

PORENBEETON BERICHT 13

Schallschutz



B U N D E S V E R B A N D
P O R E N B E T O N

SCHALLSCHUTZ

Prof. Dr.-Ing. Karl Gösele

Herausgeber: Bundesverband Porenbeton
Vertrieb: BVP Porenbeton Informations-GmbH
Postfach 1826, 65008 Wiesbaden, Dostojewskistr. 10, 65187 Wiesbaden
Telefon: 0611/985044-0, Telefax: 0611/809707
eMail: info@bv-porenbeton.de, Internet: www.bv-porenbeton.de
Druck: Druckerei Chmielorz GmbH, Ostring 13, 65205 Wiesbaden-Nordenstadt
Unveränderter Nachdruck September 2002
Veröffentlichungen, auch auszugsweise, bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Herausgebers

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Grundsätzliches Verhalten	5
2.1 Luftschalldämmung von einschaligen Wänden und Decken aus Porenbeton	5
Materialdämpfung.....	6
Dickenresonanz	6
2.2 Doppelschalige Wände	7
2.2.1 Doppelschalige Haustrennwände	7
2.2.2 Doppelschalige Leichtwände	7
2.3 Schall-Längsleitung von Porenbeton-Wänden	8
Gesamtbetrachtung der Längsdämmung	8
Verbesserungsmaßnahmen	9
Dämmstreifen unter den Wänden	9
Erhöhung der Materialdämpfung	9
2.4 Trittschalldämmung von Porenbeton-Decken	9
2.5 Schallabsorption	10
3. Verhalten einzelner Bauteile.....	11
3.1 Innenwände	11
3.1.1 Einschalige Zwischenwände	11
3.1.2 Zweischalige Zwischenwände	11
3.2 Wohnungstrennwände	11
3.2.1 Einschalige Wände	11
3.2.2 Wohnungstrennwand mit Vorsatzschale	12
3.3 Zweischalige Haustrennwände.....	12
3.4 Außenwände	13
3.4.1 Schalldämmung gegen Außenlärm.....	13
3.4.2 Längsleitung in vertikaler Richtung	13
3.4.3 Außenwände mit Vormauerung	14
3.4.4 Außenwände mit „Thermopanzer“	15
3.5 Luftschalldämmung von Dächern aus Porenbeton	15
3.5.1 Geneigte Dächer	15
3.5.2 Ebene Dächer	15
3.6 Trittschalldämmung von Porenbeton-Decken.....	16
4. Schalltechnisches Verhalten von Häusern aus Porenbeton	17
5. Literatur	17
6. Anhang	18

Schallschutz mit Porenbeton

1. Einleitung

Im Folgenden wird eine Übersicht über die schalltechnischen Eigenschaften von Porenbeton gegeben. Eine solche Darstellung ist insofern von Bedeutung, da sich erst in den letzten Jahren gezeigt hat, dass Bauteile aus Porenbeton einige von anderen Baustoffen abweichende schalltechnische Eigenschaften haben.

Bei einigen älteren Messungen an Bauteilen aus Porenbeton wurden keine Besonderheiten festgestellt. Sie verhielten sich so, wie man es aufgrund ihrer relativ geringen Masse erwartet hatte. Erst bei systematischen Untersuchungen im letzten Jahrzehnt stellte man überrascht fest, dass Bauteile aus Porenbeton sich schalltechnisch günstiger verhalten als erwartet. Auf die Ursachen wird im Folgenden eingegangen. Zunächst wird das grundsätzliche Verhalten besprochen, dann das Verhalten einzelner Bauteile und zum Schluss das Verhalten ganzer Bauten.

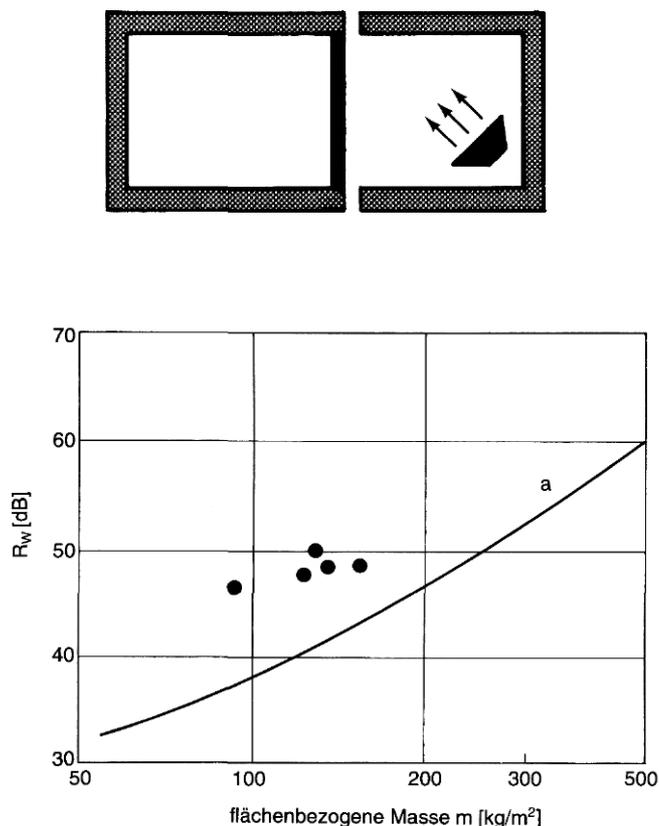


Bild 1:
Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Porenbeton-Wänden, gemessen in einem Prüfstand mit unterdrückten Schallnebenwegen, aufgetragen in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse; zum Vergleich dazu Mittelwerte für übliche Baustoffe („Gewichtskurve“), alle Werte ohne Vorhaltemaß nach DIN 4109

2. Grundsätzliches Verhalten

2.1 Luftschalldämmung von einschaligen Wänden und Decken aus Porenbeton

Von R. Berger [2] ist vor etwa 80 Jahren erstmals eine elementare Gesetzmäßigkeit des Schallschutzes anhand von Versuchsergebnissen ausgesprochen worden. Danach werde die Luftschalldämmung von einschaligen (dichten) Wänden nur durch die flächenbezogene Masse des Bauteils bestimmt. Diese Aussage ist später bei vielen Untersuchungen bestätigt worden, so dass es heute üblich ist, die Luftschalldämmung von einschaligen Wänden und Decken aufgrund ihrer flächenbezogenen Masse (kg/m^2) zu berechnen, so auch in DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, Beiblatt 1. Bei neueren systematischen Untersuchungen von Porenbetonwänden in Prüfständen hat sich nun überraschenderweise gezeigt, dass die Schalldämmung dieser Wände größer war als bei den bisher untersuchten vielen Ausführungen aus anderen Materialien. Besonders groß wurde dieser Unterschied, wenn man die Prüfungen in Prüfständen ohne (nennenswerte) Schall-Längsleitung vornahm, wobei sich Differenzen von etwa 7 dB gegenüber anderen Baumaterialien ergaben (siehe Bild 1). In Prüfständen mit bauüblichen Schallnebenwegen bzw. am Bau betrug der Unterschied noch etwa 4 dB (siehe Bild 2).

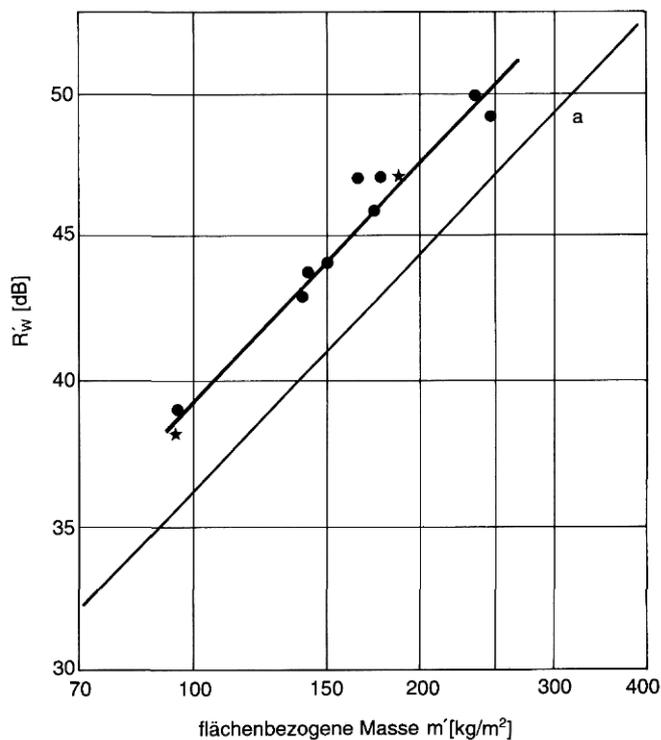


Bild 2:
Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w von einschaligen Wänden und Decken aus Porenbeton, gemessen in Prüfständen mit Schallnebenwegen bzw. am Bau

- a: nach DIN 4109, Beiblatt 1 für übliche Baustoffe
- Messwerte für Porenbetonbauteile im Prüfstand mit bauähnlichen Nebenwegen nach DIN 52210, Teil 2 (Vorhaltemaß von 2 dB nach DIN 4109 abgezogen)
- * am Bau

Materialdämpfung

Die Ursache dieses günstigeren Verhaltens konnte nur in einer höheren Materialdämpfung als bei anderen Baustoffen vermutet werden, d. h. ein größerer Teil der Schwingungsenergie einer Porenbetonwand wird in Wärmeenergie umgewandelt als bei Wänden aus anderen üblichen Baustoffen. Dies konnte auch durch Messung des Verlustfaktors η solcher Wände bestätigt werden. Dabei wurde das zeitliche Abklingen des Körperschallpegels bestimmt, wenn die Wand z. B. mit einem Hammer angeschlagen worden war. In Bild 3 sind die so gewonnenen Werte dieser Wände, denen einer Gipsplatten- und einer Hochlochziegel-Wand (zum Vergleich) gegenübergestellt.

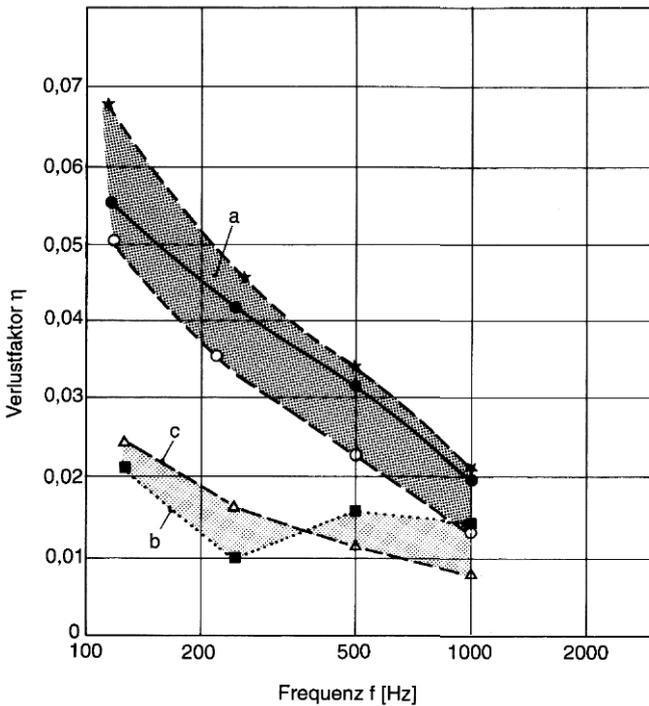


Bild 3:

Verlustfaktor η von drei Wänden aus Porenbeton, 125 mm, 175 mm und 240 mm dick (Bereich a);
zum Vergleich: Kurve b einer 100 mm Gipsplattenwand, fest mit Längsbauteilen verbunden und einer Hochlochziegel-Wand (c)

Offensichtlich ist bei den **wichtigen Frequenzen unter 500 Hz** der Verlustfaktor der Porenbeton-Wände etwa um den Faktor 3 größer als bei den Vergleichswänden.

Woher kommt diese erhöhte Körperschalldämpfung? Zunächst aus dem Material selbst, wobei noch nicht bekannt ist, worauf die Dämpfung im Einzelnen zurückzuführen ist. Es ist jedoch auch denkbar, dass ein Teil der Dämpfung auf einer stärkeren Körperschall-Ableitung zu den angrenzenden Bauteilen beruht. Sie rührt von der relativ großen Biegesteifigkeit von Porenbeton-Wänden her, bezogen auf ihre (geringe) Masse.

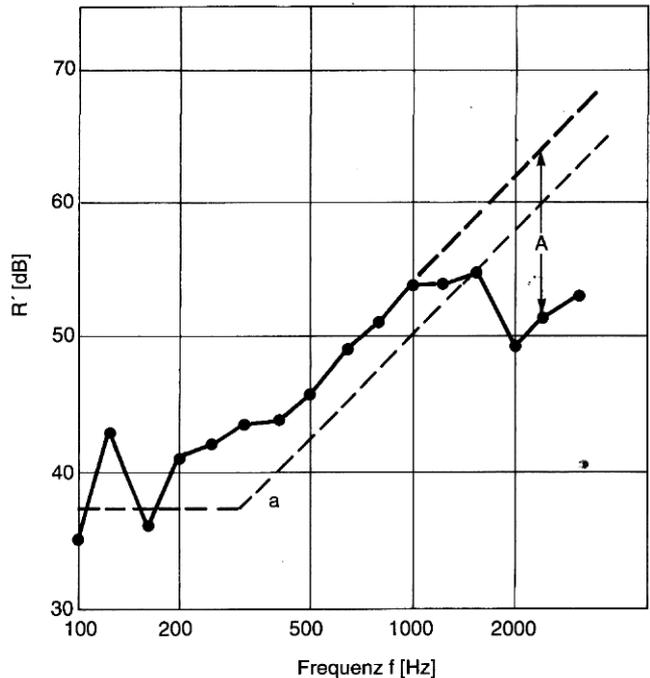
Dickenresonanz

Sehr dicke Porenbeton-Wände von z. B. 365 mm Dicke zeigen bei hohen Frequenzen eine gegenüber gleichschweren Wänden aus spezifisch schwereren Stoffen verringerte Luftschalldämmung. Sie ist auf eine bisher nicht beachtete Dickenresonanz zurückzuführen [3] (siehe Bild 4). Bei Porenbeton spielt diese Resonanz praktisch keine entscheidende Rolle. Bei Lochsteinen kann diese Resonanz die Luft-

schalldämmung in ungünstigen Fällen um 5-10 dB verschlechtern [3]. Bei dicken Porenbeton-Wänden wird lediglich ein weiteres Ansteigen der Luftschalldämmung verhindert (siehe Bild 4).

365 mm Porenbeton
($\rho = 500 \text{ kg/m}^3$)
245 kg/m^2

$R'_w = 50 \text{ dB}$



240 mm Porenbeton
($\rho = 500 \text{ kg/m}^3$)
175 kg/m^2

$R'_w = 49 \text{ dB}$

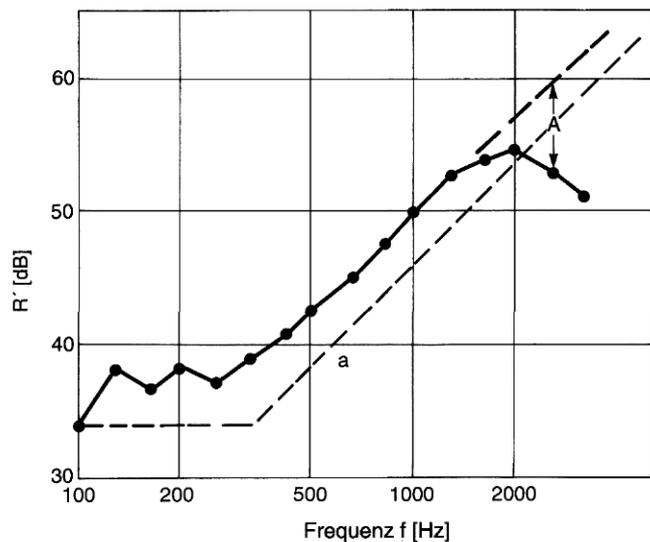


Bild 4:

Zur Ausbildung des Effektes der Dickenresonanz (A) bei den höheren Frequenzen bei Porenbeton-Wänden

a: zu erwartende Schalldämmwerte für andere übliche Wände gleicher flächenbezogener Masse

Messwerte aus einem Prüfstand mit bauähnlichen Schallnennwegen

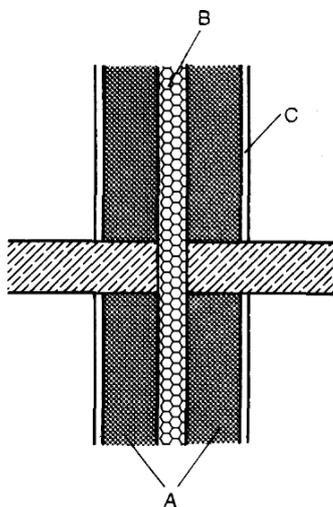
2.2 Doppelschalige Wände

Bei derartigen Wänden benötigt man für die beiden Schalen auch für eine hohe Luftschalldämmung weit geringere Massen als bei einschaligen Wänden, so dass die erforderlichen Massen auch mit Porenbeton leicht realisiert werden können. Dies soll an zwei Beispielen verdeutlicht werden.

2.2.1 Doppelschalige Haustrennwände

Dort bestand lange Zeit die Tendenz, die Wandschalen derartiger Wände möglichst schwer zu machen z. B. aus 240 mm Kalksandsteinen oder aus Beton. Es hat sich jedoch gezeigt, dass dies nicht unbedingt zum Ziel führt [4], bedingt durch nicht erkannte Schallbrücken an den Deckenstößen [5]. Heute weiß man, dass man auch mit relativ leichten Wandschalen eine gute Schalldämmung erreichen kann (siehe Bild 5). So kann man mit zwei Schalen aus 175 mm Porenbeton die Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz erfüllen. Voraussetzung dafür ist ein genügend großer Schalenabstand (mindestens 40 mm) und Mineralwolle im Wandhohlraum. Woher kommt dieses günstige Verhalten? Es ist wiederum die oben schon besprochene erhöhte Materialdämpfung, die ja in diesem Fall zweimal wirksam wird, bei der Schale auf der „lauten“ Seite und der auf der „leisen“ Seite.

Das Schalldämm-Maß R' kann näherungsweise vorherberechnet werden [5] (siehe Bild 5).



A: 175 mm Porenbeton
(700 kg/m^3)
B: 40 mm Mineralwolle
C: Putz

$m' = 290 \text{ kg/m}^2$
 $R'_w = 69 \text{ dB}$

2.2.2 Doppelschalige Leichtwände

Bei doppelschaligen Wänden, bei denen die Wandschalen mit den durchlaufenden flankierenden Wänden und Decken verbunden sind, spielt nach rechnerischen Überlegungen die flächenbezogene Masse der Wandschalen praktisch keine Rolle mehr (siehe Bild 6). Es ist auf den Einfluss der Schall-Längsleitung der Bauteile zurückzuführen. Dies kommt der Anwendung von leichten, dünnen Wänden aus 50 mm Porenbetonplatten entgegen, die je nach der Größe der Materialdämpfung R'_w -Werte zwischen 47 und 51 dB ergeben. Die Plattenschalen können für die wirtschaftliche Verlegung bereits im Werk über eine weich federnde Schicht zu einer Doppelplatte verbunden werden. Überraschenderweise dürfen derartige Doppelwände am Rande zu den Längsbauteilen hin nicht durch einen Mineralfaserstreifen o. ä. „isoliert“ werden. Derartige Dämmstreifen verschlechtern die Schalldämmung.

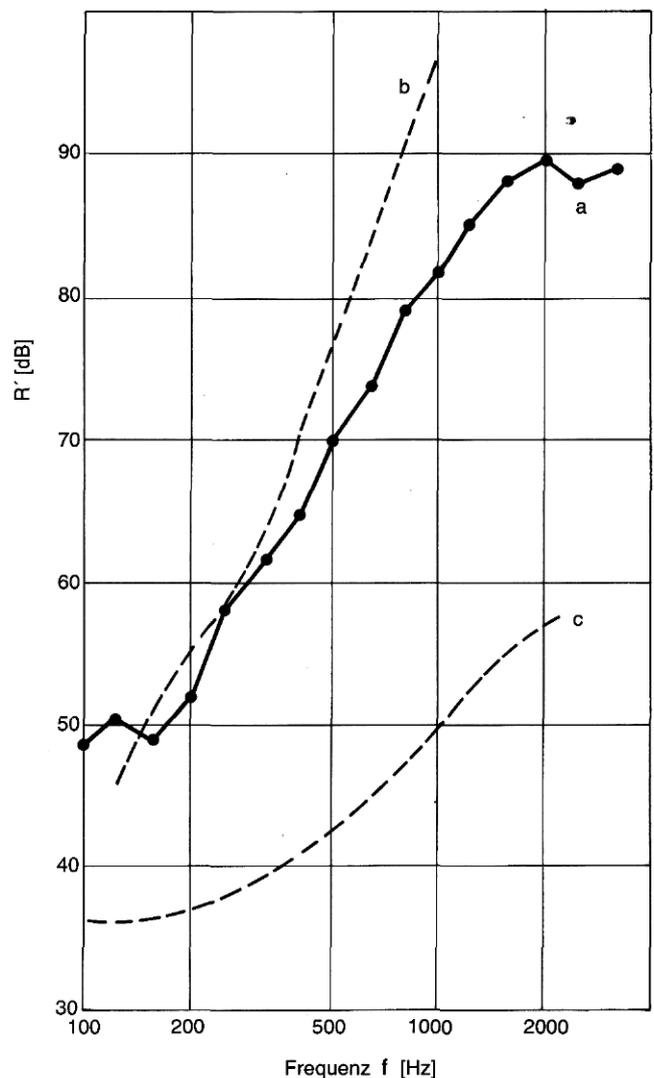
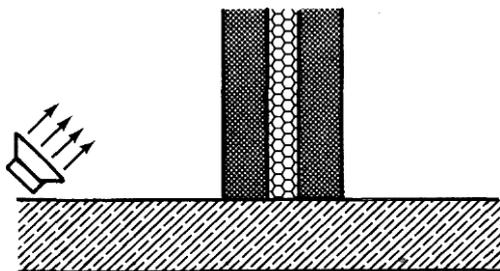


Bild 5:
Schalldämm-Maß einer doppelschaligen Haustrennwand mit Schalen aus 175 mm Porenbeton
a: Messung in Bauten
b: Rechnung
c: zum Vergleich eine Schale allein



Beispiel A

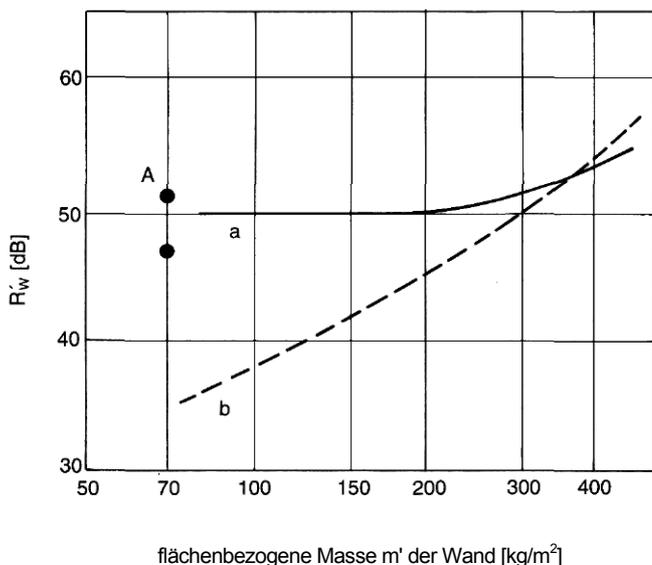
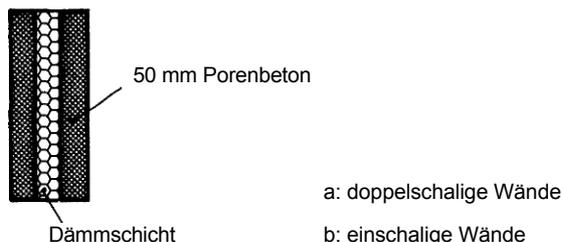


Bild 6:
Bewertetes Schalldämm-Maß R'_{w} , von doppelschaligen Wänden mit durchlaufenden, flankierenden Decken und Wänden, abhängig von ihrer flächenbezogenen Masse; gemessen im Prüfstand mit bauähnlicher Schall-Längsleitung, ohne Vorhaltemaß. Auch mit sehr leichten Ausführungen A aus Porenbeton sind hohe Schalldämmwerte zu erreichen (Streuung der Werte je nach Körperschalldämpfung)

2.3 Schall-Längsleitung von Porenbeton-Wänden

Die Luftschalldämmung in Bauten, vor allem wenn Decken mit schwimmenden Estrichen oder zweischalige Wände verwendet werden, hängt im Wesentlichen von der Übertragung entlang der flankierenden Wände ab. Diese bestimmt, welche Luftschalldämmung man erreichen kann. Bei massiven Bauteilen kann man sie näherungsweise folgendermaßen berechnen [6], wobei der Einfachheit halber hier nur von dem Fall übereinander liegender Räume gesprochen werden soll.

$$R_{L,w} = R_{1,w} + D_v$$

dabei bedeuten:

$R_{L,w}$: bewertetes Längsdämm-Maß der betrachteten, massiven Wand

$R_{1,w}$: bewertetes Schalldämm-Maß der betrachteten Wand bei direktem Schalldurchgang

D_v : Verzweigungsdämm-Maß nach DIN 52217 an der Stoßstelle Wand/Decke/Wand

Dieses Verzweigungsdämm-Maß gibt an, um wie viel die Schwingungen der Wand im darunter liegenden Raum geringer sind als im Raum, wo die Luftschallanregung erfolgt. Sie kann näherungsweise nach [6] bestimmt werden:

$$D_v = 20 \lg \frac{m'_{\text{Decke}}}{m'_{\text{Wand}}} + 12 \text{ dB} \quad (\text{für Innenwände})$$

$$D_v = 20 \lg \frac{m'_{\text{Decke}}}{m'_{\text{Wand}}} + 9 \text{ dB} \quad (\text{für Außenwände})$$

In Bild 7 sind als Linienzug a Messwerte für verschiedene Innenwände aufgetragen. Verhalten sich Porenbeton-Wände anders als Wände aus anderen üblichen Materialien? Ja und Nein! Porenbeton-Wände zusammen mit Porenbeton-Decken verhalten sich ungefähr so (siehe Punkt A in Bild 7), wie es die obige Beziehung angibt. Bei Porenbeton-Wänden zusammen mit Decken aus Normalbeton sind dagegen die Verzweigungsdämm-Maße um etwa 5 dB geringer (siehe Punkt B in Bild 7). Woher kommt das unterschiedliche Verhalten? Man kann nach einer Theorie von L. Cremer [7] zeigen, dass die Abweichung auf die - bezogen auf das geringe Flächengewicht der Wand - hohe Biegesteifigkeit der Porenbeton-Wände zurückzuführen ist. Bei großer Biegesteifigkeit der Längswand überträgt diese mehr als eine weniger steife in Längsrichtung. Sobald Decke und Wand aus gleichem Material sind, fällt dieser Effekt weg. Deshalb ist die Übertragung bei der Kombination „Porenbeton-Wand/Porenbeton-Decke“ etwa normal wie bei anderen Baustoffen. Bei der Kombination „Porenbeton-Wand/Normalbeton-Decke“ ist dagegen die Übertragung über den Knotenpunkt hinweg um etwa 5 dB größer.

Gesamtbetrachtung der Längsdämmung

Bisher wurde nur das Verzweigungsdämm-Maß D_v betrachtet. Das entscheidende (bewertete) Längsdämm-Maß $R_{L,w}$ hängt jedoch auch noch von dem bewerteten Schalldämm-Maß $R_{1,w}$ ab (siehe die oben genannte Beziehung). Dies führt dann zu dem in Tabelle 1 zusammengefasstem Verhalten.

Die Längsdämmung von Porenbeton-Wänden zusammen mit Porenbeton-Decken ist danach um ca. 5 dB günstiger als nach der Rechnung [6], die auch in DIN 4109 zugrunde gelegt ist („Normalfall“). Dies hat sich auch bei Messungen in praktisch ausgeführten Bauten bestätigt (näheres siehe Abschnitt 3.4).

Die Längsdämmung von Porenbeton-Wänden zusammen mit Stahlbeton-Decken (mit Normalbeton) ergibt sich dagegen „normal“. Hier treffen die Rechnung nach [6] und damit auch die Angaben von DIN 4109, Beiblatt 1 zu.

Dieses unterschiedliche Längsleitungsverhalten führt zu dem überraschenden Ergebnis, dass die Luftschalldämmung - allerdings nicht die Trittschalldämmung - in Porenbetonhäusern mit den beiden genannten Decken, jeweils mit schwimmendem Estrich, etwa gleich groß ist, nämlich R'_{w} , etwa 52 dB.

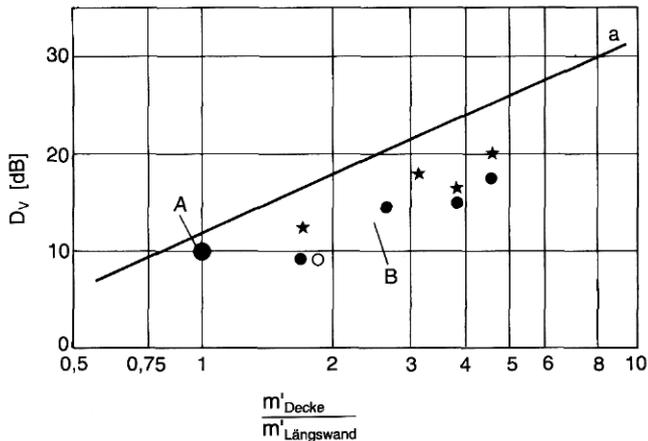
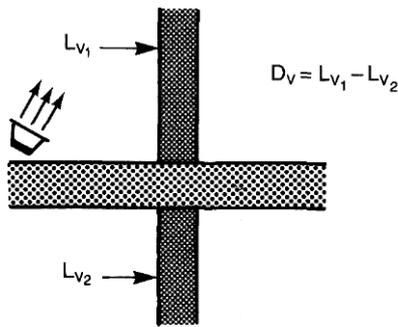


Bild 7:
Verzweigungsdämmung D_v von Porenbeton-Wänden in Abhängigkeit von dem Verhältnis der flächenbezogenen Massen von Decke und Längswand
a: Verlauf für übliche Bauteile
A: Messwert für die Verzweigung Porenbeton-Wand /Porenbeton-Decke
B: Messwerte für die Verzweigung Porenbeton-Wand/Normalbetondecke

Verbesserungsmaßnahmen

Die Schall-Längsdämmung ist zwar in Porenbetonhäusern mit Decken aus Porenbeton erstaunlicherweise besser als erwartet, trotzdem wäre es wünschenswert, wenn man sie noch verbessern könnte. Für Mehrfamilienhäuser ist dies sogar ein „Muss“. Dafür sind zwei Wege möglich.

Dämmstreifen unter den Wänden

Durch das Zwischenlegen von Dämmstreifen zwischen Rohdecke und Porenbeton-Wänden kann die Längsdämmung nach vorgenommenen Messungen an Bauten um etwa 2-3 dB verbessert werden. Dabei sind 12 mm dicke Gummischrotmatten verwendet worden. Möglicherweise kann diese Lösung noch etwas verbessert werden. Die Wirkung der Dämmstreifen beruht offensichtlich nicht auf ihrer Federung, wie dies bei der Dämmschicht unter einem schwimmenden Estrich der Fall ist. Vielmehr handelt es sich um eine Körperschall-Dämpfungswirkung, wie man dies beispielsweise schon früher bei Gipsplattenwänden zusammen mit Bitumenfilzstreifen festgestellt hat (siehe [8]).

Tabelle 1: Längsdämm-Verhalten von Porenbeton-Wänden verglichen mit anderen gleichschweren Bauteilen („Normalfall“)

verwendete Decke	$R_{1,w}$ der Porenbetonwand im Senderaum	Verzweigungs-dämm-Maß D_v	Längsdämm-Maß $R_{L,w}$ insgesamt
Porenbeton-Decke	ca. 5 dB besser als Normalfall	etwa gleich wie bei Normalfall	ca. 5 dB besser als Normalfall
Decken aus Normalbeton	ca. 5 dB besser als Normalfall	um ca. 5 dB geringer als Normalfall	etwa gleich wie bei Normalfall

Erhöhung der Materialdämpfung

Ein zweiter, bisher noch nicht begangener Weg wäre eine Erhöhung der Materialdämpfung des Porenbetons, sei es durch Änderungen der Rezeptur, sei es durch Zusatzmaßnahmen an den Steinen.

2.4 Trittschalldämmung von Porenbeton-Decken

Die Trittschalldämmung von Decken setzt sich aus der Dämmwirkung der Rohdecken und der des Fußbodenaufbaus zusammen. Wenn die Rohdecke eine etwas geringere Dämmwirkung hat, kann dies in begrenztem Umfang durch einen besseren Fußbodenaufbau kompensiert werden. Die Trittschalldämmung von Rohdecken - ohne Fußbodenaufbau - wird durch das äquivalente Trittschallschutzmaß TSM_{eq} bzw. den äquivalenten, bewerteten Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w,eq}$ gekennzeichnet*). Diese Maße berücksichtigen u. a. auch die Verbesserungsfähigkeit durch einen Fußbodenaufbau. Wie verhalten sich nun Porenbeton-Decken? Darüber liegen verschiedene Messungen im Prüfstand und am Bau vor. Infolge der etwa nur 1/3 so großen Masse gegenüber Normalbetondecken ist das TSM_{eq} für Porenbeton-Decken geringer. Der Unterschied ist jedoch kleiner als erwartet (siehe Bild 8, a und b). Dies ist wiederum auf die - bezogen auf die geringe Masse - vergleichsweise große Biegesteifigkeit zurückzuführen. Nach einer Theorie von L Cremer [9] wären dafür 4 dB günstigere Werte als bei einer (gedachten) gleich schweren Decke aus Normalbeton zu erwarten. Dies hat sich auch bei den Prüfungen ergeben (siehe Bild 8). Der TSM_{eq} - bzw. $L'_{n,w,eq}$ -Wert für eine 200 mm dicke Porenbeton-Decke (Raumgewicht 700 kg/m^3) beträgt danach:

$$TSM_{eq} = -20 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w,eq} = 83 \text{ dB}$$

Die Rechenwerte in DIN 4109, Beiblatt 1 berücksichtigen die Besonderheiten von Porenbeton-Decken bezüglich des Trittschallschutzes noch nicht und sind deshalb um 4 dB ungünstiger.

Durch eine unterseitige Verkleidung kann die Trittschalldämmung - und auch die Luftschalldämmung - erheblich verbessert werden (siehe Bild 9). Im Prüfstand mit bauähnlichen Nebenwegen - Prüfstand nach DIN 52210, Teil 2 - beträgt

*) Aus Gründen der internationalen Vereinheitlichung wurde statt des bisher verwendeten Trittschallschutzmaßes TSM der sog. „bewertete Normtrittschallpegel $L'_{n,w}$ “ eingeführt. In einer gewissen Übergangszeit werden beide Kennzeichnungen verwendet. Die Umrechnung erfolgt in folgender Weise:
 $TSM = 63 \text{ dB} - L'_{n,w}$

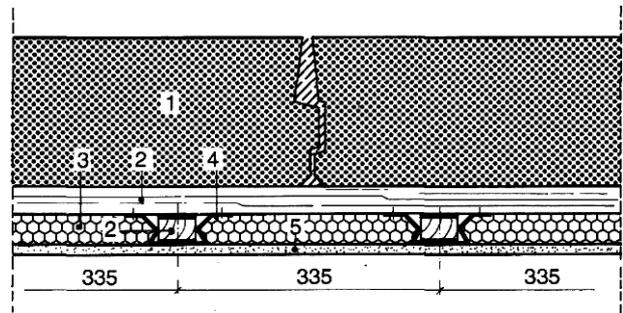
die Verbesserung etwa 10 dB. Das äquivalente Trittschall-
schutzmaß TSM_{eq} und der äquivalente bewertete Norm-Trittschall-
schallpegel $L'_{n,w,eq}$ betragen für die Decke mit Verkleidung

$$TSM_{eq} = -12 \text{ dB}$$

$$L'_{n,w,eq} = 75 \text{ dB}$$

Die Verbesserung ist begrenzt durch die Übertragung über
die seitlichen Wände.

Auch durch aufwendigere Verkleidungen kann die Dämmwir-
kung nicht verbessert werden. Bei leichteren Wänden als den
im Prüfstand verwendeten kann die Verbesserung geringer
werden als hier angegeben.



- 1: Porenbeton-Deckenplatten
- 2: Holzleisten 30 mm x 50 mm
- 3: Mineralfaserstreifen
- 4: Federbügel, verzinkt
- 5: Fasergipsplatte 10 mm

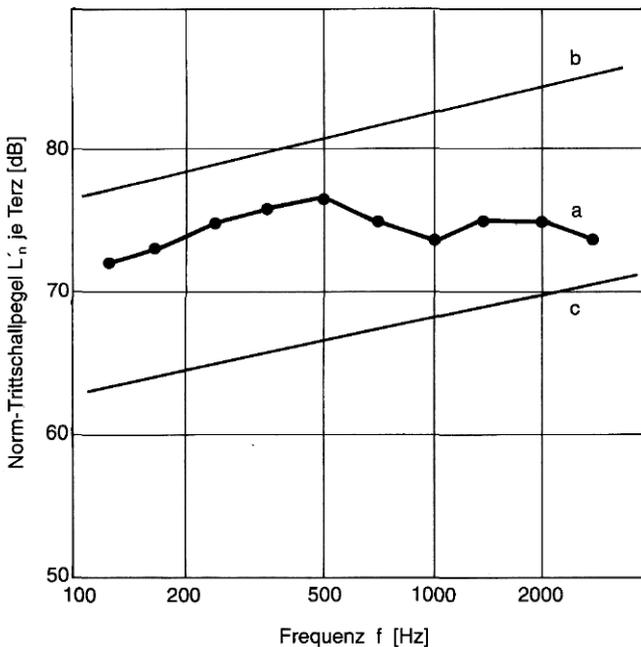


Bild 8:
Trittschallverhalten einer 200 mm Porenbeton-Decke der Festig-
keitsklasse 4,4 und Rohdichteklasse 0,7 im Deckenprüfstand
a: Messwerte ($TSM_{eq} = 20 \text{ dB}$)
b: rechnerisch für eine gleich schwere Decke aus Normalbeton zu
erwarten
c: zum Vergleich 160 mm Decke aus Normalbeton

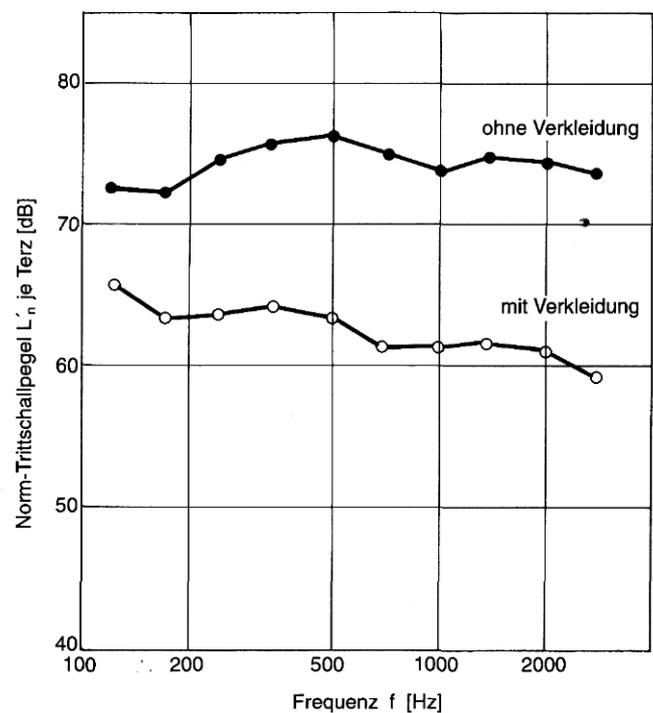


Bild 9:
Verbesserung des Trittschallverhaltens einer 200 mm Porenbeton-
Decke der Festigkeitsklasse 4,4 und Rohdichteklasse 0,7 durch eine
unterseitige Verkleidung, gemessen im Deckenprüfstand

2.5 Schallabsorption

Unverputzter Porenbeton weist eine gewisse Schallabsorpti-
on auf, die in Abhängigkeit von der Frequenz in Bild 10 dar-
gestellt ist. Diese Eigenschaft ist bei unverputzten Bauteilen
z. B. den Dächern von Fabrikhallen von Bedeutung. Sobald
die Oberfläche verputzt wird, fällt dieser Effekt weg.

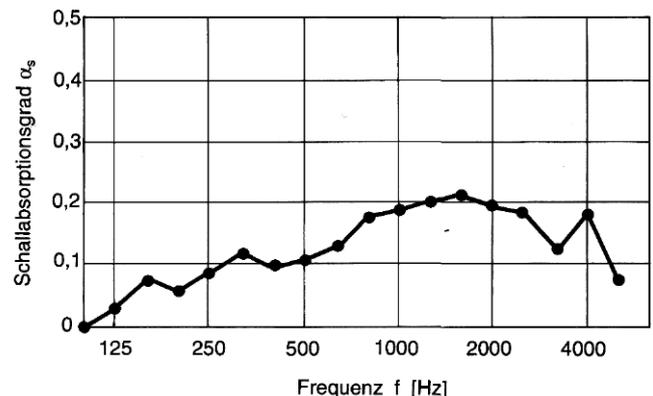


Bild 10: Schallabsorptionsgrad von unverputztem Porenbeton

3. Verhalten einzelner Bauteile

Im Folgenden werden die Schalldämmwerte verschiedener Bauteile zahlenmäßig angegeben. Dabei wird von Messergebnissen im Prüfstand oder am Bau ausgegangen. Außerdem werden die Rechenwerte nach DIN 4109, Beiblatt 1 gegenübergestellt, die allerdings die neueren günstigeren Erfahrungen über die Besonderheiten von Porenbeton nur z. T. berücksichtigen.

3.1 Innenwände

3.1.1 Einschalige Zwischenwände

In Bild 2 sind Messwerte aus dem Prüfstand und aus zwei Bauten in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse aufgetragen. Sie liegen über den Rechenwerten nach DIN 4109, wo für Porenbeton-Wände ein „Bonus“ von 2 dB gegenüber gleichschweren Wänden berücksichtigt ist. In der Tabelle 2 ist eine Übersicht über die aufgrund der Messungen zu erwartenden Werte gegeben. Für Zwischenwände gibt es in DIN 4109 keine Anforderungen an den Mindestschallschutz. Es sind jedoch als Empfehlungen für Wohnungen im Beiblatt 2 folgende Richtwerte R'_w genannt, die für jedes Bauvorhaben gesondert zu vereinbaren sind:

Empfehlung für den normalen Schallschutz: $R'_w \geq 40$ dB

Empfehlung für einen erhöhten Schallschutz: $R'_w \geq 47$ dB

Mit Wänden von 240 mm Dicke aus Porenbeton ist danach ein erhöhter Schallschutz erreichbar. Für einen „normalen“ Schallschutz sollten die Wände mindestens 150 mm dick sein. Dabei ist jeweils ein Raumgewicht der Steine von 500 kg/m³ vorausgesetzt.

3.1.2 Zweischalige Zwischenwände

Sobald die Zwischenwände zweischalig ausgeführt werden, werden bei geringem Flächengewicht (ca. 60 kg/m²) und mäßiger Dicke erheblich höhere Schalldämmwerte erhalten.

So können mit 2 Schalen aus je 50 mm Porenbetonplatten ein bewertetes Schalldämm-Maß von etwa 47-50 dB erreicht werden. Dabei können die beiden Platten in geeigneter Weise auch zu einer einfach zu verlegenden Doppelplatte verbunden sein.

3.2 Wohnungstrennwände

3.2.1 Einschalige Wände

Sie können in einschaliger Ausführung nicht aus Porenbeton hergestellt werden, da die Anforderung von DIN 4109 mit einem bewerteten Schalldämm-Maß R'_w von mindestens 53 dB nicht erfüllt wird. Man wird deshalb die Wände aus schweren Steinen z. B. aus 240 mm Kalksandsteinen ausführen. Dabei tritt jedoch ein Problem auf, das zurzeit bei allen Wohnungstrennwänden der verschiedensten Bauweisen zu schaffen macht, das ist die biegesteife Verbindung von Wohnungstrennwand und Außenwand (siehe Bild 11). Ist diese Verbindung nicht gegeben, dann wandern die relativ großen Schwingungen der aus wärmetechnischen Gründen leichten Außenwand nahezu ungeschwächt in den Nachbarraum. Die Schalldämmung zwischen den Räumen ist dann zu niedrig. Ist dagegen die Wohnungstrennwand fest verbunden, dann nehmen die Schwingungen der Außenwand im Nachbarraum um etwa 10 dB ab. Erst dann kann sich die schwere Wohnungstrennwand günstig auswirken (näheres [10]).

Zusammenfassend: Trotz schwerer Trennwand erhält man bei leichten Außenwänden in manchen Fällen keine gute Luftschalldämmung, weil die biegesteife Verbindung zwischen Trenn- und Außenwand fehlt.

Tabelle 2: Bewertetes Luftschalldämm-Maß R'_w von Zwischenwänden aus Porenbeton

lfd. Nr.		Gesamt dicke mm	flächen bezogene Masse kg/m ²	R'_w *) dB
1	50 mm Porenbetonplatten, beidseitig Glättputz	60	35	30
2	125 mm Porenbetonsteine, mit Glättputz	135	95	38
3	175 mm Porenbetonsteine, mit Glättputz	185	140	43
4	200 mm Porenbeton, Raumgewicht 500 kg/m ²	215	155	44
5	200 mm Porenbeton, Raumgewicht 600 kg/m ²	215	175	45
6	240 mm Porenbeton, Raumgewicht 500 kg/m ²	260	175	47
7	300 mm Porenbeton, Raumgewicht 500 kg/m ²	320	210	48
8	Doppelwand aus zwei Schalen aus 50 mm Porenbetonplatten, außenseitig Glättputz, 40 mm Mineralwolle	150	65	47-50

*) Werte aufgrund von Messungen in Prüfständen mit Schallnebenwegen; 2 dB Sicherheitsabschlag nach DIN 4109 berücksichtigt

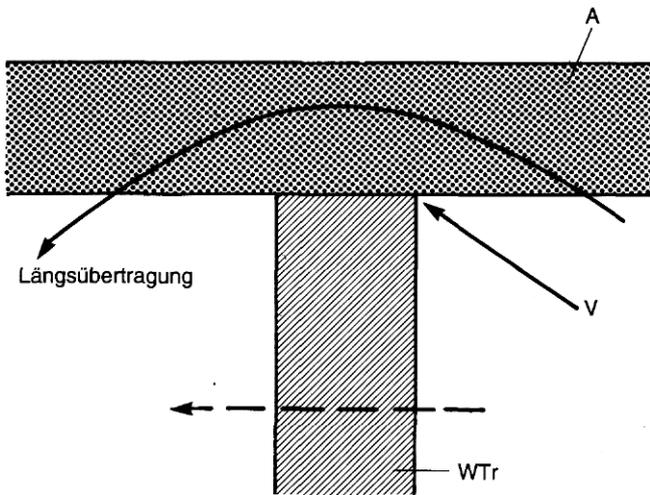


Bild 11:
Die Schalldämmung von schweren Wohnungstrennwänden WTr wird neuerdings durch Längsübertragung stark beeinträchtigt, weil sie mit der leichten Außenwand A keine biegesteife Verbindung V aufweist (nur „stumpfer Stoß“)

3.2.2 Wohnungstrennwand mit Vorsatzschale

Es ist nahe liegend, die Wohnungstrennwände in Porenbetonhäusern ebenfalls aus Porenbeton zu machen und diese Wände dann zusätzlich mit einer Vorsatzschale zu versehen.

Über die Schalldämmung derartiger Trennwände liegt eine Reihe von Messergebnissen vor, jedoch jeweils gemessen in Prüfständen mit bauähnlichen Nebenwegen. Wie theoretisch zu erwarten war, ist die Dämmung bei geeigneten Vorsatzschalen wenig abhängig von der Masse der massiven Trennwandschale. Dieses zunächst völlig überraschende Ergebnis rührt daher, dass die Übertragung im Wesentlichen durch Längsleitung entlang der flankierenden Bauteile erfolgt und diese sich kaum ändert, solange die massive Schale in ihrer Masse nicht vergleichbar mit der Masse der flankierenden Bauteile ist.

Das bewertete Schalldämm-Maß R'_w in derartigen Prüfständen beträgt etwa 52-54 dB. Nun müssten diese Werte umgerechnet werden auf die Längsleitungs-Verhältnisse in einem Porenbeton-Bau. Dies würde nach der Rechnung zu Werten führen, die gegenüber den tatsächlichen Verhältnissen, zu ungünstig sind. Messergebnisse aus Bauten liegen nicht vor. Zu erwarten sind R'_w -Werte von etwa 52 dB. Sie liegen voraussichtlich nahe den Mindestanforderungen von DIN 4109 ($R'_w > 53$ dB) vielleicht auch etwas darunter.

3.3 Zweischalige Haustrennwände

Im Gegensatz zu den Wohnungstrennwänden mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen kann man zusammen mit einer Haustrennfuge auch bei geringem Schalengewicht sehr gute Schalldämmwerte erzielen. Messwerte sind in Bild 12 eingetragen. Mit z. B. 175 mm dicken Schalen aus Porenbeton kann bei 40 mm Schalenabstand ein R'_w von 67-69 dB erreicht werden, was einem erhöhten Schallschutz nach DIN 4109, Beiblatt 2 entspricht. Wie aus Bild 12 entnommen werden kann, liegen die am Bau gemessenen Dämmwerte erheblich über den Werten nach DIN 4109, Beiblatt 1. In erster Linie liegt dies an der bei DIN 4109 ungenügend

berücksichtigten Materialdämpfung, nur 2 dB Bonus für die Gesamtwand statt für jede der beiden Schalen je einen Bonus von 4 dB, wie er sich im praktischen Fall ergibt. Auch die Trittschalldämmung gegen Treppengeräusche ist mit derartigen Wänden sehr gut, so dass TSM-Werte von etwa 25-30 dB erreichbar sind. Gehgeräusche von der Treppe des Nachbarhauses sind dann praktisch kaum mehr hörbar.

Die Luftschalldämmung kann nach neueren Ergebnissen [5] noch verbessert werden, wenn die Wandschalen etwas verschieden dick ausgebildet werden, z. B. 175 mm und 150 mm dick. Auf diese Weise wird vermieden, dass die Resonanzen der beiden Wandschalen miteinander übereinstimmen.

Schließlich sei noch auf die Frage eingegangen, ob bei zweischaligen Haustrennwänden ein gemeinsames Fundament zulässig ist oder ob zwei getrennte Fundamentstreifen erforderlich sind. Dies hängt davon ab, ob man an die Schalldämmung der Räume unmittelbar über dem Fundament große schalltechnische Anforderungen stellt. Tut man dies, dann sollten die Fundamente getrennt werden (siehe Bild 13, rechts). Werden jedoch hohe Anforderungen erst im darüber liegenden Geschoss gestellt, dann kann ein gemeinsames Fundament verwendet werden (siehe Bild 13, links).

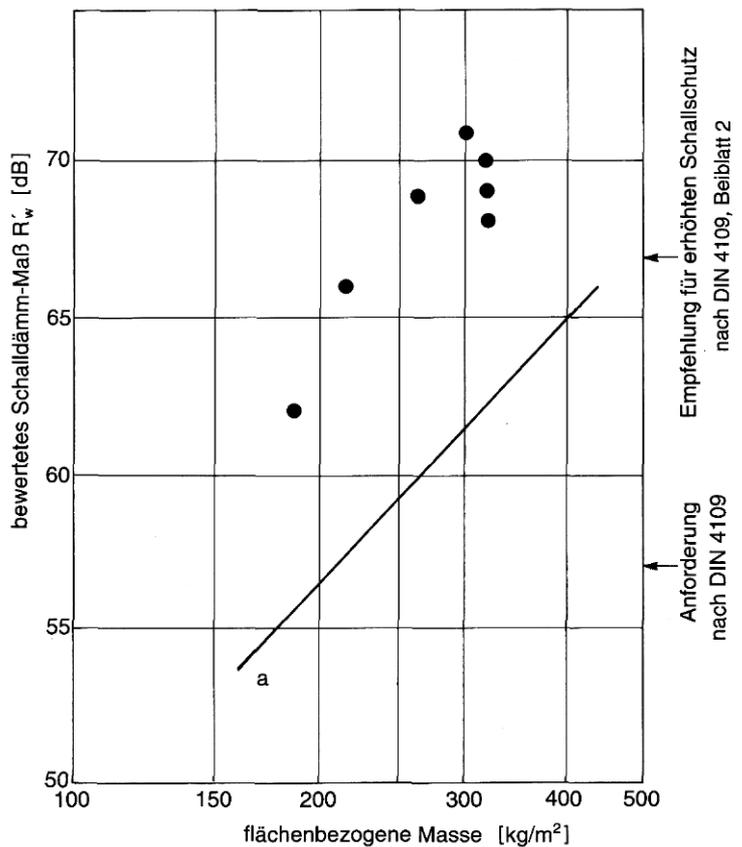


Bild 12:
Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w von doppelschaligen Haustrennwänden aus Porenbeton (mit 40 mm Mineralwolle), gemessen in ausgeführten Bauten;
a: Rechenwerte für übliche andere Baustoffe nach DIN 4109, Beiblatt 1

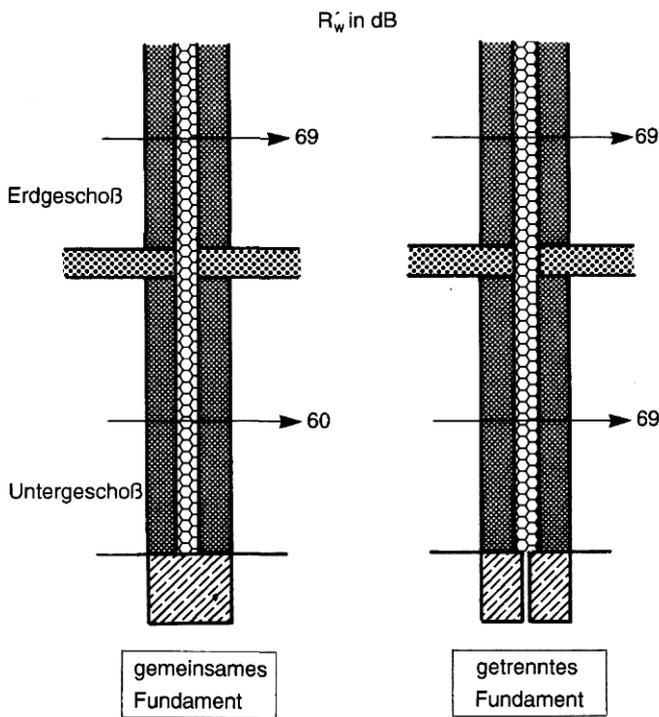


Bild 13: Die Auswirkung von gemeinsamen Fundamenten auf die Schalldämmung von doppelschaligen Haustrennwänden aus Porenbeton; Angegebene R'_w -Werte stellen Richtwerte dar

3. 4 Außenwände

Bei Außenwänden sind zwei schalltechnische Eigenschaften von Bedeutung, die im Hinblick auf das Verhalten von Porenbeton-Wänden im Folgenden besprochen werden.

3.4.1 Schalldämmung gegen Außenlärm

Nur in einem Teil der Anwendungsfälle ist die Schalldämmung gegenüber Außenlärm von Bedeutung, nämlich dann, wenn ein großer Verkehrslärm vorliegt, dafür gibt es in DIN 4109 baurechtlich vorgeschriebene Mindestwerte (siehe Tabelle 4). Wenn dann allerdings die Luftschalldämmung der Außenwand nicht ausreichend ist, gibt es praktisch keine andere Lösung als eine andere Wandausführung zu nehmen.

In Bild 14 sind die Werte R_w des bewerteten Schalldämm-Maßes von Außenwänden einiger typischer massiver Außenwände dargestellt*).

Es ist ersichtlich, dass die nur rund 150 kg/m^2 schweren Porenbeton-Wände sich schalltechnisch kaum schlechter verhalten als die schweren HLZ-Wände oder die sehr schweren KSV-Wände (mit Thermohaut). Dies ist ein Beispiel, wie hier die flächenbezogene Masse für die Schalldämmung nicht mehr von entscheidender Bedeutung ist. Die Ursachen sind verschiedener Art, nämlich der günstige Einfluss einer hohen Materialdämpfung bei Porenbeton, der negative Einfluss von Dickenresonanzen bei bestimmten Hochlochziegeln und schließlich eine störende Resonanz der Thermohaut bei KSV-Wänden, wobei allerdings zu bemerken ist, dass der letztgenannte negative Einfluss bei Verkehrslärm sich praktisch weniger auswirkt, als dies bei der Bewertung nach R_w der Fall ist.

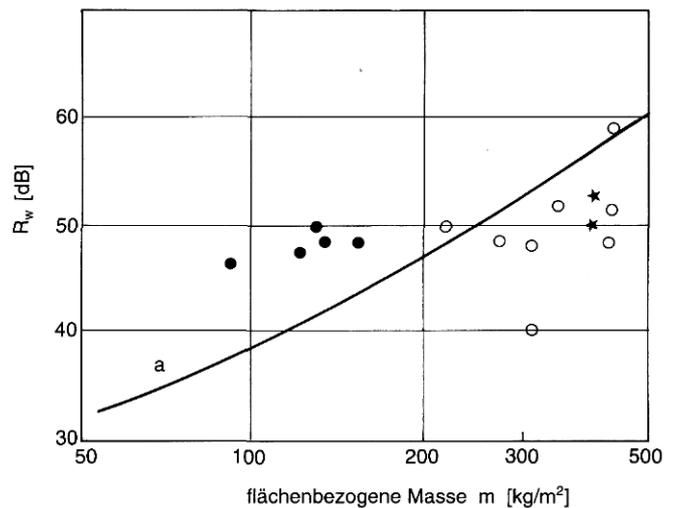


Bild 14: Vergleich des bewerteten Schalldämm-Maßes R_w verschiedener Außenwände, aufgetragen abhängig von der flächenbezogenen Masse

- Porenbeton
 - Hochlochziegel
 - △ Kalksand-Vollsteine (mit Thermohaut)
- a: gültig für übliche Baustoffe im Prüfstand (ohne Schall-Längsleitung)

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass - entgegen der landläufigen Meinung - Porenbeton-Wände sich gegenüber Außenlärm nicht ungünstiger verhalten als andere massive Außenwände.

3.4.2 Längsleitung in vertikaler Richtung

Neuerdings hat sich bei bestimmten Außenwänden - nicht bei allen - eine so große Längsleitung ergeben, dass zwischen zwei übereinander liegenden Räumen trotz schwerer Decke sich keine nach DIN 4109 ausreichende Luftschalldämmung mehr ergeben hat [11].

Die Ursache liegt in stark ausgeprägten Dickenresonanzen der Wände. Spielen diese Resonanzen auch bei der Schall-Längsleitung von Porenbeton-Wänden eine Rolle? Wie in Abschnitt 2.3 besprochen, tritt dieser Effekt bei sehr dicken Porenbeton-Wänden nur bei hohen Frequenzen auf. Er stört jedoch insgesamt die Längsdämmung nicht. In Bild 15 ist das gemessene Längsdämm-Maß einer Außenwand aus 300 mm Porenbeton, zusammen mit 180 mm Normalbeton-Decke, dargestellt (Kurve a). Zum Vergleich ist der rechnerisch zu erwartende Verlauf dargestellt. Rechnung und Messung stimmen gut überein.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass entgegen der allgemeinen Meinung Außenwände aus Porenbeton schalltechnisch keine nachteiligen Eigenschaften haben, weder bezüglich der Schalldämmung zwischen außen und innen noch bezüglich der Längsdämmung in vertikaler Richtung. In horizontaler Richtung hat sie in schalltechnischer Hinsicht mit allen Außenwänden das Problem des „stumpfen Stoßes“ gemeinsam.

*) Aufgetragen wurden R_w -Werte (im Prüfstand ohne Schallnebenwege) und nicht R'_w -Werte (im Prüfstand mit Schallnebenwege), weil nur die erstgenannten Werte für alle Wandtypen vorlagen.

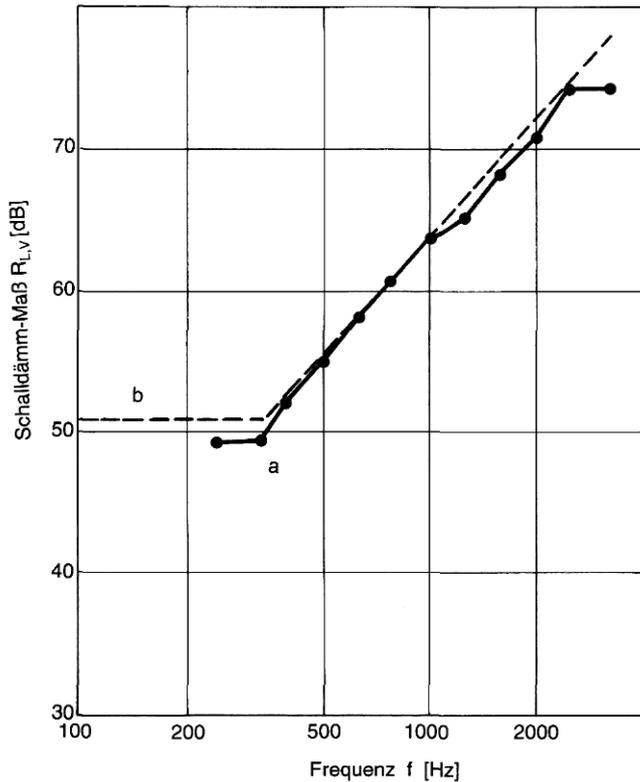
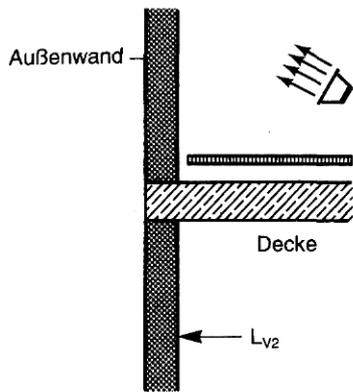


Bild 15:
Schall-Längsdämm-Maß $R_{L,v}$ einer 300 mm Porenbeton-Außenwand in vertikaler Richtung über eine Decke (180 mm Normalbeton) hinweg
a: Messung
b: Rechnung für übliche Bauteile

3.4.3 Außenwände mit Vormauerung

Außenwände mit außenseitiger Vormauerung stellen im akustischen Sinne doppelschalige Wände dar, bei denen jedoch die beiden Schalen über einzelne Drahtanker verbunden sind. Die Schalldämmung wird im Wesentlichen durch die Drahtanker begrenzt. Dies zeigt Bild 16, wo das Schalldämm-Maß R von Porenbeton-Wänden ohne und mit Vormauerung dargestellt ist. Der Einfluss der Art der Füllung des Wandhohlraumes ist in akustischer Hinsicht praktisch bedeutungslos, weil die wesentliche Übertragung über die Drahtanker erfolgt. Ohne Drahtanker wären etwa 15 dB höhere Dämmwerte zu erwarten. In Tabelle 3 sind Messwerte, die im Prüfstand mit unterdrückter Schall-Längsleitung gemessen worden sind, zusammengestellt.

Bei den Messwerten ist allerdings zu beachten, dass sie im Prüfstand ermittelt worden sind und am Bau weitere Schallbrücken z. B. bei Fensteranschlüssen auftreten können.

In DIN 4109, Beiblatt 1 ist eine einfache Dimensionierungsregel genannt, wie man bei derartigen doppelschaligen Außenwänden das bewertete Schalldämm-Maß bestimmen soll. Danach bestimmt man nach DIN 4109 zunächst das bewertete Schalldämm-Maß für eine Wand, die gleichschwer wie die betrachtete Außenwand ist und fügt einen Zuschlag von 5 dB hinzu. Wenn die flächenbezogene Masse der auf die Innenschale der Außenwand anschließenden Trennwände größer als 50% der flächenbezogenen Masse der inneren Schale der Außenwand beträgt, darf das bewertete Schalldämm-Maß um 8 dB erhöht werden.

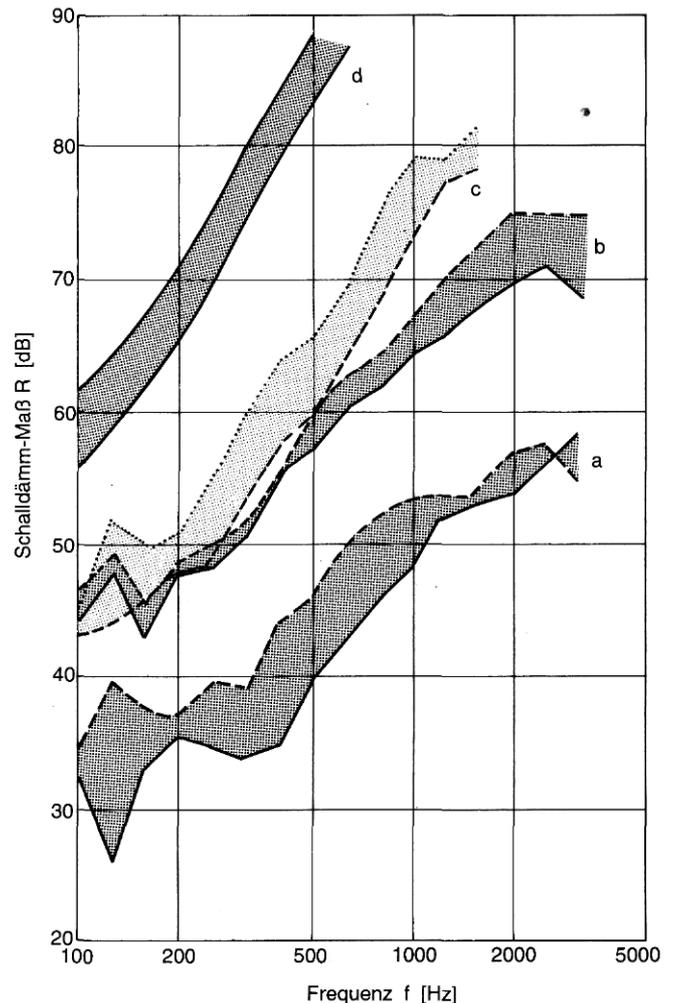


Bild 16:
Außenwände aus Porenbeton mit Vormauerung von 115 mm Ziegel VHLz
a: ohne Vormauerung
b: mit Vormauerung, Hohlraum leer, mit Drahtanker
c: mit Vormauerung, Hohlraum mit Mineralfaserplatten, mit Drahtanker
d: ohne Drahtanker, mit Mineralfaserplatten (Rechnung)
gemessen im Prüfstand mit unterdrückten Schallnebenwegen

Tabelle 3: Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Außenwänden aus Porenbeton mit einer Vormauerschale aus Ziegeln VHLz 1,8/NF

Porenbeton-Wand*	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w in dB mit folgender Hohraumbauweise			
	ohne vorgesetzte Schale	Hohlraum 60 mm leer	Hohlraum 60 mm mit Mineralfaserplatten	Hohlraum 100 mm mit Mineralfaserplatten
175 mm PB 2-0,5	44	59	62	59
175 mm PB 4-0,7	49	60	63	59
240 mm PB 2-0,5	50	61	-	62

*) innenseitig mit 10 mm Hagalith-Putz; untersucht in einem Prüfstand mit unterdrückter Schall-Längsleitung; ohne Berücksichtigung eines Vorhaltemaßes

Tabelle 4: Erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w, res}$ von Außenwandteilen nach DIN 4109 für Wohnungen

kennzeichnender Außenlärmpegel in dB (A)	resultierendes, bewertetes Schalldämm-Maß $R'_{w, res}$ in dB
66-70	40
71-75	45
76-80	50

3.4.4 Außenwände mit „Thermopanzer“

Zur Verbesserung der Wärmedämmung sind Verkleidungen entwickelt worden, bei denen Porenbetonplatten über 50 mm Mineralwolle auf der Außenseite der Außenwand befestigt werden. Eine solche Verkleidung verbessert auch die Schalldämmung der Außenwand erheblich, weil durch die Verkleidung im akustischen Sinne eine doppelschalige Wand entsteht.

3.5 Luftschalldämmung von Dächern aus Porenbeton

3.5.1 Geneigte Dächer

Bei ausgebautem Dachgeschoß muss auch an die Luftschalldämmung von Dächern eine Anforderung gestellt werden, sofern ein hoher Außenlärm vorliegt. Die Höhe der erforderlichen Dämmung nach DIN 4109 hängt von der Höhe des sog. „kennzeichnenden Außenlärmpegels“ ab und auch davon wie groß die Dämmung der Fenster und noch vorhandener Wände ist. Das für alle genannten Bauteile zusammen sich ergebende sog. „resultierende bewertete Schalldämm-Maß $R'_{w, res}$ “ soll bei Wohnräumen die in Tabelle 4 angegebenen Mindestwerte bei hohem Außenlärm aufweisen.

Ein Schrägdach mit 200 mm dicken Porenbeton-Dachplatten ergibt nach Messungen im Prüfstand die in Tabelle 5 genannten R_w -Werte.

Tabelle 5: Bewertetes Schalldämm-Maß R_w von Schrägdächern aus 200 mm Porenbeton der Festigkeitsklasse 3,3 und Rohdichteklasse 0,6

Dachausbildung	R_w in dB
ohne zusätzliche Dachhaut	47
mit Dachhaut aus Dachsteinen mit Mineralwolle 50 mm	58

Man erreicht mit Porenbeton-Dächern somit Dämmwerte, die wesentlich über den Anforderungen liegen. Sie können z. B. auch für Dächer in der Nähe von Flugplätzen angewandt werden.

3.5.2 Ebene Dächer

Sie interessieren vor allem auch für Industriebauten, wo die Lärmabstrahlung nach außen bei großem Innenlärm möglichst gering sein soll. Bei derartigen Dächern spielt, schalltechnisch eine auf dem Dach aufgebrachte zusätzliche Kiesschüttung eine große Rolle. Einerseits wirkt sich die größere Masse günstig aus, zum anderen die körperschalldämpfende Wirkung des losen Kiesel. Daneben ergibt sich allerdings bei hohen Frequenzen eine kleine Verschlechterung, bedingt durch Resonanzen in der Luftschicht zwischen den einzelnen Kieselsteinen (siehe näheres in [12]). Der letztgenannte Einfluss ist jedoch ohne praktische Bedeutung, weil bei den hohen Frequenzen eine Verbesserung in aller Regel nicht erforderlich ist. Durch eine Zwischenschicht aus Schaumstoffplatten zwischen Kiesschüttung und Porenbeton-Decke kann diese Verschlechterung im Übrigen völlig unterbunden werden. Messwerte aus einem Prüfstand (mit bauähnlichen Nebenwegen) sind in Tabelle 6 angegeben.

Größere Kiesdicken als 50 mm bringen keine Verbesserung der Schalldämmung der Decke mehr. Sofern nicht andere Gründe dafür sprechen, sollte auf sie verzichtet werden.

Tabelle 6: Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w von ebenen Porenbeton-Dächern der Festigkeitsklasse 3,3 und Rohdichteklasse 0,6 mit Kiesschüttung

Dicke der Porenbeton-Dachplatten in mm	Dicke der Kiesschüttung in mm	R'_w in dB
125	ohne	40
125	50	48
200	ohne	46
200	50	53

3.6 Trittschalldämmung von Porenbeton-Decken

Die Trittschalldämmung einer wohnfertigen Massivdecke ergibt sich nach DIN 4109 rechnerisch zu

$$TSM = TSM_{eq} + VM_E - 2dB$$

Dabei bedeuten:

TSM_{eq} : äquivalentes Trittschallschutzmaß der Rohdecke

VM_E : Verbesserungsmaß des schwimmenden Estrichs

-2 dB: Vorhaltemaß zur Abdeckung von Unsicherheiten der vereinfachten Rechnung

Nun ist in Abschnitt 2.4 schon ausgeführt worden, dass einschalige Porenbeton-Decken ein um etwa 8-10 dB ungünstigeres TSM_{eq} haben als übliche Massivdecken aus Normalbeton. Entsprechend geringer sind die erreichbaren Dämmwerte des Trittschallschutzmaßes der fertigen Decke. Man wird deshalb versuchen müssen, etwas mehr als bei normal-schweren Massivdecken für die Trittschalldämmung durch den schwimmenden Estrich zu tun. Dafür kommen in Frage:

a: eine etwas dickere Dämmschicht unter dem schwimmenden Estrich zu verwenden

b: wenn möglich, einen Teppichbelag als Gehbelag

c: eine unterseitige Verkleidung der Decke

Die gute Wirkung der letztgenannten Maßnahme ist schon in Abschnitt 2.4 besprochen worden. Eine Decke mit unterseitiger Verkleidung verhält sich bezüglich des Trittschallschutzes in etwa so, wie eine normalschwere Massivdecke. Die Verbesserung durch den schwimmenden Estrich ist der Tabelle 7 zu entnehmen.

Die Anforderungen von DIN 4109 - $TSM \geq 10$ dB - können auch ohne unterseitige Verkleidung erreicht werden. Wird ein erhöhter Trittschallschutz angestrebt, dann muss ein Teppichbelag zusätzlich verwendet werden. Die Anrechnung eines Teppichbelages ist nach DIN 4109 dann zulässig, wenn auch ohne diesen Belag die Anforderungen ($L_{n,w} \leq 53$ dB) bereits erfüllt werden.

Tabelle 7: Trittschallverhalten einer 200 mm dicken Porenbeton-Decke der Festigkeitsklasse 4,4 und Rohdichteklasse 0,7 im Prüfstand mit bauähnlichen Nebenwegen

lfd. Nr.	Schwimmender Estrich	Unterdecke	Trittschallschutzmaß*) TSM dB	bewerteter Normtrittschallpegel*) $L'_{n,w}$ in dB
1	ohne	ohne	-19	82
2	40 mm Zementestrich 35/30 mm ISOVER-Estrichdämmplatten	ohne	+14	49
3	ohne	mit 1 Lage Fasergipsplatten	-6	69
4	40 mm Zementestrich 35/30 mm ISOVER-Estrichdämmplatten	mit 1 Lage Fasergipsplatten	+19	44

*) 2 dB Vorhaltemaß nach DIN 4109 berücksichtigt.

Tabelle 8: Übersicht über das schalltechnische Verhalten von Häusern aus Porenbeton

Hausart	schalltechnische Beurteilung
Einfamilienhäuser (Decke und Wände aus Porenbeton)	keine Anforderungen nach DIN 4109; Verhalten so, daß nach DIN 4109, Beiblatt 2 ein „normaler Schallschutz“ vorliegt
Zweifamilienhäuser mit übereinanderliegenden Wohnungen	Anforderungen von DIN 4109 werden erfüllt, sofern gute schwimmende Estriche; Dämmstreifen zwischen Wänden und Rohdecke erwünscht
Doppelhäuser und Reihenhäuser (Decken und Wände aus Porenbeton)	sehr guter Schallschutz (erhöhter Schallschutz nach DIN 4109, Beiblatt 2), sofern doppelschalige Haustrennwände aus Porenbeton
Mehrfamilienhäuser (Decken und Wände aus Porenbeton)	Anforderungen von DIN 4109 werden erfüllt, wenn: - Dämmstreifen unter den Wänden - gute schwimmende Estriche - Wohnungs- und Treppenraumwände aus schweren Steinen mit biegesteifem Verbund zur Außenwand (eingenetet) oder zweischalige Ausführung
Mehrfamilienhäuser (nur Außenwände aus Porenbeton)	erhöhter Schallschutz nach DIN 4109, Teil 2 erreichbar, sofern die anderen Bauteile dies erlauben und biegesteifer Verbund von Wohnungstrennwand zur Außenwand vorliegt

4. Schalltechnisches Verhalten von Häusern aus Porenbeton

Porenbeton hängt, weil er spezifisch sehr leicht ist, etwas der Ruf an, dass er in schalltechnischer Hinsicht Probleme mache. Dies ist in einzelnen Fällen auch zutreffend. Andererseits gibt es auch Fälle, wo man es schalltechnisch mit Porenbeton besser machen kann.

Eine Übersicht, was man in verschiedenen Bauten erreichen kann, wird in der Tabelle 8 gegeben. Man sieht daraus, dass die Anforderungen von DIN 4109 erfüllt werden können, wenn auch im Mehrfamilienhaus bezüglich der Decken etwas knapp. Die Ursache liegt in der mäßigen Längsdämmung.

Als Beispiele seien anhand von Messergebnissen unmittelbar am Bau die hauptsächlich bei Porenbeton angewandten zwei Fälle des Zweifamilienhauses mit übereinander liegenden Wohnungen und das des Doppel- bzw. Reihenhauses behandelt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 9 und 10 zusammengefasst.

Tabelle 9: Schalldämmwerte eines Zweifamilienhauses; Decken und Wände aus Porenbeton; zwischen Rohdecke und Wänden Streifen aus Gummischrotmatten; Heizestriche mit Teppichbelag

lfd. Nr.	Bauteil	Messwert dB	Anforderung nach DIN 41 09 in dB
1	Luftschalldämmung der Decken R' _w	54	>52
2	Trittschalldämmung der Decken Trittschallschutzmaß TSM bewerteter Norm-Trittschallpegel L' _{n,w}	22	≥ 10
		41	≤ 53
Die Schalldämmung zwischen den Wohnungen genügt den Anforderungen von DIN 4109			

Tabelle 10: Schalldämmwerte eines Doppelhauses; Wände, Decken und Treppe aus Porenbeton; Heizestrich (mit Fliesen); Haustrennwand doppelschalig aus 175 mm Porenbeton; Messwerte am Bau

lfd. Nr.	Bauteil	Messwert dB	Anforderungen nach DIN 4109 dB	Richtwert für einen erhöhten Schallschutz dB
1	Haustrennwand bewertetes Schalldämm-Maß R' _w	≥67	57	67
2	Trittschallübertragung der Treppe Trittschallschutzmaß TSM bewerteter Norm-Trittschallpegel L' _{n,w}	34	≥ 10	≥ 17
		29	≤ 53	≤ 46
3	Trittschallübertragung der Decke mit hartem Belag (Fliesen) in das Nachbarhaus Trittschallschutzmaß TSM bewerteter Norm-Trittschallpegel L' _{n,w}	30	≥ 15	≥ 25
		33	≤ 53	≤ 38
Die Schalldämmung zwischen den Hauseinheiten entspricht insgesamt den Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz nach DIN 4109, Beiblatt 2				

5. Literatur

- [1] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, Ausgabe 11.1989 Anforderungen und Nachweise mit Beiblatt 1: Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren
Beiblatt 2: Hinweise für die Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich
- [2] Berger, R. „Über die Schalldurchlässigkeit“, Dissertation T. H. München, 1911
- [3] Gösele, K. „Verringerung der Luftschalldämmung von Wänden durch Dickenresonanzen“, Bauphysik 12 (1990), S. 187
- [4] Nutsch, J. „Wirtschaftlicher Schallschutz bei Reihenhäusern“, wksb20, (1986), S. 16
- [5] Gösele, K. „Verbesserung der Schalldämmung von zweischaligen Haustrennwänden“, Deutsches Architektenblatt (1992), S. 573
- [6] Gösele, K. „Berechnung der Luftschalldämmung von Massivbauten unter Berücksichtigung der Schall-Längsleitung“, Bauphysik 6, (1984), S. 79-84 und 121-126
- [7] Cremer, L. „Calculation of sound propagation in structures“ Acustica 3(1953)S. 317
- [8] Gösele, K. „Die Luftschalldämmung von einschaligen Trennwänden und Decken“, Acustica 20, (1968), S. 334
- [9] Cremer, H. und L. „Theorie der Entstehung des Klopfschalls“ Frequenz 1, (1948), S. 61
- [10] Gösele, K. „Zur Längsleitung über leichte Außenwände“, Bauphysik 12, (1990), S. 145
- [11] Gösele, K. und Kurz, R. „Schall-Längsdämmung von leichten, massiven Außenwänden bei übereinander liegenden Räumen“, Bauphysik 14 (1992), S. 33
- [12] Gösele, K. „Verbesserung von Dächern durch Kiesschüttungen“, Fortschritte der Akustik - DAGA 85

6. Anhang

BEGRIFFE

R Schalldämm-Maß der Luftschalldämmung von Bauteilen nach DIN 4109.

Bei der Messung zwischen zwei Räumen wird R aus der Schallpegeldifferenz D, der äquivalenten Absorptionsfläche A des Empfangsraumes und der Prüffläche S des Bauteils bestimmt:

$$R = D + 10 \lg S/A \text{ [dB]}$$

Das „Labor-Schalldämm-Maß“ R wird verwendet, wenn der Schall ausschließlich durch das zu prüfende Bauteil übertragen wird, z. B. in einem Prüfstand ohne Flankenübertragung nach DIN 52210 Teil 2.

R' Das „Bau-Schalldämm-Maß“ wird verwendet bei zusätzlicher Flanken- oder anderer Nebenwegübertragung.

R_w bewertetes „Labor-Schalldämm-Maß“ ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile, das sich aus dem Luftschallschutzmaß LSM nach der Beziehung:

$$R_w = \text{LSM} + 52 \text{ dB} = R_m + 2 \text{ dB}$$

ergibt.

R'_w bewertetes „Bau-Schalldämm-Maß“ in dB mit Schallübertragung über flankierende Bauteile.

LSM Das Luftschallschutzmaß wird dadurch gebildet, dass die gemessene Schallkurve nach DIN 52210 mit einer sog. Bezugskurve verglichen wird. Die Bezugskurve wird dabei so weit nach oben bzw. unten in ganzzahligen dB-Schritten verschoben, bis die Unterschreitung der Messkurve unter die verschobene Bezugskurve max. 2 dB erreicht.

R'_{w,R} Rechenwert des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes mit Schallübertragung über flankierende Bauteile nach DIN 4109.

R_L Schalldämm-Maß der Übertragung über Nebenwege, auch als Schall-Längsdämm-Maß bezeichnet.

R'_L Bau-Schall-Längsdämm-Maß.

R_{L,W} bewertetes Schall-Längsdämm-Maß einer Wand, gemessen im Prüfstand.

R_{L,V} = Schall-Längsdämm-Maß in vertikaler Richtung.

R'_{L,W} = bewertetes Bau-Schall-Längsdämm-Maß einer Wand.

D_v = Verzweigungsdämm-Maß nach DIN 52217 an der Stoßstelle Wand/Decke/Wand. Es gibt an, um wie viel der Schwingungsspiegel der Wand im darunter liegenden Raum (L_{v2}) geringer ist als im Raum, wo die Luftschallanregung erfolgt (L_{v1}):

$$D_v = L_{v1} - L_{v2}$$

TSM = Das Trittschallschutzmaß wird dadurch gebildet, dass die gemessenen Normschallpegelwerte nach DIN 52210 mit einer Bezugskurve verglichen werden. Die Bezugskurve wird dabei so weit verscho-

ben, bis sie die Messkurve im Mittel um nicht mehr als 2 dB überschreitet.

L_n Normtrittschallpegel.

Trittschallpegel unter einer Decke, beim Beklopfen mit einem Norm-Hammerwerk, wenn der Empfangsraum die Bezugsabsorptionsfläche A₀ = 10 m² hätte.

L_{n,w} bewerteter Normtrittschallpegel ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile:

$$L_{n,w} = 63 \text{ dB-TSM}$$

Zahlenmäßig ist L_{n,w} der Wert der entsprechenden DIN 52210 Teil 4 um ganze dB verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.

L'_{n,w} bewerteter Normtrittschallpegel mit Schallübertragung über flankierende Bauteile.

Zahlenmäßig ist L'_{n,w} der Wert der entsprechenden DIN 52210 Teil 4 um ganze dB verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.

ΔL_w Das Trittschallverbesserungsmaß einer Deckenauflage nach DIN 4109 ist die Angabe zur Kennzeichnung der Trittschallverbesserung einer Massivdecke durch eine Deckenauflage.

L'_{n,w,eq} Äquivalenter bewerteter Norm-Trittschallpegel nach DIN 52210 Teil 4 mit Flankenübertragung, zur Kennzeichnung des Trittschallverhaltens von Rohdecken.

TSM_{eq} Äquivalentes Trittschallschutzmaß für Rohdecken: TSM_{eq} = 63 dB - L_{n,w,eq}

VM Trittschallverbesserungsmaß einer Deckenauflage nach DIN 4109:

$$VM = \Delta L_w$$

m' flächenbezogene Masse der Wand oder Decke nach DIN 4109, ermittelt aus der Dicke der Wand und deren Rohdichte sowie ggf. Zuschlägen für ein- und beidseitigen Putz.

α_s Der Schallabsorptionsgrad nach DIN 4109 ist das Verhältnis der nicht reflektierten zur auffallenden Schallenergie.

α_s = 0 vollständige Reflexion

α_s = 1 vollständige Absorption