

GIPS

Schallschutz

Teil 2 – Raumakustik für den guten Ton



bringing materials to *life*™





Lafarge Gips.

Die Raumakustik
sorgt für den guten
Ton.

Inhaltsverzeichnis

3	Lafarge Gips
4-5	Raumakustik
6-9	Raumakustische Begriffe und Kenngrößen
6-7	Schallabsorption für bessere Raumakustik
8-9	Richtige Betonung für jede Raumgröße
10-15	Raumakustische Planung und Auslegung
10	Anforderung an die Nachhallzeit nach DIN 18041
12-13	Optimierte Nachhallzeit für angenehme Raumakustik
14-15	Die richtige effektive Anordnung von Absorbern
16-17	Raumakustische Lösungen mit Lafarge
18-20	LaCoustic – Produkte im Überblick
18-19	LaCoustic-Design-Platten
20	LaCoustic Kassetten
21	Schallabsorption von Wänden und Decken
22-23	Raumakustikrechner

Ihr Partner für hochwertige raumakustische Lösungen.

Lafarge Gips, eine Tochter von Lafarge, dem weltweit führenden Hersteller von Baustoffen, verfügt über modernste technische Entwicklungszentren und internationales Trockenbau-Know-how. Diese Basis nutzen wir intensiv, um für Sie bedarfs- und marktgerechte Lösungen für hohe Ansprüche an akustischem Komfort zu entwickeln.

Lafarge Gips erfüllt hohe Qualitätsansprüche.

Spitzenqualität, Zuverlässigkeit und exzellenten Service erwarten Sie als Kunde von uns. Wir erfüllen Ihre Bedürfnisse, denn Kundenorientierung und -zufriedenheit sind die Basis unseres Handelns. Dokumentiert wird dies durch ein leistungsstarkes Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001. Ergänzt wird diese Zertifizierung durch ein Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001. Auf diese Weise zeigen wir, dass uns die Umweltverträglichkeit unserer Produkte und Prozesse am Herzen liegt. Setzen Sie also auf die Qualitäts- und Umweltpolitik von Lafarge Gips, so sind Sie auch hier auf der sicheren Seite.

Lafarge Gips bringt Ruhe in Ihr Leben.

Guter Schallschutz, verbunden mit optimalen raumakustischen Verhältnissen, bildet die Grundlage für unser Wohlbefinden.

Der Charakter eines Raumes wird von funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten bestimmt. Starker Hall lässt ansprechend gestaltete Räume kühl oder gar abweisend wirken.

Neben dem Grundriss, der Lichtführung sowie der Farb- und Einrichtungswahl spielt auch die Deckengestaltung eine wichtige Rolle bei der Innenarchitektur.

Durch die Verwendung innovativer Materialien und Techniken lassen sich heute Design, Technik und Funktionalität eindrucksvoll vereinen.

Diese Herausforderung meistert Lafarge Gips mit kreativen Ideen und modernen Trockenbaulösungen. Die Entwicklung der Produkte und Systeme findet in deutschen Forschungsinstituten sowie in unserem technischen Entwicklungszentrum in Avignon statt.

LaCoustic – Akustik-Design-Platten und Kassetten.

Akustik-Design-Platten LaCoustic für fugenlose Lochdecken sowie LaCoustic Kassetten bringen praxisbezogene Funktionalität und harmonische Oberfläche perfekt in Einklang. Als besonderes Merkmal können die gelochten Gipsplatten mit einem geruchs- und schadstoffreduzierenden Vlies ausgestattet werden. Dies führt zu einer besseren Raumluft und zur Verbesserung der raumakustischen Eigenschaften.

Neben dem optischen Eindruck beeinflusst die Wahl des Lochbildes auch die akustischen Eigenschaften der Decke. Durch die Kombination zahlreicher Lochbilder und akustisch unterschiedlich wirksamer Vliese lassen sich unterschiedlichste Anforderungen an die Raumakustik ideal realisieren.

Die Schallabsorptionsgrade der Akustik-Design-Platte LaCoustic wurden von akkreditierten, unabhängigen Prüfstellen mit modernster Messtechnik bestimmt.

Informationen über bauakustische Grundlagen sowie Schallschutzlösungen von Lafarge Gips finden Sie in der Broschüre Schallschutz – Teil 1: Bauakustik.



Ein breites Spektrum an raumakustischen Lösungen.



Bei der Raumakustik geht es um die Schallausbreitung innerhalb eines Raumes. Eine wichtige Größe ist hierbei die Nachhallzeit. Sie beschreibt die im umgangssprachlichen Gebrauch verwendete „Halligkeit“.

Die Grundlagen für die akustische Gestaltung von Räumen sind in verschiedenen Normen, Vorschriften und empfehlenden Richtlinien festgehalten. Die größte Rolle spielt hier die DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“. In dieser Norm sind Anforderungen und Empfehlungen an die Nachhallzeit, abhängig von der Nutzung des Raumes, enthalten. Darüber hinaus werden Hinweise zur raumakustischen Gestaltung gegeben.



Sprachkommunikation

Die Sprachkommunikation steht für jede Art von Nachrichten- und Informationsaustausch durch das gesprochene Wort. Ein Raum weist dann eine gute Hörsamkeit auf, wenn eine einwandfreie und störungsfreie Sprachkommunikation stattfinden kann.

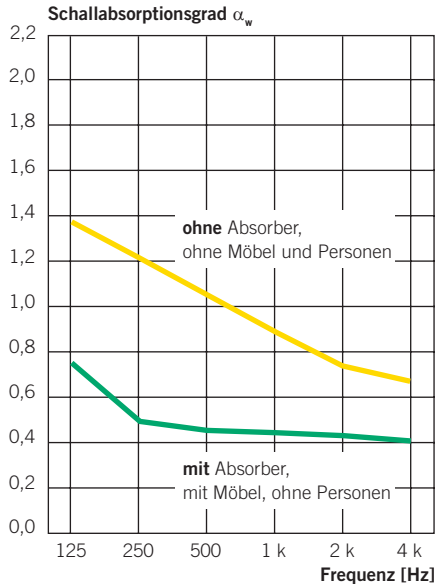
Für die Sprachkommunikation müssen sprachliche Mitteilungen vom Sprecher so produziert werden, dass sie vom Hörer aufgenommen und verstanden werden können. Hierfür müssen gewisse Voraussetzungen gegeben sein:

- Die Schallleistung eines Sprechers bzw. einer Schallquelle muss auch bei größeren Entfernungen im Raum einen ausreichenden Schalldruckpegel erreichen können, siehe Tabelle.
- Bei normaler Sprechweise wird ein A-bewerteter Schalldruckpegel von 54 bis 60 dB in 1 m Abstand erzeugt.

Sprechweise	A-bewerteter Schalldruckpegel von Sprechern in dB
Entspannt	54
Normal	60
Angehoben	66
Laut	72

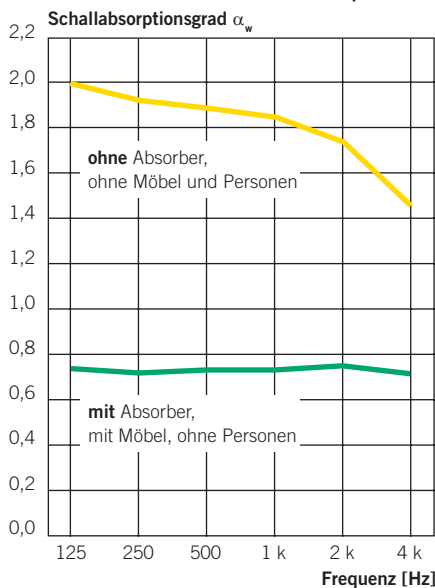
- Bei der Raumgestaltung sollten Beeinträchtigungen durch zu hohe Störpegel, zu lange Nachhallzeiten und zu späte Reflexionen vermieden werden.
- Für Hörer sollte eine störungsfreie Verständlichkeit möglich sein. Bei der Sprachkommunikation sollten Sprecher und Hörer einander verstehen.

Von Raum zu Raum die richtige Nachhallzeit



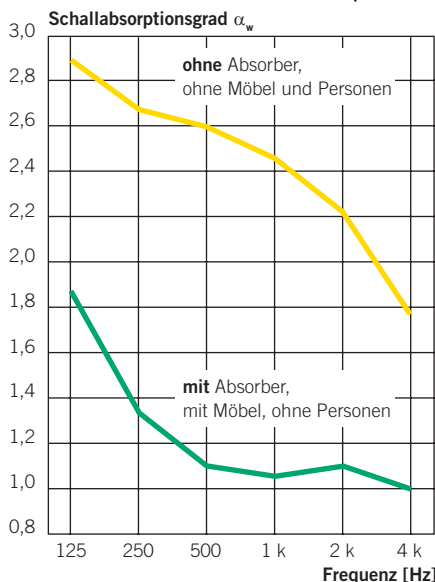
Bürräume

- In Büroräumen werden durch geeignete akustische Maßnahmen die Konzentrationsfähigkeit sowie die Leistungsfähigkeit gesteigert.
- In Mehrpersonen- oder Großraumbüros wird die Sprachverständlichkeit verbessert und der störende Einfluss durch telefonierende oder sich unterhaltende Kollegen vermindert.



Schulräume / Klassenzimmer

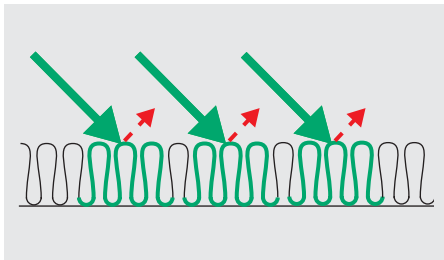
- In Klassenzimmern wird durch die Verringerung der Nachhallzeit konzentriertes Lernen möglich.
- Eine gleichmäßige Schallverteilung bei verringertem Hintergrundpegel sorgt für besseres Hörverständnis. Lehrkräfte müssen weniger laut sprechen, gleichzeitig wird die Lärmbelastung durch die Schallpegelminderung eingegrenzt.



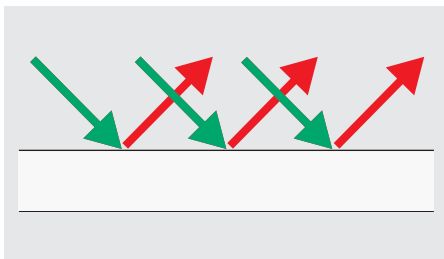
Musikeller / Konzertsäle

- In Konzertsälen und Musikellern ist die raumakustische Gestaltung notwendig, damit die Musiker sich selbst und ihre Kollegen gut hören und die Zuschauer in einen gleichmäßigen Hörgenuss kommen.
- Eine ausgewogene Akustik sorgt für ausreichend Hall, um die Musik nicht „trocken“ klingen zu lassen, aber auch für nicht zu viel Hall, um störende Reflektionen zu vermeiden.

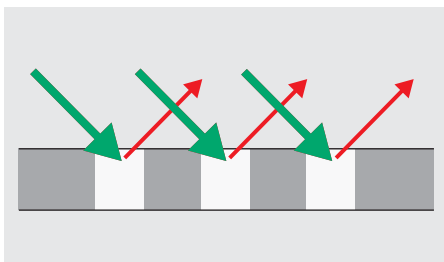
Schallabsorption für eine bessere Raumakustik.



Vollständige Schallabsorption $\alpha = 1$
Spezielle Schaum- und Dämmstoffe



Vollständige Schallreflexion $\alpha = 0$
Glatte Oberfläche



Teilweise Schallabsorption $\alpha = 0 - 1$
z. B. Lochplatten LaCoustic

Schallabsorption

Die Schallabsorption beschreibt die Minderung bzw. den Verlust der Schallenergie in einem Raum durch das Auftreffen auf Begrenzungsflächen, Gegenstände oder Personen, die sich in diesem Raum befinden. Der Verlust entsteht vorwiegend durch die Umwandlung von Schall in Wärme (Dissipation).

Schallabsorptionsgrad α

Der Schallabsorptionsgrad gibt das Verhältnis der nicht reflektierten zur auftretenden Schallenergie an.

- vollständige Reflexion, $\alpha = 0$,
- vollständige Absorption, $\alpha = 1$.

Praktischer Schallabsorptionsgrad α_p

Der praktische Schallabsorptionsgrad ist der aus Messungen in Terzbändern gewonnene gemittelte Oktavwert und wird nach EN ISO 11 654 gerundet in 0,05er Schritten angegeben.

Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w

Der bewertete Schallabsorptionsgrad ist die Einzahlangabe des Schallabsorptionsgrades. Diese wird durch die Bewertung unter Zuhilfenahme einer Bezugskurve gemäß EN ISO 11 654 ermittelt. Die Bewertung erfolgt im Frequenzbereich von 250 Hz bis 4000 Hz.

Ist die Absorption in einem bestimmten Frequenzbereich besonders hoch, wird der bewertete Schallabsorptionsgrad mit einem Formindikator angegeben.

Je nach Frequenzbereich erhält die Angabe folgende Formindikatoren:

- L = besonders hohe Absorption bei 250 Hz
- M = besonders hohe Absorption bei 500 Hz oder 1000 Hz
- H = besonders hohe Absorption bei 2000 Hz oder 4000 Hz

Gemäß dem informativen Anhang B der EN ISO 11 654 erfolgt die Einteilung der Einzahlangabe α_w in folgende Absorberklassen:

Absorberklasse	α_w -Wert [-]
A	0,90; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,15; 0,20; 0,25
nicht klassifiziert	0,00; 0,05; 0,10

Ist der bewertete Schallabsorptionsgrad in Verbindung mit einem oder zwei Formindikatoren angegeben (z. B. $\alpha_w = 0,60$ (MH)), so wird eindringlich empfohlen, die ganze Kurve des Schallabsorptionsgrades zu betrachten.

Grundsätzlich kann die Einzahlbewertung verwendet werden, um Anforderungen zu formulieren oder akustische Eigenschaften eines Produkts bzw. Systems zu beschreiben, die für Routineanwendungen in üblichen Büros, Fluren, Klassenzimmern und Krankenhäusern usw. vorgesehen sind. Die Anwendung des Einzahlwertes ist ungeeignet, wenn die Produkte in akustisch anspruchsvoller Umgebung eingesetzt werden sollen. In solchen Fällen sind nur vollständige frequenzabhängige Schallabsorptionswerte geeignet.

Räumlich gemittelter Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}$

Der räumlich gemittelte Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}$ über die gesamte Raumbofläche berechnet sich aus dem Schallabsorptionsgrad aller Teilflächen:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i}{S}$$

α_i = Schallabsorptionsgrad der Teilfläche S_i in m^2

S = Summe aller Teilflächen S_i in m^2

Hinweis:

Dezibel (dB) ist eine Einheit auf einer logarithmischen Skala, die den großen Schalldruckbereich von 1 (Hörschwelle) bis zu 1 Million (Schmerzschwelle) in einer übersichtlichen Größe von 0 dB bis 120 dB abbildet.

Äquivalente Schallabsorptionsfläche A

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche mit dem Schallabsorptionsgrad $\alpha = 1$ beschreibt die Fläche, die den gleichen Anteil der Schallenergie absorbieren würde wie die gesamte Oberfläche des Raumes und die in ihm befindlichen Gegenstände und Personen. Sie wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$A = 0,163 \cdot \frac{V}{T}$$

- A = äquivalente Schallabsorptionsfläche in m^2
- V = Raumvolumen in m^3
- T = Nachhallzeit in Sekunden

Nachhall

Als Nachhall bezeichnet man die reflektierten Schallwellen in einem geschlossenen Raum.

Nachhallzeit T

Die Nachhallzeit gibt die Zeitspanne an, in der ein Schallpegel nach dem Beenden der Schallsendung um 60 dB (Dezibel) abfällt. Sie steht in direktem Zusammenhang zur Schallabsorption und ist frequenzabhängig.

Pegelminderung durch Schallschluckung

Durch die Verringerung der Nachhallzeit tritt eine akustische Behaglichkeit und optimierte Sprachverständlichkeit ein und der Raum-Schallpegel wird verringert. In Unterrichtsräumen und Sporteinrichtungen (Schwimm- und Sporthallen), aber auch in anderen Versammlungsstätten kann dies von großer Bedeutung sein.



Richtige Betonung für jede Raumgröße.

Die wichtigste Kenngröße der Raumakustik ist die Nachhallzeit. Daneben gibt es weitere Größen, wie beispielsweise den Deutlichkeitsgrad, der in einem Vortragsraum, oder das Klarheitsmaß, das in Sälen mit besonders hohen Anforderungen beachtet werden muss, z. B. für Musikdarbietungen. Hierbei spielen schallabsorbierende, aber auch schallstreuende Oberflächen eine Rolle.

Für Räume mit üblichen Anforderungen an die Raumakustik ist es im Normalfall ausreichend, die Nachhallzeit im Raum frequenzabhängig entsprechend der Nutzung zu optimieren. Dabei ist die richtige Verteilung von absorbierenden und reflektierenden Flächen unbedingt zu beachten.

Prognose der Nachhallzeit in einem Raum

Berechnung der Nachhallzeit

Die theoretische Berechnung der Nachhallzeit in einem Raum kann näherungsweise durch die Sabine'sche Formel (statistische Nachhalltheorie) erfolgen. Hierzu werden die Eingangsgrößen Raumvolumen (V) und äquivalente Schallabsorptionsfläche im Raum (A) benötigt:

$$T = 0,163 \cdot \frac{V}{A}$$

- T = Nachhallzeit in s
- V = Raumvolumen in m^3
- A = äquivalente Schallabsorptionsfläche in m^2

Die äquivalente Schallabsorptionsfläche A eines Raumes lässt sich bestimmen aus den (bekannten) Absorptionsgraden einzelner Teilflächen und der äquivalenten Schallabsorptionsfläche von Gegenständen bzw. Personen sowie der Dämpfung durch die Luft:

$$A = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot S_i + \sum_{j=1}^k A_j + 4 \cdot mV$$

- α_i = Schallabsorptionsgrad der Teilfläche S_i
- A_j = äquivalente Schallabsorptionsflächen, z. B. Möblierung und Personen innerhalb des Raumes in m^2
- m = die Dämpfungskonstante der Luft nach DIN EN 12354-6:2002-03, Tab. 1
- V = Raumvolumen in m^3

Absorptionsgrade

Absorptionsgrade üblicher Raumbooberflächen liegen in der Regel als Messwert vor und sind in der Literatur und den Unterlagen der Hersteller zu finden. Ebenso sind in der Literatur zahlreiche Angaben für äquivalente Schallabsorptionsflächen von Einrichtungsgegenständen und Personen aufgeführt.

Nachfolgend sind die Absorptionsgrade einiger üblicher Raumbooberflächen sowie äquivalente Schallabsorptionsflächen von Möblierung und Personen frequenzabhängig angegeben.



Schallabsorptionsgrade von verschiedenen Materialien

Bauteile, Oberflächen	Schallabsorptionsgrad α_s in den Oktavmittenfrequenzen in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
Mineralische Oberflächen						
Kalkzementputz (rau)	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
Sichtbeton	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03
Akustikputz (d = 12 mm)	0,04	0,15	0,26	0,41	0,69	0,89
Nichttextile Fußböden						
PVC, Linoleum	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Parkett, versiegelt	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Parkett, unversiegelt	0,04	0,04	0,06	0,12	0,14	0,17
Textile Fußböden						
Nadelfilz (d = 4-6 mm)	0,03	0,03	0,07	0,13	0,25	0,45
Velour (d = 7-8 mm)	0,03	0,04	0,10	0,25	0,45	0,55
Abgehängte Unterdecken						
Gipskartondecke, ungelocht, Abhänghöhe 200 mm	0,20	0,10	0,10	0,10	0,03	0,03
Übliche Mineralfaserdecke	0,40	0,45	0,60	0,65	0,50	0,40

Exemplarische Angaben
Exakte Informationen sind ggf.
produktspezifisch beim Hersteller zu erfragen.

Äquivalente Schallabsorptionsflächen von Personen und Möblierung

Personen, Gegenstände, Möblierung	Äquivalente Schallabsorptionsfläche A in m ² in den Oktavmittenfrequenzen in Hz					
	125	250	500	1000	2000	4000
0,5 m ² / Person, auf Holzstuhl sitzend	0,12	0,20	0,39	0,49	0,48	0,40
1,0 m ² / Person, auf Holzstuhl sitzend	0,18	0,26	0,55	0,68	0,78	0,78
6 m ² / Person, sitzend	0,12	0,18	0,35	0,56	0,68	0,74
6 m ² / Person, stehend	0,12	0,19	0,42	0,66	0,86	0,94
Klappstuhl aus Holz, unbesetzt	0,02	0,02	0,02	0,04	0,04	0,03
Einfacher Polsterstuhl mit Textilbezug	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,40
Einfacher Polsterstuhl mit Leder	0,05	0,15	0,20	0,10	0,03	0,03
Gepolsterter Theaterklappstuhl	0,25	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Musiker mit Instrument: 1,1 m ² / Person	0,16	0,42	0,87	1,07	1,04	0,94
Musiker mit Instrument: 2,3 m ² / Person	0,03	0,13	0,43	0,70	0,86	0,99
Chorsänger, ≤ 0,5 m ² / Person	0,15	0,25	0,40	0,50	0,60	0,60
Schüler in Unterrichtsräumen an Holztischen 3 m ² / Person	0,05	0,33	0,43	0,32	0,38	0,37
Kinder in Vorschuleinrich- tungen, sitzend, 2 m ² / Person	–	0,14	0,17	0,20	0,30	0,23

Für Personen und Möblierung bietet die Literatur
näherungsweise Angaben, die in der Tabelle aus-
zugsweise angegeben sind. Die m²-Zahl gibt an,
welche Fläche einer Person zur Verfügung steht.

Anforderungen an die Nachhallzeit nach DIN 18041.

Einteilung der Räume in Gruppe A und Gruppe B

Zur raumakustischen Planung von Räumen steht in Deutschland die DIN 18041 „Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen“ zur Verfügung. Diese Norm gilt für Räume mit einem Raumvolumen bis ca. 5000 m³, bei Sport- und Schwimmhallen ohne Publikum bis ca. 8500 m³. Sinngemäß kann die Norm auch bei größeren Räumen angewendet werden.

Wenn es sich um Räume mit speziellen Anforderungen handelt (Studios, Regieräume etc.), sollte immer ein Fachplaner hinzugezogen werden.

Die DIN 18041 unterscheidet zwischen verschiedenen Raum- und Nutzungsarten.

Für Räume der Gruppe A werden konkrete Anforderungen an die Hörsamkeit über mittlere und größere Entfernungen festgelegt. Für Räume der Gruppe B werden Empfehlungen für die Hörsamkeit über geringere Entfernungen ausgesprochen.

Räume der Gruppe A

Räume der Gruppe A lassen sich in Abhängigkeit von den Sollwerten der Nachhallzeit weiter unterteilen (siehe Tabelle).

Räume der Gruppe B

Räume der Gruppe B werden nicht weiter nach ihrer Nutzung unterschieden.

- Zu ihnen gehören beispielsweise:
 - Verkaufsräume, Gaststätten
 - Publikumsbereich im öffentlichen Nah- und Fernverkehr, Fahrkarten und Bankschalter
 - Sprechzimmer in Anwalts- und Arztpraxen, Einzelbüros
 - Mehrpersonen und Großraumbüros
 - Bürgerbüros
 - Operationssäle, Behandlungs- und Rehabilitationsräume, Krankenzimmer
 - Lesesäle und Leihstellen in Bibliotheken
 - Werkräume
 - Öffentlichkeitsbereich, Publikumsverkehrsflächen
 - Foyers, Ausstellungsräume, Treppenhäuser

Räume der Gruppe A „Hörsamkeit über mittlere und größere Entfernung“

Musik	Musikunterrichtsraum mit aktivem Musizieren und Gesang Rats- und Festsaal für Musikdarbietungen
Sprache	Gerichts- und Ratssaal Gemeindesaal, Versammlungsraum Proberaum in Musikschule o. ä. Sport- und Schwimmhalle mit Publikum
Unterricht	Unterrichtsraum (außer für Musik) Unterrichtsraum mit audio-visueller Darbietung Gruppenräume in Kindergärten, Kindertagesstätten, Seniorentagesstätten Seminarraum, Interaktionsraum Hörsaal Raum für Tele-Teaching Tagungsraum, Konferenzraum Darbietungsraum ausschließlich für elektroakustische Nutzung
Sport 1	Sport- und Schwimmhallen ohne Publikum für normale Nutzung und/oder einzügigen Unterrichtsbetrieb (eine Klasse/Sportgruppe, einheitlicher Kommunikationsinhalt)
Sport 2	Sport- und Schwimmhallen ohne Publikum für mehrzügigen Unterrichtsbetrieb (mehrere Klassen/Sportgruppen parallel mit unterschiedlichem Kommunikationsinhalt)

Hinweis:

Die Hörsamkeit beschreibt die Eignung eines Raumes für bestimmte Schalldarbietungen, abhängig von der Nutzung (Sprache, Musikdarbietungen). Sie wird vorwiegend beeinflusst durch die Geometrie des Raumes, die Anordnung schallabsorbierender und schallreflektierender Flächen sowie die Nachhallzeit.



Optimierte Nachhallzeit für angenehme Raumakustik.

Räume der Gruppe A

Anforderungen an die Nachhallzeit in Räumen der Gruppe A sind durch Sollwerte der Nachhallzeit T_{soll} definiert. Diese sind für Unterrichtsräume kürzer, für Musikdarbietungen länger als für Sprachdarbietungen und wie folgt definiert:

$$\text{Musik: } T_{\text{soll}} = \left(0,45 \lg \frac{V}{\text{m}^3} + 0,07 \right) \text{s}$$

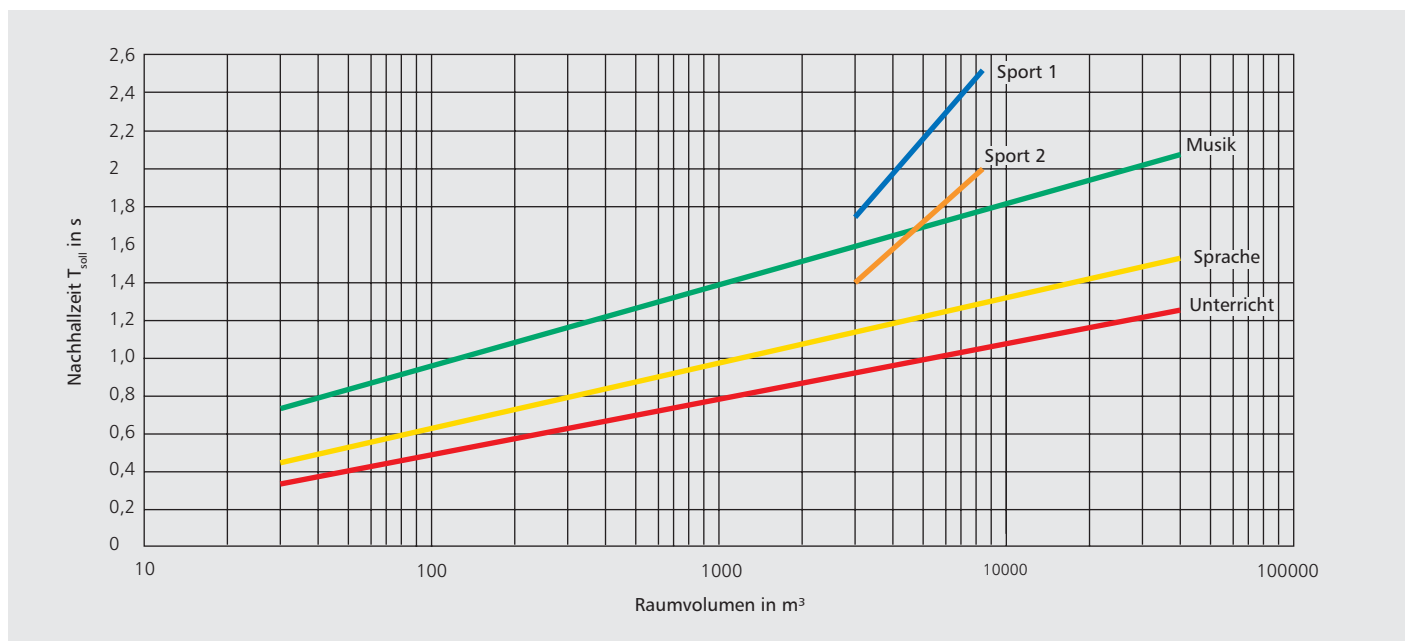
$$\text{Sport 1: } T_{\text{soll}} = \left(0,95 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 1,74 \right) \text{s}$$

$$\text{Sprache: } T_{\text{soll}} = \left(0,37 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14 \right) \text{s}$$

$$\text{Sport 2: } T_{\text{soll}} = \left(1,27 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 2,49 \right) \text{s}$$

$$\text{Unterricht: } T_{\text{soll}} = \left(0,32 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,17 \right) \text{s}$$

Nachhallzeiten für Räume mit unterschiedlicher Nutzung



Bei der Mehrzwecknutzung von Räumen werden die Sollwerte T_{soll} entsprechend der Wertigkeit der Hauptnutzung als Zwischenwert ermittelt.

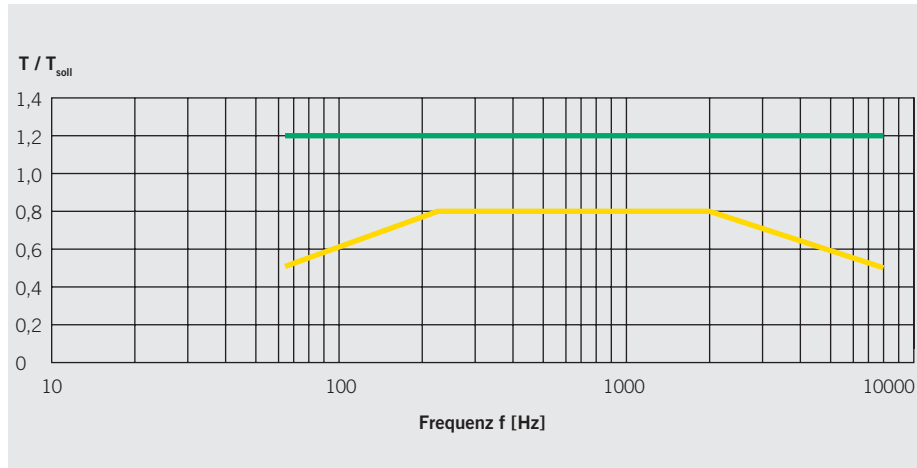
Soll ein Raum beispielsweise je zur Hälfte für Musik- und Sprachdarbietungen genutzt werden, soll die Nachhallzeit in der Mitte der beiden Sollwerte liegen.

Soll der Raum zu 2/3 für Musik- und zu 1/3 für Sprachdarbietungen genutzt werden, so wird T_{soll} wie folgt berechnet:

$$T_{\text{soll}} = \frac{2}{3} \cdot \left(0,45 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,07 \right) \text{s} + \frac{1}{3} \cdot \left(0,37 \lg \frac{V}{\text{m}^3} - 0,14 \right) \text{s}$$

Für einen Raum mit 500 m³ Rauminhalt beträgt die Soll-Nachhallzeit bei dieser Nutzung $T_{\text{soll}} = 1,05 \text{ s}$.

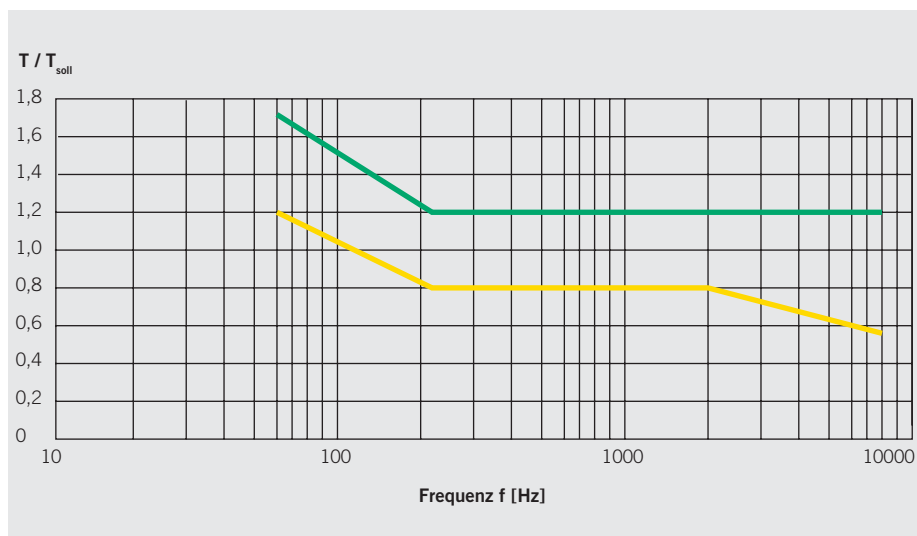
Nachhallzeitbereich für Sprache



Anzustrebender Toleranzbereich der Nachhallzeit für Sprache, in Abhängigkeit von der Frequenz

Nebenstehend ist die anzustrebende Frequenzabhängigkeit der Nachhallzeit für Sprache dargestellt. T ist die tatsächlich vorhandene Nachhallzeit in einem Raum, T_{soll} der nach v. g. Formeln ermittelte Sollwert der Nachhallzeit. Der Toleranzbereich für den Quotienten aus T und T_{soll} zeigt an, dass für Sprachnutzung die Nachhallzeiten bei tiefen Frequenzen (unterhalb von 200 Hz) und bei hohen Frequenzen (oberhalb von 2000 Hz) eher kürzer als zu lang sein sollen.

Nachhallzeitbereich für Musik



Anzustrebender Toleranzbereich der Nachhallzeit für Musik, in Abhängigkeit von der Frequenz

Für Musik ist der anzustrebende Quotient bei tiefen Frequenzen bis 200 Hz größer. Das bedeutet, die Nachhallzeit im Raum soll bei tiefen Frequenzen länger sein. Oberhalb von 200 Hz entspricht der anzustrebende Bereich dem der Sprachnutzung.

Räume der Gruppe B

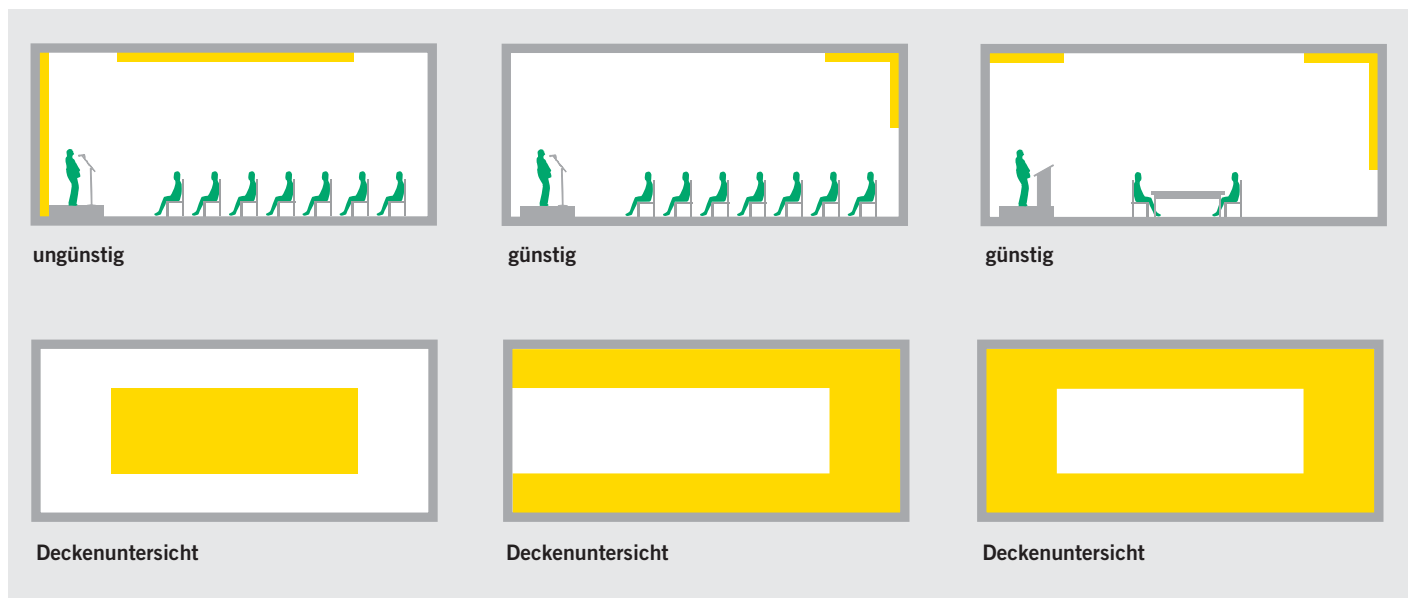
In Räumen der Gruppe B ist die Einhaltung einer bestimmten Nachhallzeit nicht zwingend erforderlich. Empfehlungen beruhen lediglich darauf, dass eine dem Zweck angepasste Sprachkommunikation über geringe Entfernungen möglich ist. Durch Erhöhung der Schallabsorption im Raum wird der Gesamtstörerschallpegel verringert und die Nachhallzeit reduziert.

Grundsätzlich erfolgen die Maßnahmen zur Erhöhung der Schallabsorption sinngemäß wie bei Räumen der Gruppe A.

Durch die Verdopplung der vorhandenen äquivalenten Schallabsorptionsfläche eines raumakustisch unbehandelten Raumes durch zusätzliche absorbierende Flächen oder Einrichtungsgegenstände wird der Schalldruckpegel um ca. 3 dB gesenkt.

Die richtige und effektive Anordnung von Absorbern.

Die Anordnung von Absorbern hängt von der Raumgröße ab. Während für kleinere Räume einfache Regeln zur Gestaltung meist ausreichen, sind für Räume über 250 m³ komplexere Planungen nötig.



Kleine Räume bis 250 m³

Bei der raumakustischen Gestaltung ist neben der geeigneten Auswahl von Absorbern zur Erfüllung der Anforderungen an die Nachhallzeit auch deren Anordnung im Raum von entscheidender Bedeutung. In Räumen mit rechtwinkligem Grundriss können durch das Einbringen einer vollflächig absorbierenden Unterdecke zur Erreichung der geforderten Nachhallzeiten Flatterechos auftreten.

Dieses akustische Phänomen tritt auf, wenn die Schallwellen von zwei gegenüberliegenden Bauteilen ungestört hin und her reflektiert werden. Um Flatterechos zu vermeiden, kann z. B. ein mittleres Deckenfeld reflektierend ausgeführt werden. Als Ausgleich müssten dann die Wände teilweise absorbierend gestaltet werden.

DIN 18041 gibt Hinweise zur Verteilung von Schallabsorptionsflächen für Räume kleiner bis mittlerer Raumgröße, z. B. für Unterrichts- und Sitzungsräume (siehe Skizzen).

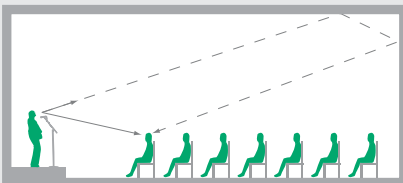




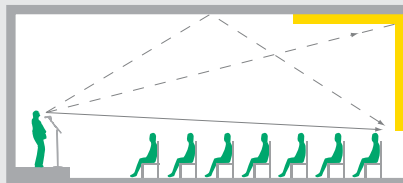
Mittelgroße Räume und kleine Hallen (250 m³ bis 5000 m³)

Bei Räumen dieser Größe handelt es sich z. B. um größere Klassenräume, Seminarräume und Hörsäle. Durch die größeren Entfernungen ist es oftmals nützlich, nicht nur absorbierende Flächen einzubringen, sondern auch durch Reflexionen den Schall geeignet zu lenken.

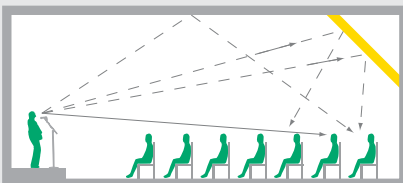
Auch bei größeren Räumen sind parallele, gegenüberliegende Flächen ungünstig. Eine Fläche sollte dann zur Vermeidung von Flatterechos absorbierend gestaltet werden. Grundsätzlich ist es bei größeren und geometrisch anspruchsvollen Räumen sinnvoll, einen akustischen Fachplaner mit einzubeziehen, um nachträgliche Überraschungen zu vermeiden.



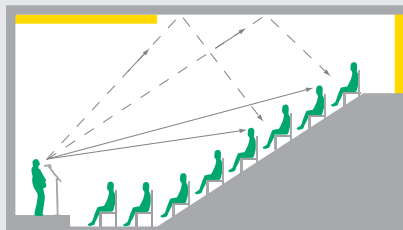
ungünstig



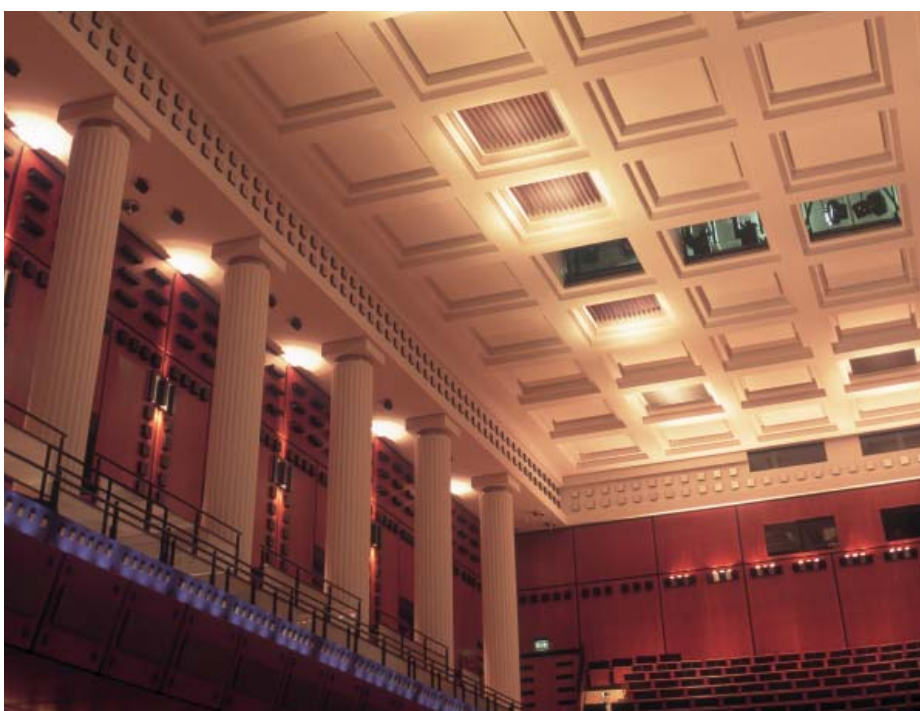
günstig



günstig



günstig

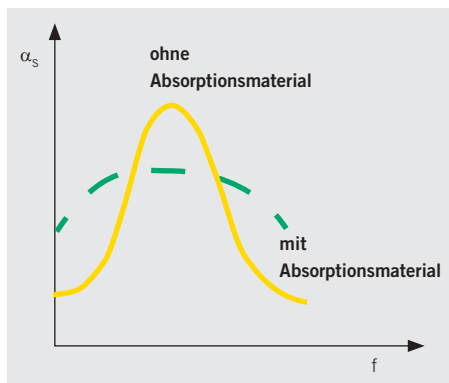


Vielfalt, Qualität und ausgezeichnete Raumakustik.

Die Wirkungsweise von LaCoustic

LaCoustic-Design-Platten sind gelochte Gipsplatten mit rückseitig aufkaschierem Vlies. Das akustische Wirkungsprinzip beruht auf dem System eines Helmholtzresonators. Hierbei handelt es sich um ein Feder-Masse-System, das durch die auftreffenden Schallwellen zur Schwingung angeregt wird. Diese Wirkung beruht auf erhöhten inneren Verlusten bei Schwingern und ist schmalbandig. Das Maximum des Absorptionsgrades liegt bei der Resonanzfrequenz des Resonators, der rechnerisch bestimmt werden kann.

Da Luftpfropfen in den Löchern mitschwingen, wirken sich die Veränderungen des Lochanteils, der Abhängöhe oder auch der Plattendicke auf den frequenzabhängigen Verlauf des Absorptionsgrades aus. Das rückseitig aufgebrachte Vlies bewirkt, ebenso wie eine Hinterlegung mit Mineralfaserdämmstoff, ein Abflachen des Maximums und eine Verschiebung zu tieferen Frequenzen hin.



Schematische Darstellung:
Absorptionsgrad eines Helmholtzresonators mit und ohne Hinterlegung (Vlies oder Mineralfaser)



Ausführliche Informationen über LaCoustic, Lochbilder, Kantenformen und die Verarbeitung siehe Broschüren:

- LaCoustic: Kreative und funktionelle Gestaltung mit Akustik-Design-Platten
- Verarbeitungshinweise für Spachtel- und Klebetechnik
- Verlegehinweise für Kassetten

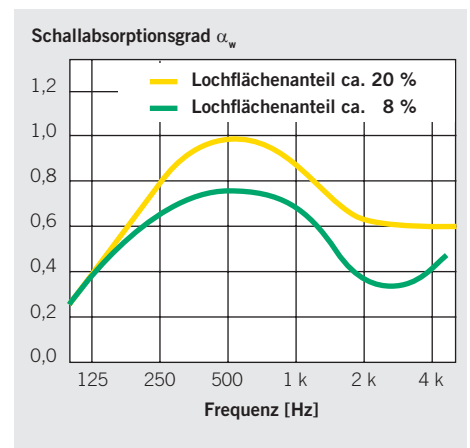
Einflussgrößen auf den Absorptionsgrad von LaCoustic

Die schallabsorbierenden Eigenschaften der Lafarge Akustikdecken werden von verschiedenen Faktoren beeinflusst:

Lochflächenanteil und Lochgeometrie

Eine Erhöhung des Lochflächenanteils führt in der Regel zu einer Erhöhung der Schallabsorption. Bei Lochflächenanteilen über 20 % verliert sich der Effekt.

Die unterschiedliche Lochgeometrie wirkt sich bei gleichem Lochflächenanteil in der Praxis kaum aus.



Vliestypen

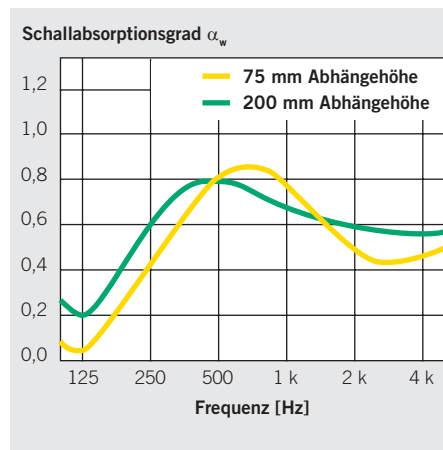
Rückseitig aufkaschierte Vliese dienen zur Absorption von Geräuschen, die hauptsächlich durch menschliche Stimmen verursacht werden. Abhängig von den gewünschten Eigenschaften können verschiedene Vliese mit unterschiedlichem Absorptionsvermögen eingesetzt werden. In 95 % aller Fälle ist die Lochplatte mit aufkaschiertem Vlies somit ein vollkommen ausreichender Absorber.

Mit dem neuen, exklusiv für Lafarge Gips hergestellten Standardvlies lassen sich deutlich höhere Absorptionsgrade als bisher erreichen. Für noch höhere Anforderungen an den Absorptionsgrad der Lochplatten kann zusätzlich eine Mineralfaserhinterlegung vorgesehen werden.

Das bewährte Akustikvlies für hohe Absorption ohne Mineralfaserauflage steht darüber hinaus weiterhin zur Verfügung.

Lufthohlraum

Der Abstand zwischen der abgehängten Akustikdecke und der Rohdecke ist für den Schallabsorptionsgrad von entscheidender Bedeutung. Bei Abhängehöhen < 100 mm verschieben sich die Schallabsorptionswerte in Richtung Mittel- und Hochfrequenzbereich. Große Lufthohlräume führen zur Erhöhung der Schallabsorption im tieffrequenten Bereich. Ab 500 mm Lufthohlraum verändern sich die Werte nur gering.



Absorptionskurven:
Schallabsorptionsgrade von Lochplatten mit unterschiedlichen Abhängehöhen.

Ausführungen von LaCoustic

LaCoustic Premium

Ein Highlight bei den LaCoustic-Design-Platten stellt die LaCoustic Premium dar. Für Ansprüche nicht nur an die Raumakustik, sondern auch an die Luftqualität im Raum, setzt Lafarge erstmalig ein Frischluftvlies ein, wodurch die Schadstoffkonzentration im Raum maßgeblich reduziert wird.

Ein Gutachten vom Fraunhofer Institut für Bauphysik, das die Verringerung der Immissionskonzentration von Schadstoffen, z. B. Formaldehyd, Hexanal, Butylacetat u. v. m. bestätigt, liegt vor. Auch die deutliche Reduktion unangenehmer Gerüche wird bescheinigt. Neben dem Luftreinigungseffekt bietet LaCoustic Premium annähernd die Absorptionsgrade eines Akustikvlieses.

Kantenformen

Zur besseren Verarbeitung bietet Lafarge gelochte LaCoustic-Design-Platten mit einer neuen Kantenform (CC-Kante) an. Damit lässt sich eine einfache Verlegung bei gleichzeitig erhöhter Riss- und Zugfestigkeit sowie die Minimierung des Verschnitts realisieren.

Fugenlose Lochdecke oder Kassette?

Die Kombination aus den unterschiedlichen Absorptionseigenschaften der Vliese und der Vielfalt an Lochbildern bietet bei fugenlosen Lochdecken aus LaCoustic-Design-Platten oder bei der Einlegemontage von gelochten Kassetten für alle akustischen und optischen Anforderungen eine geeignete Lösung.



Hinweis

Hinsichtlich der akustischen Wirksamkeit ist das physikalische Prinzip bei einer fugenlosen Lochdecke aus LaCoustic-Design-Platten bzw. einer gelochten Kassetten- decke identisch.

LaCoustic – Für jede Anwendung eine wirtschaftliche Lösung.

Fugenlose LaCoustic-Design-Decken

Für die Realisierung fugenloser Lochdecken mit LaCoustic sind 11 verschiedene Lochbilder erhältlich. Bei der Vlieskaschierung kann zwischen Standard-, Frischluft- und Akustikvlies gewählt werden.

- **LaCoustic Classic** mit Standardvlies, für Klebe- und Spachteltechnik
- **LaCoustic Comfort** mit Standardvlies, CC-Kante für einfache Verlegung
- **LaCoustic Premium** mit Frischluft-Vlies, CC-Kante für einfache Verlegung

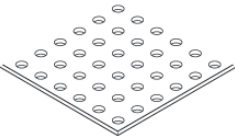
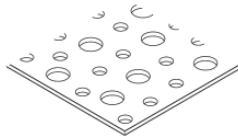
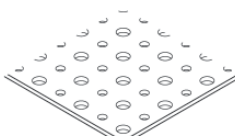
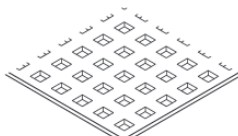
Die große Vielfalt ermöglicht eine optimal abgestimmte Raumakustik bei verschiedensten optischen Ausführungen.

Vlies	Standard-Vlies	Standard-Vlies	Standard-Vlies	Standard-Vlies	Akustik-Vlies	Akustik-Vlies
Abhängehöhe	75 mm	200 mm	75 mm	200 mm	73 mm	413 mm
Hinterlegung			20 mm MF-Hinterlegung	20 mm MF-Hinterlegung		

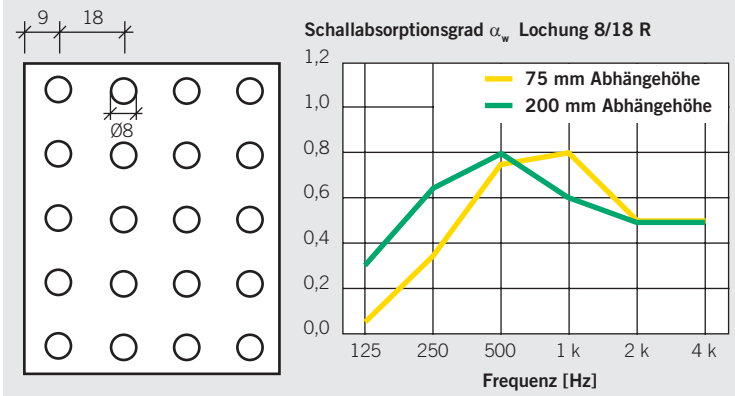
Lochbild

Lochbild	Standard-Vlies	Standard-Vlies	Standard-Vlies	Standard-Vlies	Akustik-Vlies	Akustik-Vlies
6/18 R	0,45 (M)	0,50 (L)	0,50 (LM)	0,50 (L)	0,60	0,55 (LH)
8/18 R	0,55 (M)	0,60 (L)	0,65 (M)	0,70 (L)	0,65 (H)	0,65 (LH)
10/23 R	0,50 (M)	0,55 (LM)	0,60 (M)	0,60 (L)	0,65	0,70
12/25 R	0,50 (M)	0,55 (L)	0,65 (M)	0,70 (L)	0,65	0,70 (L)
15/30 R	0,55 (M)	0,60 (L)	0,70 (M)	0,75	0,65 (H)	0,70 (LH)
8/12/50 R	0,50 (M)	0,50 (LM)	0,55 (LM)	0,60 (L)	0,65	0,60 (LH)
12/20/66 R	0,50 (M)	0,55 (LM)	0,70 (M)	0,70 (L)	0,60 (M)	0,60 (LH)
8/18 Q	0,50 (M)	0,55 (L)	0,70 (M)	0,75 (L)	0,65 (H)	0,70 (LH)
12/25 Q	0,55 (M)	0,60 (L)	0,75 (M)	0,80	0,60 (MH)	0,70 (LH)
8/15/20 R	0,40 (M)	0,40 (LM)	0,45 (LM)	0,45 (L)	0,55	0,55
12/20/35 R	0,35 (M)	0,35 (LM)	0,40 (LM)	0,40 (LM)	0,35	0,35

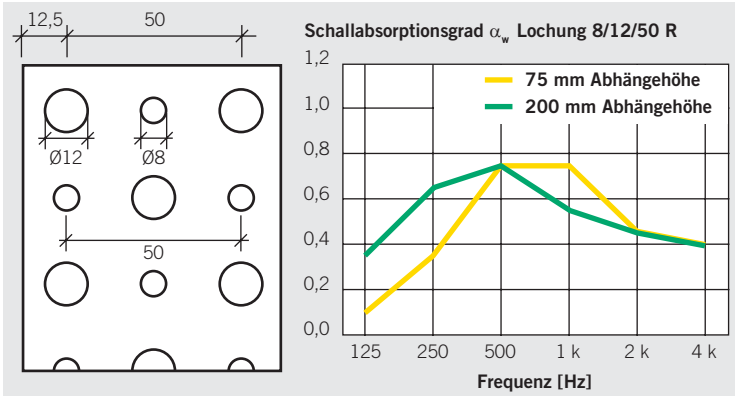
Lochbilder

Lochart	Lochung	Lochanteil	Lochart	Lochung	Lochanteil
Gerade Rundlochung 	6/18 R	8,7 %	Streulochung 	8/15/20 R	9,8 %
	8/18 R	15,5 %		12/20/35 R	9,8 %
	10/23 R	14,8 %			
	12/25 R	18,1 %			
	15/30 R	19,6 %			
Versetzte Rundlochung 	8/12/50 R	13,1 %	Quadratlochung 	8/18 Q	19,8 %
	12/20/66 R	19,6 %		12/25 R	9,8 %

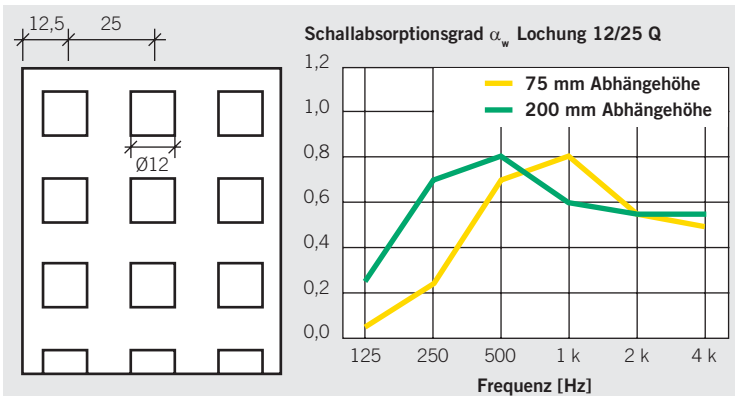
Praktischer und bewerteter Schallabsorptionsgrad α_p und α_w von LaCoustic-Design-Platten



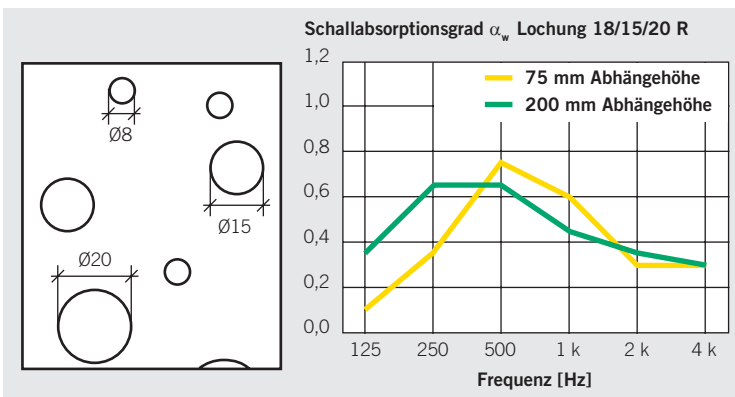
Abhängehöhe mm	125	250	500	1000	2000	4000	α_w
75	0,05	0,35	0,75	0,80	0,50	0,50	0,55 (M)
200	0,30	0,65	0,80	0,60	0,50	0,50	0,60 (L)
mit 20 mm Mineralfaserhinterlegung (ohne Grafik)							
75	0,20	0,60	0,95	0,80	0,60	0,55	0,65 (M)
200	0,40	0,75	0,80	0,70	0,65	0,55	0,70 (L)



Abhängehöhe mm	125	250	500	1000	2000	4000	α_w
75	0,10	0,35	0,75	0,75	0,45	0,40	0,50 (M)
200	0,30	0,65	0,75	0,55	0,45	0,40	0,50 (LM)
mit 20 mm Mineralfaserhinterlegung (ohne Grafik)							
75	0,20	0,65	0,95	0,75	0,50	0,45	0,55 (LM)
200	0,40	0,75	0,75	0,65	0,55	0,45	0,60 (L)



Abhängehöhe mm	125	250	500	1000	2000	4000	α_w
75	0,05	0,25	0,70	0,80	0,55	0,50	0,55 (M)
200	0,25	0,70	0,80	0,60	0,55	0,50	0,60 (L)
mit 20 mm Mineralfaserhinterlegung (ohne Grafik)							
75	0,15	0,55	1,00	0,90	0,70	0,65	0,75 (M)
200	0,35	0,80	0,90	0,80	0,75	0,70	0,80



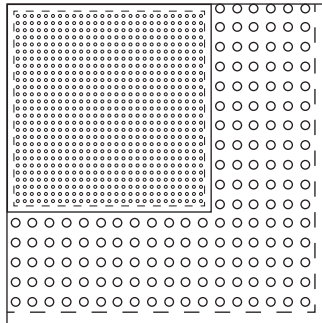
Abhängehöhe mm	125	250	500	1000	2000	4000	α_w
75	0,10	0,35	0,75	0,60	0,30	0,30	0,40 (M)
200	0,35	0,65	0,65	0,45	0,35	0,30	0,40 (LM)
mit 20 mm Mineralfaserhinterlegung (ohne Grafik)							
75	0,20	0,65	0,80	0,60	0,35	0,35	0,45 (LM)
200	0,40	0,65	0,65	0,55	0,40	0,35	0,45 (L)

LaCoustic Kassetten

LaCoustic Kassetten sind in 22 unterschiedlichen Lochbildern und ungelocht erhältlich. Dies ermöglicht die Schaffung optimaler raumakustischer Bedingungen durch individuelle Anordnung von absorbierenden und nicht absorbierenden Flächen. Eine spezielle UV-Lackierung bewirkt eine leicht zu reinigende Oberfläche mit einem strahlend weißen Glanz. Ästhetik und Raumakustik stehen im Einklang.

Modul 625 (618 x 618 mm)

scharfkantig

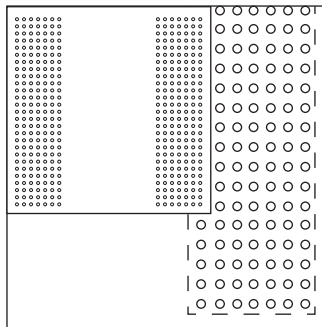


lieferbar als Rundlochung

6/18, 8/18, 10/23, 12/25, 15/30

lieferbar als Quadratlochung

8/18, 12/25

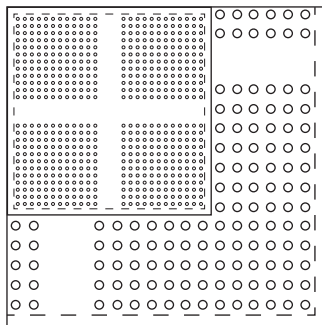


lieferbar als Rundlochung

6/18, 8/18, 10/23, 12/25, 15/30

lieferbar als Quadratlochung

8/18, 12/25

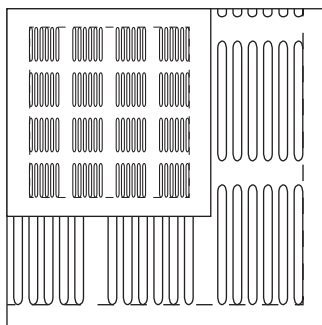


lieferbar als Rundlochung

6/18, 8/18, 10/23, 12/25, 15/30, 10/23, 12/25

lieferbar als Quadratlochung

8/18, 12/25



lieferbar als Blocklochung, Schlitze

8/98

Lochabstand horizontal 18 mm

Berechnungs - und Abschätzmethoden.

Orientierungswerte für zu bekleidende freie Wand- und Deckenflächen mit Schallabsorbern nach DIN 18041:2004-05 Tab. 6 für Räume der Gruppe B

Raumart	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w																
	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Verkaufsräume, Werkräume, Call Center, Lesesäle in Bibliotheken	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	-	-	-	-	-
Mehrpersonen- oder Großraumbüros mit Büromaschinen, Schalterhallen, Bürgerbüros, Operationssäle, Krankenzimmer, Leihstellen in Bibliotheken, Ausleihbibliotheken	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	-	-	-
Einzelbüros, Sprechzimmer, Behandlungs- und Rehabilitationsräume, Pausenhallen, Speisegaststätten, Speiseräume, Kantinen mit einer Grundfläche $\geq 50 \text{ m}^2$	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,7	2,0	-
Treppenhäuser, Foyers, Ausstellungsräume, Verkehrsflächen (Flure und Vorräume) mit starkem Personenverkehr und Publikumsbereiche für den ÖPNV	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0

Die Zahlenwerte 0,2 bis 2,0 geben an, welche Fläche im Verhältnis zur Raumgrundfläche belegt werden muss.

In der Tabelle sind Orientierungswerte für zu bekleidende freie Wand- und Deckenflächen, abhängig vom bewerteten Absorptionsgrad des Schallabsorbers und der Raumart, angegeben.

Die Verdoppelung der äquivalenten Absorptionsfläche führt zu einer Schallpegelminderung im Raum um ca. 3 dB.

In Räumen, z. B. in Gaststätten oder Bahnhofshallen, wird ein maßgeblicher Anteil des Störgeräuschpegels durch die Personen selbst erzeugt. In diesem Fall sind höhere Pegelminderungen zu erwarten, da sich im Allgemeinen die Lautstärke mit dem abnehmenden Störschalldruckpegel reduziert.

Beispiel

In einem Einzelbüro mit einer Grundfläche von 16 m^2 soll die Decke zur Verbesserung der Raumakustik absorbierend gestaltet werden.

Beim Einsatz eines Absorbers mit einem bewerteten Schallabsorptionsgrad von $\alpha_w = 0,60$ (L), z. B. LaCoustic 12/25 Q mit Standardvlies, müssen 80 % der Raumgrundfläche, also $12,8 \text{ m}^2$ der Decke (oder evtl. Wandflächen) mit LaCoustic-Design-Platten bekleidet werden.

Enthält der bewertete Schallabsorptionsgrad, wie bei der gewählten Platte einen Formindikator, ist im Einzelfall abzuschätzen, ob eine erhöhte Absorption in einzelnen Frequenzbereichen zu vermeiden ist. Im Allgemeinen wirkt sich eine erhöhte Absorption im tiefen und mittleren Frequenzbereich aber positiv auf die akustische Behaglichkeit aus.

Schnell und einfach berechnen unter www.lafarge-gips.de

Auf der Homepage von Lafarge Gips www.lafarge-gips.de finden Sie einen Rechner zur raumakustischen Auslegung von Räumen. Mit Hilfe dieses Rechners können auf einfache Weise passende Absorber und/oder die nötige zu belegende Fläche mit Akustik-Design-Platten ausgewählt werden. Als Ergebnis wird ausgegeben, ob die Anforderungen nach DIN 18041 eingehalten werden. Außerdem wird eine Prognose der Nachhallzeit abgegeben.

Eingaben

Raumgeometrie:

Neben den Raumgeometrien (Länge, Breite, Höhe, geometrische Form) wird die Nutzungsart des Raumes abgefragt.

DIN oder ÖNORM

Als Planungsgrundlage kann wahlweise DIN 18041 oder ÖNORM B 8115-3 ausgewählt werden. Hier kommen unterschiedliche Berechnungsverfahren zum Einsatz. Die DIN 18041 verwendet die Pegelminderung ΔL und einen mittleren Schallabsorptionsgrad α der Raumbooberfläche. Letzterer wird berechnet durch die Projektion der gesamten im Raum befindlichen äquivalenten Schallabsorptionsfläche, inklusive der Möbel und Personen, auf die Raumbooberfläche.

Die ÖNORM B 8115-3 verwendet dagegen den mittleren Schallabsorptionsgrad $\alpha_{m,B}$ der Raumbegrenzungsflächen und den mittleren Schallabsorptionsgrad α_m der Raumbegrenzungsflächen unter Einbeziehung der Möblierung.

Für die Raumbegrenzungsflächen bietet der Raumakustikrechner die gängigen Materialien zur Auswahl. Hier kann für den

Rohboden, die Rohdecke und die Wände jeweils die Bauart gewählt werden. Bei Bodenbelag können zwei Teilflächen mit verschiedenen Materialien belegt werden. Ebenso können bei den Wänden Teilflächen unterschiedlich gestaltet werden, z. B. auch durch Fensterflächen mit oder ohne Vorhänge bzw. Jalousien.

Abhängig von der Nutzungsart kann die Möblierung gewählt werden, die für die Berechnung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche berücksichtigt wird.

Ausgabe

Ergebnis der raumakustischen Berechnung ist die prognostizierte Nachhallzeit im Raum nach Einbau der absorbierenden Flächen. Angegeben wird die Nachhallzeit mit und ohne Personen.

Zusätzlich erfolgt eine Bewertung der sich einstellenden Nachhallzeit nach der gewählten Norm (Anforderungen erfüllt oder nicht erfüllt).

Die Anordnung der absorbierenden Flächen nach den Empfehlungen der entsprechenden Norm sollte beachtet werden.

Mit dem Lafarge Raumakustikrechner immer die passende und richtige Lösung finden.

Eingaben und Berechnungsablauf

- 1 Raumart
- 2 Geometrie
- 3 Oberflächen und Beläge
- 4 Anzahl der Möblierung
- 5 Flächen für Absorber in m²
- 6 Art des Absorbers
- 7 Angaben zu den gewählten Eingaben
- 8 Ergebnis
- 9 Absorptionsgrad des Absorbers
- 10 Lochbild der LaCoustic

Über die Schaltfläche „Drucken via PDF-Dokument“ wird von der kompletten Berechnung (inklusive der Grafiken) ein PDF erzeugt, das per E-Mail verschickt oder direkt angezeigt werden kann.

The screenshot shows the 'Raumakustik-Rechner' web application. The main calculation area is titled 'Planen & Informieren'. It features a graph of Nachhallzeit T [s] versus Frequenz [Hz] with three curves: 'ohne Absorber, ohne Möb., ohne Pers.', 'mit Absorb., mit Möb., ohne Pers.', and 'mit Absorb., mit Möb., mit Pers.'. The input fields are as follows:

- Nutzung: 1 Klassenzimmer, Unterrichtsraum
- nach: DIN 18041 (Mai 2004)
- Raumform: Quader
- Länge: 12.0 m
- Breite: 2 Breite: 8.0 m
- Höhe: 3 Höhe: 3.0 m
- Volumen: 288.0 m³
- Rohdecke: 96.0 m² Massivbauweise
- Rohboden: 96.0 m² schwimmender Estrich
- Bodenbeläge: 96.0 m² Parkett, Laminat
- Wände: 4 Wände: 100.0 m² Massivbauweise
- Fenster: 0.0 m²
- Möbel für: 4 Möbel für: 1 Lehrer, 30 Schüler, Kinder
- Absorber 1: 5 Absorber 1: 96.0 m² LaCoustic, 618 R, Frischluft-Vlies, h = 400 mm
- Absorber 2: Absorber 2: 10.0 m² LaGyp, ohne Lochung, h = 400 mm
- Absorber 3: Absorber 3: 0.0 m²

The screenshot shows the result phase of the calculation. The main area displays a graph of Absorptionsgrad α versus Frequenz [Hz] with a curve showing the absorption coefficient. Below the graph is a grid of 100 circles representing the 'Lochbild' (hole pattern) of the LaCoustic absorber. The product information is as follows:

- Auswahl: 6 Absorber 1
- Modell: 6 Modell: 618 R, Frischluft-Vlies, h = 400 mm
- Produkt: 7 LaCoustic, 618 R, Frischluft-Vlies, h = 400 mm
- Material: 7 Material: gelochte Gipskartonplatte mit Frischluft-Vlies
- Abmessungen: Standard: 1998 mm x 1188 mm x 12.5 mm
- Montage: Abhängehöhe h = 400 mm
- Brandschutz: A2 - s1, d0
- Bemerkung: -



LAFARGE GIPS GMBH
Frankfurter Landstraße 2-4
D-61440 Oberursel
Tel. +49 6171/61 3333
Fax +49 6171/61 3920

www.lafarge-gips.de