



Raumakustische Optimierung

Eine Begriffsdefinition

Wer kennt sie nicht, die Proberäume vieler Bands, ausgekleidet mit Noppenschäumstoff und alten Teppichresten auf dem Fußboden. Ich kann mich noch an die Übungszimmer am Hermann-Zilcher-Konservatorium der Stadt Würzburg erinnern, in denen Eierkartons zum Schallschutz zweckentfremdet wurden. Diese Maßnahmen waren und sind weder eine akustische Lösung noch für einen Wohnraum ansehnlich. Längst hat man sich über Möglichkeiten, die Raumakustik zu verbessern, Gedanken gemacht.

Von Holger Mück

Sogenannte Akustikmodule sind heute schick, in vielen Farben erhältlich und problemlos in jeden Raum integrierbar. Es ist möglich, jedes beliebige Wunschnotiv in ein Akustikbild zu verwandeln, und schlägt damit zwei Fliegen mit einer Klappe: Man gestaltet den Raum nach seinen Wünschen und verbessert zudem die akustischen Gegebenheiten. Im vorliegenden Artikel werde ich dieses Thema näher beleuchten und heutige Möglichkeiten vorstellen, Räume, in denen Musik stattfindet, akustisch zu verbessern.

Nachfolgend werden einige Begriffe erklärt und Definitionen getroffen, die zum Beschreiben von akustischen Verhältnissen in Räumen notwendig sind.

Schalldämpfung und Schalldämmung

Klären wir zunächst die häufig verwechselten Begriffe „Schalldämpfung“ und „Schalldämmung“. „Schalldämmung“ beschreibt Maßnahmen und Vorgehensweisen, die die Schallausbreitung unterbinden oder verringern. Räume sollen durch entsprechende Schalldämmung akustisch voneinander getrennt werden. Im Hausbau werden hierzu Maßnahmen wie beispielsweise das Verlegen von schwimmendem Estrich, die Verlegung von Trittschalldämmung, das Abhängen von Decken oder das Errichten von Trennwänden mit Schallschutz-Mineralwolle angewandt. Mit diesen und einer Vielzahl weiterer Methoden lassen sich Räume voneinander akustisch entkoppeln oder zum Beispiel Übungskabinen nach außen abschirmen.

Schalldämpfung hingegen beschäftigt sich mit Maßnahmen zur gezielten Beeinflussung und Verbesserung des Raumklangs. So sollen zum Beispiel die Nachhallzeit verringert oder Bassreflexionen eliminiert werden. Erreicht wird das zum Beispiel durch Anbringen diverser Akustikpanels an Wand und Decke. Im schlechtesten Fall befestigt man, wie einleitend beschrieben, Teppichreste, einfachen Noppenschäum oder Eierkartons an der Wand. Damit dämpft man aber lediglich den Hochtonanteil und nicht, wie wünschenswert, das gesamte Frequenzspektrum.

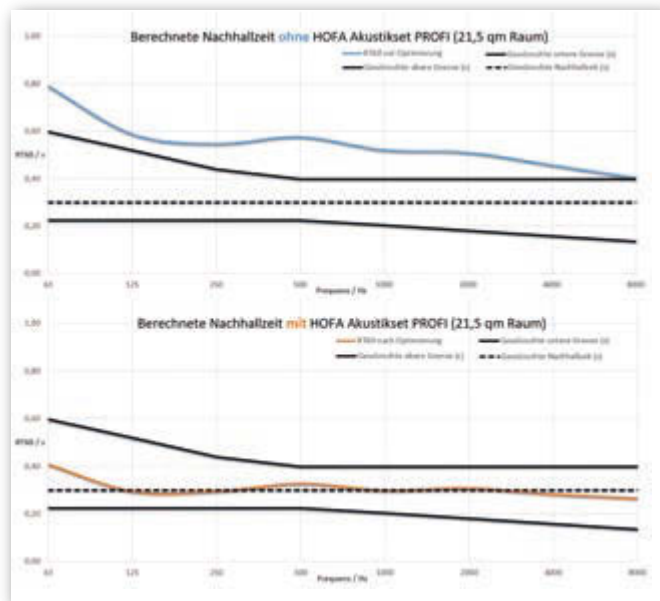
Nachhallzeit

Die Nachhallzeit RT60 (englisch: Reverberation Time) ist die bekannteste Kenngröße der Raumakustik. Unter der Nachhallzeit versteht man das Zeitintervall, innerhalb dessen der Schalldruck in einem Raum bei plötzlichem Verstummen einer Schallquelle um 60 dB abnimmt. Dieser Wert wird mit RT60 bezeichnet.

Für das subjektive Empfinden ist oft der frühe Nachhall wichtiger. Ihn misst man als Early Decay Time (EDT) und gibt die Zeit an, in der der Pegel um 10 dB abnimmt. Je größer ein Raum und je schallhärter (reflektierend) die Oberflächenmaterialien sind, desto länger ist die Nachhallzeit.

Optimale Nachhallzeit

Eine optimale Nachhallzeit ist die Zeit, die die Mehrzahl der Zuhörer und Musiker subjektiv als besonders geeignet empfinden. Ihr Zeitwert richtet



sich danach, für welchen Zweck ein Raum akustisch Verwendung findet. In Räumen, in denen viel gesprochen wird (zum Beispiel Klassenzimmer, Hörsäle), sind Nachhallzeiten zwischen 0,6 s und 0,8 s empfohlen. Die DIN 18041 empfiehlt solche Nachhallzeiten für Unterrichtsräume. Die Soll-Nachhallzeiten können bereits bei ~ 0,2 s beginnen. Der Wert hängt vom Raumvolumen ab. Nach DIN 18041 lautet z. B. die Formel für die Nutzungsart „Unterricht“: $0,32 \lg * V/m^3 - 0,17$.

Bei Räumen für Livemusikdarbietungen ist die optimale Nachhallzeit mit Werten zwischen 1,5 s und 3 s angegeben. Der Wert richtet sich nach Raumgröße sowie nach Art der Komposition und Orchesterbesetzung. Der Zuhörer erwartet in einem großen Raum eine längere Nachhallzeit, im kleineren Raum demnach weniger Nachhallzeit.

Die Firma Hofa-Akustik entwickelt und vertreibt verschiedene Module zur Anpassung und Optimierung von Raumakustik. Die professionellen Akustikmodule werden in Tonstudios ebenso eingesetzt wie in Konzertsälen, Probe- und Übungsräumen oder Heimkinos. Toygun Kirali, Tonmeister, Master of Music & Dipl.-Musiker sowie Leitender Produktmanager der Firma Hofa, erklärt bezüglich einer „optimalen Nachhallzeit“ aus der Praxis: „Wir setzen in unserem Alltag für HiFi-Kunden einen Wert von 0,5 Sekunden bis 0,8 Sekunden an. Aufnahmeräume für Sprache sollten eine sehr kurze Nachhallzeit, sprich kleiner 0,3 Sekunden haben. Für Regie-Räume setzen wir einen Wert von 0,2 Sekunden als empfehlenswert an. Aufnahmeräume für Instrumente hingegen profitieren eher von etwas längeren Nachhallzeiten. Auf jeden Fall ist in diesem Fall die Zeit länger als in der Regie.“

Absorption

Eine Maßnahme, die Nachhallzeit eines Raumes zu vermindern, ist das Anbringen sogenannter Absorber. Trifft Schall auf eine Begrenzungsfläche, wird ein Teil seiner Energie in Wärme umgewandelt, sprich absorbiert. Der umgewandelte Schallanteil steht nach der Reflexion nicht mehr zur Verfügung, das heißt, die Reflexion ist um den absorbierten Anteil leiser geworden. Die Beschaffenheit der Begrenzungsfläche sowie die Frequenz des auftreffenden Signals bestimmen den Grad der Absorption. Hohe Frequenzen werden dabei leichter absorbiert als tiefe. Weiche, poröse Materialien absorbieren Schall besser als hartes, glattes Material. Schaumstoff ist demnach ein besserer Absorber als eine Granitplatte. Absorbiert man den Nachhall in einem Raum, reduziert sich die Nachhallzeit. Im Idealfall sollte eine Absorption über den gesamten Frequenzbereich erfolgen. Doch man sollte Folgendes bedenken: Aufgrund der Größe eines Raumes erwartet der Hörer ein bestimmtes Schallereignis. Ist ein Raum zu stark bedämpft, wirkt dieser

schnell tot und klingt für den Hörer ungewöhnlich. Viele Menschen fühlen sich in überdämpften Räumen unwohl. Durch Absorption können Kammfiltereffekte, Flatterechos und Raumresonanzen minimiert, reduziert oder ganz und gar eliminiert werden. Die Nachhallzeit eines Raumes schwächt sich ab.

Diffusion

Bei der Diffusion wird der auftreffende Schall nicht in eine bestimmte Richtung zurückgeworfen, sondern durch eine besondere Oberflächenstruktur eines Diffusors in viele verschiedene Richtungen, sprich „diffus“, reflektiert. Die Diffusion bzw. diffuse Streuung ist somit ein Spezialfall der Reflexion, sie beeinflusst die Nachhallzeit nicht, sorgt jedoch für eine gleichmäßige Verteilung der Schallenergie im Raum. Es entsteht ein Diffus-Schallfeld. Harte Reflexionen werden aufgesplittet und aus einer einzigen harten Schallwelle werden viele kleine. Diffusion lässt einen Raum lebendig, aber auch klanglich größer wirken. Diffusion eignet sich, um Kammfiltereffekte abzuschwächen und Flatterechos zu beseitigen.

Flatterechos

Flatterechos entstehen im mittleren Frequenzbereich, wenn zum Beispiel bei perkussiver Schallanregung (zum Beispiel durch Händeklatschen) zwischen zwei parallelen Wänden der Schall hin und her reflektiert wird. Ein kurzer Schallimpuls wird dabei von einer schallharten Wand zurückgeworfen und wandert zur gegenüberliegenden parallelen Wand. Diese Wand wirft den Schall wieder zurück. Der Vorgang wiederholt sich so lange in schneller Folge, bis die Schallenergie komplett absorbiert wurde. Mit jeder Reflexion nimmt die Schallenergie ab, da sich ein Teil der Schallenergie bei Auftreffen auf eine Wand durch Absorption in Wärme umwandelt. Für den Hörer heißt das, dass die Reflexion um diesen absorbierten Anteil leiser ist als der auftreffende Schall.

Wenn der Abstand der Flächen, zwischen denen der Schall hin und her geworfen wird, klein ist, hat das Flatterecho einen Toncharakter. Je geringer der Abstand der parallelen Wände, desto schneller wird der Schall hin und her geworfen und umso stärker ausgeprägt sind die hervorgerufenen Klangfärbungen. Flatterechos können durch die Geometrie des Raumes vermieden oder bei gegebener Raumanordnung durch Anbringen von absorbierendem Material an reflektierenden Flächen abgeschwächt werden. Hierdurch wird die Flatterecho-Nachhallzeit unter die Nachhallzeit des ganzen Raums gesenkt. Ebenso wirksam finden Diffusoren Anwendung.

Kammfiltereffekte

Wird ein Ton mit einer zeitverzögerten Kopie desselben additiv überlagert, entsteht ein kammgefiltertes Signal. Anders gesagt: Ein Kammfiltereffekt tritt dann auf, wenn ein Signal innerhalb kurzer Zeit zwei Mal das Ohr des Hörers erreicht, ein Mal als direktes Signal und ein Mal als Reflexion durch eine Wand. Eine unangenehme störende Klangfärbung ist die Folge. Wie kommt ein solcher Effekt zustande? Meist handelt es sich um Boden- oder Wandreflexionen. Direktschall und Reflexion überlagern sich und in gleichmäßigen Abständen entstehen im Frequenzband Auslöschungen und Verstärkungen. Die Folge: Musikinstrumente hören sich dumpf an, da die hohen Frequenzanteile fehlen. Je geringer die Signalstärke der Reflexion ist, desto geringer ist die Kammfilterverfärbung ausgeprägt. Warum aber die Bezeichnung „Kammfilter“? Im linearen Maßstab (lineare Darstellung der Frequenzachse) haben die Amplituden über den gesamten Frequenzbereich gleichen Abstand, im praktischeren logarithmischen Maßstab wird der Abstand der Amplituden mit zunehmender Frequenz geringer. Beide Male gleicht der Frequenzgang den Zähnen eines Kamms.

Raumresonanzen/Moden

Raumresonanzen machen sich durch Dröhnen oder sogenanntes Wummern störend bemerkbar. Bassinstrumente klingen unpräzise und je nach Tonhöhe mal zu leise, mal überzeichnet. Sie treten im Bassbereich dann auf, wenn das Vielfache der halben Wellenlänge einer Schallwelle bestimmter Frequenz zwischen zwei Begrenzungsflächen des Raumes passt. Hierdurch entstehen stehende Wellen mit ortsfesten Auslöschungen wie Frequenzüberhöhungen. Moden entstehen besonders charakteristisch in kleinen Räumen mit parallelen Begrenzungsflächen. Ebenso ist die Entstehung von Moden in schwächerer Ausführung zwischen vier oder allen sechs Raumbegrenzungsflächen möglich.

Klangtreue

Mit Klangtreue wird die Eigenschaft eines Raumes beschrieben, wiedergegebene Musik möglichst nicht zu verfälschen. Der Begriff High Fidelity, kurz Hi-Fi, bezeichnet denselben Sachverhalt auf dem Sektor von Musikanlagen. Ein weiterer Begriff in diesem Zusammenhang ist Audiophil, er steht für hohe Wiedergabequalität von aufgenommener Musik. Diese Begriffe stammen aus der Audiotechnik, finden aber auch Verwendung in der Raumakustik allgemein.

Raumakustische Optimierung

Flexible Systeme der Firma Hofa

Warum sollte man sich überhaupt Gedanken um die Akustik machen? Für professionelle Tonstudiobetreiber oder ambitionierte Homerecorder ist für das Erreichen gut klingender Aufnahmen neben hochwertigem Aufnahmeequipment wie Mikrofon oder Vorverstärker eine gute Raumakustik unabdingbar. Noppenschauplatten oder seltsame Holzstellagen in der Wohnung anzubringen, um einen Raum akustisch zu verbessern, kommt für viele Musiker nicht infrage. Schlechte akustische Bedingungen verfälschen das Klangbild und wirken sich mitunter sogar ermüdend auf den Musiker aus.

Von Holger Mück

Die Firma Hofa bietet ein durchdachtes System an Optimierungsvarianten, welches schick in jedem Raum unterzubringen ist und eine hohe Varianz an Klangoptionen bereithält.

Diverse Akustikmodule

Bereits 1988 gründete sich die Hofa GmbH zunächst als Tonstudio, expandierte dann aber in den Folgejahren mit den Bereichen Media (1993), College (2005), Akustik (2007) und Plug-ins (2010) zu einem der größten Dienstleister auf dem Gebiet der Audio- und Medienproduktion im deutschsprachigen Raum.

Welche Möglichkeiten gibt es, einen Raum akustisch zu optimieren?

Hofa-Akustik entwickelt und vertreibt sogenannte Basstraps, Absorber, Diffusoren, Mobilwände und Akustikvorhänge, die alle der Verbesserung der Raumakustik dienen. Die professionellen Akustikmodule können in Tonstudios ebenso eingesetzt werden wie in Konzertsälen, Proberäumen, Heimkinos oder im häuslichen Proberaum.

Warum Hofa-Akustik?

Hofa Akustikmodule bieten eine einzigartige Möglichkeit zur Verbesserung der Raumakustik, da durch ein modulares Konzept jeder Raum in seinen klanglichen Eigenschaften optimal gestaltet werden kann. Ein flexibles Wechselrahmensystem bietet darüber hinaus die Option, die Akustik im Raum je nach Zweck im Handumdrehen zu verändern oder zu variieren.

Die unterschiedlichen Akustikmodule sind aufeinander so abgestimmt, dass sich das gesamte Frequenzspektrum gezielt beeinflussen lässt. Dadurch ist eine lineare Absorption sowohl im Bassbereich als auch in den mittleren und hohen Frequenzen gewährleistet, um den Nachhall effizient zu verringern. Spezielle Akustikvorhänge bieten eine weitere Möglichkeit zur Schalldämmung und -dämpfung vor Raumöffnungen und/oder Glasflächen. Sogenannte Diffusoren ergänzen die schalldämpfenden Module, indem sie für einen lebendigen und homogenen Raumklang sorgen.



Absorber

Nachfolgend schauen wir uns die einzelnen Akustikmodule genauer an.

Wechselrahmensystem

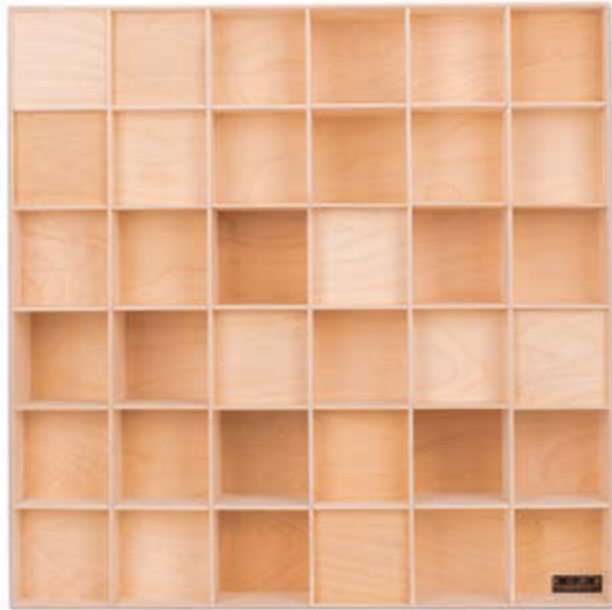
Der Wechselrahmen von Hofa ermöglicht eine flexible Raumakustik. Wechselrahmen sind für ein oder zwei Module erhältlich und können mit Diffusoren und/oder Absorbern bestückt werden. Mit nur wenigen Handgriffen sind die Module wechsel- oder austauschbar. Angeboten werden die Rahmen in der Variante natur oder gefärbt mit lösungsmittelfreier Beize. Die Rahmen sind aus 19 mm starker Vollholz-Buche hergestellt.

Absorber / Absorber ECO

Ein Absorber reduziert effizient die Nachhallzeit mittlerer und hoher Frequenzen im Raum. Der Hersteller bietet hierzu zwei Varianten an: den Absorber und den Absorber ECO. Akustisch gibt es keinen Unterschied zwischen beiden. Der Absorber ist zusätzlich mit einem Holzrahmen ausgeführt, sieht daher edler aus und passt genau in das Hofa Wechselrahmensystem. Für eine Platzierung an der Decke wird daher diese Variante empfohlen, die einen besseren Halt im Rahmen gewährleistet. Der Holzrahmen bietet außerdem zusätzlichen Schutz bei häufigen Modulwechseln. Beim Eco-Absorber hat man auf den Holzrahmen verzichtet. Die Absorber haben laut Herstellerangaben einen hohen Wirkungsgrad und sorgen für eine vollständige Absorption oberhalb von 500 Hz. Bei 200 Hz verspricht das Datenblatt 50 % Absorption.

Aufbau und mögliche Lieferoptionen

Die Absorber bestehen im Innern aus dem Akustikschaumstoff „Basotect“ der Firma BASF. Basotect ist ein flexibler, offenzelliger Schaumstoff aus Melaminharz, einem duroplastischen Kunststoff. Sein typisches Kennzeichen ist die filigrane räumliche Netzstruktur, die aus schlanken und damit leicht verformbaren Stegen gebildet wird. Hierzu später mehr. Als Bezug dient



Diffusor

ein spezieller Akustikstoff, der in sieben Farben zur Verfügung steht. Angeboten werden die Farbvarianten Schwarz, Grau, Anthrazit, Royalblau, Bordeaux, Creme und Orange.

Schallabsorption mit Basotect

Die offenporige Oberfläche von Basotect (eingetragenes Warenzeichen) gewährleistet, dass Schallwellen nicht als Hall reflektiert werden, sondern ungehindert in die Zellstruktur eindringen können. In der Zellstruktur wird die Schallenergie reduziert. Basotect besitzt somit ein ausgezeichnetes Schallabsorptionsvermögen, hat ein geringes Gewicht sowie eine hohe Temperaturbeständigkeit. Zudem ist Basotect ein schadstoffgeprüftes Produkt und nach dem OEKO-TEX Standard zertifiziert. Basotect Akustik-Schaumstoff erfüllt die Brandschutzklasse DIN 4102-1 B1 und ist schwer entflammbar.

Diffusor

Die Diffusoren werden in Handarbeit von der Lebenshilfe Bruchsal gefertigt. Diffusoren stehen im Gegensatz zu den angewendeten Absorbern, welche den Schall auslöschen sollen. Wie sie wirken und was sie bewirken, erklärt mein Artikel.

Aufgabe und Funktionsweise von Diffusoren

Sicherlich hat jeder schon einmal vom Reflexionsgesetz „Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel“ gehört. Dieses Gesetz beschreibt die Reflexion von Licht und kann in gleicher Weise auf den Schall angewendet werden. Der Schall wird an einer glatten Fläche gemäß diesem Gesetz zurückgeworfen. Dabei kann die Reflexion genauso klingen wie das Direktsignal selbst, nur kommt sie aus einer anderen Richtung. Folglich kann der Hörer eine akustische Signalquelle nur schwierig im Raum orten.

Ein Weg, dem Problem zu begegnen, wäre die Absorption, ein anderer die Diffusion. Durch alleinige Verwendung von Absorbern würde sich die Lebendigkeit des Klanges verlieren. Aus Sicht von Akustikexperten ist die Kombination die richtige Lösung.

Der Diffusor ist bei einer Abmessung von 50 cm x 50 cm und einer Bautiefe von 11 cm in 36 quadratische Felder mit einer Größe von 8 cm x 8 cm unterteilt. Jedes dieser Quadrate hat eine andere Tiefe, was eine gleichmäßige Streuung des Schalls in alle Raumrichtungen und für einen breiten Fre-

quenzbereich erlaubt. Diffusion eignet sich damit grundsätzlich in erster Linie für mittlere und hohe Frequenzen, weil für Bässe unakzeptable Bautiefen erforderlich würden. Aus klanglichen Gründen sind die Hofa Diffusoren aus unbehandeltem Birkenholz gefertigt. Dadurch entfaltet sich ein warmer, lebendiger Raumklang. Für die farbigen Diffusoren verwendet man aus diesem Grund Beize, die die Oberflächenstruktur des Holzes erhält. Lieferbare Farben sind neben der Natur-Variante (unbehandeltes Birkenholz) Schwarz, Creme und Braun.

Die Diffusoren aus dem Hause Hofa eignen sich durch ihr modifiziertes QRD-Design (Quadratic Residue Diffusers) zur Zerstreuung von Raumreflexionen in den Mitten und Hochmitten. Durch die Anordnung von vier Diffusoren in zwei Wechselrahmen kann einfach ein großer QR-Diffusor kombiniert werden.

Basstrap

Vorzugsweise in den Ecken platziert, sorgt der Basstrap für einen präzisen und festen Raumklang der tiefen Frequenzen. Basstraps werden in zwei unterschiedlichen Höhen angeboten, als „Basstrap“ mit einer Höhe von 104 cm und einem Durchmesser von 43 cm sowie als „Basstrap Baby“ mit gleichem Durchmesser, aber einer Höhe von 51 cm. Deck- und Bodenplatte bestehen aus Multiplexholz, die Basssäulen sind somit stapelbar.

Basstraps eignen sich für die wirksame Bekämpfung von Bassdröhnen und Raummoden sowie als Breitbandabsorber bis in den Bassbereich. Die Basstraps eignen sich ideal zum Beispiel als Boxenständer oder in mehrfacher Ausführung als akustische Trennwand.

Während hohe Frequenzen gerichtet abgestrahlt werden, breiten sich tiefe Frequenzen kugelförmig aus. Alle Schallwellen werden an den Begrenzungsflächen des Raumes reflektiert. Durch die Überlagerung der Schallwelle und ihrer Reflexion entstehen zwischen parallelen Wänden sogenannte stehende Wellen. Dies bezeichnet man als Raummoden. Sie kommen immer dann zustande, wenn das Vielfache einer halben Wellenlänge zwischen zwei Begrenzungsflächen passt. Diese Raummoden müssen gedämpft werden. Am besten eignen sich hierzu in den Ecken aufgestellte Basstraps mit ausreichender Bautiefe, denn dort ist die Verteilung der Raummoden aus allen drei Raumdimensionen am gleichmäßigsten. Der Bassbereich gewinnt an Klarheit und Druck. Dadurch können Lautsprecher im Raum ihren wahren Wert entfalten.



Basstrap

Akustikvorhang

Die Akustikvorhänge werden in der Größe 200 cm x 220 cm angeboten. Sondergrößen sind auf Anfrage lieferbar. Die Vorhänge werden in Deutschland in Handarbeit gefertigt und in neun verschiedenen Farbvarianten angeboten. Zur Aufhängung an Vorhangschienen oder passenden Gardinenstangen befinden sich an der Oberkante Metallösen im 20 cm Abstand. Die Ösen haben einen Innendurchmesser von 40 mm. Passende Schienen und Stangen sind im Lieferumfang nicht enthalten, jedoch als Zubehör erhältlich. Die Seiten sowie die Unterkante des Vorhangs sind gesäumt. Der Vorhangstoff selbst ist für eine optimale akustische Wirkung drei- oder fünfflagig ausgeführt, darüber hinaus nach DIN 4102/B1 schwer entflammbar.

Verwendung

Vor Fenster, Tür oder Wand angebracht sorgen die Hofa Akustikvorhänge für eine hohe Schallabsorption und Schutz vor Umgebungslärm. Die Vorhänge bewirken eine Kombination aus Absorption und Reflexion und werden in den Varianten „Studio“ und „Iso“ angeboten. Durch Raffung des Vorhangs kann seine akustische Wirksamkeit beeinflusst werden. Der Hersteller empfiehlt eine Raffung im Verhältnis von 2 zu 1, das heißt, ein Vorhang mit 200 cm Breite deckt so eine Fläche von etwa 100 cm Breite ab. Schauen wir uns beide Varianten näher an.

Akustikvorhang „Iso“

Der Unterschied zwischen „Iso“ und „Studio“ liegt nicht nur im Gewicht. Der Akustikvorhang „Iso“ ist in dreilagiger Ausführung als „Iso 3“ und als „Iso 5“ mit fünfflagigem Aufbau erhältlich. Selbstredend hat das Einfluss auf das Gewicht. So kommt der Vorhang im oben erwähnten Standardmaß (200x220 cm) auf 5,7 kg (Iso 3 – 1.300 Gramm pro qm) beziehungsweise auf 9,7 kg (Iso 5 – 2.200 Gramm pro qm) in der fünfflagigen Version.

Durch einen mehrschichtigen Aufbau ergibt sich die Wirksamkeit des Vorhangs. So wechseln sich beim „Iso 5“ drei schallabsorbierende Schichten mit schwerem Baumwollstoff mit zwei Akustikfolien mit hoher Dichte ab. Die Transmission des Schalls wird dergestalt deutlich gemindert. Beim dreilagigen „Iso 3“ ist zwischen zwei Moltonschichten nur eine schwere Akustikfolie eingearbeitet. Das Schalldämmmaß ist demnach geringer. Der Akustikvorhang „Iso 5“ ist das Mittel der Wahl, wenn es um die bestmögliche akustische Trennung geht. Durch die Erweiterung mit zwei zusätzlichen Lagen sorgt dieser Akustikvorhang im Vergleich zum Akustikvorhang „Iso“ 3 für verbesserte Schalldämmmaße.

Akustikvorhang „Studio“

Der Akustikvorhang „Studio“ besteht aus drei Lagen extra schwerem Moltonstoff und absorbiert damit wirkungsvoll den Schall bis weit in den Tiefmittenbereich. Die Nachhallzeit im Raum sowie Raumreflexionen werden verringert. Im angegebenen Standardmaß (200 x 220 cm) bringt der Vorhang 4,0 kg auf die Waage, was einem Gewicht von 900 Gramm pro qm entspricht.

Fazit Akustikvorhänge

Der Akustikvorhang wird in Deutschland direkt bei Hofa hergestellt. Hervorragende Verarbeitung und hochwertige Materialien sorgen dafür, dass der Vorhang nach Jahren noch gut aussieht. Der Vorhang ist mit Metallösen versehen, rundum gesäumt und beidseitig verwendbar. Ein Akustikvorhang sorgt vor Fenster und Türen nicht nur für einen kontrollierten Raumklang, sondern auch für einen Schallschutz nach außen. Die extra schwere Ausführung „Iso 5“ ist bestens als akustische Trennung von Räumen sowie zum Schutz vor Außenlärm geeignet. Bei Bedarf lässt sich ein Vorhang durch Raffan in seiner akustischen Wirkung variabel anpassen.

ÜBERSICHT HOFA-AKUSTIKMODULE

Hofa Basstrap Baby

Höhe 51 cm, ø 43 cm
Gewicht ca. 7,7 kg

Hofa Diffusor

50 cm x 50 cm x 11 cm
36 Innenteilungen: 8 cm x 8 cm
Wandstärke: 3 mm
Gewicht ca. 2 kg
Preis: 69 Euro

Hofa Absorber ECO

50 cm x 50 cm x 10 cm
Gewicht ca. 0,42 kg
Lieferbare Farben: schwarz | grau | anthrazit | royalblau | bordeaux | creme | orange
Preis: 49,90 Euro

Hofa Wechselrahmen 1 Modul

54,5 cm x 54,5 cm x 12 cm
Gewicht ca. 2 kg
Preis: 54,89 Euro

Hofa Akustikvorhänge

Variante „ISO“

Kombination von Absorption und Reflexion
akustische Trennung von Räumen und Schutz vor Außenlärm
Gewicht ca. 5,3 kg
extra schwere Ausführung: 1.200 g pro m²
Preis: 299 Euro (ISO 3) 499 Euro (ISO 5)

Variante „STUDIO“

hohe Absorption
Minimierung der Nachhallzeit und Raumreflexionen
Gewicht ca. 4,0 kg
extra schwere Ausführung: 900 g pro m²
Preis: 299 Euro

Hofa Mobilwände

für 2 Module, Höhe 0,71 m: 219,90 Euro
für 4 Module, Höhe 1,28 m: 289,90 Euro
für 6 Module, Höhe 1,84 m: 379,90 Euro
für 8 Module, Höhe 2,42 m: 469,90 Euro

Hofa Akustikbilder

Akustikbild S: 50 x 100 cm: 349,90 Euro
Akustikbild M: 100 x 100 cm: 509,90 Euro
Akustikbild L: 150 x 100 cm: 609,90 Euro

www.hofa-akustik.de

Hofa Basstrap

Höhe 103 cm, ø 43 cm
Gewicht ca. 14,5 kg

Hofa Absorber

50 cm x 50 cm x 11 cm
Gewicht ca. 3,1 kg
Lieferbare Farben: schwarz | grau | anthrazit | royalblau | bordeaux | creme | orange
Preis: 79,90 Euro

Hofa Wechselrahmen 2 Module

104,5 cm x 54,5 cm x 12 cm
Gewicht ca. 4 kg
Preis: 69,90 Euro



Akustikbilder – effektiv & individuell

Akustikbilder sind perfekt für den Einsatz in Wohn- ebenso wie in Geschäftsräumen geeignet. Durch den eingearbeiteten Akustikschaum „Basotect“ absorbiert ein Akustikbild mittlere und hohe Frequenzen und schafft einen angenehmen Raumklang. Das Besondere daran ist, man kann Akustikbilder mit individuellen Motiven bedrucken und somit einen Raum nach eigenen Wünschen gestalten.

Die Akustikbilder sind schwer entflammbar nach DIN 4102-B1. Die bedruckte Stoffoberfläche ist pflegeleicht und einfach waschbar. Außerdem kann der bedruckte Bezug einfach gegen ein anderes Motiv ausgetauscht werden. Akustikbilder können sowohl hochkant als auch quer aufgehängt oder mittels Seilkonstruktion sogar an der Decke angebracht werden. Die gewünschten Aufhängungen werden vor Auslieferung an der richtigen Stelle montiert. Folgende Abmaße sind möglich: Akustikbild S 50 x 100 cm (349,90 Euro), Akustikbild M 100 x 100 cm (509,90 Euro) und Akustikbild L 150 x 100 cm (609,90 Euro).

Die Mobilwand

Die Mobilwand vereint die Vorteile des Wechselrahmenprinzips mit denen rollbarer Trennwände. Lieferbar ist die Wand in vier verschiedenen Höhen bis zu einer Maximalhöhe von 2,45 m. Die Mobilwand ist innerhalb weniger Minuten aufgebaut und frei im Raum platzier- und bewegbar. Sämtliche vorgestellten Akustikmodule lassen sich in die Wand einsetzen und so individuelle akustische Ergebnisse erzielen. Zusätzlich sind schalldichte Sichtfenster auf Anfrage möglich. In erster Linie für Studioanwendungen konzipiert, sind die Mobilwände genauso als Raumteiler im privaten Umfeld anwendbar.

SERVICELLEISTUNGEN

Raumakustik- und 3D-Planung

Als kostenlosen Service bietet Hofa für Räume bis zu 50 qm eine Raumakustik- und 3D-Planung an und erarbeitet einen detaillierten Raumplan mit dreidimensionalen CAD-Modell, berechnet die aktuelle sowie die zu erwartende Nachhallzeit (RT60) und empfiehlt in einem unverbindlichen Angebot diverse Akustikmodule.

Raumakustikmessung

Eine akustische Messung des Raumes ist die beste Grundlage für eine Optimierung der Raumakustik. Hofa bietet gegen Aufpreis diesen Service an und führt vor Ort mit professioneller Technik eine präzise Mes-



sung für eine ideale Raumakustikplanung durch.

Aus den ermittelten Daten wird in Absprache eine unverbindliche Akustikplanung erstellt.

Schallpegelmessung

Lärm am Arbeitsplatz kann zu einer Beeinträchtigung des Konzentrationsvermögens führen und im schlimmsten Fall auch Langzeitschäden verursachen. Hierbei geht es zum einen um Arbeitsschutz, zum anderen um den Schutz vor Hörschädigung im Allgemeinen.

Ein geschulter Akustiker misst vor Ort nach den VDI-Richtlinie 3760. Anschließend werden akustische Maßnahmen geplant, um den Lärm in Einklang mit

der TRLV-Lärm und der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) zu bringen.

Montage-Service

Die vorgestellten Akustikmodule sind ohne erweiterte handwerkliche Fertigkeiten einfach und schnell zu installieren. Hofa bietet als Serviceleistung aber gern die Installation der Akustikmodule durch einen erfahrenen Mitarbeiter mit handwerklicher Kompetenz an.

Praxistest und Fazit

Zur Optimierung meines Aufnahme-, Unterrichts- und Proberaums mit der Größe von 25 qm (Deckenhöhe steigend von 2,5 m auf 3,5 m, Sichtdachstuhl) habe ich nach einer von Hofa angefertigten Raumplanung Absorber und Diffusoren im Wechselrahmen sowie Basstraps installiert. Die Module wurden per DHL in stabilen Kartonagen, umhüllt von Luftpolsterfolie geliefert. Die Installation der doppelten Wechselrahmen (zwei Module) ging kinderleicht vonstatten: Pro Rahmen werden zwei Metall-Halteösen mitgeliefert, die rückseitig je nach Ausrichtung (waagrecht oder senkrecht) mit je zwei Holzschrauben angeschraubt werden. Dübel sowie Schrauben für das Anbringen an der Wand gehören ebenfalls zum Lieferumfang. Empfehlenswert wäre ein Helfer zur Installation, die sich zu zweit sehr einfach gestaltet. Ist der Rahmen angebracht, werden die Akustikmodule ohne weitere Befestigung in den Rahmen gestellt. Fertig!

War im Raum vorher recht viel Hall, klingt er nun ausgewogen und natürlich. Egal ob beim Spielen mit dem Instrument oder Abspielen von Musik aus der Stereoanlage, der Raum klingt sehr ausgewogen und natürlich, in keinem Fall jedoch dumpf oder gar tot.

Abgespielte Musik wird audiophil, sprich klangtreu wiedergegeben. Das Wechselrahmensystem eröffnet klanglich viele Möglichkeiten, um den Raum akustisch zu verändern und individuell anzupassen. Hierzu können Absorber mit Diffusoren getauscht oder anders kombiniert werden.

Geeignet sind die Akustikmodule für alle Räume, in denen Musik gemacht, gehört oder bearbeitet werden soll. Das Hofa-Akustik Produktportfolio bietet eine optisch ansprechende Möglichkeit jeden Raum akustisch zu optimieren. ■

Aufbau Hofa Akustikmodule



1. Die Lieferung erfolgt per DHL in äußerst stabilen Kartonagen



2. Die mitgelieferten Aufhänger müssen abhängig von der gewünschten Ausrichtung (horizontal oder vertikal) an die Rückseite des Wechselrahmens angeschraubt werden



4. Die gewünschte Höhe wird angezeichnet, der Abstand zwischen beiden Halteclips gemessen und je eine mitgelieferte Schraube mittels Dübel in der Wand befestigt



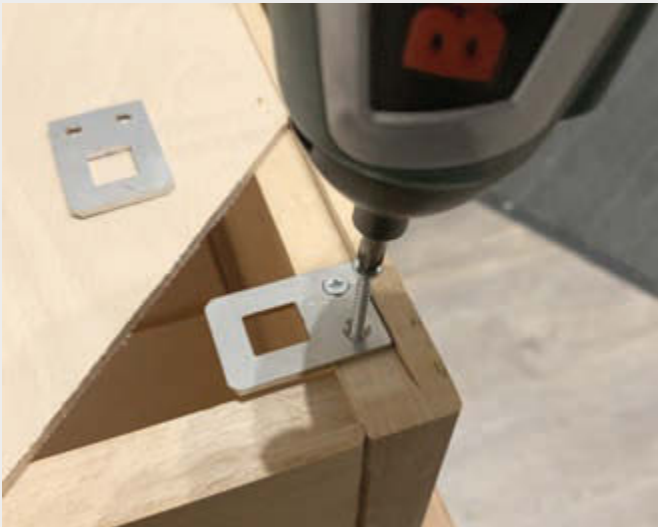
5. Der Wechselrahmen sollte mit der Wasserwaage für eine korrekte Ausrichtung kontrolliert und ggf. korrigiert werden



7. Bestückungsvariante mit je einem Diffusor und einem Absorber pro Wechselrahmen. Die Akustikmodule werden dabei ohne weitere Befestigung in den Rahmen eingesetzt



8. Ein zweiter Wechselrahmen wurde mit je zwei Diffusoren zu einem sogenannten QR-Diffusor kombiniert. Dieser sorgt für perfekte und symmetrische Diffusion im Raum



3. Mit einem Akkuschauber ist die Befestigung auch für den ungeübten Handwerker kein Problem



6. Ein zweiter Wechselrahmen wird über dem ersten platziert



9. Der Schall wird durch den QR-Diffusor effektiv gestreut und das Klangbild homogener und differenzierter gestaltet