

DAS PHÄNOMEN DES AKUSTISCHEN KURZSCHLUSSES – UND WIE ER SICH VERHINDERN LÄSST

Dünnes Stimmchen oder kräftiger Bass?

Das Abstrahlverhalten dynamischer Lautsprecher hängt stark von ihrer akustischen Umgebung ab. Die Größe des Endgeräts kann die Klangqualität dabei ebenso beeinträchtigen wie sein Design oder die Einbausituation: etwa einzeln stehend wie das klassische Radiogerät, frei beweglich wie ein Telefon oder montiert wie eine Rufsäule oder Türsprechanlage.

FRED KUBERT

In der Praxis ist zu beobachten, dass die Klangqualität ein und desselben Lautsprechers stark schwanken kann. Sie hängt von verschiedenen Einflüssen wie dem Einbaort (der Position) ab und davon, ob auf den Schallwandler ein mechanischer Druck ausgeübt wird.

Elektrodynamische Lautsprecher sind für eine möglichst breitbandige Wiedergabe ausgelegt. Sie sollen Schallsignale in einem möglichst breiten Frequenzband reproduzieren, sodass sie neben Einzeltönen auch Melodienfolgen und komplexere Signale – Sprache und Musik – in ansprechender Qualität wiedergeben können.

Der nutzbare Frequenzbereich eines konkreten Lautsprechermodells kann in der Regel lediglich einen Teilbereich des gesamten hörbaren Spektrums abbilden. Diese nutzbaren Frequenzen erstrecken sich in etwa von der Grund- oder Eigenresonanzfrequenz des Schwingensystems bis zu einer konstruktiv vorgegebenen Obergrenze, die üblicherweise einige Kilohertz beträgt. Ober- und unterhalb dieser Grenzen reproduziert ein Lautsprecher zwar auch Schall, jedoch mit deutlich verringerter Intensität, sodass eine praktische Nutzbarkeit nicht sinnvoll ist.

Es lässt sich nun beobachten, dass der theoretisch mögliche und in den Produktdatenblättern spezifizierte Übertragungsbe-

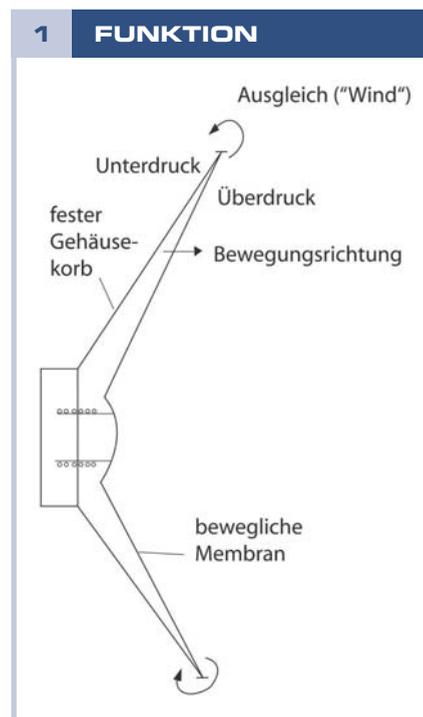


Bild 1. Lautsprecher in Seitenansicht und Druckverhältnisse

reich in der Praxis zunächst nicht erreicht wird, sondern deutlich enger ausfällt. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn man ein solches Lautsprecher-Exemplar einzeln frei schwingend auf einem Labortisch betreibt, also ohne Einbau in irgendein Endgerät. Gibt man jetzt ein Musiksignal auf den Lautsprecher, wird er nicht reichhaltig klingen. Subjektiv würde man das Ergebnis als dünn, fade oder blechern beschreiben. Es verbessert sich jedoch deutlich, sobald der Lautsprecher in eine Gehäuseumgebung montiert wird. Dann klingt er plötzlich voller, voluminöser.

Druckausgleich schwächt die Tiefen

Warum passiert das? Für das korrekte Verständnis des akustischen Kurzschlusses ist es sinnvoll, sich zu verdeutlichen, dass der aus einem Lautsprecher wahrgenommene Schall seiner Natur nach nichts anderes ist als hin und her bewegte Luft. Wie bei den Hoch- und Tiefdruckgebieten in der Meteorologie, entsteht auch bei jeder Membranbewegung ein Luft-Überdruck auf der Vorderseite (in Bewegungsrichtung gesehen) und gleichzeitig ein dementsprechender Unterdruck auf der Rückseite der Membran (**Bild 1**).

Da beim Lautsprecher die Bewegungsrichtung der Membran in schneller Folge wechselt, ist es sinnvoll, den Vor-

KONTAKT

Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH,
72202 Nagold,
Tel. 07452 6007-0,
Fax 07452 6007-70,
www.endrich.com/de/akustik



Bild 2. Eine Röhre, die den Weg für den Druckausgleich verlängert, kann das nutzbare Spektrum zu niedrigen Frequenzen hin erweitern. Schiebt man sie nach links, sodass sie die Öffnungen am Lautsprecher verschleibt, wird das Klangbild deutlich voller

gang dynamisch zu betrachten. Das System als Ganzes ist zu jedem Zeitpunkt um Druckausgleich bemüht. Komprimierte Luft (hoher Druck) auf der Membranvorderseite versucht, niedrigeren Druck auf der Rückseite zu kompensieren. In der Meteorologie wird diese Erscheinung als Wind bezeichnet. Im Falle des Lautsprechers haben wir es mit demselben Phänomen zu tun, nur in viel kleinerem Maßstab.

Der Schall versucht, den kürzesten Weg zu nehmen. Und dieser kürzeste Weg führt bei einem frei betriebenen Lautsprecher direkt außen um den Rand der Membran herum. Der Effekt hängt von der konkreten Wellenlänge ab, mithin von der Frequenz. Für niedere Frequenzen ist er ausgeprägter als für höhere. Bei breitbandigen Signalen (wie Musik oder Sprache) werden die tieferen Frequenzanteile (Bässe) am deutlichsten geschwächt, wohingegen die mittleren Frequenzen weniger betroffen sind und die



WISSENSWERT

Speaker in der Box. Neben der randseitigen Abdichtung in bestmöglicher, dem Zweck entsprechender Form gibt es auch eine naheliegende Fertiglösung: Lautsprechersysteme in einer komplett geschlossenen Umgebung, einer so genannten Minibox. Hier ist die Schallwand sozusagen nach hinten gefaltet und geschlossen, sodass ein unerwünschter Druckausgleich – der akustische Kurzschluss – praktisch nicht mehr möglich ist. Anwender können somit für ein konkretes Lautsprechersystem das volle konstruktiv mögliche Frequenzspektrum ausschöpfen. Verschiedene solcher Lösungen sind beim Spezialdistributor Endrich erhältlich, beispielsweise die „Veco“-Produkte des Herstellers Vansonico.

höheren meist nur unmerklich, also zufriedenstellend wiedergegeben werden.

Praktisch bedeutet dies eine Verschiebung der Ausgewogenheit im Klangbild, was den oben beschriebenen dünnen Klangeindruck bewirkt. Es ist wichtig zu wissen, dass trotzdem mit dem Lautsprecher-Probanden alles in Ordnung ist. Der Lautsprecher als Bauteil ist in diesem Fall also nicht zwingend fehlerhaft. Für eine exakte messtechnische Bewertung und Beurteilung geben die Hersteller in ihren Datenblättern konkrete reproduzierbare Bedingungen vor, etwa die Montage in einer Schallwand bestimmter Größe an einer definierten Position.

Dem Schall den Weg versperren

Ein Weg zur Abhilfe ist die Verlängerung des Wegs für den Schall, so dass er einen Umweg nehmen muss, bevor es zum Druckausgleich kommt. Dies kann in Form einer langen Röhre realisiert werden (Bild 2, Hörbeispiel dazu siehe **Webcode** am Artikelende). Man muss sich verdeutlichen, dass der Druckausgleich gleichbedeutend ist mit ver-

lorener Schallenergie, die zur Abstrahlung dann nicht mehr zur Verfügung steht.

Ein zweiter Weg ist der dichte Abschluss des Lautsprecherrands bei der Montage. Hierfür gibt es in der Praxis verschiedene Möglichkeiten, etwa einen sanften Andruck von innen an die Gehäusefront mithilfe eines rückwärtigen Schaumstoff-



FAZIT

Akustischen Kurzschluss vermeiden.

Mithilfe der hier beschriebenen Maßnahmen lässt sich der unerwünschte direkte Druckausgleich um den Membranrand herum wirksam verhindern. Je nach Einbausituation und Geräte-Design wird der Druckausgleich nun über die nächstgelegene Öffnung stattfinden. Je weiter diese Öffnung vom Lautsprecher entfernt ist (meist einige Zentimeter), ergibt sich bereits ein Gewinn im nutzbaren Frequenzband hin zu tieferen Frequenzen.



DER AUTOR

Dipl.-Ing. **FRED KUBERT** ist Produktmanager bei Endrich Bauelemente in Nagold.

elements, eine Anpressung/Klemmung oder eine frontseitige elastische Dichtung aus geeignetem Material wie (Moos-) Gummi oder Silikon. Auch Verkleben oder ein kompletter Verguss sind denkbar. (m//)

ONLINE-SERVICE

- Ein Video verdeutlicht die Auswirkung des Schallwegs auf das nutzbare Frequenzspektrum

www.EL-info.de

835401