

BM-Serie: Schallschutz

Lektion 6 Schalenbeschwerungen

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

In der letzten Lektion wurde die Wirkungsweise einer Schalenbeschwerung mit Ha-waphon-Schalldämmplatten erklärt. Einen ähnlichen Effekt läßt sich auch mit einer Hartfaserplatte erreichen. Allerdings muß hierbei folgender technischer Kniff beachtet werden: Durch eine punktweise und daher schubweiche Verbindung der Hartfaserplatte mit der Spanplatte ist es möglich, wohl die Maße der Spanplatte zu erhöhen, aber nur unwesentlich ihre Biegesteifigkeit. Durch theoretische Überlegungen und aufgrund von vielen Meßreihen hat sich ein Nagelabstand von nicht weniger als 12 cm und nicht mehr als 20 cm in alle Richtungen als geeignet erwiesen (siehe Abb. 1).

Eine weitere Aufgabe der Beschwerung sollte auch die Bedämpfung der Holzspanplatte sein. Bei Schwermatten hat man grundsätzlich zwischen zwei verschiedenen Bedämpfungsmechanismen, die aber die gleiche Auswirkung haben, zu unterscheiden.

Die Schwermatte, die ja vollflächig aufgeklebt werden muß, bedämpft durch sogenannte „innere Reibung“, d. h. die Moleküle der Schwermatte reiben beim Schwingen aneinander und entziehen der Platte dadurch Körperschallenergie. Über eine solche hohe innere Dämpfung verfügt die Hartfaserplatte nicht. Durch die punktweise Befestigung der Hartfaserplatte auf der Spanplatte ist jedoch eine „Grenzflächenreibung“ möglich, d. h. die Moleküle der eingeschlossenen Luft reiben an den Grenzflächen der beiden Platten und verursachen quantitativ denselben Reibungsverlust, wie das bei Schwermatten zutrifft. Die Schalldämmverläufe einer 19 mm dicken Holzspanplatte mit und ohne Beschwerungen sind in Abbildung 2 dargestellt. Kurve a zeigt den Schalldämmverlauf einer 19 mm dicken Holzspanplatte; Kurve b den Verlauf mit einer Schalenbeschwerung aus 6,5 mm dicken Hartfaserplatten und Kurve c den Verlauf einer Holzspanplatte mit einer 2 mm dicken Bleigummimatte. Die beschwerten Prüflinge wiesen eine flächenbezogene Masse von 18 bis 19 kg/m² auf. Das Meßergebnis der beschwerten Schalen ergab in beiden Fällen ein Schalldämm-Maß von R_w 35 dB. Eine Schalenbeschwerung durch Hartfaserplatten kann mit Schwermatten jedoch nur verglichen werden, solange sich die Masse der Beschwerung in der Größen-

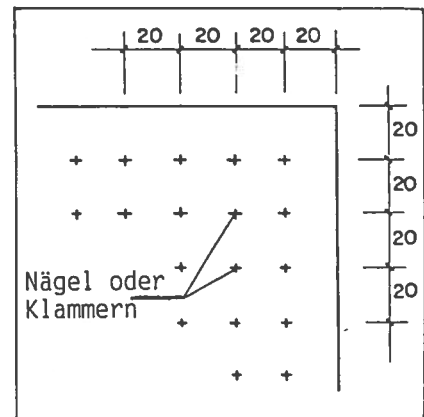
ordnung 6 kg/m² befindet. Darüber hinaus weisen Schwermatten einen Vorteil auf, da der Mechanismus mit Hartfaserplatten höher Dicke nicht mehr so gut funktioniert. Der Kniff mit der punktweisen Befestigung der Beschwerung wird auch noch anderweitig genutzt, z. B. bei schalldämmenden Türblättern. Das Ziel, ein relativ hohes Flächengewicht bei kleiner Biegesteifigkeit zu erhalten, kann man durch das Aufeinanderlegen mehrerer Einzelplatten miteinander verbunden sind. Bei gleichem Flächengewicht ist der geschichtete Aufbau um bis zu 10 dB höher. Der Grund der Verbesserung liegt darin, daß die Biegesteifigkeit einer Platte mit h³ zunimmt, die von mehreren Platten jedoch nur mit h, wenn h die Gesamtdicke darstellt.

An dieser Stelle soll jedoch darauf hingewiesen werden, daß Türblätter, die in dieser Weise konstruiert werden, in der Praxis ihre Schalldämmwerte sehr oft nicht mehr erreichen. Die punktweise Verbindung bei geschichteten Aufbauten ist sehr empfindlich gegenüber Abweichungen im Punkteabstand, Verbindungsart usw. Bei den zur Schallprüfung gebrachten Objekten handelt es sich meist um „hochgetrimmte“ Einzelanfertigungen. In der Serienherstellung werden dann meist fertigungstechnisch bedingte Kompromisse eingegangen, die die gewünschten Effekte erheblich minimieren. Die Folge davon sind große Schalldämmeinbrüche, die man sich zunächst nicht erklären kann, da bei oberflächlicher Betrachtung der Aufbau dem des Prüflings entspricht. Leider ist dieser Sachverhalt mehr die Regel, als eine Ausnahme.

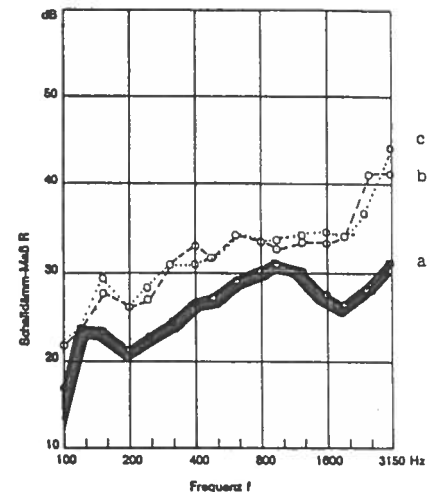
In Abbildung 3 ist der Schalldämmverlauf eines Türblatts mit einer homogenen Spanplattenschicht sowie mit einer Zwischenschicht aus geschichteten Spanplatten vergleichend dargestellt. Die einzelnen Schichten sind mit Nägeln verbunden.

Beschwerung mit Sand

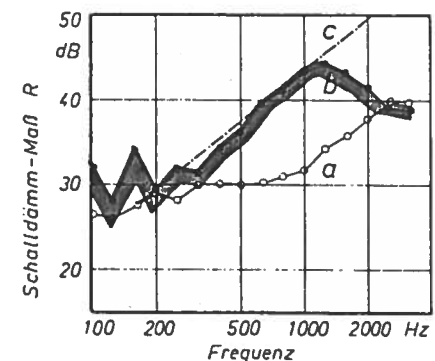
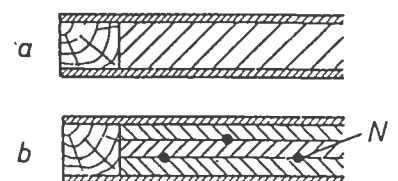
Eine weitere Form der Beschwerung ist das Einbringen von Sand in schalldämmende Konstruktionen. Neben der Massenerhöhung kommt noch der günstige Dämpfungseffekt hinzu. Bei Trennwänden und Türen kann dies durch sandgefüllte Röhrenspanplatten realisiert werden. In



1 Nagel- bzw. Klammerabstände beim Aufbringen von Hartfaserplatten als Schalenbeschwerung sind von großer Bedeutung

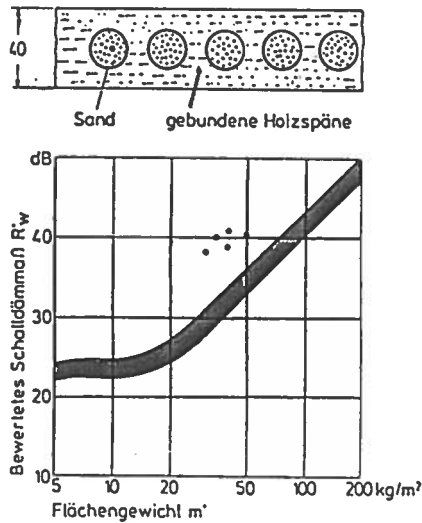


2 Durch die Beschwerung mit einer Hartfaserplatte (Kurve b) bzw. mit einer Bleigummimatte (Kurve c) erfolgt eine erhebliche Schalldämmverbesserung



3 Verbesserung der Schalldämmung durch geschichteten Aufbau
Kurve a) massive Holzspanplatte; m = 29 kg/m²; R_w = 34 dB
Kurve b) mehrere Holzspanplatten mit Nägeln verbunden; m = 27 kg/m²; R_w = 40 dB
Kurve c) theoretischer Verlauf für vernachlässigbare Biegesteife

Abbildung 4 ist die Abhängigkeit der Schalldämmung von Holzwerkstoffen vom Flächengewicht dargestellt (Kurve). Die Punkte zeigen die Schalldämmung gleich schwerer, sandgefüllter Röhrenspanplatten. Die Schalldämmung ist um ca. 5 dB günstiger. In Lektion 5 wurde die Hawaphon-Schalldämmplatte vorgestellt, die nach diesem Prinzip funktioniert: Nur wird statt Sand Stahlschrot verwendet. Eine weitere Anwendung der Sandfüllung ist in Abbildung 5 aufgezeigt. Hierbei wurden gipsbepunktete Wabenkernplatten mit Sand gefüllt, wodurch sich die Schalldämmung um 13 dB verbessert. Häufig zur Anwendung kommen Sandschüttungen bei Holzbalkendecken. In der entsprechenden Lektion werden wir darauf zurückkommen.

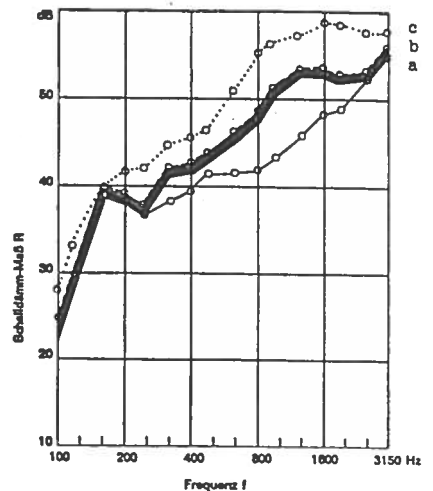


4 Die Kurve zeigt die Schalldämmung von Holzwerkstoffen in Abhängigkeit vom Flächengewicht. Die Punkte sind Ergebnisse von sandgefüllten Röhrenspanplatten

Ein weiterer Trick zur Verringerung der Biegesteifigkeit bei gegebener Masse eines Holzwerkstoffs besteht in der Einbringung von Schlitzten. Wie sich der Einfluß der Schlitzte auf die Schalldämmung einer 15 mm dicken Sperrholzplatte bemerkbar macht, zeigt Abbildung 6. Die Schlitzte sind 8 mm tief und 3 mm breit und in einem Abstand von 3 bis 6 cm voneinander angeordnet. Der Schalldämmunterschied beträgt 5 dB. In der praktischen Anwendung ist dieses Verfahren jedoch von untergeordneter Bedeutung.

Einfluß der Schalenverbindung bei Doppelwänden

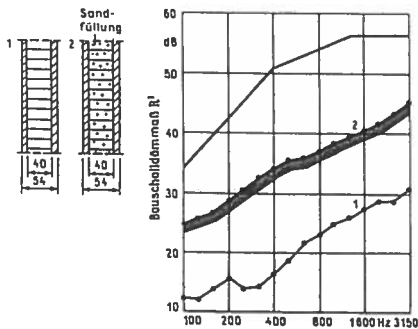
Nachdem nun im wesentlichen die allgemeine Theorie abgeschlossen ist, soll als Überleitung zur praktischen Anwendung, der Einfluß der Schalenverbindung bei Doppelwänden dienen. An dieser Stelle darf nochmals erwähnt werden, daß die ersten Lektionen Grundlagen für spätere Ausführungen sind und gut beherrscht werden sollten.



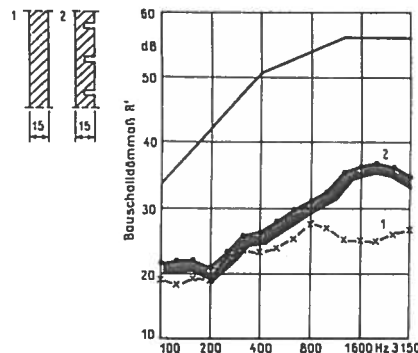
8 Einfluß der Schalenverbindung eines Doppelwandelementes auf die Schalldämmung: Kurve a) Schalenverbindung über umlaufenden Rahmen; Kurve b) Schalenverbindung über Holzstücke; Kurve c) Schalenverbindung weichfedernd

Die bis dahin gemachten Betrachtungen für Abhängigkeit der Schalldämmung einer Doppelwand von der Masse der Schalen, dem Schalenabstand und der Hohlraumbedämpfung gelten nur unter Idealbedingungen. In der Praxis kommt dem Einfluß der Schalenverbindung eine nicht unwesentliche Bedeutung zu. Grundsätzlich müssen wir zwischen zwei Schallübertragungswegen unterscheiden, der Übertragung durch den Wandhohlraum und der Übertragung durch die Schalenverbindung (siehe Abbildung 7). Der Weg B kann auch eine Randeinspannung sein und muß nicht, wie gezeigt, ein Pfosten sein.

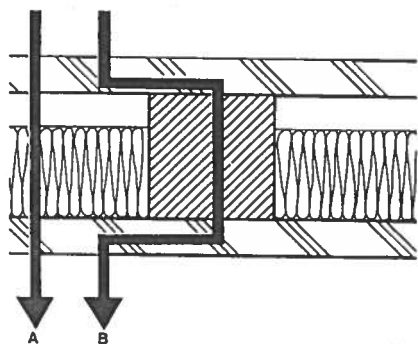
Grundsätzlich gilt: Je fester die Schalenverbindung umso geringer die Schalldämmung. In Abbildung 6 ist der Einfluß der Randverbindung eines doppelschaligen Wandelementes mit beschwerten Schalen aufgezeigt. Der Unterschied zwischen einer weichfedernden Verbindung kann ohne weiteres 6 dB betragen, bei Holzbalkendecken sogar bis zu 10 dB.



5 Wird die gipsbepunktete Wabenkernplatte mit Sand gefüllt, verbessert sich die Schalldämmung um ca. 13 dB



6 Durch das Einsagen von Schlitzten verringert sich die Biegesteifigkeit und die Schalldämmung verbessert sich insbesondere im mittleren bis oberen Frequenzbereich



7 Wege der Schallübertragung bei einer Doppelwand (ohne Nebenwege). Weg A: Übertragung durch den Wandhohlraum; Weg B: Übertragung durch die Schalenverbindung

Verbesserte Akustik dank neuer Decke

Die Decke im Zuschauerraum des Frankfurter Schauspielhauses entsprach nicht mehr den raumakustischen Erfordernissen für zeitgenössisches Theaterspiel. Deshalb beauftragten das Kulturdezernat und das Hochbauamt der Stadt Frankfurt den Architekten Dipl.-Ing. Werner Ruhnau mit den Akustikern Prof. Lothar Cremer und Dipl.-Ing. Fütterer mit der Planung und Ausführung einer neuen, akustisch wirksameren Saaldecke.

Nachdem mehrere Varianten durchgespielt wurden, wurde schließlich mit Unterstützung der technischen Abteilung der Fa. Knauf, 8715 Iphofen, und der ausführenden Fa. Dig ein System entwickelt, das sämtlichen Erfordernissen entsprach. Die

besondere Problematik war dabei, die szenentechnischen Belange wie Fadenzüge, Beleuchterbrücken, Sprinklerdüsen und die Saalbeleuchtung zu berücksichtigen und die vorhandene Deckenkonstruktion nicht über Gebühr zu belasten.

Schließlich mußte, neben der akustischen Wirksamkeit, die Decke so geplant werden, daß sie weitgehend vorgefertigt, in den kurzen Theaterferien schnell montiert werden konnte. Die Deckenelemente bestehen aus einem Skelett aus Stahlblechprofilen, die mit speziellen Aufhängevorrichtungen an der Decke montiert und später mit Knauf-Gipskartonplatten bekleidet wurden.