

## Technische Hinweise Grundlagen des Schallschutzes

**DAS OHR** ist ein sehr empfindsames Wahrnehmungsorgan des Menschen. Die mediale Reizüberflutung sowie der hohe Hintergrundklangpegel lässt Stille heute zur kostbaren Ausnahme werden. Der ohnehin stark gestresste Mensch wird durch die lauten Geräuschpegel zusätzlich negativ belastet. Die Gebäudehülle wurde überwiegend als Wetter- und Klimaschutz verstanden. Die Aufgabe des Schallschutzes in Gebäuden rückt jedoch immer häufiger ins Interesse der Planer und Bauherren. In der DIN 4109 sind die Richtwerte und Vorschriften für den baulichen Schallschutz als baurechtlich verbindliche Mindestanforderungen festgehalten. Die Werte orientieren sich an den zu erwartenden Störungen bzw. Schädigungen, die durch Lärmeinwirkung beim Menschen zu erwarten sind.

**DA DIE FORMEN DER SCHALLÜBERTRAGUNG** sehr vielfältig sind, ist ein ausreichender Schallschutz eine komplexe Aufgabe. Zum besseren Verständnis seien nachfolgend einige schallschutztechnische Grundlagen angeführt. Die Akustik unterscheidet zwischen Tönen, Klängen und Geräuschen. Bei einem Ton verläuft die Schwingung sinusförmig. Die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde wird als Frequenz mit der Einheit Hertz (Hz) bezeichnet. Mit zunehmender Frequenz nimmt auch die Tonhöhe zu.

**MECHANISCHE SCHWINGUNGEN UND WELLEN** in der Luft werden hingegen als Schall bezeichnet. Die Schallwellen des Tons versetzen das Trommelfell in Schwingung. Dies gilt insbesondere im Frequenzbereich des menschlichen Hörens, der sich zwischen 16 bis 20.000 Hertz befindet. Der Schall breitet sich in der Luft als Schallwelle aus. Dabei schwingen die Luftmoleküle um ihre Ruhelage und übertragen die Schwingungen auf benachbarte Moleküle. Gemäß physikalischen Gesetzmäßigkeiten sind diese



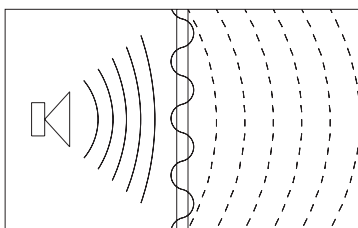
Schwingungen mit Druckschwankungen verbunden. Da der vom Menschen wahrnehmbare Schalldruckbereich unübersichtlich groß ist, hat man zur Kennzeichnung der Schallstärke den Schallpegel eingeführt. Die Einheit des Schallpegels ist Dezibel (db). Die Lautstärke eines Geräusches hängt nicht nur in komplizierter Weise von der Frequenzverteilung, sondern auch von anderen Einflussgrößen ab. Das menschliche Ohr empfindet daher verschiedene Frequenzen mit gleichem Schallpegel als unterschiedlich laut. Man hat deshalb als Grundlage für die Bemessung eine dem menschlichen Hörempfinden angemessene Frequenzbewertungskurve (A-Schallpegel) eingeführt.

## Technische Hinweise Grundlagen des Schallschutzes

### SCHALLÜBERTRAGUNG

**DIE FÜR DAS BAUWESEN** maßgeblichen schallübertragenden Medien sind der Luftschall und der Körperschall. Der Körperschall breitet sich in festen Stoffen aus; der Luftschall hingegen in Luft.

**GERÄUSCHE ENTSTEHEN BEI IHRER ERZEUGUNG** zunächst als Körperschall und werden erst dann als Luftschall abgestrahlt. Treffen diese Luftschallwellen auf ein Bauteil, z.B. auf eine Raumtrennwand, wird diese in Schwingung versetzt. Durch die Schwingung dieser Wand wird die im Nachbarraum befindliche Luft wiederum angeregt und setzt sich als Luftschall für das menschliche Gehör wahrnehmbar fort.



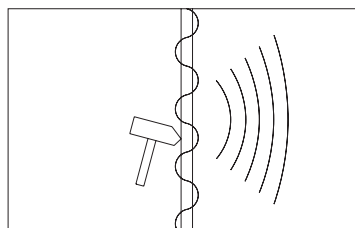
**EIN KLOPFEN AN EINE WAND** erzeugt einen Körperschall, der im Nachbarraum dann Luftschall erzeugt und so wahrgenommen wird. In baulichen

Anlagen ist diese Form der Körperschallübertragung besonders an Decken und Treppen von Bedeutung und wird daher gesondert als Trittschall oder Trittschallübertragung bezeichnet. Hieraus leitet sich das Thema des Trittschallschutzes ab.

**IN VIELEN PRIVATEN PARTYKELLERN** findet man Eierkartons an den oft schallharten Wänden und Decken. Dahinter steckt der Wunsch, die Akustik eines Raumes zu verbessern. Dies bedeutet zunächst immer eine Reduzierung der Nachhallzeiten. Der Mensch empfindet Räume als angenehm, wenn deren Nachhallzeiten unter einer Sekunde liegen. Besonders deutlich wird dies durch eine verbesserte Silbenverständlichkeit. Die Climacell-Cellulose verfügt aufgrund des ungewöhnlich komplexen Naturfaseraufbaus über ein hohes Maß an Schallabsorptionsvermögen.

### SCHALLABSORBATION

**DIE SCHALLENERGIE IN EINEM RAUM** oder Bauteil kann durch schallabsorbierende Stoffe gemindert werden. Hierbei wird nur ein Teil der Schallenergie reflektiert, wobei der andere Teil in den Stoff eindringt und in Wärmeenergie umgewandelt wird. Die Differenz der auftretenden Schallenergie zur nicht reflektierenden Schallenergie gibt das Maß des Schallabsorptionsgrades an.



**ZUR ERHÖHUNG DER SCHALLDÄMMUNG** von Bauteilen ist Climacell als Cellulosefaserdämmstoff gut geeignet, da der Luftschall beim Durchgang durch

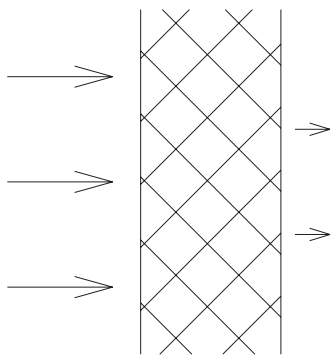
die Fasern Energie verliert. Der längenbezogene Strömungswiderstand ist die entscheidende Stoffkonstante. Diese wurde bei verschiedenen Rohdichten für Climacell bestimmt. Mit Zunahme der Rohdichte von Climacell erhöht sich der Schallabsorptionsgrad des Bauteils.

# Technische Hinweise

## Grundlagen des Schallschutzes

### SCHALLVERHALTEN VON BAUTEILEN

**EINSCHALIGE BAUTEILE WIE ETWA EIN MAUERWERK** schwingen als Ganzes. Daher hängt ihre Schalldämmung in erster Linie von der flächenbezogenen Masse ab. Je schwerer ein solches Bauteil ist, um so besser ist seine Schalldämmeigenschaft. Neben der Masse ist vor allem die Biegesteifigkeit einer Wand für den Schallschutz bedeutend.



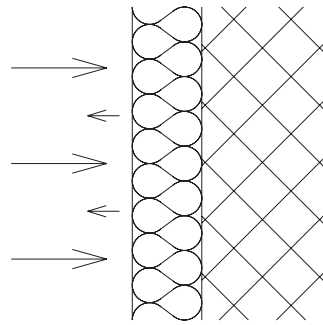
**DAS SCHALLDÄMMMASS  $R$**  steigt in der Regel mit zunehmender Frequenz an. Innerhalb eines bestimmten Frequenzbereiches wird jedoch – bedingt durch die einseitig auftretende Schallwelle in einem bestimmten Winkel zur Wand – diese in

eine Art flächige Resonanz versetzt. Die niedrigste Frequenz, bei der dieser Umstand an einem Bauteil auftritt, wird als Grenzfrequenz bezeichnet. In Abhängigkeit von der Lage der Grenzfrequenz, werden Bauteile mit einer Grenzfrequenz von über 1500 Hz als biegeweich, und Bauteile unterhalb dieses Wertes als biegesteif bezeichnet.

**MAUERWERK UND STAHLBETON** liefern beispielsweise einen Wert von ca. 100-200 Hz, leichte Konstruktionen und Bauteile aus Gipsbauplatten oder Holzwerkstoffplatten liegen etwa bei 2500 Hz und befinden sich damit im bauakustisch wahrnehmbaren Bereich.

**BAUÜBLICHE EINSCHALIGE LEICHTBAUWÄNDE**, deren flächenbezogene Massen gering sind, können durch Climacell als Hohlraumdämpfungsmaterial eine verbesserte Schallabsorption erreichen. Climacell hat ein schalltechnisch wirksames offenporiges Luftvolumen. Der hierbei messbar gute längenbezogene Strömungswiderstand der

Luftschallwelle bewirkt, dass die Resonanzschwingung verändert bzw. unterdrückt wird. Nachteilig wirkt sich dagegen in der Praxis die Übertragung bei einschaligen Konstruktionen an den Ständern aus, so dass eine



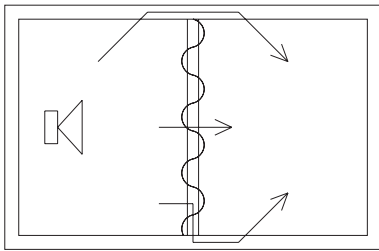
Hohlraumfüllung bei bestimmten Konstruktionen schalltechnisch nur wenig wirksam wird.

**ZUR ERREICHUNG TATSÄCHLICH GUTER SCHALLDÄMMWERTE** sind daher vor allem zweischalige Leichtbaukonstruktionen geeignet.

So fordert die DIN 4109 bei Wohnungstrennwänden, beispielsweise als Treppenhauswand, ein Schalldämmmaß von mindestens 53db. Bei einer Anordnung von zwei Schalen in dichtem Abstand spricht man von einem zweischaligen Bauteil. Die Schalldämmung hängt hierbei von der Eigenschaft der einzelnen Schalen, deren Verbindung sowie von dem Dämmstoff im Hohlraum ab. Hierbei sollte der Hohlraum zwischen den Schalen weich federnd ausgeführt oder im Idealfall durch eine reine Luftschicht getrennt sein. Ein größerer Schalenabstand verbessert die Schalldämmung, da Luft weich federnd wirkt. Verbindungen, z.B. der Ständer, stellen hingegen Schallbrücken dar. Die Wand wird somit zu einem Masse-Feder-Masse-Schwingungssystem. In dieser Form lassen sich bei derartigen Leichtbauwänden Schalldämm-Werte von bis zu 57db gegenüber einschaligen Leichtbauwänden mit ca. 35db erreichen.

## Technische Hinweise Grundlagen des Schallschutzes

**BEZEICHNEND FÜR KONSTRUKTIONEN** ist allerdings nicht alleine die richtige Stoffauswahl, sondern insbesondere die Berücksichtigung der Schall-Längsleitung sowie die Vermeidung von Undichtigkeiten und Körperschallbrücken. Die Schall-Längsleitung ist kennzeichnend für den zu erreichenden Schallschutz. Die Übertragung des Schalls über flankierende Bauteile mit der entsprechenden Abstrahlung



in den Nachbarraum kann je nach Art dieser Bauteile verschieden groß sein. Bei einschaligen Trennwänden mit flankierenden schweren Wänden

ist der Einfluss der Schall-Längsleitung entsprechend gering. Bei anderen Konstruktionen ist die durch die Längsleitung übertragende Schall-Leistung um vieles größer als die eigentliche Trennfläche selbst.

**ZUR EINHEITLICHEN BESTIMMUNG** sind Prüfstände mit bauüblicher Flankenübertragung genormt worden, die dann reale, vergleichbare Werte der Schalldämmung (Bauschalldämmmaß) wiedergeben. Man bezeichnet diese als  $R'$ -Werte (R-Strich-Werte). Die Anforderungen der DIN 4109 sind  $R'$ -Werte.

Zur Messung der Schalldämmung bei Decken und Treppen findet sich zudem noch eine Besonderheit. Diese Bauteile werden durch Gehen, Rücken von Gegenständen wie Stühle oder Betrieb von Haushaltsgeräten, also in Form von allgemeinen Körperschallanregungen zu Biegeschwingungen angeregt. Das hierfür geltende Trittschallschutzmaß TSM wird physikalisch durch den bewerten Normtrittschallpegel ( $L_{nw}$ ) angegeben.

Im Gegensatz zum Wärmeschutz lässt sich der Schallschutz in Gebäuden aufgrund der verschiedenen komplexen Bauverhältnisse praktisch rechnerisch nicht ermitteln. Der Planer ist vielmehr auf geprüfte Bauteilkonstruktionen angewiesen, die dann entsprechend der notwendigen gesetzlichen oder individuellen Anforderung eingesetzt werden. Die in der Praxis möglichen Fehlerquellen durch Schallundichtigkeit, Schallbrücken etc. sind dabei sehr vielfältig. Die Auswahl der Bauteile mit den darin enthaltenen Baustoffen erfordert Erfahrung und Detailarbeit schon bei der Konstruktionsplanung. Dabei seien folgende Gesichtspunkte hervorgehoben:

- Festlegung der Anforderung an den Schallschutz unter Berücksichtigung der örtlichen und auch zukünftig zu erwartenden Emissionen von außen.
- Berücksichtigung der DIN Normen unter Einbezug der allg. anerkannten Regeln der Technik sowie der technisch bzw. handwerklich durchführbaren Möglichkeiten.
- Ausbildung und Bauart der Bauteile sowie Festlegung der trennenden und flankierenden Bauteile.

## Technische Hinweise

### Schallschutzmaßnahmen bei Holzbalkendecken mit Climacell

#### ZUR ERFÜLLUNG WIRKSAMER SCHALLSCHUTZMASSNAHMEN

an Holzbalkendecken sollten folgende Konstruktionsprinzipien eingehalten werden:

- *Mindestens zweischalige biegeweiche Konstruktion durch abgehängte Unterdecke und schwimmenden Fußbodenaufbau mit eindeutiger Vermeidung von Schallbrücken über die Balkenkonstruktion.*
- *Holzbalken beschweren, wobei es wichtig ist, dass eine Schale schwerer ist als die andere. Bauüblich wird im allgemeinen die Beschwerung der vorhandenen Balkenlage z.B. mit trockenem Sand, Kalk- oder Ziegelsplitt (mit einer Unterlage oder Tasche aus Rieselschutzpappe), oder Ziegel- oder Betonsteine (Gehwegplatten) hergestellt.*
- *Flächig dichte Unterdecke.*
- *Möglichst großer Schalenhohlraum mit Climacell als Schallabsorptionsmaterial*
- *Schalldämmstreifen aus sehr elastischem Material mit einer Steifigkeitsgruppe größer 30 nach DIN 18165 wie z.B. Kokosfaserfilze.*
- *Abhängung der Unterdecke in federnder Ausführung durch handelsübliche Schwingungsdämpferbügel.*
- *Beachtung der Schallnebenwege und Anschlüsse an angrenzende Bauteile wie z.B. auch Rohrdurchführungen.*
- *Trennung der Installationsleitung und haustechnischer Einrichtungen in Decken- und Wandkonstruktionen durch die Herstellung beispielsweise einer separaten Installations-ebene.*
- *Weiche bzw. schwimmend verlegte Bodenbeläge.*

**BESTEHT DIE MÖGLICHKEIT**, eine Holzbalkendecke zweischalig aufzubauen, weisen diese Konstruktionen günstige Schalldämmwerte auf. Hierbei entscheidende Kritiken sind:

- Hohe Flächengewichte erzielen durch Einbringen von schweren Schüttungen bzw. Materialien – soweit diese laut statischer Belastung möglich sind.
- Von den Holzbalken getrennte Unterkonstruktionen der Unterdecke durch Federbügelhängesysteme.

**SOLLEN SCHALLNEBENWEGE** über die tragenden Wände vermieden werden, so ist der Einbau einer biegeweichen Vorsatzschale sinnvoll. Diagonalübertragungen bei benachbarten Räumen mit Unterdecke können durch sorgfältige Entkoppelung der Bauteile weitestgehend vermieden werden.

**EINE WEITERE ENTSCHEIDENDE VERBESSERUNG** des Schallschutzes kann durch Ausfüllen des Schalenhohlraumes mit Climacell erreicht werden. Dabei sollte die Cellulose ca. 50 bis 100 mm dick sein. Bei Deckenkonstruktionen gegen unbeheizte Räume sind zusätzlich die Anforderungen an den Wärmeschutz zu beachten. Optimal sind Deckenhohlräume mit einer Höhe von > 40 cm mit einer Dämmschicht mit bis zu 100 mm. Die Unterdecke ist durch geeignete Materialien von den angrenzenden Wänden zu trennen, wobei der Anschluss oder die Fuge durch ein dauerelastisches Dichtmaterial geschlossen sein muss.