

WHITEPAPER

Martin Fankhauser

LUMINAIRES ACOUSTIQUES

À propos du son, du bruit et de l'éclairage
efficace acoustiquement

Beaucoup de bruit pour rien?

A présent, le très bien instruit se pose t-il la question si „le luminaire acoustique“ devrait du tout former un mot. Avant la mise en place des comités et le lancement des tables rondes:

probablement pas. Que devrait être un luminaire acoustique ? Est-ce que le son sort à la place de la lumière? Le luminaire bourdonne-t-il à titre énervant lorsqu'il est en mode marche? Non. Il s'agit de tenter de tisser des liens entre la lumière et l'absorption acoustique en un mot. En tant que fabricant de luminaires, l'accent est mis sur le produit finalisé, c'est-à-dire sur un luminaire qui est en outre efficace sur le plan acoustique. L'acousticien de l'intérieur va, visionnant le sujet sous un ongle différent, parler d'un cache-poutrelles acoustique présentant un éclairage embarqué.

Tendances de conception et biophysiques dans l'architecture et slogans à la mode tels que « modern Workspace », des espaces de travail flexibles ou le cas échéant le « co-Working » (l'envie de mettre ici un hashtag donne toujours du fil à retordre) et l'évolution vers une équipe plutôt que vers des espaces de travail individuels fait obstacle au souhait tendancieux de calme au travail. Là où plusieurs personnes sont ensemble et communiquent davantage entre elles, le niveau sonore augmente, ce qui peut à son tour affecter à titre négatif la concentration, l'efficacité et surtout même la santé. Bien que nous ne parlions pas ici de l'endommagement de l'ouïe, il s'agit d'influences perturbantes à l'encontre du corps et du psychisme, parfois dues également à des effets inaudibles, appelés effets extra-auditifs du bruit. La psycho-acoustique, en tant que section de l'acoustique, porte sur ces sujets.

Ce livret blanc devrait vous apporter un aperçu concis sur le monde de l'acoustique, en particulier sur l'acoustique de l'intérieur dans les espaces de travail. Dans une réflexion holistique de l'éclairage centré sur l'individu (HCL), nous nous concentrons non seulement sur la qualité de la lumière, mais également sur la qualité générale du cadre de la vie et du travail. Avec les luminaires acoustiques PLANLICHT, nous combinons des solutions d'éclairage dynamiques-blanches, s'étendant à la lumière du jour et contrôlables, avec les exigences de l'acoustique de l'intérieur pour un environnement idéal – pour ainsi dire, l'imbrication d'efficacités hautement mélaniques et acoustiques.

Comme pour la conception des éclairages, une conception rationnelle de l'acoustique est la clé au succès. Non seulement le luminaire individuel, le produit individuel, mais également l'approche globale de la solution apporte les effets escomptés. Juste HCL.

Le son et le bruit

Avant de converger en détail vers le vocabulaire acoustique, nous émettons le souhait de préciser que la gêne engendrée aussi bien par le son – que par le bruit – est perçue de façon subjective et à titre principal. Un travailleur aéroportuaire est susceptible de procéder à la définition de la nuisance sonore différemment d'un professeur de yoga. L'acoustique subjective intérieure a tendance à déduire le degré de gêne subjective partant de dimensions objectives. Les paramètres utilisés pour se faire sont composés du niveau de la pression acoustique en dB(A), de la séquence spécifique, de l'évolution avec le temps et de la durée du son. A titre général, il est supposé que les bruits sont perçus à partir de 30 dB(A) comme faisant partie de bruits définis comme étant perturbants. Le règlement sur les lieux de travail suppose de maintenir le niveau de pression acoustique aussi bas que possible. Les définitions normatives sont, comme d'habitude, des valeurs seuils qui, comme presque tout, agissent en qualité de valeurs maximales, comme c'est d'ailleurs le cas ici, ou de valeurs minimales, telles que l'intensité lumineuse.

Dans les espaces de travail et pour des activités de grande complexité (pensée créative, processus décisionnel, résolution de problèmes, intelligibilité de la parole), un niveau maximal de 55 dB(A) sera utilisé, tandis que pour des activités présentant une complexité moyenne (des tâches similaires répétitives, limitation dans le temps, intelligibilité satisfaisante de la parole), une valeur seuil est spécifiée en 70 dB(A) – eu égard aux bruits agissants. On soulève ainsi la question, si dans la pratique, les activités du quotidien au sein du bureau peuvent toujours se distinguer l'une des autres d'une manière aussi tranchante.

Les sources du bruit

LES CONVERSATIONS DES COLLÈGUES

Le niveau de la pression acoustique d'un individu qui parle est équivalent à environ 63 dB(A). Dans les bureaux où les individus parlent constamment, la valeur normative de 55 dB(A) est ainsi difficilement réalisable. En outre, il y a l'effet, qu'en milieu bruyant, on a aussi un penchant à converser à voix plus haute. Le dérangement subjectif est dépendant de la pertinence du contenu de la conversation pour l'auditeur ou du fait que la tâche que lui-même exerce soit affectée par l'appel téléphonique de son voisin assis à côté de lui. Cependant, non seulement les appels téléphoniques des collègues, mais même aussi les sonneries ont un effet dérangeant.

L'ORDINATEUR, L'IMPRIMANTE, LE COPIEUR

Les émissions sonores lors de l'exploitation ou le cas échéant l'utilisation fréquente d'imprimantes et de copieurs peuvent occasionner une nuisance sonore.

LES CLIMATISATIONS

Le bruit constant des appareillages peut amener à un soi-disant masquage sonore, en d'autres termes, ces appareillages recouvrent à titre d'exemple les conversations de manière acoustique.

L'acoustique **interieure** et du **batiment**

Concernant l'approche de l'effet acoustique au niveau des espaces - sur le lieu de travail ou chez soi - la discipline de l'acoustique intérieure est pertinente. Il devrait être différencié de l'acoustique du bâtiment.

L'acoustique du bâtiment traite de l'insonorisation des composants du bâtiment et se penche sur la question de la quantité du son produit de l'autre côté du composant.

L'acoustique intérieure traite également de l'insonorisation, donc de l'amélioration de l'audibilité dans un espace bien déterminé. Et c'est précisément ce que devrait être le sujet de notre débat ici ...

Le son et la propagation sonore

Le son se réfère en général aux oscillations mécaniques dans un milieu élastique (gaz, liquide, corps solide). Ces oscillations se procréent sous forme d'ondes sonores. Le type de médium est décisif dans la distinction du son aérien, du son marin et du son structurel. Dans les espaces, le son aérien, directement perceptible par l'ouïe, est pertinent. Dans l'air, les ondes sonores constituent des fluctuations de pression et de densité. A titre principal, le son se propage dans toutes les directions spatiales, bien que certaines sources sonores émettent un rayonnement sonore accru en fonction des orientations vers les différentes directions. La planification s'appuie en général sur un rayonnement acoustique approximatif sphéroïdal. Le niveau de la pression acoustique des sources sonores diminue de 6 dB via doublement de distance.

L'interférence de l'acoustique intérieure

LE PLAFOND

En général, le plafond est la plus grande surface libre dans un espace. Avec un plafond acoustique ou - et nous nous retrouvons à nouveau - avec un luminaire acoustique, des effets significatifs peuvent être obtenus.

LE MUR

Les murs ont la qualité tendancieuse d'être réverbérants, en d'autres termes ils reflètent le son et, en fonction de la géométrie de l'espace, possèdent également la capacité d'amplifier le son. Les éléments muraux, absorbant le son, tels que les images ou les absorbeurs d'image, font atténuation de cette problématique.

LE SOL

Contrairement aux sols en parquet, les tapis absorbent le bruit des pas (bruit structurel) et réduisent la transmission du bruit parasite. Les tapis absorbent le son à de hautes fréquences et exercent ainsi une influence subjective et agréable sur l'acoustique de l'espace.

LES MEUBLES

Les surfaces des placards ou d'autres meubles reflètent, sans réglage acoustique, le son. Les surfaces des meubles, acoustiquement efficaces, telles que les portes d'armoires, exercent un effet positif sur l'acoustique intérieure.

LA FENÊTRE

Les surfaces des fenêtres reflètent fortement le son. Grâce à des lamelles ou encore à des rideaux, absorbant le son, on est censé atteindre une absorption acoustique.

L'ETRE HUMAIN

Le corps humain agit comme un absorbeur et absorbe autant d'énergie acoustique qu'un matériel hautement absorbant de 0,5 m².

LA PLANTE

Contrairement aux idées préconçues, les plantes ne contribuent pas à l'amélioration de l'acoustique intérieure. Mais elles sont jolies à contempler.

La fréquence et la longueur d'onde

La plage perceptible par l'être humain se situe entre 16 et 20.000 hertz (Hz). La sensibilité de l'audition est dépendante de la fréquence, nous sommes les plus sensibles dans la gamme de fréquences de la parole humaine, c'est-à-dire entre 250 et 2.000 Hz. Cela renforce l'écoute, mais nous sommes les plus vulnérables à nouveau à ce niveau en face des interférences. Avec les soi-disant isochrones, les courbes de la même perception du volume sonore sont présentées. Donc, un son, présentant 100 Hz, devrait être fort autour de 25 dB pour être entendu, cependant 5 dB sont suffisants à 1.000 Hz.

LES GAMMES DE FRÉQUENCES PERTINENTES DANS LA PLANIFICATION SPATIALE

Dans la planification de l'acoustique intérieure, les procédures d'essai d'absorption acoustique des matériaux normalisées au niveau international (DIN EN ISO 11654) se réfèrent à la plage de fréquences comprise entre 100 et 5.000 Hz.

LA LONGUEUR D'ONDE λ

Il subsiste également une longueur d'onde λ appropriée pour chaque fréquence. Dans notre gamme de fréquences, elle se situe entre 7 centimètres à 5.000 Hz et 3,4 mètres à 100 Hz.

LES TIERCES ET LES OCTAVES

La fréquence joue son tour. Jusqu'ici, nous avons déjà progressé. Et vue que de nombreux paramètres acoustiques intérieurs (temps de réverbération, absorption acoustique, niveau de la pression acoustique, etc.) dépendent de la fréquence, ces valeurs changent en fonction de cette dernière. En conformité avec la norme DIN 18041, la planification sera effectuée dans des marges de fluctuation d'une octave chacune. Il y a aussi les fréquences centrales tierces et octaves. Le passage d'une octave à une autre résulte d'un doublement de la fréquence. Une octave à nouveau a trois tierces. Dans notre gamme de fréquences acoustiques ambiantes, il en résulte six octaves ou le cas échéant 18 tierces.

Pas de tierces

100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
125			250			500			1000			2000			4000		

Pas d'octaves

POUR LES AYANT CERVEAUX

Pour la propagation des ondes sonores dans l'air, il s'agit dorénavant de: le produit de la longueur d'onde λ et de la fréquence f donne naissance à la vitesse sonique c .

$$\lambda \cdot f = c$$

La longueur d'onde λ est indiquée en mètres (m), la fréquence f - le nombre d'oscillations par seconde - en hertz (Hz).

La vitesse sonique est dépendante de la température et de la pression atmosphérique.

LES GAMMES DE LA FREQUENCE

Gramme audible	16 Hz	20.000 Hz
Musique	16 Hz	16.000 Hz
Langue	63 Hz	8.000 Hz
Communication	200 Hz	2.000 Hz
Infra-son	< 16 Hz	
Ultra-son		> 20.000 Hz

La pression acoustique, le niveau de la pression acoustique et le niveau acoustique d'évaluation

La **pression acoustique p** décrit l'effet du bruit sur les êtres humains. Comme nous l'avons indiqué auparavant, le bruit aérien est occasionné par des oscillations dans l'air causées par des variations de la pression atmosphérique. Plus un événement sonore est fort, plus les fluctuations de pression sont fortes. La pression acoustique est affichée en pascal (Pa) ou en micro-pascal (μPa).

La **niveau de la pression acoustique L_p** décrit le rapport logarithmique de la valeur effective de la pression acoustique d'un événement sonore eu regard à la valeur de référence p_0 (seuil audible). Le résultat est indiqué par l'unité de mesure décibel (dB).

Seuil audible

(pression acoustique p_0)
 $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$
 (= 20 μPa)

Seuil de la douleur

(pression acoustique p_s)
 $p_s = 20 \text{ Pa}$
 (= 20.000.000 μPa)

Pour représenter cette zone étendue (le seuil audible augmente jusqu'au seuil de la douleur d'un facteur de 10 millions), une taille définie de façon logarithmique est utilisée - le décibel (dB).

POUR LES AYANT CERVEAUX

Le **niveau de la pression acoustique L_p** est calculé comme suit et est affiché en décibels (dB):

$$L_p = 10 \log_{10} \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right) \text{ dB}$$

Le niveau de la pression acoustique **L_p**

p = pression acoustique mesurée (Pa)

p_0 = point sonore de référence (seuil audible)

Par conséquent, le niveau de la pression acoustique au seuil audible s'élève à 0 dB et est de 120 dB au niveau du seuil de la douleur.

LA PONDÉRATION EN FRÉQUENCE

Étant donné que l'ouïe humaine perçoit les sons de la même pression acoustique à différentes hauteurs de notes de façon très forte, on utilise des soi-disant courbes de pondération en fréquence. Pour ce faire, on a recours à des filtres présentant des fonctions de transfert adaptées de type empirique (ceci est seulement destiné aux adeptes des maths hardcore).

La **pondération A dB (A)**, présentant de la pertinence pour nous, correspond aux courbes possédant le même niveau de volume sonore à environ 20-40 phons.

LE NIVEAU DE LA PRESSION SONORE DE LA LANGUE

Dans les espaces habitables par les humains, la prophétie des niveaux sonores est souvent pertinente, mais difficile. Les volumes vocaux sont différents et s'adaptent souvent aux volumes ambiants. Le niveau de la pression linguistique est un niveau de pression acoustique pondéré A et mesuré à 1 m de distance de la bouche.

LE NIVEAU DE LA PRESSION LINGUISTIQUE

LE NIVEAU DU MODE DE LANGUAGE	NIVEAU
Détendu	54 dB(A)
Normale	60 dB(A)
Porté	66 dB(A)
fort	72 dB(A)
très fort	78 dB(A)

POUR LES AYANT CERVEAUX

Le **niveau acoustique d'évaluation** L_r est calculé comme suit en conformité avec DIN 45645-2:

$$L_r = L_{pAeq} + K_I + K_T$$

Le niveau acoustique d'évaluation L_r

L_{pAeq} = le niveau évalué de la pression acoustique continu équivalent pondéré A

K_I = Ajouter une majoration pour l'impulsivité

K_T = la majoration pour le composant sonore et pour le contenu d'information

La majoration impulsive K_I peut être établie à titre mécanique, mais pas la majoration K_T , qui est attribuée en fonction de valeurs empiriques. Les sons, présentant des composants d'information, sont ceux qui attirent l'attention à titre particulier ou qui stimulent des informations indésirables à se faire de l'écoute. La majoration K_I peut atteindre 0 ou 3-6 dB la majoration K_T , 0, 3 ou 6 dB.

LE NIVEAU ACOUSTIQUE D'ÉVALUATION

Le niveau acoustique calculé L_r est utilisé pour évaluer la nuisance sonore dans l'espace. Il s'agit d'une valeur moyenne temporelle (environ un jour ouvrable) du niveau de la pression acoustique pondéré A d'une activité, y compris d'éventuels majorations pour les sons récurrents, brefs et forts.

Les valeurs maximales applicables sont comme suit:

$L_r \leq 55$ dB(A) pour les activités intellectuelles

$L_r \leq 70$ dB(A) pour des activités simples ou le cas échéant majoritairement mécanisées

LE NIVEAU SONORE DE FOND

L'équipement de la technique du son des espaces, les conditions architecturales du bâtiment et les bruits extérieurs, à titre d'exemple le bruit de la circulation, déterminent le niveau sonore de fond, qui, s'il est trop élevé, affecte à titre négatif la capacité productive au sein des bureaux.

LE NIVEAU SONORE DE FOND

TYPE D'ESPACE	max. Niveau
Salles de conférence	30-35 dB(A)
Bureaux isolés	30-40 dB(A)
Bureaux à aire ouverte	35-45 dB(A)
espaces de travail industriels	65-70 dB(A)

Les valeurs maximales recommandées pour un niveau sonore de fond en conformité avec DIN EN ISO 11690-1

Le temps de réverbération

Jubilate deo! lorsque l'organiste habile bat plein sur son clavier et dans l'opus de louange de dieu et de la voûte gothique, l'auditeur impatient est électrisé d'une façon palpitante, tellement le timbre du son est imposant. Cependant, cette réverbération tangible et picotante d'une église est moins souhaitable dans un bureau à aire ouverte.

Pour la qualité acoustique d'un espace, le critère crucial est la durée de réverbération par excellence. De plus, le temps de réverbération exerce un impact significatif sur le timbre de la langue.

Comme tant d'autres, le temps de réverbération est dépendant de la fréquence, raison pour laquelle il est souvent présenté sous forme de tableau ou sous forme de courbe de fonction. Il est également monnaie courante de ne spécifier qu'une valeur de temps de réverbération pour la gamme de fréquences moyennes de 500 - 1.000 Hz.

Le temps de réverbération est essentiellement influencé par:

- le volume de l'espace / les volumes de l'espace
- les surfaces au sein de l'espace / la surface au sein de l'espace
- les articles d'ameublement disponibles

En règle tacite, on peut dire à titre forfaitaire ce qui suit:

- Plus l'espace est grand, plus le temps de réverbération est long. Avec l'augmentation de la hauteur de l'espace, la réverbération augmente elle aussi.
- Plus les surfaces de l'espace sont absorbantes, plus le temps de réverbération est court (tapis, rideaux, individus, matériaux absorbants, ...)

GROUPES D'ESPACE en conformité avec DIN 18041

Pour différencier l'audibilité de différentes distances, DIN 18041 divise les espaces en différents groupes. Les espaces du groupe A sont conçues pour offrir une bonne audience aux moyennes et longues distances, tandis que les espaces du groupe B sont situées à de courtes distances. Le facteur clé est l'inclusion des personnes présentant une ouïe déficiente.

En détail, cela signifie que les espaces de bureaux sont à classer au sein du groupe B4, les salles de conférence au sein du groupe A3, les locaux de détente et les cantines au sein du groupe B3.

Les recommandations pour les bureaux et les centres d'appels sont également traités en détail dans la directive VDI 2569 intitulée „protection acoustique et conception acoustique au sein des bureaux“.

Le **temps de réverbération T** est le temps en secondes de la diminution du niveau de la pression acoustique de 60 dB après un événement sonore.

En d'autres termes, si une détonation de 110 dB est générée dans un espace, le temps de réverbération est équivalent à la durée jusqu'à ce que le niveau de la pression acoustique baisse à 50 dB.

LE TEMPS DE RÉVERBÉRATION

TYPE D'ESPACE	LE TEMPS DE RÉVERBÉRATION (s)
Espace de bureau	0,5 - 0,8 s
Salle de conf.	0,8 - 1,2 s
Salle de classe	0,6 s
Salle de concert	1,5 s
Piscine	≤ 1,7 s
Eglise	4 - 8 s

LES TYPES D'UTILISATION DES ESPACES GROUPE A - DIN 18041

A1	Musique
A2	Langue / exposé
A3	cours / communication, langue / exposé y inclus
A4	cours / communication y inclus
A5	Sport

LES TYPES D'UTILISATION DES ESPACES GROUPE B - DIN 18041

B1	espaces sans agrément de séjour
B2	espaces pour un séjour à court terme
B3	espaces pour un séjour à long terme
B4	espaces avec un besoin de diminution du bruit & commodité d'espace
B5	espaces avec un besoin particulier de diminution du bruit & commodité d'espace

L'intelligibilité de la langue

L'intelligibilité ou l'audibilité de la langue est influencée par divers paramètres. Un point crucial est le temps de réverbération. En règle tacite, plus le temps de réverbération est bas, plus l'intelligibilité du discours est meilleure.

De plus, le volume de l'espace, le niveau de bruit de fond et l'emplacement de matériaux insonorisants sont déterminants pour ce qui est de l'intelligibilité de la parole.

Les exigences sont différentes : dans les salles de cours ou de conférence, une grande intelligibilité de la parole sur de longues distances est nécessaire, mais au sein du bureau, l'intelligibilité de la parole doit être haute sur de courtes distances, en d'autres termes tout entendre au sein du bureau à aire ouverte est perturbant. Ici, des écrans acoustiques sont considérés comme présentant une solution.

Le BUREAU A AIRE OUVERTE et DIN EN ISO 3382-3

La norme DIN EN ISO 3382-3 régit les dimensions principales pour une évaluation objective des conditions acoustiques au sein des bureaux à aire ouverte. Dans ce cas, la propagation du son est minimisée avec un taux de décroissance spatial élevé.

On mesure également le niveau de la pression acoustique à une distance de 4 m, ainsi que les distances des distances de diversion et de confidentialité.

Il en résulte un spectre de parole normalisé présentant une valeur moyenne de voix masculines et féminines soumises à une contrainte de parole normale avec un niveau cumulé de 57,4 dB(A).

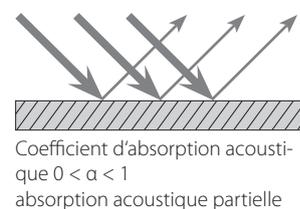
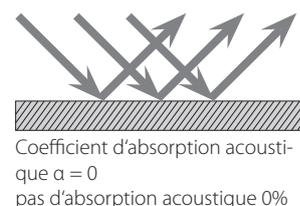
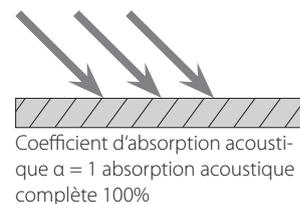
L'absorption acoustique

L'absorption acoustique est la révocation de l'énergie sonore. Ce faisant, cette énergie sonore est convertie en d'autres formes énergétiques (énergie thermique ou énergie cinétique) lorsqu'elle se heurte à des interfaces ou peut s'échapper de l'espace par le biais de composants transparents acoustiquement.

Le **coefficient d'absorption acoustique α** est utilisé pour déterminer les propriétés des matériaux insonorisants. Il est défini comme le rapport entre le matériau dégluti (c'est-à-dire absorbé) et l'énergie acoustique percutée. La valeur α est comprise entre 0 (pas d'absorption) et 1 (absorption complète). Par exemple: avec un coefficient d'absorption acoustique de $\alpha = 0,85$, 85% de l'énergie sonore est absorbée.

Dans la pratique, les niveaux d'absorption acoustique sont déterminés par une procédure de mesure normalisée. Bien que contradictoires mathématiquement vu, des niveaux d'absorption acoustique supérieurs à 1 peuvent être établis. La valeur maximale se situe à environ 1,2.

Et nous voici à nouveau: Sans surprise, les niveaux d'absorption acoustique sont dépendants également de la fréquence.



LA CLASSE D'ABSORPTION ACOUSTIQUE

Classe	α_w -valeur
A	0,90 - 1,00
B	0,80 - 0,85
C	0,60 - 0,75
D	0,30 - 0,55
E	0,15 - 0,25
non classifié	0,00 - 0,10

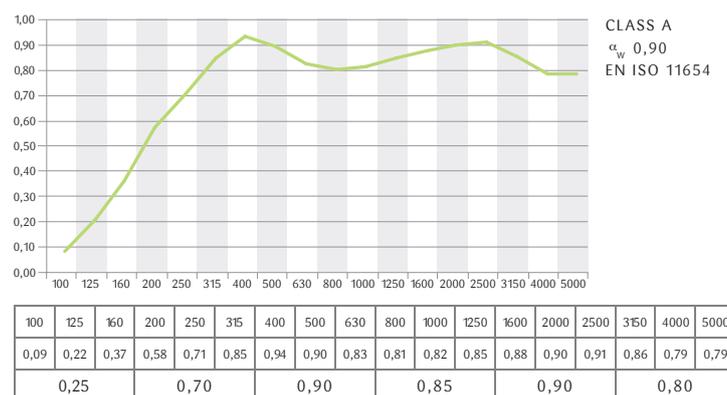
DONNE INDIVIDUELLE EUROPÉENNE DIN ESN ISO 11654

Pour déterminer le **coefficient d'absorption acoustique α_w** pondéré, il faut d'abord déterminer une valeur moyenne de trois tierces (α_s) quant aux fréquences moyennes d'octaves (100 - 4.000 Hz). Les valeurs moyennes des octaves (α_p) sont comparées à la courbe de référence de DIN EN ISO 11654. Le coefficient d'absorption acoustique pondéré α_w est donc indiqué comme une valeur individuelle. Accompagné d'une valeur individuelle, les absorbants acoustiques se laissent grossièrement classifier et comparer.

SURFACE ÉQUIVALENTE D'ABSORPTION ACOUSTIQUE

Cela dépend de la taille. La surface du matériau absorbant est déterminante et est déterminée avec la surface équivalente d'absorption acoustique A_{eq} (en m^2) comme le produit de la surface S d'un absorbeur et de son degré d'absorption $A_{eq} = S \cdot \alpha$. C'est-à-dire en ce que, par exemple, 10 m^2 d'un absorbeur de son avec $\alpha = 0,80$ a une surface d'absorption acoustique équivalente de 8 m^2 et a donc le même effet dans la pièce que 20 m^2 d'un absorbeur avec $\alpha = 0,40$ ou 40 m^2 d'un absorbeur avec $\alpha = 0,20$.

Un exemple: Le niveau d'absorption acoustique PLANLICHT p.quiet avec l'absorbeur Organoid® dans les valeurs tierces et les fréquences centrales octaviennes



Les absorbeurs de son

On s'attend des absorbeurs de sons qu'une seule chose: ils doivent engloutir le son, donc l'absorber. Le défi qui s'impose consiste à desservir les différentes fréquences. Les fréquences profondes à grande longueur d'onde nécessitent des absorbants acoustiques volumineux constitués de matériaux poreux ou de mécanismes de résonance (à titre d'exemple les volumes d'air fermés ou les surfaces oscillatoires). Le but est d'étendre la capacité d'absorption vers une large gamme de fréquences et donc être efficace à large bande. C'est pourquoi les types d'absorbeurs sont souvent utilisables de façon combinée.

LES ABSORBANTS SONORES POREUX

Lorsqu'un son se heurte à un matériau poreux, les particules d'air en mouvement se frictionnent au contact des pores de l'absorbeur et convertissent ainsi l'énergie sonore en énergie thermique. Les pores, remplis d'air, doivent être ouverts à l'égard de l'air environnant, reliés entre eux et suffisamment profonds pour que le son puisse s'engouffrer et mettre en œuvre de façon efficace son action de friction. Les matériaux appropriés sont les fibres minérales ou les mousses à pores ouverts. Les matériaux isolants à pores fermés tels que le polystyrène sont inappropriés. La fermeture des pores, notamment par la peinture, barre le chemin également à cet effet. Les absorbeurs poreux se caractérisent par le fait que leur coefficient d'absorption acoustique augmente en fonction des hautes fréquences et que leur capacité d'absorption dépend fortement de l'épaisseur du matériau au sein des fréquences profondes et moyennes.

LES ABSORBEURS DE LA RÉSONANCE

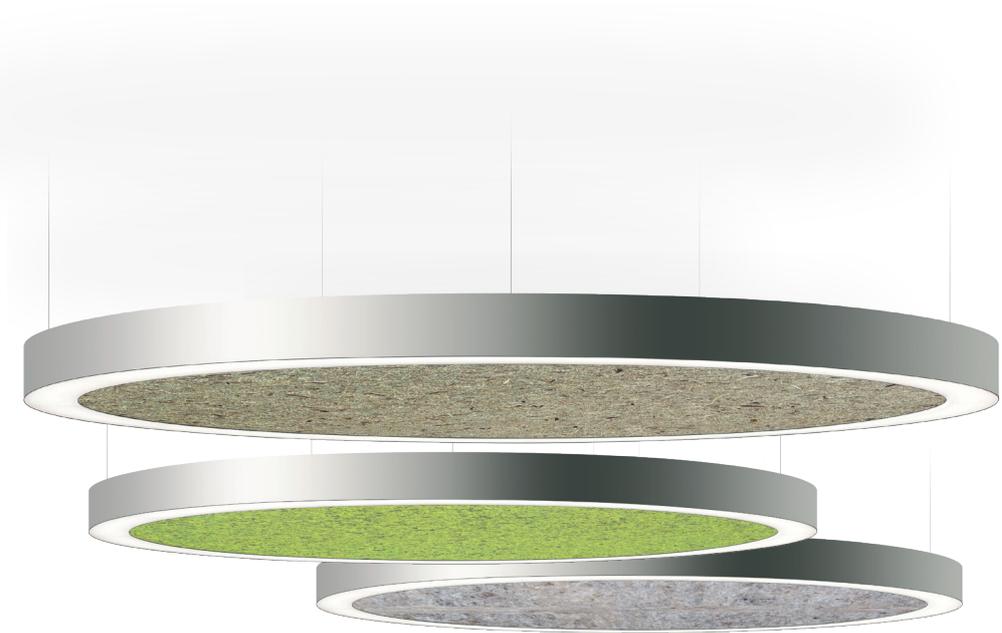
Un absorbeur de la résonance est un système de masse-élasticité. Ceci faisant, on fait vibrer une plaque ou une feuille, l'air entre les deux agit en qualité de ressort et l'énergie sonore, ainsi incidente, est convertie en énergie cinétique. Ce système possède une fréquence de résonance (ou le cas échéant une fréquence propre) à proximité de laquelle il est particulièrement bien absorbé. On différencie entre les absorbants perforés ou présentant une fente, selon le principe des résonateurs de Helmholtz, et les absorbeurs à plaque ou à feuille. Les deux systèmes absorbent à l'aide d'une gamme de fréquences étroite (la fréquence propre). En combinant le matériau d'absorption poreux au niveau des interfaces rigides, la gamme de fréquences effectives peut être considérablement élargie.

LES ABSORBANTS MICRO-PERFORÉS

Comme les absorbeurs poreux, les absorbants micro-perforés convertissent l'énergie sonore en énergie thermique par friction au niveau de la perforation fine. Ces absorbeurs sont produits partant d'un matériau mince avec une très fine perforation (diamètre du trou < 1 mm), où la proportion de surface du trou ne représente qu'environ 1% de la surface. La gamme de fréquences du maximum d'absorption est déterminée par la distance de la feuille ou de la plaque vers le plan réfléchissant (en l'occurrence le mur ou la fenêtre). Cette distance s'élève à environ 30-200 mm quant à l'absorption des fréquences moyennes vers les hautes fréquences.

LA RÈGLE TACITE

Les hautes fréquences se laissent atténuer par des absorbants acoustiques présentant une faible hauteur. Les fréquences profondes quant à elles exigent des absorbeurs de forte hauteur ou ayant de grandes dimensions.



L'absorption acoustique au niveau des plafonds

Étant donné que les plafonds représentent le plus grand espace libre dans les espaces, un rôle particulier en qualité d'absorbeurs leur incombe.

LES PLAFONDS ACOUSTIQUES

Les plafonds acoustiques conviennent particulièrement en raison de leur grande surface. Et même le revêtement en enduit acoustique augmente l'effet acoustique ainsi que l'utilisation d'un luminaire incorporé efficace acoustiquement parlant.

LES PLAFONDS DÉFLECTEURS

Les plafonds déflecteurs sont utilisables s'il s'avère impossible de couvrir à titre complet les plafonds. Les modules acoustiques, suspendus verticalement, conviennent également aux plafonds thermoactifs.

LES CACHE-POUTRELLES

Les cache-poutrelles sont suspendus librement dans l'espace et peuvent donc facilement être installés ultérieurement pour l'amélioration de l'acoustique de l'espace. Un luminaire acoustique est particulièrement adapté, notamment au sein des bureaux, où l'absorption acoustique est nécessaire tout comme d'ailleurs la lumière.

planlicht SERVICES



La planification acoustique

Dans la planification acoustique, les exigences acoustiques de base des espaces sont prises en premier lieu en considération. On peut ensuite régler le temps de réverbération et réduire le niveau sonore à l'aide de mesures acoustiques appropriées ou le cas échéant à l'aide de la programmation d'absorbeurs adéquats.

Si on nécessite une planification acoustique spécifique, certains paramètres sont décisifs et possèdent bien le mérite d'être connus pour atteindre les résultats les plus meilleurs:

LA GEOMETRIE SPATIALE / LE VOLUME SPATIAL

La longueur, la largeur, la hauteur de l'espace. La géométrie et le volume de l'espace exercent une influence significative sur les durées de réverbération.

LES MATERIALITES

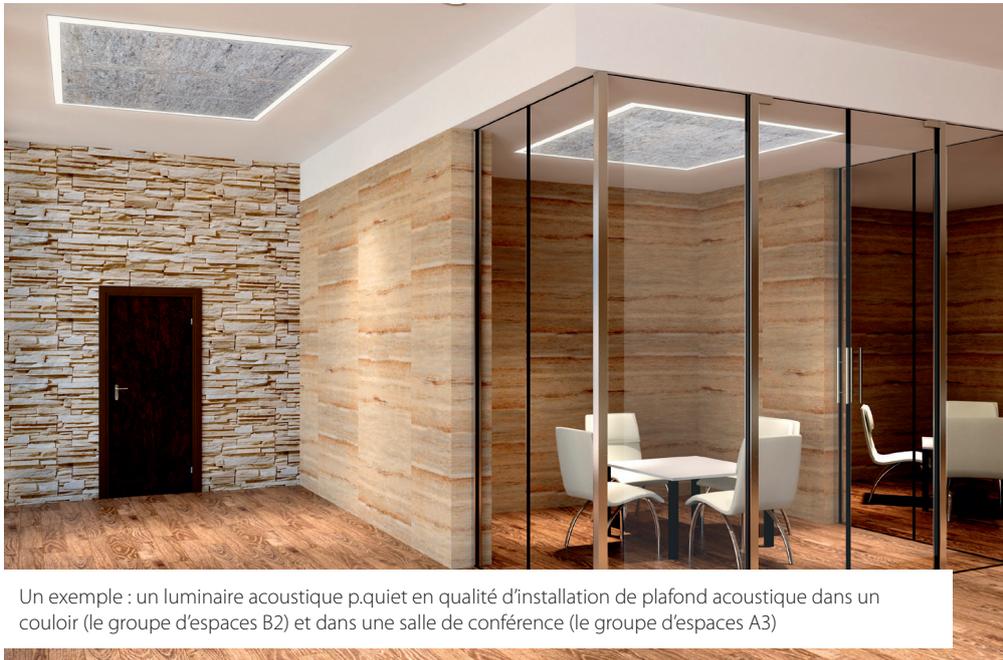
Les différents matériaux présentent différentes valeurs de réflectance. Les murs, les plafonds, les sols et les surfaces des fenêtres ont une influence importante sur l'acoustique de l'espace.

L'UTILISATION DE L'ESPACE

Comment un espace est-il utilisable? Des exigences différentes présentent des applicabilités différentes (voir les groupes d'espaces).

L'OCCUPATION

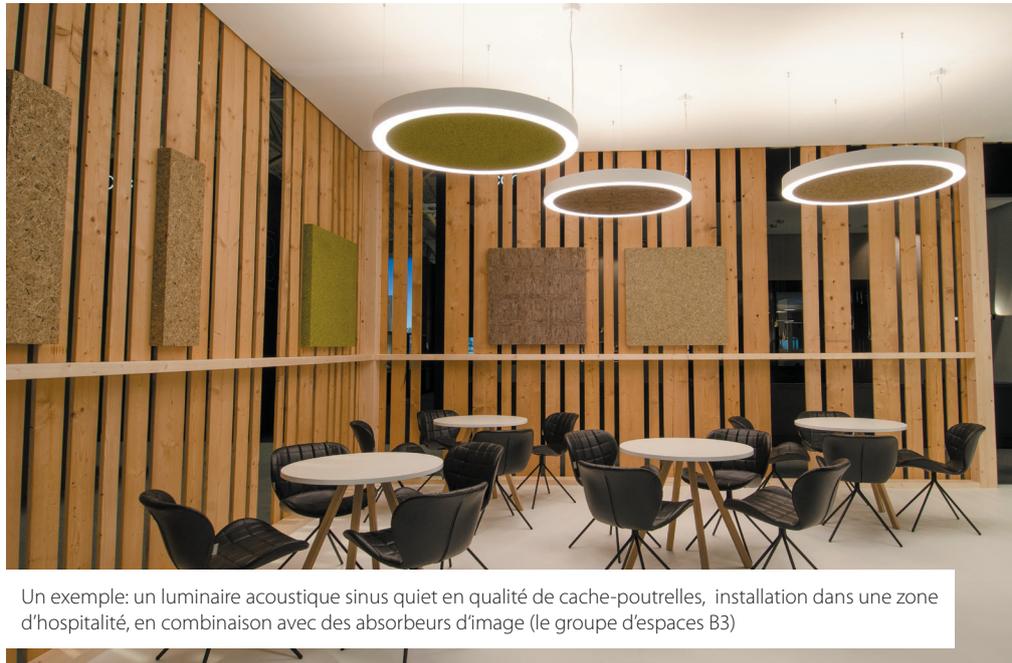
Les individus sont aussi des absorbeurs. Un individu correspond à une surface très absorbante de 0,5 m². Par conséquent, le nombre des individus présents dans l'espace devrait être inclus.



Un exemple : un luminaire acoustique p.p. en qualité d'installation de plafond acoustique dans un couloir (le groupe d'espaces B2) et dans une salle de conférence (le groupe d'espaces A3)



Un exemple : un plafond déflecteur dans un bâtiment à usage industriel associé à des systèmes de luminaires linéaires



Un exemple: un luminaire acoustique sinus quiet en qualité de cache-poutrelles, installation dans une zone d'hospitalité, en combinaison avec des absorbeurs d'image (le groupe d'espaces B3)

La bibliographie

Catja Hilge, Christian Nocke, Mats Exeter (2016): Raumakustik. Akustische Bedingungen am Arbeitsplatz effektiv gestalten. 3. Auflage, Industrieverband Büro und Arbeitswelt.
VBG (2012): Akustik im Büro. Hilfen für die Akustische Gestaltung von Büros.
DIN 18041
DIN EN ISO 3382-3
DIN EN ISO 11690-1
DIN EN ISO 11654

