

Lektion 16

Grundlagen der Absorption

Von Beat M. Kühn und Rudolf Blickle, Institut für Lärmschutz CH-6314 Unterageri

in den nachfolgenden Lektionen wird auf den Schallschutz durch Absorption eingegangen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß nur ein kleiner Überblick über das gesamte Gebiet der Raumakustik gegeben werden kann. Eben gerade soviel, daß man Zusammenhänge erkennen und beurteilen und im kleinen Rahmen entsprechend anwenden kann. Keinesfalls ist man nachher in der Lage Mehrzweckhallen oder gar Konzertsäle raumakustisch auslegen zu können; hierzu ist nach wie vor ein Raumakustiker nötig.

Um Begriffsverwirrungen zu vermeiden, sei hier nochmals gesagt, daß „Schalldämmung“ und „Schallabsorption“ nichts miteinander zu tun haben und ganz streng getrennt werden müssen (siehe auch Lektion 2).

Die Schallabsorption

Die von einer Schallquelle in einem Raum ausgehenden Schallwellen werden an den Raumbegrenzungen mehr oder weniger stark reflektiert. Der im Raum auftretende Schalldruck setzt sich aus dem von der Schallquelle direkt ausgehenden Schall (Direktschall) und dem reflektierenden Anteil (diffuses Schallfeld) zusammen. Meist ist der Anteil des diffusen Schalls wesentlich höher, so daß bei einer Verringerung der Reflexionen (z. B. Erhöhung der schallschluckenden Flächen an den raumbezogenen Bauteilen) die Lautstärke im Raum wesentlich zurückgeht. Wie stark

die Reflexion ist, hängt von der Oberflächenausbildung der Wände und Decken ab. Wird ein großer Anteil der Schwingungsenergie in Wärme umgewandelt, so ist der reflektierte Anteil gering. Man spricht von einer hohen Schallabsorption. Die Absorption wird zahlenmäßig durch den Schallabsorptionsgrad α erfaßt, der wie folgt definiert ist:

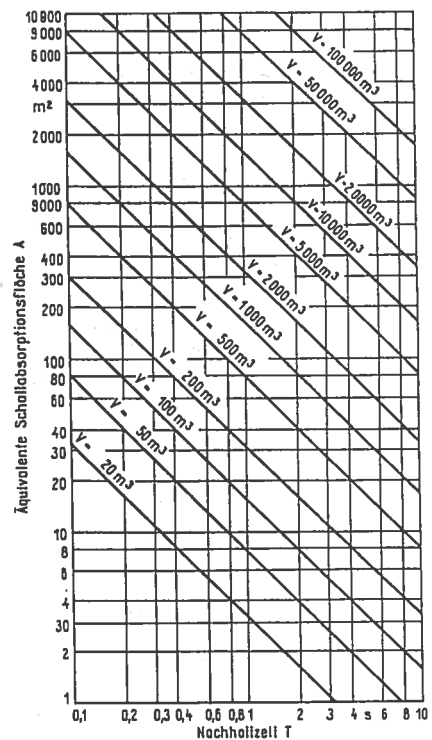
$$\alpha = \frac{\text{nicht wieder reflektierte Schallenergie}}{\text{auftreffende Schallenergie}}$$

$\alpha = 1$ bedeutet somit vollkommene Absorption (keine Reflexionen)

Wie man sieht, ist der Schallabsorptionsgrad α frequenzabhängig. Multipliziert man den Schallabsorptionsgrad α mit der zugehörigen Fläche S , auf die die Schalleistung auftrifft, so erhält man eine Modellfläche:

$$A = \alpha \times S$$

die vollständig absorbiert, d. h. deren Schallabsorptionsgrad gleich 1 ist. Man kann nicht nur einer Fläche, sondern einem Raum eine äquivalente Schallabsorptionsfläche A zuordnen. Da alle Begrenzungsflächen eines Raumes einen bestimmten Schallabsorptionsgrad aufweisen, lassen sich für jede Teilfläche bestimmte äquivalente Schallabsorptionsflä-



3 Zusammenhang zwischen äquivalenter Schallabsorptionsfläche A und Nachhallzeit T für verschiedene Raumvolumen V

chen A angeben. Diese können zur äquivalenten Schallabsorptionsfläche des Raumes gemäß

$$A = \alpha_1 \times S_1 + \alpha_2 \times S_2 + \dots + \alpha_n \times S_n$$

summiert werden.

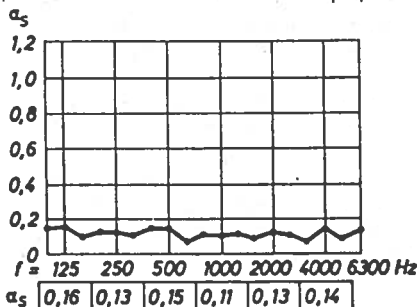
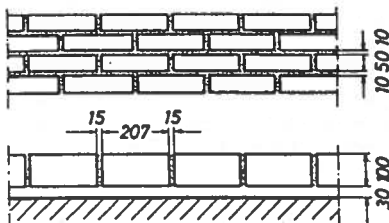
Das Vorhandensein einer kleineren oder größeren äquivalenten Schallabsorptionsfläche macht sich in einem Raum durch seine unterschiedliche Halligkeit bemerkbar. Die Halligkeit eines Raumes wird physikalisch durch seine Nachhallzeit T gekennzeichnet. Das ist diejenige Zeit, die vom Zeitpunkt des Ausschaltens einer Schallquelle im Raum vergeht, bis der Schalldruck auf ein Tausendstel abgefallen ist bzw. sich der Pegel um 60 dB vermindert hat.

Durch statistische Betrachtungen hat der Physiker W. C. Sabine Ende des letzten Jahrhunderts den zahlenmäßigen Zusammenhang zwischen der Nachhallzeit T und äquivalenter Schallabsorptionsfläche A eines Raumes gefunden (Raumvolumen V)

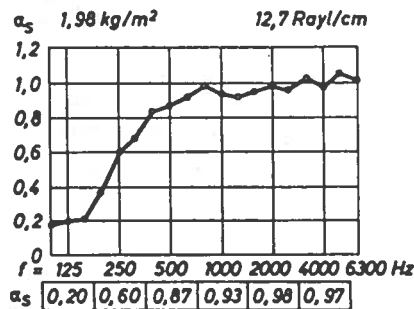
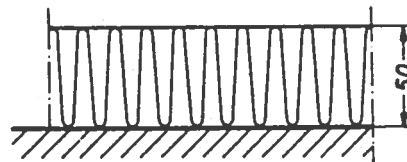
$$T = 0,163 V/A$$

In Abb. 3 ist dieser Zusammenhang graphisch dargestellt.

Die Sabinische Formel hat insbesondere für die Raumakustik eine sehr große Bedeutung erlangt. Sie ermöglicht es bei der Projektierung eines Zuhörerraumes durch Auswahl entsprechender Schallabsorber eine gewünschte optimale Nachhallzeit zu errechnen. Sowohl für Sprach- als auch für Musikdarbietungen ist die optimierte Nachhallzeit eines der wichtigsten raumakustischen Kriterien.



1 Beispiel einer geringen Schallabsorption. Handgestrichene Vollziegel (207 x 100 x 50 mm), in Kalk-Zementmörtel vollfügig verlegt

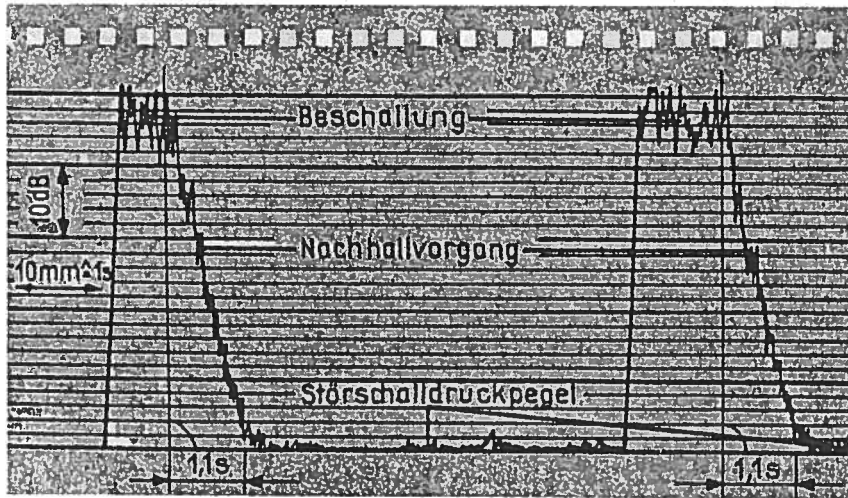


2 Beispiel einer hohen Schallabsorption mit einer Mineralwolleplatte (Dichte: 40 kg/m³, Dicke: 50 mm)

Messung der Nachhallzeit

Die Messung der Nachhallzeit T erfolgt in der Weise, daß ein Raum bis zum eingeschwingenen Zustand beschallt wird und diese Beschallung plötzlich unterbrochen wird. Nach Abschalten der Schallquelle wird als Nachhallzeit die Zeit gemessen, bis der Schalldruckpegel um 60 dB abgeklungen ist. Tatsächlich kann man wäh-

breite eingeschränkt wird. Empfangsseitig erfolgt die Schallaufnahme durch ein Kondensatormikrofon welches an ein Pegelschreiber angeschlossen ist. (Es gibt auch noch andere Meßverfahren, auf die jedoch hier nicht weiter eingegangen werden soll.) In Abbildung 5 sind zwei Nachhallzeitverläufe auf einem Registrierstreifen dargestellt. Da die Empfindlichkeit des



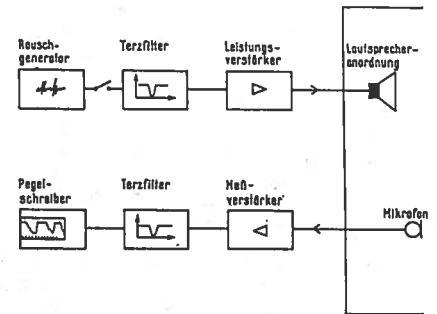
5 Nachhallzeitverläufe, die mit einem Pegelschreiber registriert wurden

rend des vorhandenen Störpegels nur einen Bereich von 30 bis 40 dB erfassen und muß dann entsprechend hochrechnen. In Abb. 4 ist das Blockschaltbild einer Meßanordnung aufgezeigt.

Der Schallsender wird mit Rauschen gespeist, das im allgemeinen auf Terzband-

Pegelschreibers logarithmisch gestuft ist, ergibt sich ein gut auswertbarer, geradliniger Verlauf.

Bestimmung des Schallabsorptionsgrades von Bauwerkstellen und Einrichtungsgegenständen im Hallraum
Um Nachhallzeiten im voraus berechnen



4 Blockschaltbild für Nachhallzeitmessungen mittels Pegelschreiber

zu können, muß das Schallschluckverhalten der einzelnen Bauwerkstelle bzw. Einrichtungsgegenstände bekannt sein. Zu diesem Zweck wird in einem Raum mit speziell langer Nachhallzeit (ein sogenannter Hallraum), zunächst die Nachhallzeit T₁ des leeren Raumes und dann die Nachhallzeit des Raumes mit Prüfobjekt bestimmt. Aus der Differenz der Nachhallzeiten läßt sich ohne weiteres über die Sabine'sche Formel eine Erhöhung von ΔA der äquivalenten Schallabsorptionsfläche des Raumes errechnen.

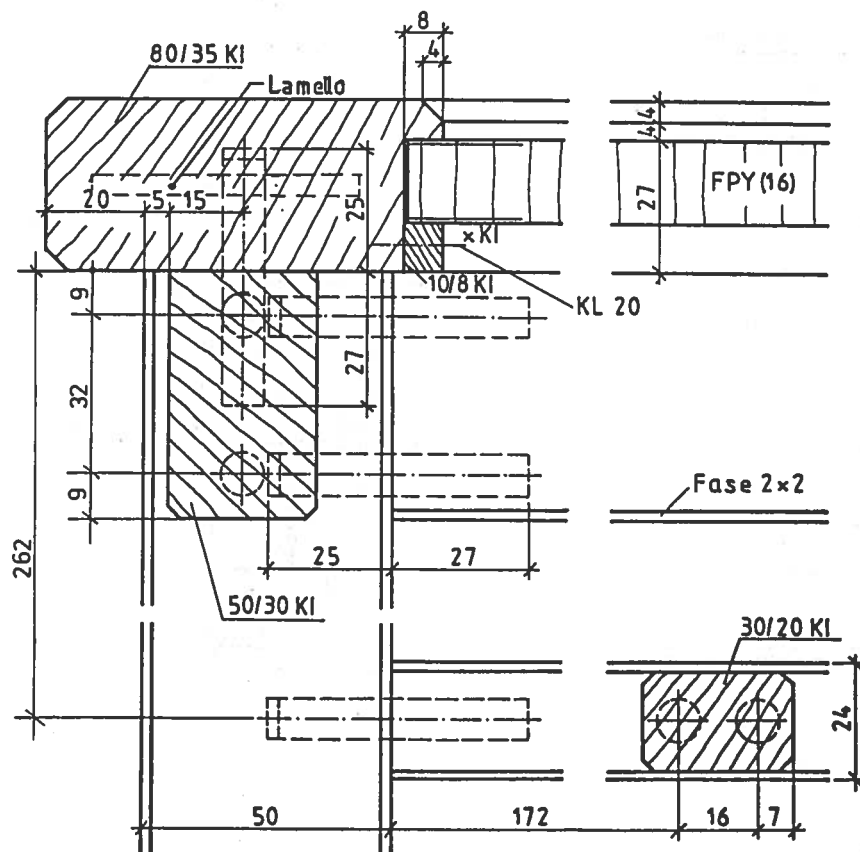
$$\Delta A = 0,163 \times V \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

Teilt man ΔA durch die Fläche des Prüfobjektes, erhalten wir den Schallabsorptionsgrad αs.

Literaturhinweise
Gösel/Schüle: Schall-Wärme-Feuchte, Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin BRD
Institut für Lärmschutz Köhn + Blickle: diverse Veröffentlichungen

Übung macht den Meister

Haben Sie alles richtig gezeichnet, schraffiert und bemäßt? Hier ist die richtige Lösung der Ausgabe aus BM 10/87, Seite 113:



Die Gewinner der September-Aufgabe

Auch bei den Lösungsvorschlägen der Aufgabe aus dem Septemberheft haben sich wieder einige Fehler eingeschlichen. Da keine der Lösungen die Tür in geöffneter Stellung zeigte, wurde dieser Punkt nicht in die Bewertung einbezogen. (Also, zukünftig darauf achten!) Weitere häufige Fehler waren die fehlende Vermaßung, die fehlenden Bezeichnungen der Befestigungsmittel und die Befestigung bzw. Leimfüge der Stoppleisten. Aufmerksam machen möchte das Redaktionsteam nochmals auf das genaue Lesen der Aufgabenstellung. So wurden beispielsweise statt der geforderten Dübelverbindungen Konstruktionen mit Lamello-Verbindungen eingereicht.

Aus den zahlreich eingegangenen Lösungen wurden folgende Gewinner ermittelt: Georg Döller, 8713 Marktbreit/Gnodstadt; Jürgen Escher, 8621 Grub a. F.; Ralf Hauber, 7326 Heiningen; Ralf Hausner, 8451 Hohenburg; Corinna Kalpf, 7022 LE-Oberalchen; Martin Müller-Steinborn, 8093 Rott/Inn; Robert Muthmann, CH-8307 Effretikon; Hans Schmid, 7730 VS-Schwennigen; Stefan Schneemilch, 4000 Düsseldorf 1; Margarethe Steinbrenner, 3380 Goslar. Die BM-Redaktion gratuliert.