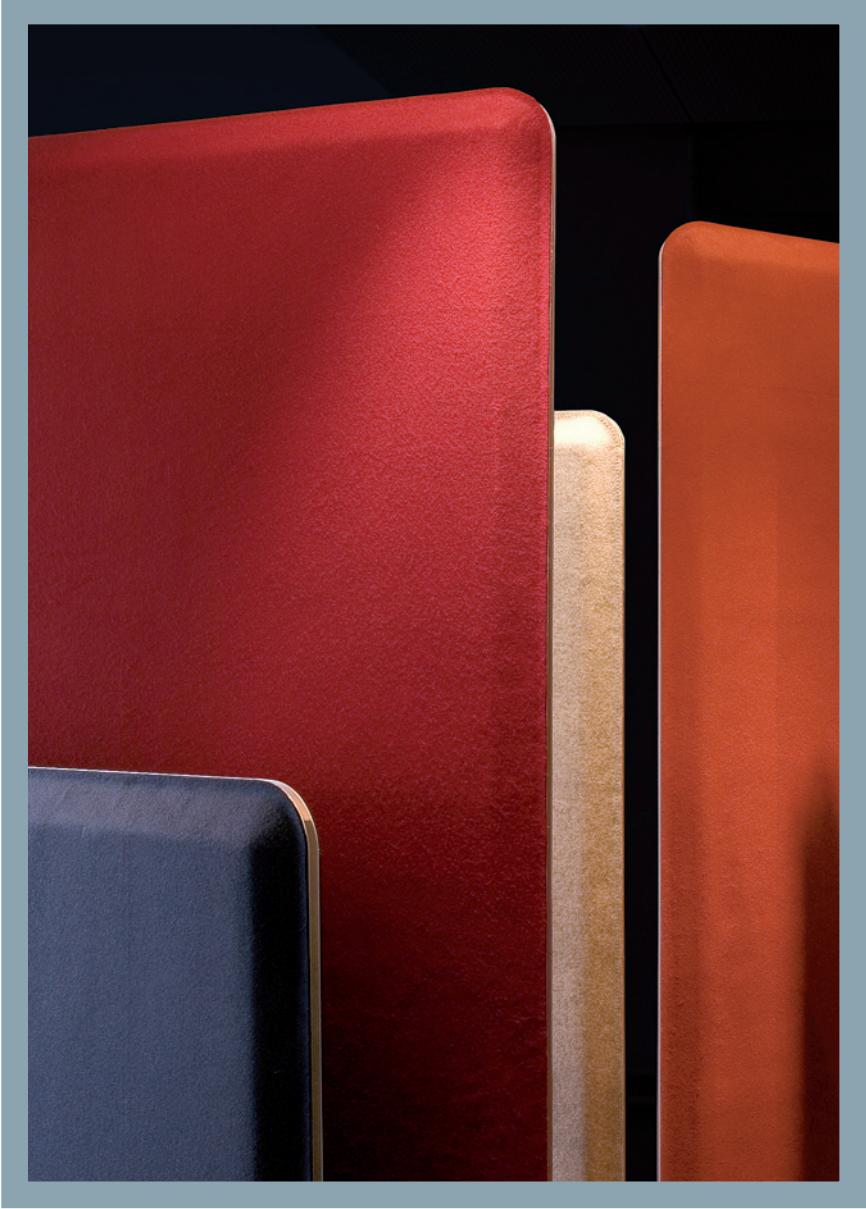


Pannello

Design by Matteo Thun

R
C
C
K
S
T
C
E
L



Inhalt
Sommaire

Pannello, design by Matteo Thun	4
Pannello sospeso	6
Pannello murale	9
Pannello supporto	12
Pannello semplice	14
Capitonné	16
Accessoires	18
Pannello Tavola	20
Pannello Paravent	22
Größen und Formen	24
Farben und Oberflächen	26
Zubehör und Accessoires	28
Akustik und Innenraum	30
Wissenswertes zur Akustik	38
Flammfestigkeit / Brandverhalten	52

Pannello, design by Matteo Thun	4
Pannello sospeso	6
Pannello murale	9
Pannello supporto	12
Pannello semplice	14
Capitonné	16
Accessoires	18
Pannello Tavola	20
Pannello Paravent	22
Dimensions et formes	24
Couleurs et surfaces	26
Garnitures et accessoires	28
Acoustique et intérieur	30
Ce qu'il faut savoir sur l'acoustique	38
Ininflammabilité / tenue au feu	52

Contents
Sommario

Pannello, design by Matteo Thun	4
Pannello sospeso	6
Pannello murale	9
Pannello supporto	12
Pannello semplice	14
Capitonné	16
Accessories	18
Pannello Tavola	20
Pannello Paravent	22
Sizes and shapes	24
Colours and surfaces	26
Accessories	28
Acoustics and Interior Design	30
Interesting facts about acoustics	38
Flame resistance / fire protection	52

Pannello, design by Matteo Thun	4
Pannello sospeso	6
Pannello murale	9
Pannello supporto	12
Pannello semplice	14
Capitonné	16
Accessori	18
Pannello Tavola	20
Pannello Paravent	22
Dimensioni e forme	24
Colori e superfici	26
Accessori	28
Acustica di interni	30
Nozioni di acustica	38
Resistenza alla fiamma / comportamento alla combustione	52

Pannello

Design by Matteo Thun

In den letzten Jahren haben die harten Bodenbeläge – Holz, Stein, Linoleum – sowohl im Arbeitsumfeld und in öffentlichen Räumen als auch im exklusiven Wohnbereich an Bedeutung gewonnen, während Teppiche immer unpopulärer wurden. Im Hinblick auf die Trittschalldämmung sowie auf die Schallabsorption sind die Eigenschaften von textilen Bodenbelägen jedoch nicht zu unterschätzen.

Der Wunsch nach mehr Ruhe und Behaglichkeit in Verbindung mit modernem Design lässt Architekten und Bauherren repräsentativer Objekte – Grossraumbüros, offener Empfangshallen, Restaurants – inzwischen zunehmend nach Möglichkeiten suchen, Schallabsorption quasi unsichtbar im Raum unterzubringen. Mehr Schallabsorption bedeutet weniger Schallausbreitung und damit auch weniger Lärm.

Ruckstuhl hat gemeinsam mit dem international bekannten Architekten und Gestalter Matteo Thun/Milano und dem Akustiker Dr. Christian Nocke, Akustikbüro/Oldenburg, nach Lösungen gesucht, um dem neuesten Stand in der Raumakustik und im Produktdesign gleichermaßen gerecht zu werden. Die Gestalter hatten den Anspruch, nicht nur eine technisch-akustische Problemlösung zu entwickeln, sondern darüber hinaus ein formschönes und funktionales Element für die anspruchsvolle Innenarchitektur zu kreieren.

So entstand die variationsreiche Kollektion Pannello. Im Hinblick auf die Schallabsorption hat Pannello hervorragende Eigenschaften: Der Schall wird nahezu im gesamten Frequenzbereich zu über 80% absorbiert. Daneben erfüllt das Produkt weitere Funktionen: Die Pannellos dienen als Projektions- und Pinnwand und zur Raumgestaltung. Pannello wird zudem einem hohen Anspruch an das Produktdesign gerecht. Nicht eine ausschliesslich technische Lösung für Lärmprobleme, sondern gleichermaßen ein raumgestaltendes Element für den Innenraum wird mit der Kollektion Pannello angeboten.

Die Oberfläche aus reinem Schurwollfilz in gedeckten Farben lässt eine warme und harmonische Atmosphäre entstehen. Die zurückhaltende und doch ausdrucksstarke Form und die unterschiedlichen Typen erlauben es dem Planer, Pannello in Räumen unterschiedlichster Nutzung einzusetzen.

Ces dernières années, les revêtements de sol durs – bois, pierre, linoléum – ont joué un rôle de plus en plus important, tant dans l'environnement de travail et dans les lieux publics que dans l'habitat de luxe, alors que les tapis perdaient continuellement en popularité. Il convient de ne pas sous-estimer les propriétés des revêtements de sol textiles en matière d'insonorisation des bruits de chocs et d'absorption acoustique.

L'aspiration à une tranquillité et à un confort accrus associés à un design moderne conduit entretemps de plus en plus les architectes et les maîtres d'ouvrage d'objets immobiliers représentatifs – bureaux paysagers, halls d'accueil ouverts, Restaurants – à rechercher des possibilités d'intégrer l'absorption acoustique dans une salle de manière quasiment invisible. Une augmentation de l'absorption acoustique signifie une propagation réduite des sons et donc moins de bruit.

En collaboration avec l'architecte et concepteur Matteo Thun de Milan, et le spécialiste en acoustique Dr. Christian Nocke de l'Akustikbüro d'Oldenburg, Ruckstuhl a cherché des solutions susceptibles de satisfaire à la fois les développements les plus récents en matière d'acoustique des locaux et de design de produit. Les concepteurs ne souhaitaient pas seulement développer une solution technique dans le domaine de l'acoustique, ils voulaient également créer un élément fonctionnel aux formes attrayantes, capable de satisfaire les exigences de l'architecture d'intérieur.

C'est ainsi qu'est née la collection Pannello, riches en variations. En termes d'absorption acoustique, Pannello possède d'excellentes propriétés : le son est absorbé à plus de 80% dans la quasi-totalité du domaine de fréquence. Ce produit remplit en outre des fonctions supplémentaires : les Pannellos servent d'écran de projection et de panneau d'affichage au même titre que d'élément de décoration. En termes de design de produit, Pannello répond en outre à des critères élevés. La collection Pannello n'offre pas seulement une solution technique aux problèmes de bruit, elle propose également un élément de décoration d'intérieur.

La surface constituée de feutre de pure laine vierge dans des couleurs sourdes, crée une atmosphère chaude et harmonieuse. La forme discrète et cependant très expressive ainsi que les différents types permettent au planificateur d'utiliser Pannello dans des locaux d'usages très différents.

In recent years, hard floor coverings – wood, stone, linoleum – have become more prominent in workplaces and in public areas as well as in exclusive private spaces, while carpets have lost popularity. However, with regard to impact sound level and sound absorption the properties of textile floor coverings cannot be underestimated. Together with other surfaces in a room, carpets can decisively contribute to create a high degree of comfort and at the same time confidentiality.

The demand for tranquility and comfort associated with modern design have made architects and developers of representative objects – open-plan offices, open foyers, restaurants – increase their focus on the possibilities for sound absorption. The less conspicuous the absorbing material is the better. More sound absorption means less sound propagation in the room and thereby less noise. However, the conventional tile ceiling does not fulfil the demands of the optical and aesthetical characteristic any more and will hardly be found in plans for of high quality buildings. New solutions have to be found.

In cooperation with the international well known architect and designer Matteo Thun / Milano and the acoustician Dr. Christian Nocke / Akustikbüro Oldenburg Ruckstuhl searched for solutions which meet the latest developments in both room acoustics and product design. They all had the vision of creating not only a high tech acoustical piece, but also a beautifully designed and functional element that is equally useful for interior design purposes.

Therefore, the diverse collection Pannello has been developed. Besides excellent sound absorption features additional functions include: The panels serve as projection screens, pinboards, or room structuring elements. A comfortable, secluded atmosphere is created; and private, live-and-work-situations as well as large professional areas are considerably improved in terms of both optical design and acoustic comfort. The dimension, surface material, and details in style allow a multifunctional application with regard to structuring rooms and design of working environments.

The surface made of pure wool felt in subdued colours produces a warm atmosphere. The unobtrusive but expressive style and the different ways of assembly allow the setting of Pannello a variety of rooms.

Negli ultimi anni i rivestimenti per pavimento in materiale duro (legno, pietra, linoleum), sia in ambienti di lavoro e locali pubblici che in abitazioni di una certa esclusività, hanno acquistato sempre più importanza mentre i tappeti, dal canto loro, hanno perso invece sempre più popolarità. Quando si tratta di attenuare il rumore da calpestio e di garantire assorbimento acustico, le proprietà di rivestimenti per pavimento in materiale tessile non vanno comunque affatto sottovalutate.

L'esigenza sempre crescente di ambienti permeati da un'atmosfera di pace e serenità in abbinamento ad un design moderno spinge ormai architetti e impresari edili incaricati della costruzione di edifici di rappresentanza (uffici open space, atri, ristoranti) a cercare sempre più ostinatamente un modo per introdurre un sistema di assorbimento acustico negli ambienti in questione che risulti praticamente invisibile. Maggiore assorbimento acustico significa minore propagazione sonora e quindi meno rumore.

Affidandosi soprattutto alla collaborazione del noto architetto e designer Matteo Thun / Milano e dell'esperto di acustica Dr. Christian Nocke, studio di acustica / Oldenburg, Ruckstuhl ha cercato di trovare soluzioni all'altezza delle tecnologie più aggiornate, sia in fatto di acustica architettonica che di product design. L'obbiettivo dei due creativi era non solo quello di sviluppare un'efficace soluzione di acustica ma anche quello di creare un elemento esteticamente valido e funzionale per l'arredamento degli interni.

È a queste riflessioni che si deve la versatile collezione Pannello. Per quanto riguarda l'assorbimento acustico, Pannello presenta delle proprietà eccezionali che consentono di assorbire il suono nell'intera gamma di frequenze per oltre l'80%. Inoltre questo prodotto può svolgere anche altre funzioni, come quella di servire da schermo di proiezione, da pannello per messaggi e notizie varie e da elemento da arredamento. Pannello inoltre convince a pieno anche sotto l'aspetto del product design. La collezione Pannello si propone non solo come intelligente soluzione tecnica a problemi di rumore ma, al tempo stesso, anche come riuscito elemento di arredamento per interni.

La sua superficie, realizzata in feltro di pura lana vergine di colore scuro crea un'atmosfera che trasmette tepore e armonia. La forma pacata e al tempo stesso altamente espressiva e la diversità delle tipologie consentono all'arredatore di applicare i pannelli in locali utilizzati ai fini più diversi.



Matteo Thun







Seiten 6/7: **Pannello sospeso**

Mit diesem im Raum schwebenden Pannello kann ein Raum in Zonen eingeteilt werden. Es entsteht sowohl eine akustische Abschirmung als auch eine optische Trennung.

Pages 6/7 : **Pannello sospeso**

Ce Pannello suspendu dans l'espace permet de séparer une salle en plusieurs zones. Il en découle à la fois une protection acoustique et une séparation optique.

Pages 6/7: **Pannello sospeso**

This version of Pannello, hanging freely in space, makes it possible to divide a room up into zones. This screens out sound and provides privacy in visual terms as well.

Pagine 6/7: **Pannello sospeso**

Questo pannello sospeso nell'ambiente può suddividere lo spazio di un locale in zone diverse offrendo in questo modo non solo una schermatura acustica ma anche una separazione visiva.



Seiten 9, 10/11: **Pannello murale**

Das Pannello an der Wand ist sehr platzsparend und trotzdem wirkungsvoll, da beide Seiten schallschluckend sind.

Pages 9, 10/11 : **Pannello murale**

Le Pannello mural est très peu encombrant et néanmoins efficace, les bruits étant absorbés des deux côtés.

Pages 9, 10/11: **Pannello murale**

Hung on the wall, Pannello is economical of space and at the same time highly effective, as it absorbs sound on both sides.

Pagine 9, 10/11: **Pannello murale**

Il pannello murale fa risparmiare molto spazio e al tempo stesso risulta molto efficace, essendo fonoassorbente su entrambi i lati.











Seite 12: **Pannello supporto**

Die stehenden Pannellos können sehr einfach bewegt werden. Ändern sich die akustischen Verhältnisse oder soll ein Raum anders aufgeteilt werden, werden die Pannellos einfach neu platziert.

Page 12 : **Pannello supporto**

Les Pannellos montés sur support se déplacent très facilement. Ils peuvent être changés de place très aisément en cas de modification des conditions acoustiques ou de nouvel agencement d'une salle.

Page 12: **Pannello supporto**

The standing version of Pannello can easily be moved from place to place. If the acoustic properties of a room change, or you want to divide it up differently, just move the Pannellos to a different position.

Pagina 12: **Pannello supporto**

I pannelli supporto possono essere spostati con la massima facilità. Se cambiano le condizioni acustiche o se lo spazio deve essere ripartito in altro modo, il piazzamento dei pannelli può essere modificato.



Seiten 14/15: **Pannello semplice**

Dieses Pannello gibt es in zwei Höhen und kann in der Länge beliebig gewählt werden. Auch die Montage in einer Raumecke ist möglich.

Pages 14/15: **Pannello semplice**

Ce Pannello existe en deux hauteurs et dans différentes longueurs au choix. Il peut également être monté dans un angle de la salle.

Pages 14/15: **Pannello semplice**

This Pannello comes in two different heights, and in any length you choose. It can also be installed in the corner of a room.

Pagine 14/15: **Pannello semplice**

Questo pannello è disponibile in due altezze diverse e in lunghezze a piacere. Anche un montaggio in un angolo del locale risulta possibile.









Seite 16: **Capitoné**

Ein altes Handwerk der Polsterei gibt der Oberfläche des Pannelos eine reliefartige Struktur.

Page 16 : **Capitoné**

Une méthode artisanale ancienne de tapisserie confère à la surface du Pannelo une structure en relief.

Page 16: **Capitoné**

The traditional craft of upholstery gives the surface of the Pannelo a structure resembling a relief.

Pagina 16: **Capitoné**

Grazie all'opera di vecchi artigiani imbottitori, la superficie dei pannelli è dotata di una struttura a rilievo.



Seiten 18/19: **Accessoires**

Verschiedene Accessoires verwandeln das Pannelo in ein multifunktionales Arbeitsinstrument.

Pages 18/19 : **Accessoires**

Différents accessoires transforment le Pannelo en un instrument de travail.

Pages 18/19: **Accessories**

Various accessories serve to transform Pannelo into a working tool.

Pagine 18/19: **Accessori**

Diversi tipi di accessori trasformano Pannelo in uno strumento di lavoro.







**Pannello Tavola**

Pannello Tavola lässt sich problemlos an jeden Schreibtisch montieren und dient gleichzeitig als Sichtschutz.

Pannello Tavola

Pannello Tavola se monte facilement sur tous les bureaux et sert en même temps de pare-vue.

Pannello Tavola

Pannello Tavola is easy to set up on any desk, and also serves as a visual screen.

Pannello Tavola

Pannello Tavola può essere montato senza problemi ad ogni scrivania facendo al tempo stesso da schermo protettivo.

**Pannello Paravent**

Pannello Paravent steht auf zwei Beinen, kann beliebig vergrößert und als optischer Raumteiler eingesetzt werden.

Pannello Paravent

Pannello Paravent est monté sur deux pieds et peut être agrandi en fonction des besoins ou être utilisé comme paravent esthétique.

Pannello Paravent

Pannello Paravent stands on two legs, can be enlarged at discretion and is designed for use as an optical room partition.

Pannello Paravent

Pannello Paravent si regge su due gambe, può essere ingrandito quanto si vuole e impiegato come divisorio funzionale e decorativo al tempo stesso.





Größen und Formen

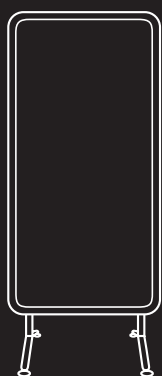
Pannello gibt es in Standardgrößen und auf Kundenwunsch in Spezialgrößen.

Das Pannello semplice wird bis zu einer Länge von 400 cm als fertige Ware geliefert. Längere Pannellos werden in Einzelteilen geliefert und müssen vor Ort montiert werden. Das Pannello semplice kann auch über Eck, in einem 90° Winkel, montiert werden.

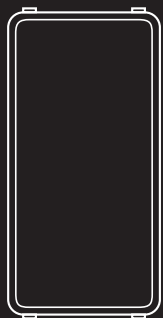
Dimensions et formes

Pannello est disponible dans des dimensions standard et dans des dimensions spéciales réalisées à la demande du client.

Le Pannello semplice est livré comme produit fini dans une longueur de 400 cm maximum. Les Pannellos plus longs sont livrés en pièces détachées et doivent être montés sur place. Le Pannello semplice peut également être installé en équerre, dans un angle de 90°.



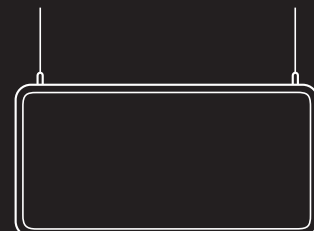
Pannello supporto
90 x 180 cm
75 x 150 cm



Pannello murale
90 x 180 cm
75 x 150 cm



Pannello murale
180 x 90 cm
150 x 75 cm



Pannello sospeso
180 x 90 cm
150 x 75 cm

Sizes and shapes

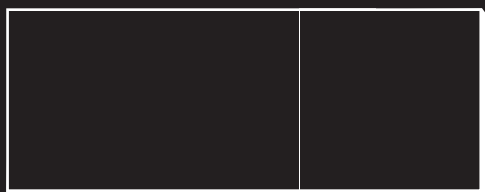
Pannello comes in standard sizes, and also in special sizes at the customer's request.

Pannello semplice can be delivered as a finished product in a length of up to 400 cm. Longer Pannellos are delivered in separate components, and must be installed on site. Pannello semplice can also be installed around a corner with a 90° angle.

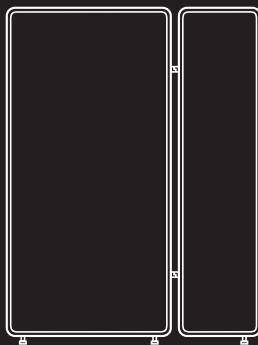
Dimensioni e forme

Pannello è disponibile nelle misure standard e, su richiesta, anche in misure speciali.

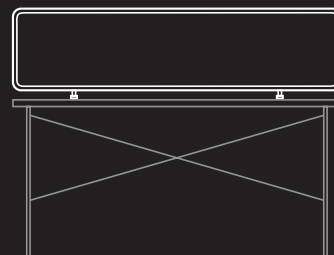
Pannello semplice viene consegnato come prodotto finito fino ad una lunghezza di 400 cm. Pannelli di lunghezza maggiore vengono invece consegnati in unità modulari separate e devono essere assemblati e montati sul posto. Pannello semplice può essere montato anche in uno spazio angolato di 90°.



Pannello semplice
200 – 600 x 140 cm
200 – 600 x 110 cm



Pannello Paravent
80 x 160 cm
40 x 160 cm



Pannello Tavola
160 x 40 cm

Es stehen sieben elegante Farben zur Verfügung. Fünf davon sind in einer sehr homogenen Filzqualität: zwei Rottöne, ein Schwarzblau, ein helles Grau sowie ein Wollweiss. Die anderen beiden, in dunkelbraun und beige, sind meliert und haben eine etwas rauhere Oberfläche, da einzelne härtere Wollhaare im Filz enthalten sind.

Capitoné

Ein altes Handwerk der Polsterei gibt der Oberfläche des Pannelos eine reliefartige Struktur. Capitoné erlebt zur Zeit ein Revival und wird beim Pannelo in einer zeitgemässen Form neu interpretiert. Capitoné ist in allen sieben Farben erhältlich.

Sept coloris élégants sont disponibles. Cinq d'entre eux sont fournis dans une qualité de feutre très homogène : deux tonalités de rouge, un bleu noir, un gris clair et un blanc cassé. Les deux autres – un marron foncé chiné et un beige chiné – possèdent une surface un peu plus rugueuse, du fait qu'elle contient quelques poils de laine plus durs.

Capitoné

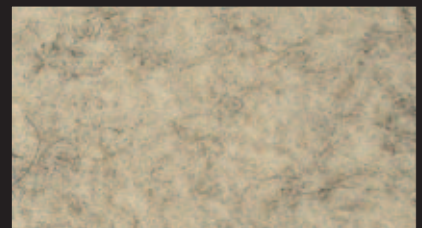
Une méthode artisanale ancienne de tapisserie confère à la surface du Pannelo une structure en relief. Le capitonné, qui revient actuellement à la mode, est réinterprété en une forme contemporaine sur le Pannelo. Capitoné est disponible dans les sept coloris.



Feltro two 10204



Feltro karakul 695



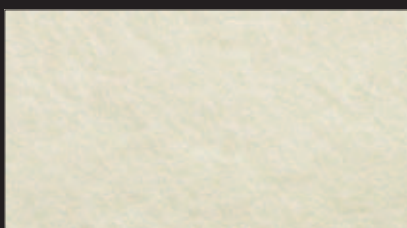
Feltro plus 60281



Feltro two 10203



Feltro two 60269



Feltro two 60289



Feltro two 60288

Colours and surfaces

Pannello comes in seven elegant colours. Five of these have a highly homogeneous felt quality: two red shades, one dark blue, a light grey and wool white. The other two, in dark brown and beige, are mottled and have a somewhat rougher surface texture, as some tougher wool fibres are included in the felt.

Capitonné

The traditional craft of upholstery gives the surface of the Pannello a structure resembling a relief. Capitonné is currently experiencing a revival, and has been reinterpreted by Pannello in a contemporary form. Capitonné is obtainable in all seven colours.

Colori e superfici

Sono disponibili sette colori di tonalità eleganti. Per cinque di questi, la qualità del feltro è molto omogenea: due rossi, un nero blu, un grigio chiaro e un bianco lana. Negli altri due casi, un marrone scuro mélangé e un beige mélangé, il feltro presenta invece una superficie un po' più ruvida, dato che contiene singoli peli di lana più spessi.

Capitonné

Grazie all'opera di vecchi artigiani imbottitori, la superficie dei pannelli è dotata di una struttura a rilievo. Il Capitonné sta vivendo di questi tempi un revival e in Pannello viene rivisitato in luce contemporanea. Il Capitonné è disponibile in tutti e sette i colori.



Capitonné Feltro karakul 695

Capitonné ist in allen sieben Farben erhältlich, allerdings nicht für Pannello Tavola und Pannello Paravent.

Capitonné est disponible dans les sept coloris, à l'exception pour Pannello Tavola et Pannello Paravent.

Capitonné is available in all 7 colours, though not for Pannello Tavola or Pannello Paravent.

Il Capitonné è disponibile in tutti e 7 i colori, tuttavia non per Pannello Tavola e Pannello Paravent.

Zubehör und Accessoires

Zu den drei Typen Pannello murale, Pannello sospeso und Pannello supporto gehört jeweils spezifisches Zubehör: Wandhalterungen, Füße und Deckenabhängungen.

Verschiedene Accessoires verwandeln das Pannello in ein Arbeitsinstrument: eine einrollbare Projektionsfolie, ein Halter für Flipchart, ein Tablar für Papier (rechts, links und unten montierbar) und eine Schale für Stifte. Diese Hilfsmittel können jederzeit mit ein paar Handgriffen an- und abmontiert werden; nicht an Pannello Tavola und Pannello Paravent.

Garnitures et accessoires

Des garnitures spécifiques sont affectées aux trois types de Pannellos, Pannello murale, Pannello sospeso et Pannello supporto : fixation murale, pieds et fixation pour montage au plafond.

Différents accessoires transforment le Pannello en un instrument de travail : une toile de projection en plastique enroulable, une fixation pour flipchart, une tablette porte-document (montage à gauche, à droite ou en bas) et une boîte à crayons. Ces accessoires se montent et se démontent en un tournemain; pas sur Pannello Tavola et Pannello Paravent.



Pannello murale: Wandhalterung /
Fixation murale / Wall mount /
Supporto da parete



Pannello supporto: Füße / Pieds /
Feet / Piedi



Pannello sospeso: Deckenabhängung / Fixation
pour montage au plafond / Ceiling suspension /
Dispositivo per l'aggancio al soffitto

Accessories

Each of the three types – Pannello murale, Pannello sospeso and Pannello supporto – has its own specific accessories: wall mount, feet and ceiling suspension.

Various accessories serve to transform Pannello into a working tool: a projection film that can be rolled up, a flipchart mount, a shelf for papers (mounting on the left, right or bottom) or a receptacle for writing implements. These auxiliary devices can be installed or taken down in next to no time (not with Pannello Tavola or Pannello Paravent).

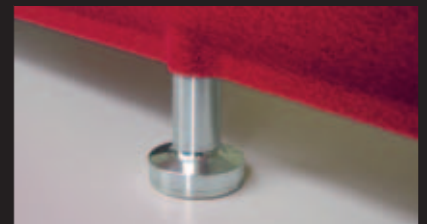
Accessori

Ai tre tipi di pannello, Pannello murale, Pannello sospeso e Pannello supporto sono abbinati rispettivamente degli accessori specifici: supporto da parete, piedi e dispositivo per l'aggancio al soffitto.

Diversi tipi di accessori trasformano Pannello in uno strumento di lavoro: un schermo di proiezione arrotolabile, un supporto per la lavagna a fogli mobili, un ripiano portacarta (montaggio a sinistra, a destra o in basso) e una vaschetta per penne e matite. Tutti questi elementi si possono smontare e rimontare con un paio di semplici interventi manuali; non su Pannello Tavola e Pannello Paravent.



Projektionsfolie / Toile de projection / Screen / Schermo di proiezione



Pannello Tavola: Magnethalter / support magnétique / magnet holder / supporto magnetico



Tablar / Tablette / Shelf / Ripiano



Halter für Flipchart / Support pour flipchart / Mount for flipchart / Supporto per lavagna a fogli mobili



Pannello Paravent: Scharnier / Charnière / Hinge / Cerniera



Schale / Boîte / Tray / Vaschetta



Pannello semplice: Halter für Flipchart / Support pour flipchart / Mount for flipchart / Supporto per lavagna a fogli mobili



Pannello Paravent: Fuss / Pied / Foot / Piede



Akustik
Acoustique
Acoustic
Acustica

Als Teilgebiet der Akustik beschäftigt sich die Raumakustik mit der Ausbreitung und Wirkung von Tönen, Klängen, Geräuschen und Lärm innerhalb von abgeschlossenen Räumen. Kreativität ist hierbei in gleicher Weise gefragt wie präzise und solide Planungsarbeit, um optimale Ergebnisse im Hinblick auf Sprachverständlichkeit, Musikwahrnehmung und Geräuschpegel für die Nutzung eines Raums zu erzielen.

In unserer Zeit ist in vielen Bereichen – seien es Büros, Bildungs- oder Freizeiteinrichtungen – eine Zunahme des Lärmpegels zu verzeichnen. In vielen Fällen hängt dies unmittelbar mit Trends der modernen Architektur zusammen, die zunehmend auf stark reflektierende Oberflächen für Böden, Decken und Wände setzt. Die Konsequenz: Hohe Geräuschpegel und eine schlechte Sprachverständlichkeit machen nicht nur den Aufenthalt in den betreffenden Räumen schwer erträglich. Studien belegen auch eine deutliche Abnahme der Leistungsfähigkeit bei zu hoher Lärmbelastung.

Das Ziel raumakustischer Planung wird damit offensichtlich: Durch den gezielten Einsatz schallabsorbierender Materialien ist der Nachhall eines Raums in der Weise zu beeinflussen, dass er für seine Grösse und Nutzung optimal ist. Es leuchtet ein, dass ein Grossraumbüro anderen Anforderungen genügen muss als ein Schwimmbad, Aufenthaltsbereiche in Flughäfen, Bahnhöfen oder Hotels, Unterrichtsräume usw. Gemeinsam ist allen diesen Räumen, in denen sich Menschen aufhalten und miteinander kommunizieren, dass sich Anforderungen an die Raumakustik präzise und eindeutig formulieren lassen. Eine gute Raumakustik ist kein Zufallsprodukt, sondern das Ergebnis einer fundierten Planung.

Die Vorgabe für eine positiv empfundene Atmosphäre besteht darin, für die jeweilige Nutzung des Raums die angemessenen Hörbedingungen zu schaffen. Wie ein Raum akustisch empfunden wird, hängt aber auch entscheidend von den individuellen Erwartungen, Gewohnheiten sowie den körperlichen und psychischen Voraussetzungen der Menschen ab. Eine akustische Gestaltung von Räumen, die das Wohlfühlen in geräuschbelasteten Umgebungen oder den Genuss von Musik zum Ziel hat, wird die individuellen Neigungen der Nutzerinnen und Nutzer mit zur Grundlage des akustischen Entwurfs machen.

L'acoustique des locaux constitue un domaine de l'acoustique dédié à la propagation et à l'effet des sons, sons composés et bruits à l'intérieur de locaux fermés. La créativité est ici tout autant de mise que la précision en matière de planification pour obtenir les meilleurs résultats en termes d'intelligibilité de la parole, de perception de la musique et de niveau sonore dans le cadre de l'utilisation d'un local.

Notre époque est caractérisée par une augmentation du niveau sonore dans de nombreux domaines – bureaux, organismes de formation et de loisirs, etc. Dans beaucoup de cas, cette situation est directement en relation avec les tendances actuelles en matière d'architecture qui favorisent de plus en plus les surfaces à réflexion importante pour la réalisation de sols, plafonds et murs. Avec pour conséquence qu'un niveau de bruit élevé et une mauvaise intelligibilité de la parole rendent difficilement supportable tout séjour dans les locaux concernés. Des études démontrent également une réduction sensible de la capacité productive lorsque l'exposition au bruit est élevée.

L'objectif poursuivi par la planification de l'acoustique des locaux est donc évident : l'emploi ciblé de matériaux d'absorption acoustique permet d'exercer une influence sur la réverbération d'un local et de définir la taille et l'utilisation optimales de ce dernier. Il paraît évident qu'un bureau paysager doit répondre à d'autres exigences qu'une piscine, des zones d'accueil d'aéroports, de gares ou d'hôtels ou des salles de classe, etc. Tous ces locaux que fréquentent des individus et dans lesquels ils communiquent entre eux, ont ceci en commun que les exigences en matière d'acoustique peuvent être formulées de manière claire et précise. Une bonne acoustique de locaux n'est pas le fruit du hasard mais le résultat d'une planification fondée.

La condition sine qua non pour créer une atmosphère perçue comme positive consiste à créer les conditions auditives adéquates à l'utilisation prévue du local. La perception acoustique d'une salle dépend également de manière décisive des attentes et des habitudes individuelles ainsi que des conditions corporelles et psychiques qui caractérisent un individu. La conception acoustique de locaux dont l'objectif est de procurer du bien-être dans des environnements exposés au bruit ou encore de satisfaire au plaisir musical, placera les penchants individuels des utilisateurs au centre du projet acoustique.

Within the fields of general acoustics room acoustics deals with the propagation and effect of sound waves and noise within closed rooms. Creativity is needed as much as precise and sound planning work to receive best results with regard to speech intelligibility, music perception and sound levels.

These days, in many areas – offices, educational or recreational institutions – an increasing noise level can be observed. Often, one reason is that due to trends of modern architecture a growing number of floors, ceilings and walls are sound reflecting. The amount of sound absorption within these modern rooms decreases. The consequence is that the high levels of sound and poor speech intelligibility make the presence in these rooms hardly tolerable. Besides, studies also show a significant decrease of productivity under conditions of high noise levels.

Thereby, the aim of room acoustical planning becomes apparent: With the help of sound absorbing materials the reverberation of a room has to be adapted to its size and its general use. Of course, an open-plan office has to fulfil requirements different from indoor swimming pools, lounges in airports, stations, or hotels, classrooms etc. The common feature of all these rooms in which people stay for a certain time and communicate, is that room acoustical requirements can be assessed precisely and definitely. So, good room acoustical conditions are not accidental, but the result of skilful and precise planning.

The guideline for a positively perceived acoustical atmosphere is to create adequate hearing conditions for the usage of a room. How people subjectively judge the acoustical situation of a room, depends also on expectations, individual habits, and physical and psychological conditions. For this reason, the acoustical design of rooms, which aims at the well-being of people within noisy areas or at the delight of music, will take the individual disposition of users as a basis for the room acoustical plan.

L'acustica architettonica, in quanto parte dell'acustica, si occupa della propagazione e degli effetti di tonalità, suoni e rumori all'interno di ambienti chiusi. Al fine di ottenere dei risultati ottimali, quanto a comprensibilità del parlato, percezione musicale e rumorosità, per l'utilizzo di un ambiente chiuso, sono richiesti tanto una buona dose di creatività quanto un solido lavoro di pianificazione e progettazione.

Al giorno d'oggi, sono molti gli ambienti (uffici, strutture adibite all'istruzione o ad attività da tempo libero) in cui si devono fare i conti con un aumento della rumorosità. In molti casi questo è in stretta correlazione con determinate tendenze dell'architettura moderna che prevedono l'impiego sempre più frequente di superfici fortemente riflettenti per pavimenti, soffitti e pareti. Il risultato sono un alto grado di rumorosità e una cattiva comprensibilità del parlato che rendono quasi insopportabile il soggiorno negli ambienti in questione e non solo in quelli. Come documentano ricerche specifiche poi, in presenza di un alto grado di rumorosità, si registra anche una netta diminuzione del rendimento e dell'efficienza lavorativa del singolo.

L'obiettivo di una progettazione dello spazio in termini di acustica architettonica è dunque più che chiaro: con un utilizzo mirato di materiali fonoassorbenti, condizionare il riverbero di uno spazio chiuso in modo da renderlo ottimale per le sue dimensioni e il tipo di utilizzo che se ne fa. Risulta ovvio che un ufficio open space, per esempio, debba soddisfare altri requisiti rispetto ad una piscina coperta, a delle sale di attesa di aeroporti, stazioni ferroviarie o hotel, o a locali scolastici ecc. È anche vero comunque che questi ambienti, ospitando tutti persone che comunicano tra di loro, hanno in comune il fatto che i requisiti posti alla loro acustica possono essere formulati con precisione e chiarezza. Una buona acustica architettonica non è il prodotto del caso bensì il risultato di un fondato lavoro di progettazione.

Il requisito primo da soddisfare per ottenere una atmosfera avvertita come positiva consiste nel fatto di creare le condizioni acustiche adatte all'utilizzo che si vuol fare del locale in questione. La percezione acustica di un ambiente dipende però in modo decisivo anche dalle aspettative e abitudini individuali, come anche dalle caratteristiche fisiche e psichiche delle persone che vi si trovano. Una realizzazione di spazi in termini di acustica che abbia per obiettivo la creazione di una sensazione di benessere in ambienti rumorosi o dei presupposti per l'ascolto di musica, cercherà sempre di tenere conto delle caratteristiche individuali degli utenti di detti spazi, quando si tratta di gettare le basi del progetto acustico.

Verbesserung der Raumakustik

Die Akustik eines Raums wird durch viele Faktoren beeinflusst, insbesondere durch seine Form und die Oberflächen von Decke, Boden und Wänden. Schallschirme und gezielt positionierte Schallabsorber können eingesetzt werden, um störender Schallausbreitung im Raum entgegen zu wirken. Reflektoren sind sinnvoll, um den Schall dorthin zu lenken, wo er erwünscht ist. Die ausgewogene Abstimmung, Grösse und Positionierung geeigneter Schallabsorber und Schallreflektoren ist Teil der raumakustischen Planung. «Gute» Akustik bedeutet, dass die raumakustischen Verhältnisse der Nutzung des Raums entsprechen. Die akustischen Anforderungen sind für einen Konzertsaal natürlich andere als für eine Telefonzentrale. «Gut» sollte die Raumakustik jedoch in beiden Räumen sein.

Massnahmen

Jeder Raum kann prinzipiell für seine Nutzung optimal gestaltet werden. Seine Form und Grösse sind ebenso wichtige Bestandteile des raumakustischen Planungsprozesses wie die Auswahl und Positionierung der Oberflächen und Einrichtungsgegenstände. Schallabsorbierende Decken- und Wandpaneel werden in der Regel für die gezielte Einstellung der Nachhallzeit in einem Raum herangezogen.

Mit Hilfe spezieller Computerprogramme ist es möglich, die Akustik eines Raums noch vor Baubeginn detailliert zu berechnen. Dabei werden je nach Zielsetzung die erforderlichen Flächen und die optimale Positionierung der Schallabsorber bestimmt. Besonders bei Räumen mit hohen akustischen Anforderungen, wie Konzert- und Hörsäle, Besprechungs- und Konferenzräume, sind solche Berechnungen ausschlaggebend für die optimale akustische Qualität. Die Technik erlaubt sogar, entsprechend geplante Räume vorab «hörbar» zu machen (Auralisation).

Bei Räumen mit geringen Anforderungen kann bereits anhand vereinfachter Berechnungsverfahren eine gute Raumakustik sichergestellt werden.

Messverfahren zur Ermittlung der Nachhallzeit

Zur Feststellung und Bewertung der raumakustischen Situation wird in der Regel die Nachhallzeit gemäss DIN EN ISO 3382 gemessen. Die Messung erfolgt üblicherweise mit einem Messsystem bestehend aus Schallanalysator, Lautsprecher und Mikrofon. Die Nachhallzeit wird frequenzabhängig gemessen, d.h. zwischen 100 Hz und 5000 Hz beschreibt ein Messwert pro Terz den Verlauf der Nachhallzeit im genannten Frequenzbereich. Von besonderer Bedeutung ist hierbei u.a. der Frequenzbereich zwischen 250 Hz und 2000 Hz, da dieser für Sprache relevant ist.

Amélioration de l'acoustique d'un local

L'acoustique d'un local dépend d'un grand nombre de facteurs, en particulier de sa forme et des surfaces qui constituent le plafond, le sol et les murs. Des barrières acoustiques et des absorbeurs de bruit peuvent être utilisés pour remédier à la propagation dérangeante du son dans la pièce. L'emploi de réflecteurs est recommandé pour orienter le son dans la direction souhaitée. La planification de l'acoustique des locaux comprend l'association équilibrée d'absorbeurs et de réflecteurs de son dans un local, au même titre qu'elle définit leur taille et leur positionnement. Une « bonne » acoustique signifie que les proportions acoustiques correspondent à l'utilisation du local. Il va de soi que les exigences acoustiques vis à vis d'une salle de concert diffèrent de celles d'une centrale téléphonique. Il ne demeure pas moins vrai que l'acoustique doit être « bonne » dans les deux cas.

Mesures

Tout local peut en principe bénéficier d'un aménagement optimal pour son utilisation. Sa forme et sa taille sont deux composantes tout aussi importantes du processus de planification acoustique que la sélection et le positionnement des surfaces et des objets d'ameublement. Les panneaux de lambris pour plafonds et murs absorbant les bruits sont en règle générale utilisés dans une salle pour le réglage ciblé du temps de réverbération.

A l'aide de programmes informatiques spéciaux, il est possible de calculer de manière détaillée l'acoustique d'un local bien avant le début des travaux. A ce titre, les surfaces nécessaires et le positionnement optimal des absorbeurs acoustiques sont définis en fonction des objectifs fixés. De tels calculs sont déterminants pour obtenir une qualité acoustique optimale, en particulier pour les locaux devant satisfaire à des exigences acoustiques élevées, tels que les salles de concert et auditoriums, les salles de réunion et salles de conférence. La technique permet même de rendre au préalable « audibles » des locaux planifiés en conséquence (auralisation).

Pour les locaux devant satisfaire à peu d'exigences, un procédé de calcul simplifié permet déjà de garantir une bonne acoustique.

Méthode de mesure pour le calcul du temps de réverbération

Le temps de réverbération définie par la norme DIN EN ISO 3382 est en général mesuré pour constater et évaluer la situation acoustique d'un local. Habituellement, on utilise à cet effet un système de mesure composé d'un analyseur de bruit, d'un haut-parleur et d'un microphone. Le temps de réverbération est mesuré en fonction de la fréquence, c'est-à-dire qu'entre 100 Hz et 5000 Hz, une valeur de mesure par tiers décrit la variation du temps de réverbération dans le domaine de fréquence cité. Le domaine de fréquence compris entre 250 Hz et 2000 Hz revêt ici une importance particulière, étant donné qu'il entre en ligne de compte pour la parole.

Room acoustic optimisation

The acoustics of a room is influenced by many factors, but especially by its shape and by the surfaces of ceiling, floor, and walls. Sound screens and well positioned sound absorbers can help to avoid disturbing sound propagation. Reflectors are useful to direct the sound into areas, where it is needed. The well-balanced assembly, surface area, and positioning of suitable sound absorbers and reflectors is part of the room acoustical planning. "Good" acoustics means, the room acoustical situation is appropriate to the usage of the room. Of course, the requirements are different for a concert hall in comparison to a call centre. However, the acoustics has to be "good" in both rooms.

Steps towards good Acoustical Conditions

In principle, every room can be designed to present the best room acoustical conditions with regard to its purpose. Its shape and size are important properties as well as the selection and positioning of the surfaces and the furniture. Mostly, sound absorbing ceilings and wall panels are used for the calculated adjustment of the reverberation time in a room.

In addition, with the help of specialised software it is possible to calculate the acoustical surrounding within a room to a high degree of precision. Depending on the objective the required surfaces and the best possible position of the sound absorbers are determined. With regard to rooms with high acoustical demands, like concert and lecture halls, meeting and conference rooms, such calculations are essential for the optimal acoustical quality. Modern room acoustic software even enables one to listen into a planned room (auralisation).

With regard to rooms which only have to fulfil a low acoustical standard, even simple calculation methods ensure good room acoustical conditions.

Measuring Methods for the Deduction of the Reverberation Time

Usually, the reverberation time is measured according to ISO 3382 to assess the room acoustical situation. For the measurement a system consisting of sound analyser, loudspeaker, and microphone is used. The measurement of reverberation time is frequency dependent, which means within the frequency range between 100 Hz and 5000 Hz one value per one-third-octave describes the course of the reverberation time. Significant for speech and thereby of particular importance is the frequency range between 250 Hz and 2000 Hz.

Miglioramento dell'acustica di un ambiente

L'acustica di un ambiente viene influenzata da molti fattori, in particolare dalla sua geometria e dal tipo di superficie di soffitto, pavimento e pareti. Per opporsi ad una fastidiosa e indesiderata propagazione di suono all'interno dell'ambiente in questione, si possono impiegare schermi insonorizzanti e dei fonoassorbenti. Riflettori sono consigliabili se si tratta di deviare il suono nei punti dove è richiesto. Un'equilibrata impostazione, la scelta delle giuste dimensioni e il giusto posizionamento di fonoassorbenti e riflettori acustici adeguati sono parte integrante di un progetto di acustica architettonica. «Buona» acustica significa che le condizioni acustiche dello spazio in questione si debbano adattare ottimamente al tipo di utilizzo che se ne fa. I requisiti acustici posti ad una sala per concerti, per esempio, sono naturalmente diversi da quelli posti ad una centrale telefonica. «Buona», l'acustica deve esserlo però in entrambi i casi.

Interventi

In linea di principio, ogni ambiente può essere realizzato in modo da risultare ottimale per l'utilizzo che se ne fa. Forma e dimensioni sono componenti importanti del processo di progettazione acustica di ambienti quanto la scelta e il posizionamento delle superfici e degli oggetti di arredamento. Pannelli fonoassorbenti a soffitto e a parete vengono utilizzati di regola per l'impostazione del tempo di riverberazione in uno spazio chiuso.

Con l'aiuto di programmi per computer è possibile calcolare in modo preciso l'acustica di uno spazio prima ancora dell'inizio dei lavori. Software di questo tipo determinano, a seconda dell'obiettivo che ci si propone, le superfici richieste e il posizionamento ottimale dei fonoassorbenti. In particolare nel caso di spazi con elevati requisiti acustici, come sale da concerti, aule universitarie, ambienti destinati a colloqui e conferenze, questi calcoli risulteranno decisivi per l'ottenimento di una ottima qualità acustica. Una speciale tecnologia (auralizzazione) consente addirittura di rendere «udibili» degli spazi appositamente progettati prima ancora che questi siano stati realizzati.

In ambienti con requisiti meno elevati sarà possibile garantire una buona acustica già con un metodo di calcolo semplificato.

Metodo di misurazione per la determinazione del tempo di riverberazione

Per la determinazione e valutazione della situazione acustica di uno spazio si misura di regola il tempo di riverberazione in base a quanto previsto dalla DIN EN ISO 3382. La misurazione viene effettuata di solito servendosi di un sistema che comprende analizzatore acustico, altoparlanti e microfono. Il tempo di riverberazione viene misurato in funzione della frequenza, vale a dire che tra 100 Hz e 5000 Hz un valore di misurazione descrive per ogni terzo (di ottava) l'andamento del valore del tempo di riverberazione in detta gamma di frequenze. Un'importanza particolare ha qui, fra l'altro la gamma di frequenze tra 250 Hz e 2000 Hz, essendo questa rilevante per il parlato.

Darstellung der akustischen Bedingungen in einem Raum
Für die Beschreibung der akustischen Bedingungen in einem Raum gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten. Eine Möglichkeit besteht darin, die Nachhallzeit als Messkurve über der Frequenz aufzutragen. Diese erlaubt sehr schnell den Vergleich mit einschlägigen Anforderungen wie zum Beispiel aus der DIN 18041.

Die nachfolgende Grafik (Fig. 1) zeigt das Ergebnis einer Nachhallzeitmessung in einem Ausstellungsraum mit und ohne Pannello.

Schematische Darstellung der Schallabsorption

Der Schallabsorptionsgrad eines Materials ist eine frequenzabhängige Größe. Daraus ergibt sich für die vollständige Darstellung des Absorptionsverhaltens eines beliebigen Materials die Notwendigkeit, jeder Terzfrequenz zwischen 100 Hz und 5000 Hz einen Wert für die Schallabsorption zuzuweisen. Eine Darstellung ist in Form einer Tabelle oder einer Messkurve möglich.

Ein Beispiel findet sich in der folgenden Abbildung (Fig. 2), die die Kurve des frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrades für ein Pannello (mit 10 cm Abstand an eine Wand montiert) zeigt.

Illustration des conditions acoustiques d'un local

Il existe une grande variété de possibilités de description des conditions acoustiques d'un local. L'une de ces possibilités consiste à établir une relation entre le temps de réverbération et la fréquence sous la forme d'une courbe de mesure. Celle-ci permet une comparaison très rapide avec les critères retenus, comme par exemple, ceux définis par la norme DIN 18041.

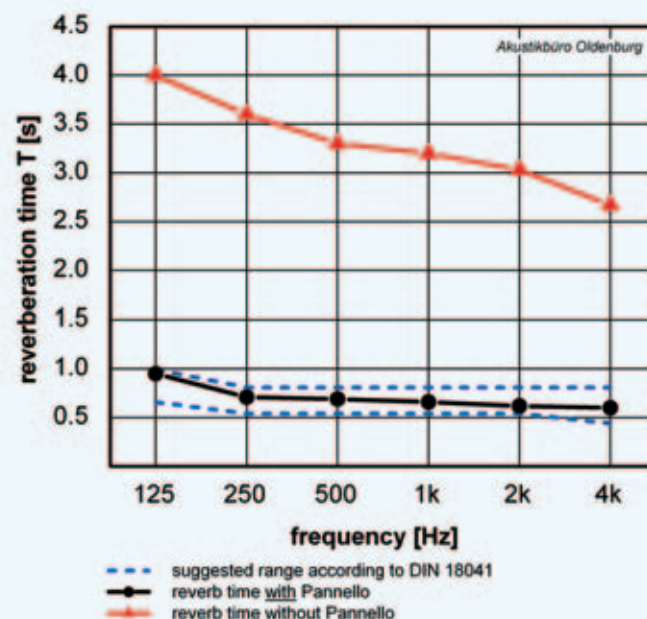
Le graphique suivant (Fig. 1) montre le résultat d'une mesure du temps de réverbération dans une salle d'exposition avec et sans Pannello.

Représentation schématique de l'absorption acoustique

Le coefficient d'absorption d'un matériau est une grandeur qui dépend de la fréquence. Pour représenter intégralement le comportement d'absorption d'un matériau donné, il est donc nécessaire d'affecter une valeur d'absorption acoustique à chaque fréquence tierce comprise entre 100 Hz et 5000 Hz. Une représentation sous forme de tableau ou de courbe de mesure est possible.

L'illustration suivante (Fig. 2) qui montre la courbe du coefficient d'absorption d'un Pannello (monté sur un mur avec un espacement de 10 cm) en fonction de la fréquence en fournit un exemple.

Fig. 1



Presentation of the Acoustical Conditions in a Room

There is a wide range of possibilities to describe the acoustical conditions in a room. One possibility is to show the reverberation time as a curve depending on the frequency. This allows the comparison with relevant standards quickly, e.g. with recommendations from the DIN 18041.

The following diagram (Fig. 1) shows the result of a measurement of the reverberation time in a showroom before and after the room acoustical optimization.

Diagram of the Sound Absorption

The sound absorption of a material is a frequency dependent property. Thus for presenting the complete sound absorption data of any material it is necessary to assign one value to each one-third-octave within the frequency range between 100 Hz and 5000 Hz. The values can be presented either in a table or in a diagram.

One example is given in the following graph (Fig. 2), which shows the curve of the frequency dependent sound absorption coefficient for the Pannello.

Rappresentazione grafica delle condizioni acustiche in un ambiente

Per descrivere le condizioni acustiche in un ambiente si hanno molte possibilità. Una di queste possibilità consiste nel rappresentare graficamente come curva isofonica l'andamento dei valori del tempo di riverberazione in funzione della frequenza. Questo tipo di rappresentazione permette di mettere rapidamente a confronto i valori del grafico con requisiti specifici, come ad esempio quelli della DIN 18041.

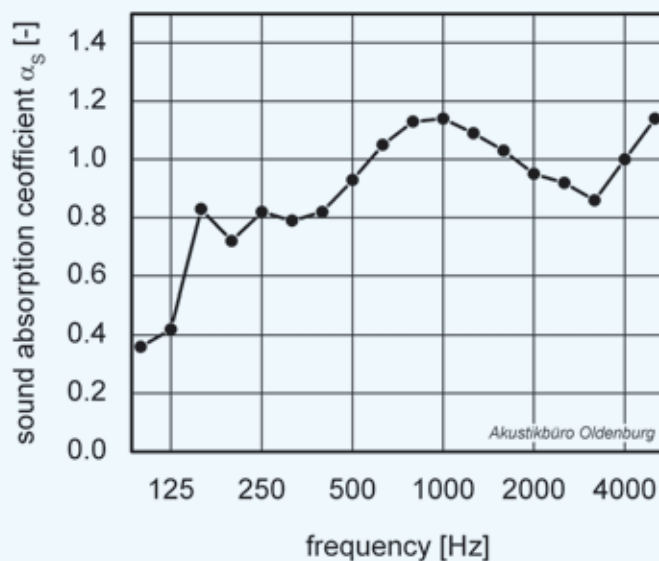
Il grafico seguente (Fig. 1) mostra il risultato di una misurazione del tempo di riverberazione in un salone espositivo con e senza Pannello.

Rappresentazione grafica dell'assorbimento acustico

Il coefficiente di assorbimento acustico di un materiale è una grandezza variabile in funzione della frequenza. Per una rappresentazione completa dell'assorbimento acustico di un dato materiale è pertanto necessario assegnare ad ogni frequenza in terzo di ottava tra 100 Hz e 5000 Hz un valore per l'assorbimento acustico. Una rappresentazione grafica è possibile in forma di tabella o di curva isofonica.

Un esempio è dato dalla figura seguente (Fig. 2) che mostra la curva del coefficiente di assorbimento acustico in funzione della frequenza per un Pannello (montato a 10 cm da una parete).

Fig. 2



Die akustischen Bedingungen in einem Raum werden von vielen Faktoren beeinflusst. Neben den akustischen Eigenschaften der Raumbegrenzungsflächen können auch Einrichtungsgegenstände oder Personen wesentlich zu den Sprech- und Hörbedingungen. Neben Vorschriften, die den Menschen vor Gefahren durch Lärm schützen, gibt es eine Vielzahl von Empfehlungen und Richtlinien zur Planung und akustischen Gestaltung der Lebensumwelt der Menschen. Im Anhang sind einige dieser Normen aus dem deutschen, europäischen und internationalen Bereich exemplarisch aufgeführt. Letztlich bedeutet raumakustische Planung eine berechenbare Tätigkeit, die als Ergebnis ein konkret messbares Resultat erzielt: im besten Fall eine Hörumgebung, in der wir uns wohl fühlen, in der wir uns ohne Schwierigkeiten verständigen können und die wir nicht als zu laut oder zu leise empfinden. Für den nachfolgenden Teil wurden einige Aspekte herausgegriffen, die von besonderer Relevanz für die Bereiche akustische Raumgestaltung und Lärmschutz sind.

Frequenzbereiche

Für die Wahrnehmung von Schallereignissen ist neben dem Schalldruckpegel, der als Lautstärke wahrgenommen wird, die Frequenzzusammensetzung bzw. das Spektrum des Schalls von besonderer Bedeutung. Vom menschlichen Gehör können üblicherweise Frequenzen zwischen ca. 20 Hz und 20.000 Hz wahrgenommen werden. Musik deckt diesen Bereich weitestgehend ab, während Sprache vornehmlich in dem Frequenzbereich zwischen 250 Hz und 2000 Hz angesiedelt ist. In diesem Bereich ist das menschliche Gehör besonders empfindlich. Akustische Größen wie die Nachhallzeit, der Schalldruckpegel oder auch der Schallabsorptionsgrad eines Materials werden deshalb grundsätzlich in Abhängigkeit von der Frequenz angegeben. (Fig. 3)

Auch in einer Reihe technischer Regelwerke wird dem spezifischen Hörbereich des Menschen durch entsprechende Definitionen Rechnung getragen. Im Rahmen der Bauakustik, die sich mit Schallübertragungen zwischen Räumen befasst, wird der Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 3150 Hz betrachtet. Raumakustische Empfehlungen und Hinweise beziehen sich meist auf den Frequenzbereich von 63 Hz bis 4000 Hz.

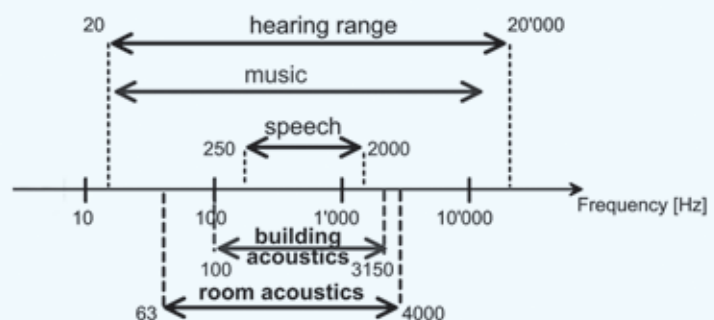
Les conditions acoustiques d'un local dépendent d'un grand nombre de facteurs. Outre les propriétés acoustiques caractérisant les surfaces limites d'une salle, les objets d'ameublement ou les personnes peuvent avoir une influence importante sur les conditions de parole et d'audition. Aux règlements de protection des individus contre les dangers produits par le bruit, viennent s'ajouter de nombreuses recommandations et directives de planification et de conception acoustique de l'environnement vital des personnes. Certaines de ces normes d'origine allemande, européenne et internationale sont citées en annexe à titre d'exemple. En fin de compte, la planification acoustique d'un local est une activité calculable dont l'objectif est de fournir un résultat concret mesurable, à savoir, dans le meilleur des cas, un environnement d'audition qui nous procure un sentiment de bien-être, nous permet d'entendre sans difficultés et que nous ne percevons pas comme trop bruyant ou trop silencieux. La partie suivante reprend quelques aspects particulièrement importants pour les domaines de la conception acoustique et de la protection contre le bruit.

Domaines de fréquence

Outre le niveau de pression acoustique perçu comme intensité sonore, la composition des fréquences ou le spectre acoustique jouent un rôle particulièrement important dans la perception des événements sonores. L'ouïe humaine perçoit normalement des fréquences comprises entre 20 Hz environ et 20 000 Hz. La musique couvre largement ce domaine, alors que la parole se situe principalement dans un domaine de fréquence allant de 250 Hz à 2000 Hz. Dans ce domaine, l'ouïe humaine est particulièrement sensible. Les grandeurs acoustiques telles que le temps de réverbération, le niveau de pression acoustique ou encore le coefficient d'absorption d'un matériau sont donc fondamentalement dépendantes de la fréquence. (Fig. 3)

Une série d'ouvrages techniques mentionnent également la plage audible de l'homme dans des définitions correspondantes. Dans le cadre de l'acoustique de bâtiment, qui traite des transferts acoustiques entre les locaux, le domaine de fréquence considéré s'étend de 100 Hz à 3150 Hz. Les recommandations et indications fournies en matière d'acoustique des locaux se réfèrent la plupart du temps au domaine de fréquence compris entre 63 Hz et 4000 Hz.

Fig. 3



The acoustical conditions in a room are influenced by many factors. Besides acoustical features of the surfaces, furniture or people can also fundamentally contribute to the conditions for speech and listening in a room. In addition to laws, which aim to protect people from dangers of noise, there is a variety of recommendations and guidelines for the planning and design of human environments. In the appendix, some of the German, European, and international standards are quoted. Finally, room acoustical planning is a calculable profession, which produces a specific, measurable result – at best auditory conditions which make us feel good, which are not thought of as too loud or too quiet and where communication without difficulty is possible. In the following, some aspects with particular relevance to acoustical design and noise abatement have been selected.

Frequency Ranges

Besides the sound pressure level, which is perceived as loudness, the frequency spectrum is of particular importance in terms of sound and noise perception. Usually, the human ear can perceive frequencies between ca. 20 Hz and 20000 Hz. Music nearly covers this frequency range, while speech is limited within the range between 250 Hz and 2000 Hz. Here, the human ear is particularly sensitive. Acoustical parameters like reverberation time, sound pressure level, or sound absorption coefficient are generally determined in dependence on the frequency. (Fig. 3)

Also definitions in technical standards and guidelines take the specificity of the human sense of hearing into consideration. Within the scope of building acoustics, which deals with sound transmission between rooms, the frequency range between 100 Hz and 3150 Hz is considered, whereas recommendations and references concerning room acoustics usually relate to the frequency range between 63 Hz and 8000 Hz.

Le condizioni acustiche in uno spazio chiuso vengono influenzate da molti fattori. Oltre alle proprietà acustiche delle superfici divisorie, anche oggetti di arredamento o la presenza stessa di persone possono influenzare in modo importante le condizioni acustiche. Accanto alle norme atte a favorire la protezione di persone dal rischio di forti rumori, esistono anche svariate raccomandazioni e direttive relative alla progettazione e alla realizzazione dal punto di vista acustico degli ambienti teatro della vita quotidiana di ognuno di noi. In appendice sono riportate a titolo di esempio alcune di queste norme tratte da regolamenti tedeschi, europei e internazionali. In fondo, una progettazione in termini di acustica architettonica è un'attività calcolabile che dà risultati concretamente misurabili: nel migliore dei casi, un ambiente acustico che ci permette di sentirci a nostro agio, di udire e comprendere senza difficoltà quello che diciamo e in cui abbiamo la sensazione di essere esposti ad un livello acustico né troppo alto né troppo basso. Nella parte che segue adesso, si fa riferimento ad alcuni aspetti di particolare importanza per quanto riguarda arredamento acustico e protezione contro il rumore.

Gamme di frequenze

Per la percezione di eventi sonori, oltre al livello di pressione sonora, percepito come intensità acustica, particolare importanza riveste la composizione frequenziale ovvero lo spettro acustico. L'udito umano è in grado di percepire di norma frequenze comprese all'incirca tra 20 Hz e 20.000 Hz. Questa gamma è coperta per lo più dalla musica mentre il parlato va a collocarsi preferibilmente nella gamma di frequenze tra 250 Hz e 2000 Hz. In questa gamma l'udito umano è particolarmente sensibile. È per questo che grandezze acustiche come il tempo di riverberazione, il livello di pressione sonora o anche il coefficiente di assorbimento acustico di un materiale vengono sempre specificate in funzione della frequenza. (Fig. 3)

Anche in una serie di autorevoli testi tecnici viene dato ampio spazio, con le dovute definizioni, al campo di udibilità specifico per la persona umana. Nel quadro di un'acustica architettonica che si occupa di trasmissioni del suono tra ambienti chiusi, viene presa in considerazione la gamma di frequenze tra 100 Hz e 3150 Hz. Raccomandazioni ed avvertenze relative ad aspetti di acustica architettonica si riferiscono il più delle volte alla gamma di frequenze tra 63 Hz e 4000 Hz.

Dezibel-Werte

Die Wahrnehmung der Lautstärke wird durch den Schalldruck hervorgerufen. Der Schalldruck wird in der Akustik üblicherweise als logarithmische Grösse in Dezibel angegeben. Der Wert von 0 dB wurde per Definition dem Schalldruck zugeordnet, bei dem die Hörwahrnehmung beginnt, auch Hörschwelle genannt. Dieser Schalldruck hat den Wert von 2×10^{-5} Pa. Ausgehend von dieser willkürlichen Festlegung ergibt sich eine Dezibel-Skala mit Werten zwischen 20 dB(A) und 120 dB(A) für üblicherweise auftretende Geräusche. Bei dieser Definition der Grösse dB(A) wird der Frequenzempfindlichkeit des menschlichen Gehörs Rechnung getragen. Typische dB(A)-Werte sind in der Grafik (Fig. 4) dargestellt.

Lärmwirkungen

Bereits bei einem Schalldruckpegel von 30 dB(A) reagiert der Körper im Schlaf mit physiologischen Reaktionen, wie Anstieg der Herzfrequenz und des Blutdrucks. Eine Störung des Schlafs ist bei Schalldruckpegeln zwischen 30 dB(A) und 40 dB(A) zu beobachten. Für geistige Tätigkeiten sollte ein Pegel von 55 dB(A), für leichte Bürotätigkeiten von 70 dB(A) nicht überschritten werden. Ab 60 dB(A) sind auch im wachen Zustand vegetative Reaktionen zu erwarten. Ab 80 dB(A) Dauerschallpegel und ab 130 dB(A) Impulsgeräusch können irreversible Schädigungen des Gehörs auftreten. (Fig. 5)

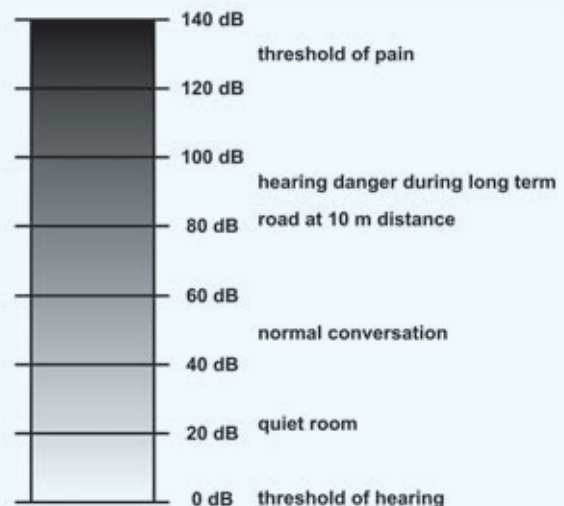
Décibels

La perception de l'intensité sonore est produite par la pression acoustique. La pression acoustique est en règle générale indiquée dans le domaine de l'acoustique sous forme de grandeur logarithmique exprimée en décibels. Par définition, la valeur de 0 dB exprime la pression acoustique à laquelle commence la perception auditive. On l'appelle également « seuil auditif ». Cette pression acoustique correspond à une valeur de 2×10^{-5} Pa. Si l'on part de cette définition arbitraire, il en résulte une échelle de décibels avec des valeurs comprises entre 20 dB(A) et 120 dB(A) pour les bruits produits en temps normal. Cette définition de la grandeur dB(A) tient compte de la sensibilité de l'ouïe humaine en termes de fréquence. Des valeurs typiques de dB(A) sont représentées sur le graphique (Fig. 4).

Charges sonores

A l'état de sommeil, un niveau de pression acoustique de 30 dB(A) suffit déjà à provoquer des réactions physiologiques du corps (par exemple, augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle). On observe une perturbation du sommeil à un niveau de pression acoustique situé entre 40 dB(A) et 55 dB(A). Pour l'exercice d'activités intellectuelles, il est conseillé de ne pas dépasser un niveau de 55 dB(A) et pour des activités de bureau légères un niveau de 70 dB(A). A partir de 60 dB(A), il faut également s'attendre à des réactions du système végétatif à l'état éveillé. Un endommagement irréversible de l'ouïe peut survenir à partir de 80 dB(A) de niveau acoustique continu et à partir de 130 dB(A) de bruit impulsif. (Fig. 5)

Fig. 4



The decibel

The perception of loudness is evoked by the sound pressure level. Within the fields of acoustics, the sound pressure is normally given as logarithmic value. By definition, 0 dB marks the threshold of hearing. The value of the corresponding sound pressure is 2×10^{-5} Pa. Based on this arbitrary commitment a decibel-scale results with values between 20 dB(A) and 120 dB(A) for usual sound and noise occurrence. This definition takes into account the physical frequency sensitivity of the human ear. Typical dB(A)-values are shown in the diagram (Fig. 4).

Noise effects

With regard to people who are asleep, a sound pressure level of even 30 dB(A) leads to physiological reactions, like increase of the heart rate and of the blood pressure. A disturbance of sleep can be observed at levels between 30 dB(A) and 40 dB(A). With regard to mental activities a sound pressure level of 55 dB(A) should not be exceeded, for easy office work this limit is 70 dB(A). Even though a person is awake, automatic physical reactions can be expected at 60 dB(A). Continuous noise at a sound pressure level of 80 dB(A) and impulse noise at a sound pressure level of 130 dB(A) may result in irreversible damage to one's hearing. (Fig. 5)

Decibel

La percezione dell'intensità acustica è dovuta alla pressione sonora. In acustica, la pressione sonora viene di norma specificata come grandezza logaritmica in decibel. Il valore di 0 dB è stato assegnato per definizione alla pressione sonora, alla quale inizia la percezione uditiva, conosciuta anche come soglia uditiva. Questa pressione sonora ha il valore di 2×10^{-5} Pa. Da questa definizione arbitraria risulta una scala Decibel con valori tra 20 dB(A) e 120 dB(A) per i rumori più comunemente ricorrenti. In questa definizione della grandezza dB(A) si tiene conto della sensibilità alle frequenze dell'udito umano. Tipici valori dB(A) sono riportati nel grafico (Fig. 4).

Effetti del rumore

Già con un livello di pressione sonora di 30 dB(A) il corpo produce nel sonno delle reazioni fisiologiche come un aumento della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa. Un disturbo del sonno si osserva ad un livello di pressione acustica compreso tra 30 dB(A) e 40 dB(A). Per attività mentali complesse non si dovrebbe andare oltre un livello di 55 dB(A) e per semplici attività da ufficio non oltre i 70 dB(A). A partire da 60 dB(A) si osservano, anche in stato di veglia, delle reazioni vegetative. A partire da un livello di pressione sonora costante di 80 dB(A) e da un rumore impulsivo di 130 dB(A) si può andare incontro ad una compromissione irreversibile dell'udito. (Fig. 5)

Fig. 5

Effects of noise

	starting at
nervous reactions (heart rate, blood pressure ..)	60 dB(A) – being wake 30 dB(A) – sleeping
sleep disturbed	30 to 40 dB(A)
concentration disturbed	55 dB(A) mental work 70 dB(A) office room
hearing in danger	80 dB(A) constant noise 130 dB(A) impulse noise

Nachhallzeit

Die Nachhallzeit ist die wichtigste Grösse zur Beschreibung der raumakustischen Bedingungen in einem Raum. Technisch ist die Nachhallzeit als diejenige Zeitspanne definiert, in der der Schalldruckpegel nach Abschalten einer Schallquelle um 60 dB abnimmt. Vereinfacht ausgedrückt entspricht dies der Zeitdauer, bis das Schallereignis nicht mehr hörbar ist. (Fig. 6)

Die Nachhallzeit T eines Raums hängt vom Raumvolumen V und der äquivalenten Absorptionsfläche A_{eq} im Raum ab. Die folgende einfache Formel erlaubt die Berechnung der Nachhallzeit in einem Raum anhand des Volumens und der Oberflächen, von denen die äquivalente Schallabsorptionsfläche bzw. der Schallabsorptionsgrad bekannt ist:

$$T = 0,162 V / A_{eq}$$

mit

T Nachhallzeit des Raums

V Volumen des Raums

A_{eq} äquivalente Absorptionsfläche im Raum

Diese Sabine'sche Nachhallformel (nach dem Akustiker W.C. Sabine) gilt für kleine und einfach strukturierte Räume, die nicht zu stark gedämpft sind.

Die äquivalente Absorptionsfläche A_{eq} ergibt sich als das Produkt aus dem Schallabsorptionsgrad eines Materials α und der Fläche S dieses Materials im Raum. Bei unterschiedlichen Oberflächen im Raum (z. B. Verputz, Fenster, Parkett) ist A_{eq} die Summe aller Einzeloberflächen mit jeweils dem gleichen Schallabsorptionsgrad, also

$$A_{eq} = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots$$

Für nicht-flächige Einrichtungen, wie beispielsweise Stellwände oder Möbelstücke, kann die äquivalente Absorptionsfläche mit entsprechenden Verfahren im Hallraum direkt gemessen werden.

Die Messung der Nachhallzeit erfolgt international einheitlich nach DIN EN ISO 3382.

Temps de réverbération

Le temps de réverbération représente la principale valeur utilisée pour décrire les conditions acoustiques d'une salle. D'un point de vue technique, le temps de réverbération est défini comme étant la période au cours de laquelle le niveau de pression acoustique diminue de 60 dB après extinction d'une source sonore. En d'autres termes, cela correspond à la durée nécessaire à un événement sonore pour devenir inaudible. (Fig. 6)

Le temps de réverbération T d'une salle est fonction du volume V et de la surface d'absorption équivalente A_{eq} de cette dernière. La formule simple indiquée ci-dessous permet le calcul du temps de réverbération dans une salle au moyen du volume et de la surface dont on connaît la surface d'absorption acoustique équivalente ou le coefficient d'absorption :

$$T = 0,162 V / A_{eq}$$

avec

T temps d'absorption de la salle

V volume de la salle

A_{eq} surface d'absorption équivalente de la salle

Cette formule de calcul de la réverbération, appelée formule de Sabine (d'après l'acousticien W.C. Sabine) s'applique aux locaux de petite taille et de structure simple dont l'amortissement n'est pas trop important.

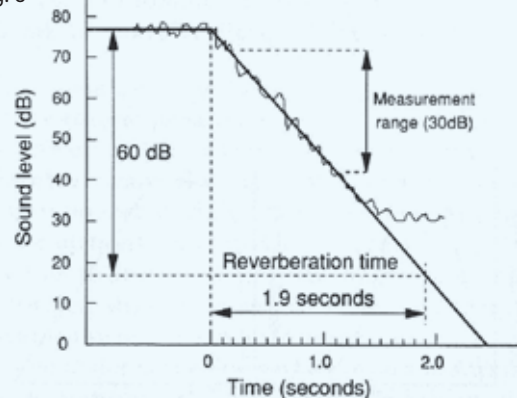
La surface d'absorption équivalente A_{eq} est fournie par le produit du coefficient d'absorption d'un matériau α et de la surface S de ce matériau dans une salle. Si une salle est constituée de surfaces diverses (par ex. enduit, fenêtres, parquet), A_{eq} est calculé en additionnant les différentes surfaces et les coefficients d'absorption acoustique correspondants, soit

$$A_{eq} = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots$$

Pour les installations qui ne sont pas planes, telles que les cloisons amovibles ou les meubles, la surface d'absorption équivalente se mesure directement dans le local réverbérant avec la méthode adéquate.

La norme DIN EN ISO 3382 sert de référence à une échelle internationale pour la mesure du temps de réverbération.

Fig. 6



Reverberation time

The reverberation time is the most important property describing the acoustical characteristic of a room. From a technical point of view, the reverberation time is defined as the period of time, in which the sound pressure level of a sound source decreases by 60 dB(A) when switched off. Simplified, this is the period of time, at the end of which a sound event is not perceivable any more. (Fig. 6)

The reverberation time T of a room depends on the volume of the room and on the equivalent sound absorption area A_{eq} . The following simple formula allows the estimation of the reverberation time in a room using the volume and the surfaces, which have to be well known with regard to their sound absorption area or their sound absorption coefficient respectively:

$$T = 0,162 V / A_{eq}$$

with

T reverberation time of the room

V volume of the room

A_{eq} equivalent sound absorption area in the room

This so-called Sabine formula (according to the acoustician W.C. Sabine) is valid for small and simply structured rooms, which are not too heavily dampened.

The equivalent sound absorption area A_{eq} results as the product of the sound absorption coefficient α and the surface area S with this sound absorption coefficient in the room. In the case of different surfaces A_{eq} is the sum of all singular surface areas with the same sound absorption coefficient each, so

$$A_{eq} = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots$$

For non-flat installations (e.g. movable walls or furniture) the equivalent sound absorption area can be determined immediately by the respective measurement in the reverberation chamber.

Temps de réverbération

Il tempo di riverberazione è la grandezza più significativa, quando si tratta di descrivere le condizioni acustiche di un ambiente chiuso. Dal punto di vista tecnico, il tempo di riverberazione è definito come l'intervallo di tempo tra il momento in cui si disinserisce una sorgente sonora e il momento in cui il livello di pressione sonora decade di 60 dB. Volendo semplificare, questo intervallo corrisponde al tempo che trascorre fino al momento in cui l'evento sonoro non risulta più udibile. (Fig. 6)

Il tempo di riverberazione T di un ambiente dipende dal volume V dello stesso e dalla superficie equivalente di assorbimento A_{eq} all'interno dell'ambiente. La semplice formula seguente consente di calcolare il tempo di riverberazione in un ambiente in base al volume e alle superfici delle quali si conosca la superficie equivalente di assorbimento acustico o il coefficiente di assorbimento acustico:

$$T = 0,162 V / A_{eq}$$

dove

T Tempo di riverberazione dell'ambiente

V Volume dell'ambiente

A_{eq} Superficie equivalente di assorbimento acustico nell'ambiente

Questa formula del tempo di riverberazione, detta formula di Sabine (dal nome del pioniere dell'acustica W.C. Sabine) è applicabile in ambienti di dimensioni ridotte e di semplice struttura, non troppo fonoisolati.

La superficie equivalente di assorbimento A_{eq} è data dal prodotto del coefficiente di assorbimento acustico di un materiale α della superficie S di questo materiale nell'ambiente. Se si hanno diverse superfici nell'ambiente (ad es. intonaco, finestre, parquet) A_{eq} sarà la somma di tutte le singole superfici rispettivamente con lo stesso coefficiente di assorbimento acustico, quindi

$$A_{eq} = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots$$

Per elementi di arredamento che non presentano superfici piane, come ad esempio tramezzi mobili o pezzi di mobilio, la superficie equivalente di assorbimento può essere misurata direttamente nella camera riverberante con metodo specifico.

La misurazione del tempo di riverberazione viene effettuata in tutto il mondo riferendosi alla DIN EN ISO 3382.

Empfohlene Nachhallwerte

Abbildung 7: Empfohlener Nachhallzeitverlauf über der Frequenz in Abhängigkeit von der Nutzung (Sprache/ Unterricht/Kommunikation oder Musik).

Jeder Raum sollte entsprechend seiner Nutzung und Grösse angemessene raumakustische Bedingungen aufweisen. Einschlägige Empfehlungen gibt die DIN 18041 zur «Hörsamkeit in kleinen und mittelgrossen Räumen».

Je nach Nutzung und in Abhängigkeit vom Volumen des Raums wird ein Wert der Nachhallzeit T_{sugg} bei 1000 Hz empfohlen. Beispiel: Ein auf Konferenzen und Kommunikation ausgerichteter Raum mit einem Volumen von 400 m^3 sollte eine Nachhallzeit von ca. 0,7 Sekunden haben. Weiterhin gibt die DIN 18041 vor, welchen Frequenzverlauf die Nachhallzeit haben sollte. Hierbei wird zwischen den Kategorien «Musik» und «Sprache/ Unterricht/ Kommunikation» unterschieden. Für sprachlich ausgerichtete Nutzungen sollte die Nachhallzeit möglich konstant im gesamten Frequenzbereich eingestellt werden. Bei musikalischen Nutzungen wird hingegen ein leichter Anstieg der Nachhallzeit zu tiefen Frequenzen empfohlen, um dem Raum eine gewisse Wärme im Klang zu verleihen. (Fig. 8/9)

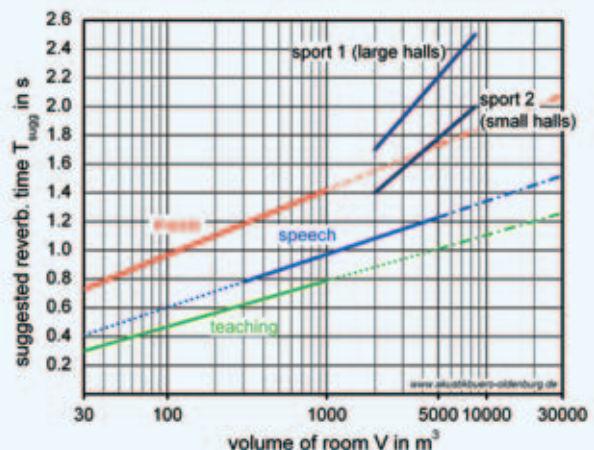
Valeurs optimales de temps de réverbération

Figure 7 : Courbe de temps de réverbération recommandée sur l'étendue de la fréquence et en fonction de l'usage (parole/cours/communication ou musique).

Chaque salle doit réunir les conditions acoustiques adéquates en fonction de son utilisation et de sa taille. La norme DIN 18041 fournit les recommandations correspondantes relatives à « l'audibilité des salles de petite et de moyenne taille ».

Suivant l'usage et le volume de la salle, une valeur de temps de réverbération T_{sugg} de 1000 Hz est recommandée. Exemple : Une salle destinée à des conférences ou à vocation communicative d'un volume de 400 m^3 devrait avoir un temps de réverbération d'environ 0,7 secondes. La norme DIN 18041 prescrit par ailleurs la variation de fréquence du temps de réverbération. Il faut opérer ici une distinction entre les catégories « musique » et « parole/cours/communication ». Pour les salles destinées à la parole, le temps de réverbération doit, dans la mesure du possible, rester constant sur toute la plage de fréquences. Pour les salles à vocation musicale, une légère augmentation du temps de réverbération à basses fréquences est par contre recommandée pour donner à la salle une certaine « chaleur sonore ». (Fig. 8/9)

Fig. 7



Recommended optimum reverberation time

Picture 7: Recommended course of the reverberation time dependent on usage (speech and teaching/communication; music).

Each room should show appropriate room acoustical conditions according to its usage and size. Therefore, the DIN 18041 "Acoustical quality of small and medium-sized rooms" gives relevant recommendations.

Depending on the usage and on the volume of a room a certain value is given for the reverberation time T_{sugg} at 1000 Hz. Example: a meeting- and conference - room with a volume of 400 m³ should have a reverberation time of about 0.7 seconds. Furthermore, the DIN 18041 recommends the frequency dependence the reverberation time should have. Two categories are introduced: "Music" and "Speech/Teaching/Communication". With regard to rooms that aim at speech purposes, the reverberation time should be as constant as possible over the whole frequency range. With regard to musical purposes a smooth increase of the reverberation time towards low frequencies is desirable in order to generate a warm feeling of sound. (Fig. 8/9)

Valori di riverberazione consigliati

Figura 7: curva del tempo di riverberazione consigliato in funzione della frequenza e del tipo di utilizzo dell'ambiente (parlato/insegnamento/comunicazione o musica).

Ogni ambiente, a seconda dell'utilizzo che se ne fa e delle sue dimensioni, deve presentare delle condizioni acustiche adeguate. Raccomandazioni specifiche vengono fornite dalla DIN 18041 relativa alla «Udibilità in spazi piccoli e di media grandezza».

A seconda dell'utilizzo dell'ambiente e in funzione del suo volume, si consiglia un valore per il tempo di riverberazione T_{sugg} ad una frequenza di 1000 Hz. Esempio: un ambiente destinato a conferenze e attività di comunicazione con un volume di 400 m³ deve presentare un tempo di riverberazione di circa 0,7 secondi. La DIN 18041 specifica inoltre quale andamento frequenziale debba avere il tempo di riverberazione. In questo contesto si distingue tra le categorie «musica» e «parlato/insegnamento/comunicazione». Per ambienti destinati principalmente al parlato, il tempo di riverberazione deve essere impostato su un valore più costante possibile per l'intera gamma di frequenze. Se invece si usa un ambiente per fare musica, si consiglia un leggero incremento del tempo di riverberazione per le basse frequenze al fine di infondere all'ambiente un certo calore sonoro. (Fig. 8/9)

Fig. 8 speech

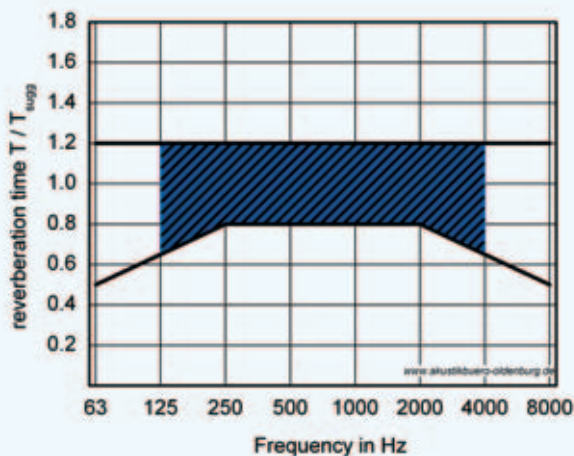
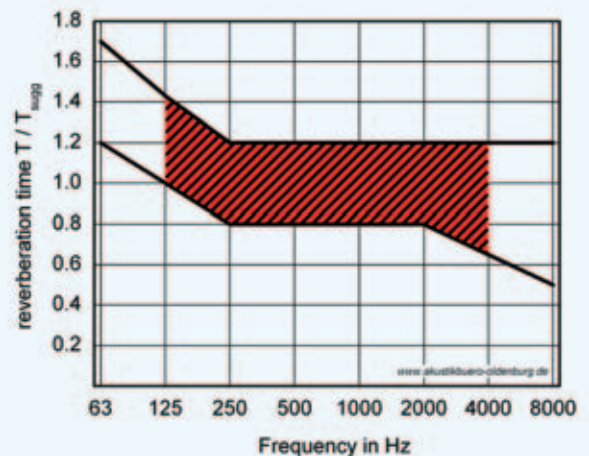


Fig. 9 music



Einzehangaben zur Schallabsorption

Architekten und Bauherren haben in der Vergangenheit oft nach einer vereinfachten Bewertung für Schallabsorber verlangt, um selbst eine grobe Klassifizierung der unterschiedlichen Produkte am Markt vornehmen zu können. Vor diesem Hintergrund wurden parallel in den USA und in Europa Definitionen für Einzahlwerte für den frequenz-abhängigen Schallabsorptionsgrad festgelegt. Diese werden im Folgenden kurz vorgestellt.

NRC nach ASTM 423:

Der Wert NRC (Noise Reduction Coefficient) nach ASTM 423 wird ermittelt, indem aus vier Terzwerten für den Schallabsorptionsgrad bei den Frequenzen 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz und 2000 Hz der Mittelwert gebildet wird und dieser anschliessend auf 0,05 genau gerundet wird. Liegt genau die Mitte der durch 0,05 teilbaren Zahlen vor, so wird stets aufgerundet (Beispiel: 0,625 => 0,65; 0,675 => 0,70).

SAA nach ASTM 423:

Die ebenfalls im amerikanischen Raum genutzte Grösse SAA (Sound Absorption Average) wird ermittelt, indem aus den zwölf Terzwerten für den Schallabsorptionsgrad zwischen 200 Hz und 2500 Hz der Mittelwert gebildet wird und dieser anschliessend auf 0,01 genau gerundet wird.

Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w (DIN EN ISO 11654):

Für die Ermittlung des bewerteten Schallabsorptionsgrades α_w wird zunächst aus jeweils drei Terzwerten der Mittelwert für die Oktavmittelfrequenzen von 125 Hz bis 4000 Hz gebildet. Aus 18 Terzwerten werden so 6 Oktavwerte. Der Mittelwert für die jeweilige Oktave wird auf 0,05 gerundet und als praktischer Schallabsorptionsgrad α_p bezeichnet. Die Kurve der praktischen Schallabsorptionsgrade α_p zwischen 250 Hz und 4000 Hz wird anschliessend mit einer Bezugs-kurve aus der DIN EN 11654 verglichen. Aus diesem Vergleich lässt sich der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w als Einzahlwert ablesen. Abweichungen um mehr als 0,25 zwischen Kurve und Bezugskurve werden mit Formindikatoren L, M oder H gekennzeichnet, je nachdem, ob sie bei 250 Hz (L), bei 500 Hz bzw. 1000 Hz (M) oder bei 2000 Hz bzw. 4000 Hz (H) auftreten. So ergeben sich Angaben wie $\alpha_w = 0,65$ (H), $\alpha_w = 0,20$ oder $\alpha_w = 0,80$ (LM). Diese Zusätze weisen auf Schallabsorber hin, die eher im tiefen (L), mittleren (M) oder hohen (H) Frequenzbereich wirksam sind. Je nach der Grösse des bewerteten Schallabsorptionsgrads α_w wird das Material einer Schallabsorberklasse zugeordnet, siehe Grafik (Fig. 10). Schallabsorberklassen sind nicht für raumakustische Dimensionierungen geeignet.

Indications d'unicité relative à l'absorption acoustique

Dans le passé, les architectes et maîtres d'ouvrage ont souvent demandé une évaluation simplifiée des absorbeurs acoustiques, afin de pouvoir opérer une classification d'ensemble des différents produits en vente sur le marché. Dans ce contexte, des définitions de valeurs d'indice ont été fixées parallèlement aux Etats-Unis et en Europe pour le coefficient d'absorption en fonction de la fréquence. Celles-ci sont présentées brièvement ci-dessous.

NRC selon ASTM 423:

La valeur NRC (Noise Reduction Coefficient) selon la norme ASTM 423 est calculée à partir de la moyenne de quatre valeurs tierces du coefficient d'absorption aux fréquences de 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz et 2000 Hz et est ensuite arrondie à exactement 0,05. La moyenne des chiffres divisibles par 0,05 est toujours arrondie (exemple : 0,625 => 0,65; 0,675 => 0,70).

SAA selon ASTM 423:

La grandeur SAA (Sound Absorption Average), également utilisée aux Etats-Unis, est calculée à partir de la moyenne des douze valeurs tierces du coefficient d'absorption de fréquences comprises entre 200 Hz et 2500 Hz et est ensuite arrondie à exactement 0,01.

Estimation du coefficient d'absorption α_w (DIN EN ISO 11654):

Pour le calcul de l'estimation du coefficient d'absorption α_w , on tire dans un premier temps la moyenne de trois tiers d'octave de fréquences moyennes comprises entre 125 Hz et 4000 Hz. 18 valeurs tierces donnent 6 valeurs d'octave. La moyenne obtenue pour l'octave en question est arrondie à 0,05 et désignée comme coefficient d'absorption pratique α_p . La courbe des coefficients d'absorption pratiques α_p entre 250 Hz et 4000 Hz est ensuite comparée à une courbe de référence issue de la norme DIN EN 11654. Cette comparaison permet d'obtenir le coefficient d'absorption estimé α_w comme valeur d'indice. Les écarts de plus de 0,25 entre la courbe réalisée et la courbe de référence sont caractérisés par des indicateurs de formes L, M ou H, suivant la fréquence à laquelle ils apparaissent : 250Hz (L), 500 Hz ou 1000 Hz (M) ou encore 2000 Hz ou 4000 Hz (H). On obtient ainsi des indicateurs tels que $\alpha_w = 0,65$ (H), $\alpha_w = 0,20$ ou $\alpha_w = 0,80$ (LM). Ces suppléments renvoient à des absorbeurs acoustiques qui agissent plutôt dans une plage de fréquence basse (L), moyenne (M) ou haute (H). Le matériau est affecté à une classe d'absorbeurs acoustiques en fonction de l'importance du coefficient d'absorption estimé α_w , (voir le graphique à ce propos Fig. 10). Les classes d'absorbeurs acoustiques ne sont pas adaptées aux dimensionnements acoustiques des locaux.

Fig. 10

Sound absorber class	A	B	C	D	E	not classified
α_w - value	0,9 – 1,0	0,8 – 0,85	0,6 – 0,75	0,3 – 0,55	0,15 – 0,25	0,00 – 0,10

Rating of sound absorption

In recent years, architects and investors have often asked for a simplified classification of sound absorbers in order to be able to independently conduct basic assessments of different products on the market. Because of this, definitions for single number ratings for sound absorption have been introduced in the USA and Europe.

NRC according to ASTM 423:

The NRC value (noise reduction coefficient) according to ASTM 423 is deduced by averaging the sound absorption coefficient of the frequencies 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, and 2000 Hz and then rounding the average of these four values to the nearest multiple of 0.05. If the unrounded average is an exact midpoint, then it has to be rounded to the next higher multiple of 0.05 (example: 0,625 => 0,65; 0,675 => 0,70).

SAA according to ASTM 423:

The SAA value (sound absorption average), which is also used in the USA, is determined by averaging the sound absorption coefficient of the twelve one-third-octave values between 200 Hz and 2500 Hz and rounding the result to the nearest multiple of 0.01.

Weighed sound absorption coefficient α_w (DIN EN ISO 11654):

In a first step, the average sound absorption coefficient from three one-third octaves is taken to gain the values for six octave-bands between 125 Hz and 4000 Hz. Thereby, from eighteen one-third-octaves values six octave-values emerge. Each average is rounded to the next multiple of 0.05 and named practical sound absorption coefficient α_p . The curve of these values between 250 Hz and 4000 Hz is then compared to a reference curve from DIN EN ISO 11654. From this comparison, the weighed sound absorption coefficient α_w as a single number can be determined. Deviations of more than 0.25 between curve and reference curve are identified by indicators L, M, or H, depending on their occurrence at 250 Hz (L), 500 Hz or 1000 Hz (M), or 2000 Hz or 4000 Hz (H). The results are values like $\alpha_w = 0,65$ (H), $\alpha_w = 0,20$ or $\alpha_w = 0,80$ (LM). These additives point to sound absorbers which have their main efficiency more in the low (L), middle (M), or high (H) frequency range. Depending on the value of the weighed sound absorption coefficient α_w the material is assigned to a sound absorption class (see picture 10). Sound absorption classes are not suitable for profound room acoustical planning.

Parametri relativi all'assorbimento acustico

Architetti e impresari edili hanno spesso richiesto in passato una valutazione semplificata dei fonoassorbenti per poter mettere a punto da soli almeno una sommaria classificazione degli svariati prodotti presenti sul mercato. In questo contesto, negli USA e in Europa sono stati definiti parallelamente dei parametri per il coefficiente di assorbimento acustico in funzione della frequenza. Tali parametri vengono trattati brevemente qui di seguito.

NRC secondo ASTM 423:

Il parametro NRC (Noise Reduction Coefficient) secondo ASTM 423 viene determinato deducendo da quattro valori in terzo di ottava per il coefficiente di assorbimento acustico alle frequenze di 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz il valore medio che viene poi arrotondato esattamente a 0,05. Se si ottiene esattamente la media delle cifre divisibili per 0,05, si arrotonda sempre (esempio: 0,625 => 0,65; 0,675 => 0,70).

SAA secondo ASTM 423:

La grandezza SAA (Sound Absorption Average), anch'essa usata in America, viene determinata deducendo da dodici valori in terzo di ottava per il coefficiente di assorbimento acustico tra 200 Hz e 2500 Hz il valore medio che viene poi arrotondato esattamente a 0,01.

Coefficiente di assorbimento acustico valutato α_w (DIN EN ISO 11654):

Per la determinazione del coefficiente di assorbimento acustico valutato α_w per prima cosa si deduce rispettivamente da tre valori in terzo di ottava il valore medio per le frequenze centrali di ottava da 125 Hz a 4000 Hz. Da 18 valori in terzo di ottava si ottengono così 6 valori in ottava. Il valore medio per la rispettiva ottava viene arrotondato a 0,05 e definito come coefficiente pratico di assorbimento acustico α_p . La curva dei coefficienti pratici di assorbimento acustico α_p tra 250 Hz e 4000 Hz viene poi messa a confronto con una curva di riferimento riportata nella DIN EN 11654. Questo confronto consente quindi di ricavare come parametro il coefficiente di assorbimento acustico valutato α_w . Scostamenti di oltre 0,25 tra curva sperimentale e curva di riferimento vengono contrassegnati con indicatori di forma L, M o H, a seconda che si verificano a 250 Hz (L), a 500 Hz o 1000 Hz (M) oppure a 2000 Hz o 4000 Hz (H). Ne derivano valori come $\alpha_w = 0,65$ (H), $\alpha_w = 0,20$ o $\alpha_w = 0,80$ (LM). La specificazione aggiuntiva di questi indicatori indica che un fonoassorbente è attivo soprattutto nella gamma di frequenze basse (L), medie (M) o alte (H). A seconda della grandezza del coefficiente di assorbimento acustico valutato α_w , il materiale viene assegnato ad una determinata classe di assorbimento acustico, vedi tabella (Fig. 10). Le classi di assorbimento acustico non sono adatte ad un dimensionamento di acustica architettonica.

Prüfzeugnisse

Für den Pannello murale (Fig. 11) enthalten die Prüfzeugnisse sämtliche Angaben vom frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrad bis zur Schallabsorberklasse.

Für die Pannello supporto wird die äquivalente Absorptionsfläche eines einzelnen Elements nach DIN EN ISO 354 angegeben (Fig. 12).

Für den Pannello semplice wird wiederum der Schallabsorptionsgrad mit den zugehörigen Bewertungen aufgeführt (Fig. 13).

Résultats d'essais

Les résultats des essais réalisés pour le Pannello murale (Fig. 11) contiennent toutes les indications, du coefficient d'absorption en fonction de la fréquence à la classe d'absorbeur acoustique.

Pour le Pannello supporto, la surface d'absorption équivalente d'un élément individuel selon la norme DIN EN ISO 354 est indiquée (Fig. 12).

Pour le Pannello semplice, le coefficient d'absorption acoustique est par contre indiqué avec les évaluations correspondantes (Fig. 13).

Fig. 11 Pannello murale

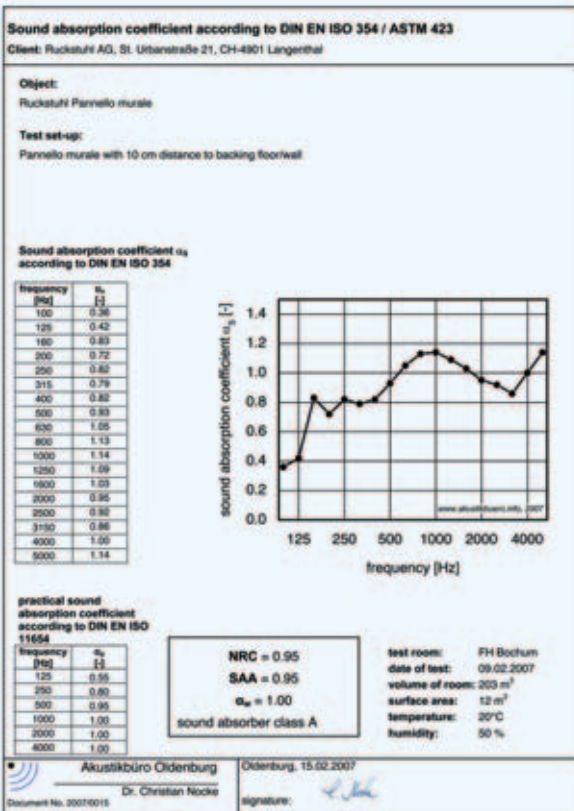
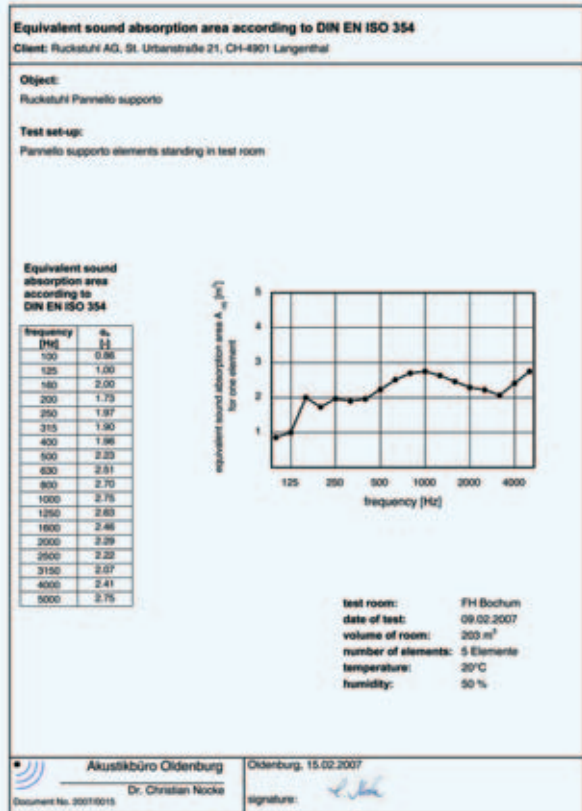


Fig. 12 Pannello supporto



Test reports

For the Pannello murale (Fig. 11) the test report quotes the frequency dependent sound absorption data as well as single number ratings.

For the Pannello supporto (Fig. 12) the equivalent sound absorption area of one element is given according to ISO 354.

For Pannello semplice, on the other hand, the sound absorption coefficient is listed together with the associated ratings (Fig. 13).

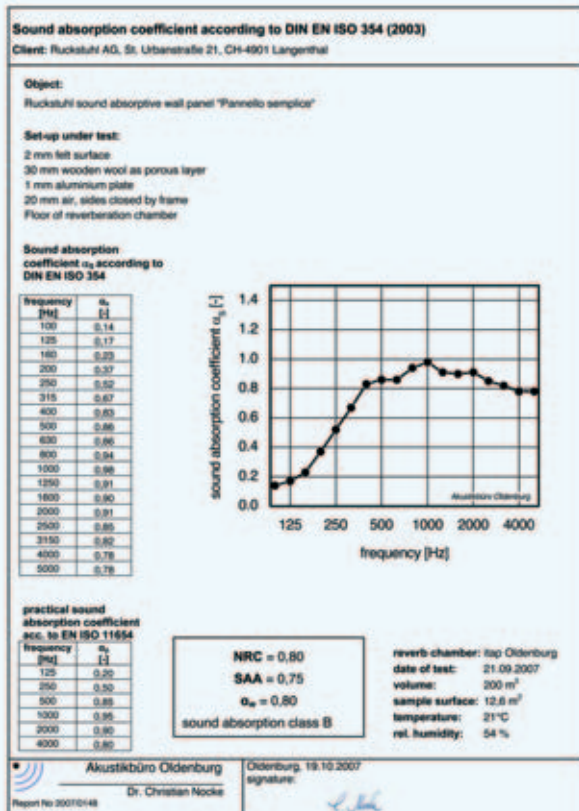
Certificati di prova

Per il Pannello murale i certificati di prova (Fig. 11) comprendono tutti i dati: dal coefficiente di assorbimento acustico in funzione della frequenza alla classe di assorbimento acustico.

Per il Pannello supporto la superficie equivalente di assorbimento di un singolo elemento viene specificata secondo DIN EN ISO 354 (Fig. 12).

Per il Pannello semplice viene riportato il coefficiente di assorbimento acustico con le relative valutazioni (Fig. 13).

Fig. 13 Pannello semplice



Normen

Die folgende Liste gibt ohne Anspruch auf Vollständigkeit eine Übersicht einschlägiger Normen und Richtlinien:

ISO 10053:1991-12

Acoustics; measurement of office screen sound attenuation under specific laboratory conditions

ISO 10053:1991-12

Akustik; Messung der Schalldämmung von Bürostellwänden unter Laborbedingungen

ISO 17624:2004-05

Acoustics – Guidelines for noise control in offices and workrooms by means of acoustical screens

DIN EN ISO 17624:2005-03

Akustik – Leitfaden für den Schallschutz in Büros und Arbeitsräumen durch Schallschirme (ISO 17624:2004);

Deutsche Fassung EN ISO 17624:2004

NF S31-169; NF EN ISO 17624:2005-06-01

ISO 354:2003-05

Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room

DIN EN ISO 354:2003-12

Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen (ISO 354:2003); Deutsche Fassung EN ISO 354:2003

ISO 11654:1997-04

Acoustics – Sound absorbers for use in buildings – Rating of sound absorption

DIN EN ISO 11654:1997-07

Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption (ISO 11654:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11654:1997

Literatur

H. Kuttruff

Room Acoustics

Applied Science Publishers, London. 4th Edition, 2000

W. J. Cavanaugh

Architectural Acoustics. Principles and Practice.

John Wiley & Sons, 1998

R. Apfel

Deaf Architects and Blind Acousticians?

A Guide to the Principles of Sound Design.

New Haven, Connecticut: Apple Enterprises Press, 1998.

L. Cremer, H. A. Müller

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik.

S. Hirzel-Verlag, Berlin, 1978

Normes

Sans vouloir être exhaustive, la liste suivante fournit un aperçu des normes et directives de référence :

ISO 10053:1991-12

Acoustics; measurement of office screen sound attenuation under specific laboratory conditions

ISO 10053:1991-12

Akustik; Messung der Schalldämmung von Bürostellwänden unter Laborbedingungen

ISO 17624:2004-05

Acoustics – Guidelines for noise control in offices and workrooms by means of acoustical screens

DIN EN ISO 17624:2005-03

Akustik – Leitfaden für den Schallschutz in Büros und Arbeitsräumen durch Schallschirme (ISO 17624:2004);

Deutsche Fassung EN ISO 17624:2004

NF S31-169; NF EN ISO 17624:2005-06-01

ISO 354:2003-05

Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room

DIN EN ISO 354:2003-12

Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen (ISO 354:2003); Deutsche Fassung EN ISO 354:2003

ISO 11654:1997-04

Acoustics – Sound absorbers for use in buildings – Rating of sound absorption

DIN EN ISO 11654:1997-07

Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption (ISO 11654:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11654:1997

Bibliographie

H. Kuttruff

Room Acoustics

Applied Science Publishers, London. 4th Edition, 2000

W. J. Cavanaugh

Architectural Acoustics. Principles and Practice.

John Wiley & Sons, 1998

R. Apfel

Deaf Architects and Blind Acousticians?

A Guide to the Principles of Sound Design.

New Haven, Connecticut: Apple Enterprises Press, 1998.

L. Cremer, H. A. Müller

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik.

S. Hirzel-Verlag, Berlin, 1978

Standards

The following list gives rough survey of standards and other literature.

ISO 10053:1991-12

Acoustics; measurement of office screen sound attenuation under specific laboratory conditions

ISO 10053:1991-12

Akustik; Messung der Schalldämmung von Bürostellwänden unter Laborbedingungen

ISO 17624:2004-05

Acoustics – Guidelines for noise control in offices and workrooms by means of acoustical screens

DIN EN ISO 17624:2005-03

Akustik – Leitfaden für den Schallschutz in Büros und Arbeitsräumen durch Schallschirme (ISO 17624:2004);

Deutsche Fassung EN ISO 17624:2004

NF S31-169; NF EN ISO 17624:2005-06-01

ISO 354:2003-05

Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room

DIN EN ISO 354:2003-12

Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen (ISO 354:2003); Deutsche Fassung EN ISO 354:2003

ISO 11654:1997-04

Acoustics – Sound absorbers for use in buildings – Rating of sound absorption

DIN EN ISO 11654:1997-07

Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption (ISO 11654:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11654:1997

Literature

H. Kuttruff

Room Acoustics

Applied Science Publishers, London. 4th Edition, 2000

W. J. Cavanaugh

Architectural Acoustics. Principles and Practice.

John Wiley & Sons, 1998

R. Apfel

Deaf Architects and Blind Acousticians?

A Guide to the Principles of Sound Design.

New Haven, Connecticut: Apple Enterprises Press, 1998.

L. Cremer, H. A. Müller

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik.

S. Hirzel-Verlag, Berlin, 1978

Normativa

Il seguente elenco fornisce, senza pretesa di completezza, una panoramica delle norme e direttive in materia:

ISO 10053:1991-12

Acoustics; measurement of office screen sound attenuation under specific laboratory conditions

ISO 10053:1991-12

Akustik; Messung der Schalldämmung von Bürostellwänden unter Laborbedingungen

ISO 17624:2004-05

Acoustics – Guidelines for noise control in offices and workrooms by means of acoustical screens

DIN EN ISO 17624:2005-03

Akustik – Leitfaden für den Schallschutz in Büros und Arbeitsräumen durch Schallschirme (ISO 17624:2004);

Deutsche Fassung EN ISO 17624:2004

NF S31-169; NF EN ISO 17624:2005-06-01

ISO 354:2003-05

Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room

DIN EN ISO 354:2003-12

Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen (ISO 354:2003); Deutsche Fassung EN ISO 354:2003

ISO 11654:1997-04

Acoustics – Sound absorbers for use in buildings – Rating of sound absorption

DIN EN ISO 11654:1997-07

Akustik – Schallabsorber für die Anwendung in Gebäuden – Bewertung der Schallabsorption (ISO 11654:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11654:1997

Note bibliografiche

H. Kuttruff

Room Acoustics

Applied Science Publishers, London. 4th Edition, 2000

W. J. Cavanaugh

Architectural Acoustics. Principles and Practice.

John Wiley & Sons, 1998

R. Apfel

Deaf Architects and Blind Acousticians?

A Guide to the Principles of Sound Design.

New Haven, Connecticut: Apple Enterprises Press, 1998.

L. Cremer, H. A. Müller

Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik.

S. Hirzel-Verlag, Berlin, 1978

Pannello murale und Pannello semplice gibt es in zwei Varianten der Flammfestigkeit. Dafür gelten die europäischen Normen EN 13501 und EN 1021. Diese Normen gelten für alle EU Länder und die Schweiz. Es kann jedoch sein, dass es einzelne Staaten gibt, die verschärfte Auflagen erlassen. In diesen Fällen empfehlen wir die Ausführung «High Performance».

Flammfestigkeit «Standard»

Flammfestigkeit E_{FL} für folgende Bereiche: Büros, Seminar- und Konferenzräume, Lounges, Cafeterias, Aufenthaltsräume, Relaxräume sowie für alle übrigen Räume, die in der Regel nicht mehr als 100 Personen aufnehmen.

Flammfestigkeit «High performance»

Flammfestigkeit B_{FL-S1} für Raumsituationen mit Fluchtwegaufgaben: Fluchtwegkorridore, Treppenhäuser, Hochhäuser und Räume, die in der Regel mehr als 100 Personen aufnehmen.

Pannello murale et Pannello semplice existe en deux variantes d'ininflammabilité. Celles-ci sont régies par les normes européennes EN 13501 et EN 1021. Ces normes sont applicables dans tous les pays de l'Union européenne et en Suisse. Il se peut néanmoins que certains états appliquent des normes plus sévères. Dans ce cas, nous conseillons la version « High Performance ».

Ininflammabilité « Standard »

Ininflammabilité E_{FL} pour les domaines suivants : bureaux, salles de conférence, foyers, cafétérias, salles d'accueil, salles de relaxation ainsi que tout autre local dont la capacité maximum d'accueil est limitée à 100 personnes.

Ininflammabilité « High performance »

Ininflammabilité B_{FL-S1} pour les locaux devant être équipés d'issues de secours : couloirs d'issues de secours, cages d'escaliers, immeubles à plusieurs étages et locaux dont la capacité d'accueil dépasse 100 personnes.

Flame resistance / fire protection

Pannello murale and Pannello semplice comes in two different flame resistance variants. This is based on the European standards EN 13501 and EN 1021. These standards apply to all EU countries and Switzerland. It may however be the case that some countries have more stringent requirements. In such cases we would recommend the "high performance" variant.

Flame resistance, "standard" variant

Flame resistance E_{FL} for the following areas: offices, seminar and conference rooms, lounges, cafeterias, waiting rooms, recreation areas and all other rooms where generally speaking no more than 100 persons will be accommodated.

Flame resistance, "high performance" variant

Flame resistance B_{FL-S1} for escape route requirements: Emergency exit corridors, stairwells, highrise buildings and rooms where generally speaking no more than 100 persons will be accommodated.

Resistenza alla fiamma/ comportamento alla combustione

Pannello murale e Pannello semplice è disponibile in due versioni diverse in riferimento alla resistenza alla fiamma. In materia sono applicabili le norme europee EN 13501 e EN 1021. Queste norme hanno vigore per tutti i Paesi dell'Ue e la Svizzera. Non è comunque da escludere che in alcuni Stati siano previsti dei requisiti più restrittivi. In questi casi raccomandiamo la scelta della versione «High Performance».

Resistenza alla fiamma «Standard»

Resistenza alla fiamma E_{FL} per i seguenti ambienti: uffici, locali destinati a seminari e conferenze, lounge, mense, sale di aspetto, spazi da dedicare al relax e tutti gli altri ambienti in cui di regola possono trovare posto non più di 100 persone.

Resistenza alla fiamma «High performance»

Resistenza alla fiamma B_{FL-S1} per ambienti per i quali sussista l'obbligo di approntamento di vie di fuga: corridoi con vie di fuga, trombe delle scale, grattacieli e ambienti in cui di regola possono trovare posto più di 100 persone.

Impressum

Text: Ch. Nocke und C. Hilge, Oldenburg;
Ruckstuhl, Langenthal
Konzept: P'INC. AG, Langenthal
Fotografie: B. Augsburg, Zürich;
Samuel Ruckstuhl, Zürich (S. 1, 30)
Druck: Merkur Druck, Langenthal
Auflage: 10'000
Januar 2010

Empreinte

Texte : Ch. Nocke et C. Hilge, Oldenburg;
Ruckstuhl, Langenthal
Concept : P'INC. AG, Langenthal
Photographie : B. Augsburg, Zurich;
Samuel Ruckstuhl, Zurich (p. 1, 30)
Impression : Merkur Druck, Langenthal
Tirage : 10'000
Janvier 2010

Acknowledgements

Text: Ch. Nocke and C. Hilge, Oldenburg;
Ruckstuhl, Langenthal
Concept: P'INC. AG, Langenthal
Photography: B. Augsburg, Zurich
Samuel Ruckstuhl, Zurich (p. 1, 30)
Printing: Merkur Druck, Langenthal
Adition: 10'000
January 2010

Colophon

Testo: Ch. Nocke e C. Hilge, Oldenburg;
Ruckstuhl, Langenthal
Ideazione: P'INC. AG, Langenthal
Fotografia: B. Augsburg, Zurigo;
Samuel Ruckstuhl, Zurich (p. 1, 30)
Stampa: Merkur Druck, Langenthal
Edizione: 10'000
Gennaio 2010

CH RUCKSTUHL AG

Teppichfabrik/fabrique de tapis/carpet factory/fabbrica di tappeti
St. Urbanstrasse 21, CH-4901 Langenthal
Tel. +41 62 919 86 00, Fax +41 62 922 48 70
info@ruckstuhl.com, www.ruckstuhl.com

BE RUCKSTUHL VERKOOP BENELUX

Kapittelweg 28
NL – 1216 JE Hilversum
Tel. 035 623 5104, Fax 035 628 9407
ruckstuhl-be@ruckstuhl.com

DE RUCKSTUHL DEUTSCHLAND

Kernerplatz 2
70182 Stuttgart
Tel. 0711 666 630, Fax 0711 616 255
info@ruckstuhl.com

DK RUCKSTUHL DANMARK

Dalsgaardsvej 28
2930 Klampenborg
Tel. 40 95 45 30
ruckstuhl-dk@ruckstuhl.com

ES K. DIFUSIÓN

Valero 10
08021 Barcelona
Tel. 935 53 16 10, Fax 935 53 16 11
ruckstuhl-es@ruckstuhl.com

FI KEHA OY

Showroom, Nilsiäkatu 15
00510 Helsinki
Tel. 09 4133 1370, Fax 09 4133 1379
ruckstuhl-fi@ruckstuhl.com

FR ETS RUCKSTUHL FRANCE

20, rue du Mail
75002 Paris
Tél. 0144 82 03 30, Fax 0144 82 03 31
ruckstuhl-fr@ruckstuhl.com

GB RUCKSTUHL UK

Rilli House, Church Street
Wargrave, Berkshire RG 10 8EP
Tel. 079 7060 4020
ruckstuhl-gb@ruckstuhl.com

GR MODA BAGNO – N. VARVERIS S.A.

50, Anapafseos Str. – Halandri 152 38
Athens
Tel. 0210 80 36 700, Fax 0210 80 49 408
info@modabagno.gr

HK SANKON

23/F, Lucky Building, 39 Wellington Street
Central, Hong Kong
Tel. 2543 3880, Fax 2543 3755
info@sankon.com.hk

IS EPAL H.F.

Skeifunni 6
108 Reykjavik
Tel. 568 77 33, Fax 568 77 40
epal@epal.is

IT RUCKSTUHL ITALIA S.R.L.

Via Cerva 23
20122 Milano
Tel. 0276 009 294, Fax 0276 009 282
ruckstuhl-it@ruckstuhl.com

JP CREATION BAUMANN JAPAN LTD.

Tokyo Design Center, 5-25-19 Higashi-Gotanda
Shinagawa-ku, Tokyo 141-0022
Tel. 03 5423 5036, Fax 03 5423 5047
ruckstuhl-jp@ruckstuhl.com

KR YOU & US LTD.

66, You & US B/D, 135/815
Nonhyun-dong Gangnam-gu
KR Seoul
Tel. 02 547 80 09, Fax 02 548 82 49
ruckstuhl-kr@ruckstuhl.com

NL RUCKSTUHL VERKOOP BENELUX

Kapittelweg 28
1216 JE Hilversum
Tel. 035 623 5104, Fax 035 628 9407
ruckstuhl-be@ruckstuhl.com

PT MOUTINHO E MARQUES-DECORAÇÃO

Rua das Condominhas, 29-R/CH
4150-222 Porto
Tel. 226 169 527, Fax 226 169 529
ruckstuhl-pt@ruckstuhl.com

TR HYM DANISMALIK

Mustafa bey. cad. no: 23/1 k:6/613
Izmir 35220
Tel. 532 261 4902
ruckstuhl-tr@ruckstuhl.com

US RUCKSTUHL USA LTD.

29 Ninth Avenue
New York, NY 10014
Tel. 212 741 1180, Fax 212 929 6424
ruckstuhl-usa@ruckstuhl.com