

Lautsprecheraufstellung im Raum

Für eine optimale Wiedergabequalität von Schallereignissen sind neben guten Lautsprechern auch die akustischen Bedingungen im Hörraum ausschlaggebend. Oft nützen die teuersten Lautsprecher nichts, wenn die Akustik im Wohnraum, in dem sie aufgestellt sind, schlecht ist

Reflexionen und Nachhall

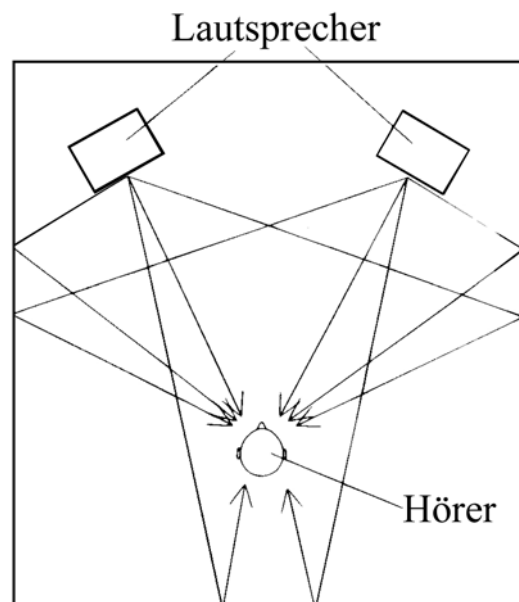
Wenn der Direktschall vom Lautsprecher zu sehr mit reflektierten Schallwellen überlagert wird, ergibt sich eine unpräzise, undeutliche Wiedergabe. Der Eindruck von Klarheit und Räumlichkeit sowie der Lautstärke wird verfälscht. Als schlechtes Beispiel eines Hörraums mit vielen reflektierenden Flächen kann man sich eine leere Wohnung, einen leeren Keller oder das Badezimmer vorstellen.

Der ideale Hörraum besteht aus einer sehr grossen Wand, in deren Mitte der Lautsprecher angebracht ist, so dass er seinen Schall von der Wand hinweg abstrahlen kann. Die Schallwellen finden keine Flächen, an denen sie reflektiert werden und sich mit dem vom Lautsprecher kommenden direkten Schall überlagern können. Solch ein idealer Hörraum ist in teuren Studios realisiert, wo alle Wände mit speziellen schallschluckenden Schaumstoffmaterialien verkleidet sind. Aber auch die freie Natur, beispielsweise eine grosse Wiese, stellt solch einen Hörraum dar.

In Wohnräumen kann man nur Kompromisse zwischen dem entstehenden Aufwand und der Verminderung von Reflexionen herstellen. Die Nachhallzeit soll zwischen 0,3 und 0,6 Sekunden liegen und möglichst konstant für verschiedene Frequenzen sein. Dies erreicht man zum einen durch die geschickte Aufstellung von Boxen, zum anderen durch passende Ausstattung des Raumes mit schallschluckenden Materialien. Reflexionen niederfrequenter Schallwellen werden durch Hindernisse wie gepolsterte Sitzmöbel sowie durch mit-schwingende Flächen wie Holzschränke, Türen, grosse Fenster etc. verringert. Mittlere und hohe Frequenzen werden durch poröse Materialien wie Teppiche, schwere Vorhänge, Polstermöbel oder auch Bücherregale gedämpft.

Studiomässige Bedingungen erhält man durch Verkleidung der Wände mit schallschluckenden Materialien wie waffelförmigen Schaumstoffmatten oder dicken Mineralfaserplatten, was allerdings sehr aufwendig ist.

Auch der Ständer der Lautsprecherbox spielt eine wichtige Rolle, er sollte niemals aus einem breiten grossen Kasten bestehen, damit diese Fläche nicht noch zusätzlich Schallwellen reflektieren kann. Der Ständer darf keine Schwingungen auf den Boden übertragen, er sollte deshalb sehr massiv gebaut sein und nur mit einer ganz kleinen Fläche den Boden berühren. Um diese Berührungsfläche zu verkleinern und den Druck auf den Boden zu erhöhen, sind viele Ständer oder Standboxen auf Spikes montiert. Manche Ständer werden noch mit Sand gefüllt, um Eigenschwingungen zu verhindern.



Stehende Wellen

Eine weitere Störquelle sind die stehenden Wellen im Raum. Diese bilden sich, wenn der Wandabstand in etwa der Wellenlänge des Schallsignals entspricht. Bei Wohnräumen mit vier Metern Wandabstand ergibt sich eine Resonanzfrequenz von 43 Hertz. Wird nun eine Schallwelle mit dieser Frequenz abgestrahlt, so wird sie von einer Wand reflektiert und wandert zur gegenüberliegenden Wand. Phasengleich kommt nun aber schon die nächste Schallwelle aus dem Lautsprecher, welche sich mit der reflektierten Welle überlagert. Das gleiche geschieht mit den Oberwellen bis zu einer Frequenz von ungefähr 200 Hertz; auch diese überlagern sich. Höherfrequente stehende Wellen entstehen nicht, da hier die Raumluft ausreichend dämpfend wirkt.

Die Störungen durch stehende Wellen äussern sich durch Schallmaxima an den Wänden und Schallminima in der Raummitte. Die Bässe klingen teilweise sehr stark, aber ohne Kontur.

Da jeder rechteckige Raum drei Wandpaare hat (Front- und Rückwand, Seitenwände, Fussboden und Decke), gibt es drei Frequenzen zuzüglich der entsprechenden Oberwellen, bei denen diese Störungen auftreten. Abhilfe kann geschaffen werden, indem man die schallabstrahlende Frontseite der Lautsprecherboxen in einer Entfernung von $\frac{3}{16}$ oder $\frac{5}{16}$ des Wandabstandes von der Wand entfernt platziert. Dies entspricht bei einem Wandabstand von vier Metern einem Abstand von der Box zur Wand von etwa 75 cm bzw. 125 cm.

Zusätzlich können noch die bereits beschriebenen Massnahmen zur Verminderung der Reflexionen stehender Wellen im Bassbereich ergriffen werden. Ausserdem sollte ein Tieftonlautsprecher nie den gleichen Abstand zu zwei Wänden haben. Im Bassbereich führt jede Wand zu einer Schalldruckanhebung von drei dB, was einer Verdoppelung entspricht. Eine Raumecke verstärkt den Bassbereich sogar um neun dB, also um das achtfache. Zur Vermeidung einer Überbetonung des Bassanteils sollten die Basslautsprecher deshalb nicht in Raumecken platziert sein.

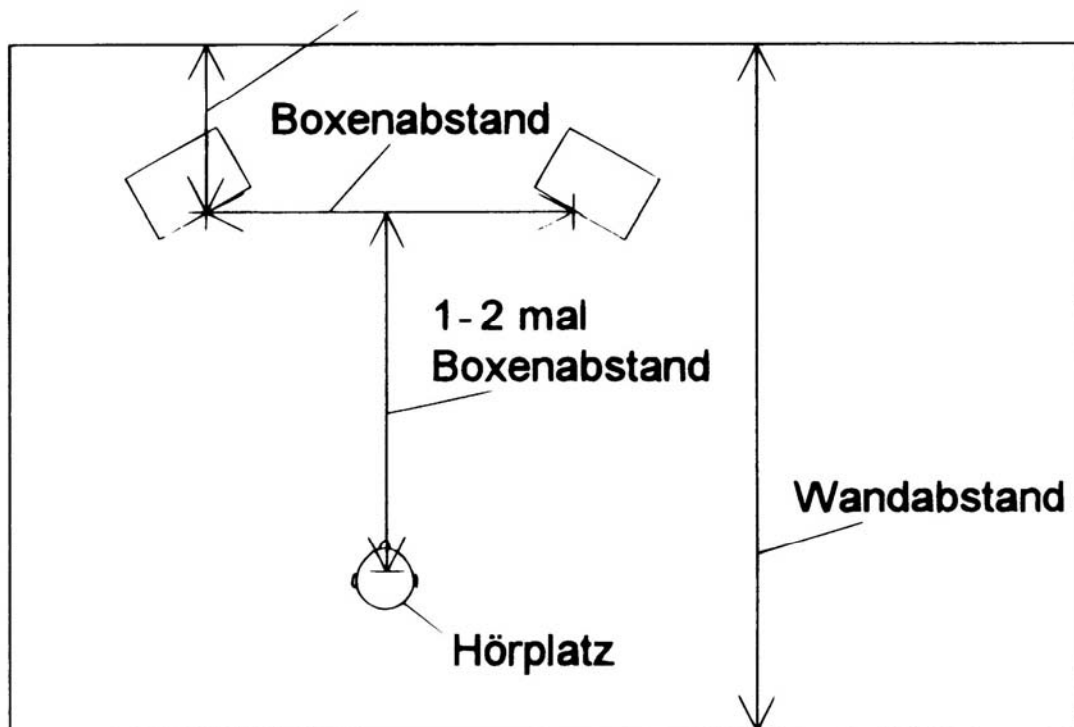
Besonders problematisch sind stehende Wellen in kleinen und quadratischen Zimmern, besonders wenn ein Wandabstand dem mehrfachen Abstand eines anderen Wandpaares entspricht. Ideal zur passiven Unterdrückung stehender Wellen sind grössere Räume mit den gleichen Proportionen. Die Wandabstandsverhältnisse sollten nach Möglichkeit **1 : 1,4 : 2,3** oder **1 : 1,7 : 2,6** betragen.

Räumliche Schallwiedergabe

Das menschliche Gehör ist in der Lage, anhand der eintreffenden Wellenfronten des Schalls auf den Ort der Schallquelle zu schliessen. Ortbar sind aber nur Schallereignisse mit Frequenzen höher als 200 Hertz.

Um einen guten räumlichen Eindruck zu erzielen, sollte das Verhältnis des Abstandes der Boxen vom Hörer zum Abstand der Boxen untereinander 1:1 bis 1:2 betragen. Die Ortbarkeit der Schallquelle wird durch Reflexionen, welche 2-4 m/s nach dem Direktschall zum Hörer gelangen gestört. Deshalb muss ein gewisser Abstand der Boxen zu den Raumwänden vorhanden sein, welcher mindestens 70 cm betragen sollte. Ist das nicht möglich, so sind die Reflexionen durch Anbringen von schalldämpfenden Material an den reflektierenden Wandzonen zu verringern. Die Boxen sollten in Richtung des Hörplatzes ausgerichtet sein und sich etwa in gleicher Höhe wie der Hörer befinden.

**3/16 oder 5/16 des Wandabstands
mindestens aber 70 cm**



Da die wenigsten Wohnräume alle Bedingungen eines idealen Hörraumes erfüllen, empfiehlt es sich, durch Probieren eine gute Aufstellvariante zu finden.

Aufstellung des Lautsprechersystems

- Lautsprecherboxen sollen möglichst freistehend aufgestellt sein, also nicht in der Nähe von Regalen, Fernsehgeräten, Möbelstücken und Wänden etc.).
- Eine unregelmässige Aufstellung der Zimmereinrichtung vermindert die Stärke stehender Wellen, deren Entstehen durch Symmetrien im Raum begünstigt wird.
- Zimmerecken sollten durch Möbel, Vorhänge, Pflanzen ect. Bedämpft werden, um Resonanzen zu vermeiden.
- Die schallabstrahlenden Frontseiten der Lautsprecherbox sollte einen Abstand zur Wand von 3/16 oder 5/16 des Abstandes der beiden gegenüberliegenden Wänden haben, der Abstand sollte mindestens 70 cm betragen.
- Die Schallquelle sollte sich in gleicher Höhe des Hörers befinden, eventuell müssen die Boxen auf einen speziellen Ständer gestellt werden.
- Die Lautsprecherbox muss mittels geeigneter Massnahmen vom Boden entkoppelt werden, hierzu sind am besten Spikes geeignet.
- Die Platzierung der Lautsprecher und des Hörplatzes sollte einem gleichseitigen Dreieck entsprechen, bei dem der Abstand des Hörers von den Boxen den einfachen bis doppelten Abstand der Boxen untereinander haben sollte.
- In einem rechtwinkligen Raum sollten die Boxen an einer langen Wandseite stehen. Lassen sie sich nur an der kürzeren Wandseite aufstellen, so muss der Abstand der Boxen zur angrenzenden Rückwand verhältnismässig gross sein.