

# Der Koinzidenz- oder Spuranpassungseffekt

Schalldämmung kann man über Masse oder über biegegeweiche Schalen erreichen. Dabei spielt der Koinzidenz- oder Spuranpassungseffekt eine gewichtige Rolle in der Bauakustik. Unser Akustik-Experte Prof. Dr. Veit erläutert den Begriff in kompakter Weise.

Bei einschaligen massiven Wänden steigt die Schalldämmung, dem **Massegesetz** folgend, zunächst proportional mit der Frequenz an, und zwar mit 6 dB/Oktave [1]. Bei höheren Frequenzen erreicht die Schalldämmung einen Bereich, in dem ein mehr oder weniger tiefer, resonanzartiger Einbruch (= Verringerung der Schalldämmung) zu beobachten ist. Die Ursache dafür ist der so genannte **Koinzidenz- oder Spuranpassungseffekt** (siehe auch [1][2][3]).

Um diesen Effekt besser zu verstehen, stellen wir uns eine zu Biegeschwingungen angeregte Platte vor (siehe auch Abbildung 1). Ähnlich verhalten sich auch die meisten (Außen-)Bauteile, die von auftreffendem Schall zu Schwingungen angeregt werden. Diese Anregung kann beispiels-

weise durch schräg unter einem bestimmten Winkel  $\alpha$  auf die Platte einfallenden Schall erfolgen. Hat die auftreffende Schallwelle die Frequenz  $f$ , so ist deren Wellenlänge in Luft:

$$\lambda_L = \frac{c_L}{f} \quad (1)$$

$c_L$  bedeutet darin die Schall(ausbreitungs)geschwindigkeit in Luft. Bei 20°C ist  $c_L = 343$  m/s. Bei schrägem Auftreffen der Schallwelle auf die Platte „vergrößert“ sich die Wellenlänge des auftreffenden Luftschalls auf  $\lambda_L / \sin \alpha$ , siehe Abbildung 1. Diesen größeren Abstand zwischen zwei Wellenteilen gleicher Phase bezeichnet man auch als **Spurwellenlänge**. Fällt diese genau zusammen mit der BiegeWellenlänge  $\lambda_B$  einer der zahlreichen Biege(eigen)schwingungen der



Platte statt Masse. Schalldämmung kann über eine massive Wand oder – weitaus weniger massebehaftet – über biegegeweiche Konstruktionen erzielt werden.

Platte, so kommt es zu einer erstaunlich leichten Schwingungsanregung derselben. Die so zu Schwingungen angeregte Platte strahlt dabei Schall auch auf der gegenüberliegenden Seite ab, gerade so, als würde der einfallende Schall durch die Platte scheinbar hindurchgehen. An Wänden, Fenstern, Fassaden etc. führt dieser Effekt zu einem sehr deutlichen Einbruch in der Schalldämmmaß-Kurve.

Biegeschwingungen bzw. BiegeWellen sind die einzige Wellenart, bei der die Wellenausbreitungsgeschwindigkeit  $c_B$  frequenzabhängig ist (= **Dispersion!**). Das hat zur Folge, dass der Koinzidenzeffekt erst ab einer ganz bestimmten **Grenzfrequenz**  $f_g$  überhaupt in Erscheinung treten kann (siehe auch [1]). Bei dieser Frequenz ist der Schalleinfallswinkel 90°, d.h. der Schalleinfall erfolgt in diesem Grenzfall *streifend*; dort ist die

Spurwellenlänge auch am kleinsten. Die Grenzfrequenz  $f_g$  ihrerseits hängt ab vom Verhältnis der flächenbezogenen Masse  $m'$  zur Biegesteifigkeit  $B$  von Platten bzw. artverwandten Bauteilen:

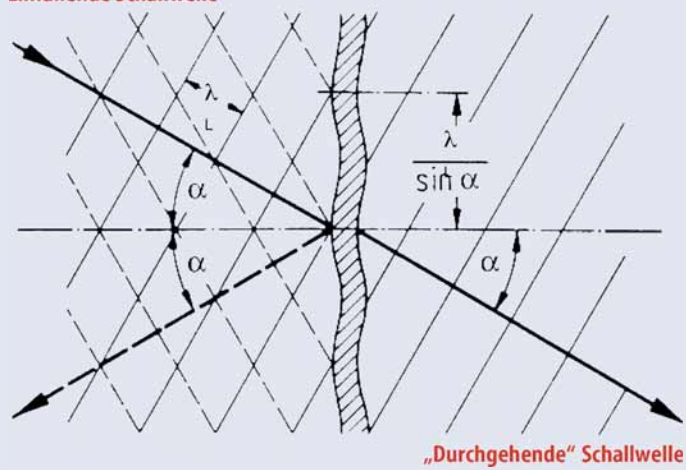
$$f_g = \sqrt{\frac{m'}{B}} \quad (2)$$

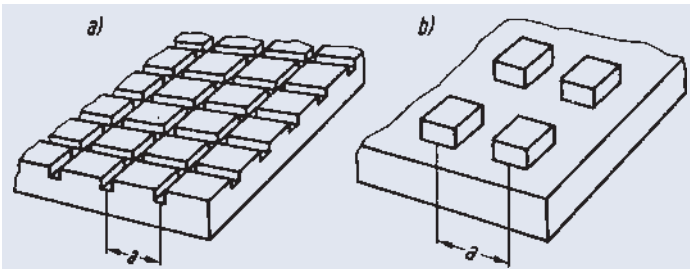
Bei dieser Frequenz kompensieren sich gerade die phasenmäßig entgegengesetzten Wirkungen der Massenträgheit und der Biegesteife [4].

Aus dieser grundsätzlichen Beziehung lassen sich wichtige Hinweise für die Dimensionierung von Außenbauteilen ableiten. In der Praxis ist man im Allgemeinen bemüht, die Koinzidenz-Grenzfrequenz  $f_g$  nach Möglichkeit an das obere Ende des bauakustisch relevanten Frequenzbereichs (> 2 500 bis 3 000 Hz) zu legen. Gemäß Gleichung (2) kann man das mit Hilfe einer möglichst biege-

**Abbildung 1:** Der Koinzidenz- oder auch Spuranpassungseffekt.  $\lambda_L$  = Schallwellenlänge in Luft.

Einfallende Schallwelle





**Abbildung 2:** Ausführungsmöglichkeiten von Platten mit geringer Biegesteife  $B$  und hohem Flächengewicht  $m'$ , erzielt durch a) eingefräste Rillen und b) aufgesetzte Massen.

weichen (kleines  $B$ ) bzw. einer massebehafteten (großes  $m'$  bzw.  $\rho_w$ ) Wand erreichen. Abbildung 2 zeigt zwei Ausführungsbeispiele, wie dies praktisch erreichbar ist. Aber auch mit einer homogenen Platte kann man hohe Grenzfrequenzen erzielen. Eine Gipsplatte mit einer Dicke von beispielsweise 10 mm hat allein schon eine Grenzfrequenz von 3 kHz ([1], siehe dort Abbildung 1).

Eine besondere Bedeutung hat der Koinzidenzeffekt speziell für solche Außenbauteile, die dem Schalleinfall aus einer bevorzugten Richtung ausgesetzt sind. Ein gutes Beispiel dafür bilden Fenster, auf die Verkehrsgeräusche

von der Straße (je nach Stockwerk) unter sehr verschiedenen Einfallswinkeln treffen (siehe Abbildung 3). Fällt wie – dort gezeigt – Schall aus verschiedenen Richtungen auf eine 12 mm dicke Glasscheibe, so beobachtet man – je nach Schalleinfallswinkel – eine sehr stark verminderte Schalldämmung in ganz bestimmten Frequenzbereichen, die letzten Endes das gesamte **bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$**  entsprechend herabsetzen. Bei einem Schalleinfall senkrecht von vorn (Einfallswinkel  $0^\circ$ ) dagegen ist in Abbildung 3 kein **Koinzidenzeinbruch** zu erkennen. Für diesen Fall ist die Schalldäm-

mung somit am größten. – Dieses Ergebnis wurde übrigens bereits 1958 von A. Eisenberg messtechnisch ermittelt und später als praktisches Beispiel in der VDI 2719 aufgenommen [5][6].

#### Literatur

- [1] Veit, I.: Guter Vorsatz zählt. In: Trockenbau-Akustik 5/06, S. 44 – 46.
- [2] Veit, I.: Bauakustik. expert-verlag, Renningen, 2. Auflage, 2003, S. 46 – 49
- [3] Veit, I.: Der maßgebliche Außenlärmpegel La. In: Trockenbau-Akustik 10/06, S. 36
- [4] Schirmer, W. u. a.: Koinzidenzeffekt. In: Lärmbekämpfung. Verlag Tribüne Berlin, 1974, S. 334
- [5] Eisenberg, A.: Die Schalldämmung von Gläsern und Verglasungen. Glastechnische Berichte, 1958, Heft 8.
- [6] VDI 2719: Schalldämmung von Fenstern.

#### Autor

Prof. Dr.-Ing. Ivar Veit ist Akustiker und Sachverständiger mit Büros in Nauheim (Groß Gerau) und Riga (Lettland). An der FH Wiesbaden/Rüsselsheim hat er einen Lehrauftrag für Akustik.



i.veits@t-online.de

Frühere Beiträge unserer Serie „Akustik kompakt“ können Sie auch auf unserer Website unter der Rubrik „Akustik“ nachlesen.



[www.trockenbau-akustik.de](http://www.trockenbau-akustik.de)

Archiv

► Schallübertragung

**Abbildung 3:** Schalldämm-Maß  $R$  einer 12 mm dicken Glasscheibe bei gerichtetem Schalleinfall unter 3 verschiedenen Schalleinfallswinkeln in Abhängigkeit von der Frequenz. Bei senkrechtem Schalleinfall ( $0^\circ$ ) gibt es keinen Einbruch, d. h., in diesem Falle ist die Dämmung am größten.

$0^\circ$  ( $R_w = 42$  dB),

$45^\circ$  ( $R_w = 35$  dB),

$75^\circ$  ( $R_w = 31$  dB); siehe [5][6].

