

Wirkungsgrad und Frequenzgang

Der Wirkungsgrad eines Lautsprechers hängt von folgenden Größen ab:

Er ist

- Proportional zur unteren Grenzfrequenz mit der dritten Potenz
- Proportional zum Volumen
- Proportional zur Stärke des Antriebs (magnetische Feldstärke und Länge des Schwingspulendrahts, der im Magnetfeld ist).

Das bedeutet Folgendes:

- 1.) Erhöht man die untere Grenzfrequenz von z.B. 30 Hz auf 60 Hz, so erhält man nicht nur den doppelten sondern den achtfachen Wirkungsgrad. (+ 9 dB)
- 2.) Verdoppelt man das Volumen verdoppelt sich der Wirkungsgrad (+ 3 dB).
- 3.) Ebenso verdoppelt sich der Wirkungsgrad, wenn man den Antrieb verdoppelt (großer Magnet).

Man erkennt:

- Soll ein Lautsprecher tiefe Frequenzen, also echten Tiefbass, abstrahlen, kann er keinen guten Wirkungsgrad haben
- Es sei denn das Gehäusevolumen wird stark vergrößert. Um eine Oktave mehr Tiefbass zu kompensieren, benötigt man das achtfache Volumen.
- Ein starker magnetischer Antrieb (großer Magnet) benötigt ein kleines Volumen, wenn man eine „vernünftige“, gut klingende Abstimmung haben will. Vergrößert man bei einem Lautsprecherchassis das Volumen, so fällt der Lautsprecher bereits sehr früh ab und macht keinen Tiefbass mehr.
- Ein großer Magnet ist also wirklich die teuerste Methode, Tiefbasswiedergabe zu **verhindern**.
- Lautsprecher mit großen Magneten sind also für kleine Volumina gedacht. Allerdings steigt die Einbauresonanzfrequenz in einem kleinen Volumen so stark an, dass wiederum kein Tiefbass mehr abgestrahlt wird.
- Der Magnet darf also weder zu groß noch zu klein sein.
- Wählt man das Volumen zu klein, was den Wife-Acceptance-Factor erhöht, verringert man den Wirkungsgrad und verschiebt die Resonanzfrequenz so stark nach oben, dass wiederum kein Tiefbass abgestrahlt werden kann.
- Um aus kleinen Gehäusen Tiefbass zu erzeugen, muss also der Magnet eher klein gewählt werden und die Resonanzfrequenz tief liegen. Beides führt zu schlechtem Wirkungsgrad.
- Man kann sich drehen und wenden, wie man will. Es gibt nur eine Möglichkeit: den bestmöglichen Kompromiss zu finden, für das, was man will.

All diese Erkenntnisse sind völlig unabhängig vom Bassprinzip oder der Frequenzweichenschaltung und gelten für alle Arten von Lautsprechern.

Es gibt allerdings noch eine weitere Möglichkeit der Erhöhung des Wirkungsgrads: das Hornprinzip. Hierbei wird die Schallenergie gebündelt abgestrahlt. Ein „normaler“ Lautsprecher strahlt die Schallenergie kugelförmig oder zumindest (im Mittel- und Hochtonbereich) halbkugelförmig ab. Bei einem Horn wird die Schallenergie eben nur in einen kleinen Raumwinkelbereich abgestrahlt, so dass der Schalldruck sich deutlich erhöht (Megafon-Effekt).

Mit jedem Vorteil erkaufte sich jedoch immer auch einen Nachteil. In vielen Versuchsreihen wurde die Funktionsweise des Ohrs untersucht und man fand das heraus,

was man heute als „Gesetz der 1. Wellenfront“ bezeichnet (siehe Icon). Das Ohr verwertet die erste Wellenfront eines Schallereignisses nämlich hauptsächlich für die Ortung und nicht für die Frequenzanalyse. Das Ohr braucht also Reflexionen, um den ganzen Klangfarbenreichtum zu erfahren. Deshalb klingen Konzerte in Konzertsälen deutlich eindrucksvoller und schöner als im Freien. Hörner haben also das, was man „Hornklang“ nennt: eine sehr starke Direktheit, aber eben nur geringe Transparenz und Luftigkeit. Moderne Hörner versuchen deshalb mit möglichst breiter Abstrahlung das wettzumachen (Stichwort Kugelwellenhorn). Wozu man dann allerdings noch Hornkonstruktionen braucht, sei dahingestellt.

Das Wichtigste aber ist: Der Wirkungsgrad hat nichts aber auch gar nichts mit dem Klang eines Lautsprechers zu tun. Man kann höchstens daraus ableiten, dass der Verstärker weniger potent sein muss, um eine gewisse Lautstärke zu erzeugen. Aber laut schlecht, ist eben immer noch schlecht. Und laut schlecht wird eben auch nicht besser, wenn man den besten Verstärker der Welt anschließt.

Aus den ganzen Ausführungen erkennt man auch, dass ein hoher Wirkungsgrad eher zu schlechtem Klang führt – eine Erkenntnis, die für Physiker sofort einsichtig ist.

Zur Information:

Bei der Entwicklung unserer Isophon-Lautsprecherboxen legen wir mehr Wert auf Tiefbass als auf Wirkungsgrad. Auch bei der Wahl der Gehäusegröße versuchen wir einen möglichst vernünftigen Kompromiss aus Größe und Wirkungsgrad zu finden, der auf die heutigen Verstärker ideal zugeschnitten ist.

Eines gilt bei uns aber als oberstes Gesetz: Der Klang ist und bleibt das Wichtigste!