

Raumakustik

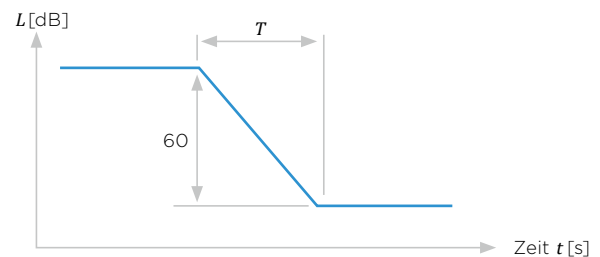
Einleitung der Akustik-Planung

Raumakustik beschreibt die Schallausbreitung innerhalb eines Raumes. Viele Menschen leiden unter den Folgen einer schlechten Raumakustik. Es kann zu rascher Ermüdung oder auch zum Verlust von Informationen bei anspruchsvollen Konversationen kommen. Somit ist das Leistungsvermögen von Menschen in akustisch ungünstigen Räumen stark vermindert.

Nachhallzeit

Das älteste und wohl auch bekannteste raumakustische Kriterium ist die Nachhallzeit. Dieses drückt in Zahlen aus, wie lange man den Klang eines Tones im Raum noch nachklingen hört, obwohl die Schallquelle bereits verstummt ist. De facto ist es die Zeit in Sekunden, die der Schalldruckpegel benötigt, um nach dem Abschalten der Schallquelle um 60 dB abzuklingen. Je länger die Nachhallzeit, umso länger hört man den Ton im Raum. Ist die Nachhallzeit zu kurz, so ist der Raum überdämpft und wir hören den Ton nicht deutlich genug.

Die Nachhallzeit eines Raumes wird vorwiegend durch seine geometrische Gestaltung sowie die Auswahl und Verteilung von schallabsorbierenden und schallreflektierenden Flächen beeinflusst. Für die meisten Raumsituationen wird sie nach der «Sabin'schen Formel» ermittelt.



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

T = Nachhallzeit [s]

V = Raumvolumen [m^3]

A = Äquivalente Schallabsorptionsfläche [m^2]

Abbildung 13: Nachhallzeit

Schallabsorption

Die Schallabsorption ist das wichtigste Hilfsmittel bei der akustischen Gestaltung von Räumen. Sie beschreibt den Entzug von Schallenergie aus einem Raum – durch Umwandlung in eine andere Energieform – wobei das akustische Verhalten durch absorbierende und reflektierende Flächen bestimmt wird. Das Absorptionsverhalten eines Raumes ergibt sich aus der baulichen Gegebenheit,

der Einrichtung und der geplanten Nutzung des Raumes. Dieses Verhalten wird anhand des Schallabsorptionsgrades bewertet.

Der Schallabsorptionsgrad α gibt das Verhältnis der von einer nicht reflektierten Schallenergie zur einfallenden Schallenergie an.

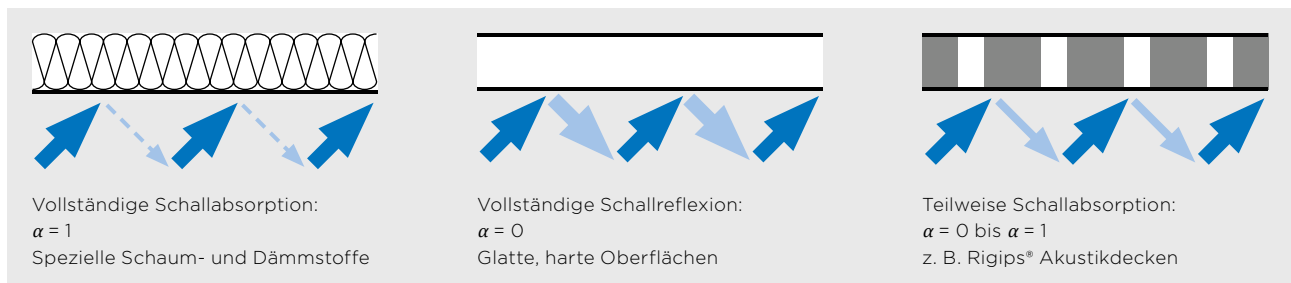


Abbildung 14: Schallabsorptionsgrade für verschiedenen Oberflächen

Multipliziert man den Absorptionsgrad α eines Materials mit seiner Fläche S , so erhält man die äquivalente Schallabsorptionsfläche A .

$$A = \alpha \cdot S [m^2]$$

A = Äquivalente Schallabsorptionsfläche

α = Absorptionsgrad

S = Fläche [m^2]

Der Schallabsorptionsgrad α_s ist der frequenzabhängige Wert des Schallabsorptionsvermögens eines Materials und wird durch akustische Prüfungen gemäss EN ISO 354 in Terzbändern gemessen.

Der praktische Schallabsorptionsgrad α_p ist der frequenzabhängige Wert des Absorptionsvermögens in Oktavbändern. Zur Bestimmung von α_p werden die α_s -Werte gemäss EN ISO 11654 auf Oktavbänder umgerechnet.

Zum Beispiel für α_p für 250 Hz:

$$\alpha_{p250} = \frac{\alpha_{s200} + \alpha_{s250} + \alpha_{s315}}{3}$$

α_p = praktischer Schallabsorptionsgrad

α_s = frequenzabhängiger Schallabsorptionsgrad

Der praktische Schallabsorptionsgrad α_p wird in Schritten von 0.05 gerundet und ist auf 1.00 begrenzt.

Der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w ist eine frequenzunabhängige Einzahlangabe für das Schallabsorptionsvermögen eines Materials und wird nach EN ISO 11654 ermittelt. Zur Bestimmung von α_w wird eine Bezugskurve über die α_p -Werte gelegt und so lange verschoben, bis die Summe der negativen Abweichungen ≤ 0.1 ist. Der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w entspricht dem Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.

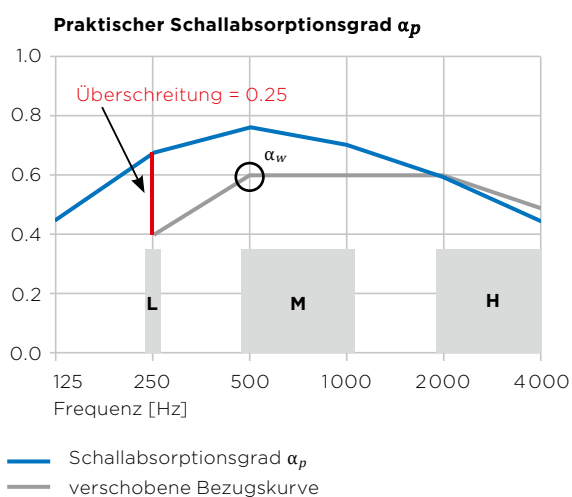
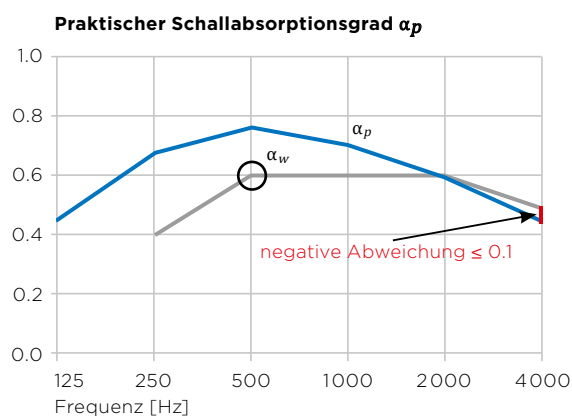


Abbildung 15: Ermittlung des bewerteten Schallabsorptionsgrades

Der bewertete Schallabsorptionsgrad α_w kann dazu genutzt werden, um eine Schallabsorberklasse nach EN ISO 11654 festzulegen. Eine höhere Schallabsorberklasse bewirkt jedoch nicht eine automatisch bessere Raumakustik.

Schallabsorberklasse	Bewerteter Schallabsorptionsgrad α_w
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	0.25; 0.20; 0.15
Nicht klassifiziert	0.10; 0.05; 0.00

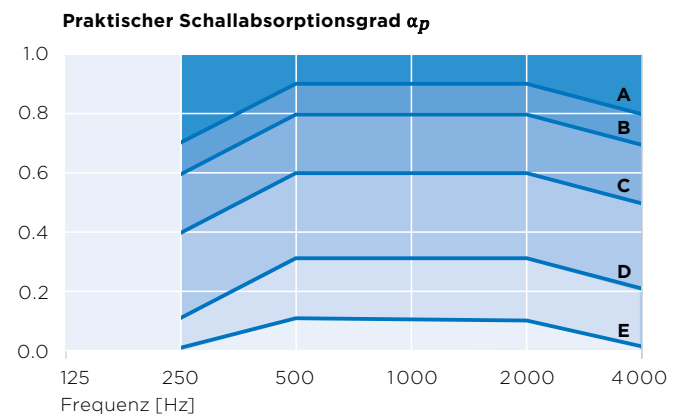


Abbildung 16: Tabellarische und graphische Darstellung der Schallabsorberklassen

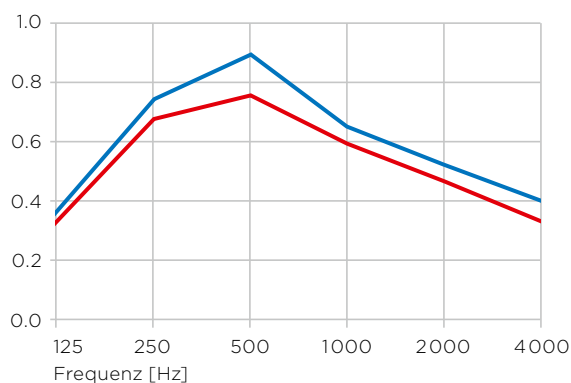
Einflussgrößen des Absorptionsverhaltens

Mit dem vielfältigen Sortiment an Rigips®-Akustikdecken lassen sich nahezu alle akustischen Anforderungen erfüllen. Die schallabsorbierenden Eigenschaften von Rigips® Akustiksystemen werden von folgenden Faktoren beeinflusst.

Lochflächenanteil

Die Wahl des Lochbildes hat in der Regel auch Einfluss auf die akustischen Eigenschaften der Deckenkonstruktion. So führt etwa eine Erhöhung des Lochflächenanteils in der Regel zu einer Erhöhung der Schallabsorption. Bei Lochflächenanteilen über 25% verändern sich die Werte jedoch nur noch gering. Im Vergleich eine Rigiton® Ambiance Akustikdecke mit Rundlochung 6/18 gegenüber einer Rundlochung 12/25.

Praktischer Schallabsorptionsgrad α_p



- Beispiel mit Lochflächenanteil 8.7%
- Beispiel mit Lochflächenanteil 18.1%

Abbildung 17: Einfluss Lochflächenanteil auf das Absorptionsverhalten

Abhängehöhe / Lufthohlraum

Neben dem Lochbild hat auch der Lufthohlraum entscheidenden Einfluss auf die akustischen Eigenschaften einer Decke. Bei geringen Abhängehöhen < 100 mm verschiebt sich die Schallabsorptionskurve in Richtung Mittel- und Hochfrequenzbereich. Eine Vergrößerung der Abhängehöhe wiederum führt zur Erhöhung der Schallabsorption im niederfrequenten Bereich. Bei grossen Abhängehöhen ≥ 500 mm verliert sich dieser Effekt wieder.

Praktischer Schallabsorptionsgrad α_p

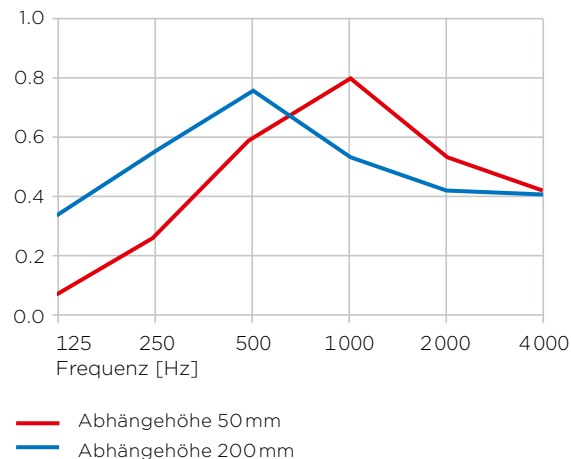


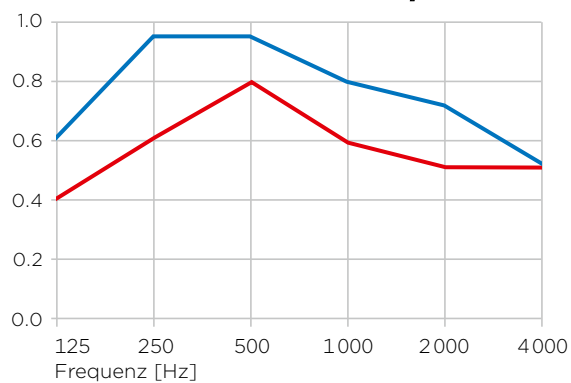
Abbildung 18: Einfluss Lufthohlraum auf das Absorptionsverhalten

Mineralwollauflage

Alle Rigips® Akustikdeckensysteme sind serienmässig mit rückseitig aufgebrachtem Akustikvlies ausgestattet. Dies sorgt für eine optimale Akustik bei durch menschliche Stimmen verursachten Geräuschen z.B. in Büros, Schulen, Vortragsräumen etc.

Eine zusätzliche Mineralwoll-Auflage führt – gerade im tieffrequenten Bereich – zu einer Erhöhung der Schallabsorption. Daher sollte bei Deckenkonstruktionen mit geringen Abhängen und bei Wandabsorbern immer eine Mineralwoll-Auflage vorgesehen werden.

Beispiel: Rigiton Ambiance 8/18
Praktischer Schallabsorptionsgrad α_p



- ohne Mineralwoll-Auflage mit Akustikvlies
- mit 50mm Mineralwoll-Auflage mit Akustikvlies

Abbildung 19: Einfluss Akustikvlies und Mineralwoll-Auflage auf das Absorptionsverhalten

Raumakustische Planung

In der Schweiz werden Anforderungen an die Raumakustik in der SIA 181 geregelt, wobei für die genauere Projektierung von Mischnutzungen die DIN 18041 heranzuziehen ist. In der SIA 181 sind lediglich die raumakustischen Anforderungen an Unterrichtsräume und Sporthallen unter Einhaltung bestimmter Faktoren geregelt.

Planung nach SIA 181

Die SIA 181 regelt den ordentlichen Betrieb von Unterrichtsräumen und Sporthallen (ohne Publikum), wobei dafür ein Mindestmass an Sprachverständlichkeit bzw. Hörsamkeit vorausgesetzt wird. So werden für Unterrichtsräume bis 500 m^3 und für Sporthallen von 2000 bis 8500 m^3 Nachhallzeiten T_{soll} festgelegt. Diese Sollwerte gelten für die Situation, bei der die Belegung des Raumes mindestens 80% der normalen Belegung entspricht. Der Nachweis der Einhaltung dieser Nachhallzeit erfolgt entweder rechnerisch gemäss EN 12354-6 oder messtechnisch gemäss der Norm EN ISO 3382.

Die anzustrebenden Nachhallzeiten sollen sich dabei im Frequenzbereich 100 bis 5000 Hz im folgenden Toleranzbereich (bezogen auf T_{soll}) befinden.

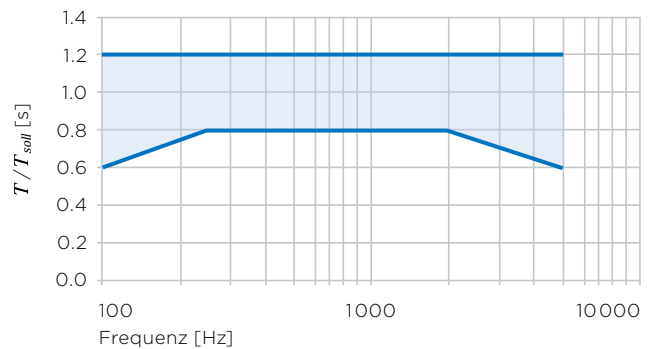


Abbildung 20: Anzustrebender Bereich der Nachhallzeiten für Sprache

Für Sporthallen darf der Sollwert T_{soll} im Frequenzbereich zwischen 250 und 2000 Hz um nicht mehr als 20% überschritten werden. Für grössere Raumvolumen $> 8500\text{ m}^3$ werden Sollwerte im Frequenzbereich zwischen 250 und 2000 Hz von maximal 2,5 s empfohlen. Kürzere Nachhallzeiten sind in jedem Falle vorzuziehen.

Planung nach DIN 18041

In der DIN 18041 werden die akustischen Anforderungen und Planungsrichtlinien zur Sicherung der Hörsamkeit festgelegt. Mit «Hörsamkeit» ist die Eignung eines Raumes für bestimmte Schalldarbietungen – in Abhängigkeit seiner Nutzung – gemeint. Diese bezieht sich vorwiegend auf angemessene sprachliche Kommunikation und musikalische Darbietungen. Die DIN 18041 unterteilt dazu die Räume in zwei verschiedene Raum- und Nutzungsarten. Räume der Gruppe A (Konferenz-, Gerichts-, Unterrichtsräume sowie Sport- und Schwimmhallen) für die Hörsam-

keit über mittlere und grössere Entfernungen und Räume der Gruppe B (Verkaufsräume, Kantinen, Operationsäle, Öffentlichkeitsbereiche) für die Hörsamkeit über geringe Entfernungen.

Bei Räumen der Gruppe A ist der anzustrebende Sollwert der Nachhallzeit T_{soll} in Abhängigkeit von der Nutzungsart und dem effektiven Raumvolumen zu ermitteln. Die Sollwertkurven für Musik, Sprache und Unterricht gelten für Räume im besetzten Zustand.

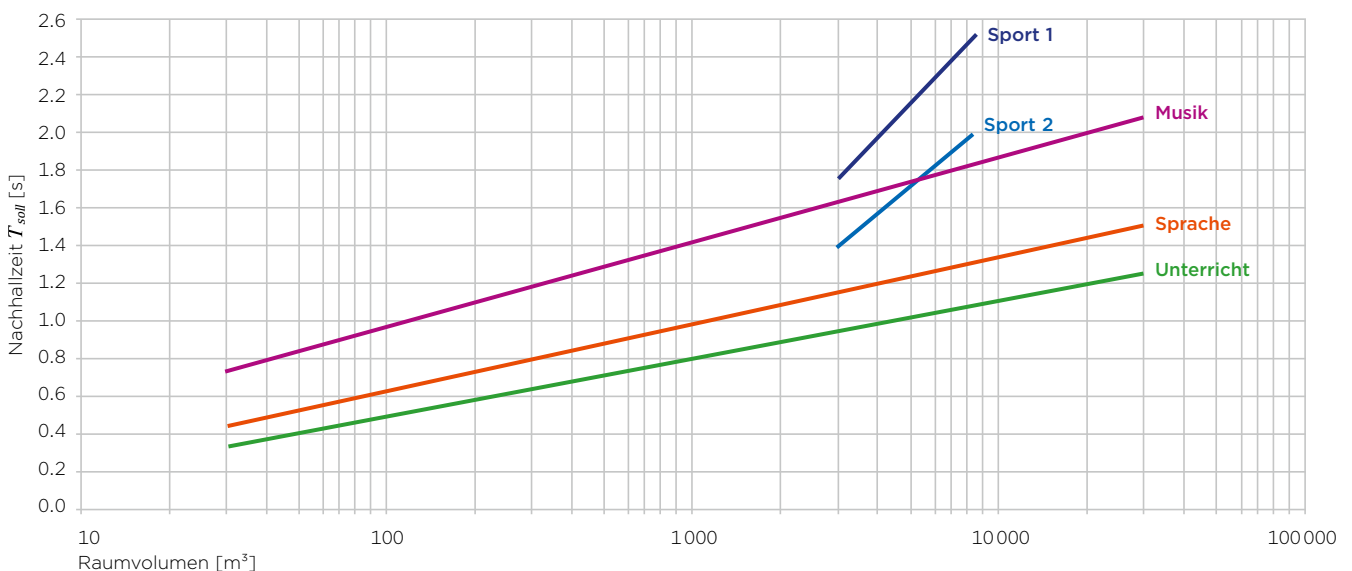


Abbildung 21: Sollwertkurven für unterschiedliche Nutzungsarten

Sport 1: Sport- und Schwimmhallen ohne Publikum für normale Nutzung und/oder einfachen Unterrichtsbetrieb (eine Klasse oder Sportgruppe, einheitlicher Kommunikationsinhalt).

Sport 2: Sport- und Schwimmhallen ohne Publikum für mehrfachen Unterrichtsbetrieb (mehrere Klassen oder Sportgruppen parallel mit unterschiedlichem Kommunikationsinhalt).

Bei Räumen der Gruppe B ist die Einhaltung eines Sollwertes der Nachhallzeit nicht zwingend erforderlich.

Bei kleinen Räumen bis 250 m^3 ist bei der raumakustischen Gestaltung neben der geeigneten Auswahl von Absorbern auch deren Anordnung von entscheidender Bedeutung. So besteht etwa in Räumen mit rechteckigem Grundriss, in denen die Wände eben und nicht durch Möbel, Regale, Fensterrücksprünge oder grossflä-

chige Tafeln und Pinnwände gegliedert sind, die Gefahr, dass bei einer vollständig schallabsorbierend bekleideten Decke Flatterechos auftreten. Dies kann vermieden werden, indem ein mittleres Deckenfeld schallreflektierend ausgeführt wird.

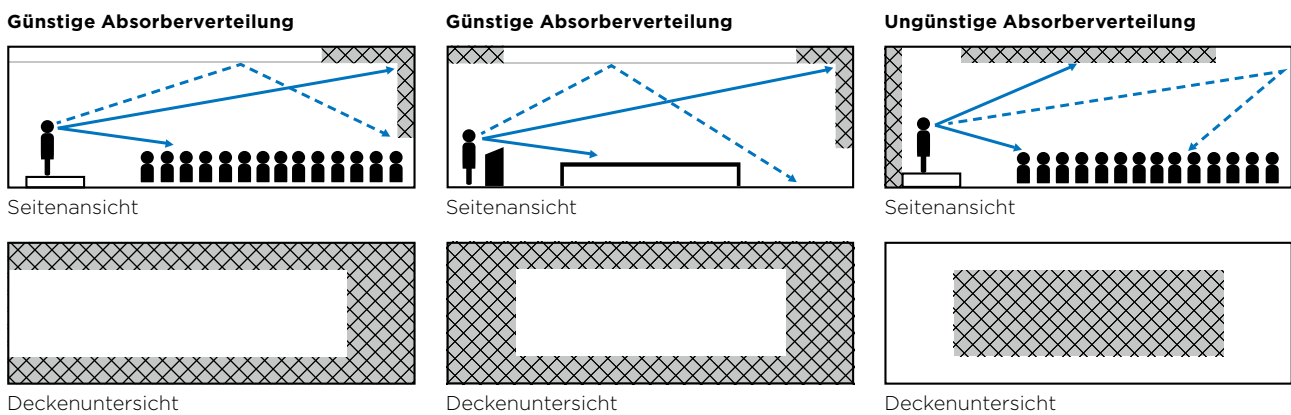


Abbildung 22: Absorberverteilung in Räumen

Bei mittelgrossen Räumen und kleinen Hallen zwischen 250 und 5000 m^3 ist neben der Anordnung schallabsorbierender Materialien zu beachten, dass nützliche Reflexionen gelenkt und schädliche Reflexionen vermieden werden. Um bei grösseren Entfernungen den nützlichen Schall zu verstärken und so eine verbesserte Sprachver-

ständlichkeit zu erzielen, ist die geeignete Anordnung und Ausrichtung reflektierender Flächen notwendig.

Bei grösseren und komplexeren Räumen ist es sinnvoll, einen Fachplaner einzuschalten.

Das Wichtigste in Kürze



Raumakustisches Verhalten

Das raumakustische Verhalten wird durch die Raumgeometrie sowie absorbierende und reflektierende Flächen bestimmt

Lochflächenanteil

Je höher der Lochflächenanteil von Rigips® Akustiksystemen, desto höher die Schallabsorption

Abhängehöhe

Eine Abhängehöhe zwischen 100 mm und 500 mm wirkt sich positiv auf die Schallabsorption in tieffrequenten Bereichen aus

Schallabsorptionsvermögen

Eine Mineralwollauflage erhöht das Schallabsorptionsvermögen einer Akustikdecke
