällen 4 Ohm.



Wie kann man aber erkennen, ob dieser Wert nicht unterschritten wird? Dafür gibt es zwei einfache Formeln, mit deren Hilfe der gewünschte Wert exakt ermittelt werden kann. Zwei Formeln – denn es gibt zwei verschiedene Arten, mehrere Lautsprecher an einen Ausgang gleichzeitig anzuschließen. Der erste Weg, der beispielsweise bei allen Verstärkern beschriftet wird, die für den Anschluß von mehreren Paaren vorbereitet sind, ist die Parallelschaltung. Hierbei werden alle Plus-Pole und ebenfalls alle Minus-Pole zusammengeleitet.

Die andere Art ist die Reihenschaltung, bei der man die Lautsprecher hintereinander anschließt, das heißt, daß der Plus-Pol des ersten Lautsprechers mit dem Plus- oder Minus-Anschluß des Verstärkers verbunden wird. Der Minus-Pol des gleichen Lautsprechers wird nun mit dem Plus-Pol des zweiten Lautsprechers verbunden, während der Minus-Pol mit dem Plus-Anschluß des dritten Lautsprechers gekoppelt wird usw. Der Minus-Pol des letzten Lautsprechers der Reihe wird schließlich mit dem zweiten Pol des Verstärkerausgangs verbunden.

Allein von der Schaltungsart her ist bei Lautsprecherboxen oder auch Kopfhörern die Parallelschaltung auf jeden Fall vorzuziehen, denn bei ihr wird an der Wiederabgabegleichheit des einzelnen Lautsprechers oder Kopfhörers nichts geändert. Schaltet man nämlich die Boxen hintereinander, so beeinflußt der Impedanzverlauf der einen Box den der anderen – jeder Lautsprecher oder Lautsprecherkombination weist nämlich eine mehr oder weniger unterschiedliche Impedanz bei anderen Frequenzen als 1 kHz auf, für die der angegebene Wert gilt –, was den Schalldruckverlauf der einzelnen Box und somit auch die Wiederabgabegleichheit negativ beeinflusst. Akzeptable Ergebnisse bei Reihenschaltung erhält man nur bei identischen Lautsprechern, doch sind auch hier in der Regel kleine Abstriche zu machen.

Doch jetzt zu den Formeln. Für die Parallelschaltung gilt die folgende:

$$\frac{1}{R_g} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots + \frac{1}{R_n}$$

wobei R_g den Gesamtscheinwiderstand, R_1 , R_2 usw. den Nennscheinwiderstand einer Box der anzuschließenden Boxenpaare bedeutet. Für den Anschluß von nur

Parallelschaltung von zwei Lautsprecherpaaren

2 Ohm ergeben und deshalb nicht in Betracht kommen.

Einfacher ist die Formel für die Reihenschaltung. Man braucht lediglich die einzelnen Werte zu addieren, also

$$R_g = R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n$$

Hier besteht zwar nicht die Gefahr, durch Unteranpassung den Verstärker zu zerstören, doch da bei praktisch allen heute auf dem Markt befindlichen Transistor-Verstärkern mit zunehmender Impedanz die zur Verfügung stehende Leistung abnimmt, würde man durch eine zu hoch liegende Gesamtimpedanz, beispielsweise 20 Ohm, nur einen Bruchteil der Ausgangsleistung zur Verfügung haben, was nicht ausreichte, um verzerrungsfreie Wiedergabe in HiFi-Lautstärken zu erreichen. Man muß sich also bei der Zusammenschaltung zweier oder höchstens dreier Lautsprecherpaare sehr genau die richtige Zusammenstellung überlegen.

Kopfhöreranschluß

Dies gilt auch bei niederohmigen dynamischen Kopfhörern von 4 bis 16 Ohm. Allerdings sind bei Verstärkern mit einem speziellen Kopfhörerausgang oft Widerstände in der Größenordnung um 200 Ohm in Reihe vorgeschaltet, so daß man in einem solchen Fall zwei oder drei niederohmige Kopfhörer ohne Gefahr für den Endverstärker anschließen kann. Daß der Verstärker dabei mit 200 Ohm oder mehr belastet wird, spielt hierbei keine Rolle, da Kopfhörer im allgemeinen einen kleinen Bruchteil der beim Lautsprecherbetrieb gebrauchten Leistung benötigen. Im Gegenteil ist es vorteilhaft, wenn bei Kopfhörerbetrieb der Verstärkerausgang stark bedämpft wird, denn dadurch werden Störspannungen wie Brumm und Rauschen, die bei den leicht ansprechenden Kopfhörern besonders störend wirken, von vornherein unterdrückt. Aus diesem Grunde gehen übrigens immer mehr Kopfhörerhersteller dazu über, den Scheinwiderstand ihrer Geräte auf über 200 Ohm zu bringen.

Eine Ausnahme bilden elektrostatische Kopfhörer, die fast ebensoviel Leistung brauchen wie Lautsprecher, niederohmig ausgelegt sind und infolgedessen gleich Lautsprechern behandelt werden müssen. tsa

zwei Boxen an einen Kanal kann auch die einfachere Formel

$$R_g = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

angewandt werden. Bei diesen Formeln ist das Resultat, also der Gesamtwert, in jedem Falle kleiner als der kleinste Einzelwert.

Liegt der ermittelte Wert unter dem angegebenen Mindestwert des Verstärkers, so darf diese Kombination auf keinen Fall verwendet werden, weil sonst die Endstufe sehr leicht beschädigt werden kann. Wenn man zum Beispiel zwei 8-Ohm-Boxen pro Kanal anschließen will, so erhält man nach der Formel

$$R_g = \frac{8 \cdot 8}{8 + 8} = \frac{64}{16} = 4 \text{ Ohm.}$$

Die Kombination kann man also bei praktisch jedem Transistorverstärker verwenden. Zwei 4-Ohm-Boxen pro Kanal dagegen würden eine Gesamt-Impedanz von

Zwei StereoBoxenpaare in Reihenschaltung

