Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 88 (1970)

Heft: 36

Artikel: Schallschutz im Wohnungsbau: Bericht über Luftschall-Isolationsmessungen

Autor: Hottinger, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84608

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

88. Jahrgang Heft 36 SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG 3. September 1970

HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Schallschutz im Wohnungsbau

DK 534.6:728.2

Bericht über Luftschall-Isolationsmessungen von **R. Hottinger**, Gesundheitsinspektorat der Stadt Zürich

1. Einleitung

Mit der fortschreitenden Erhöhung des Wohnkomfortes sollte auch ein guter Schallschutz einhergehen; um so mehr, als eine Verlagerung vom Ein- oder Mehrfamilienhaus in den grossen Wohnblock festzustellen ist, in dem die Möglichkeiten der Geräuschstörungen vielfältiger werden. Diesem Bedürfnis entsprechend hat eine SIA-Kommission unter dem Vorsitz von Prof. *P. Haller* in mehrjähriger Arbeit die Empfehlung für «Schallschutz im Wohnungsbau» [1] erarbeitet und kürzlich veröffentlicht. Seit etwa vier Jahren führt das Gesundheitsinspektorat, zum Teil im Auftrag des Hochbauamtes der Stadt Zürich, periodisch, meist an Neubauten, bauakustische Messungen durch, deren Ergebnisse der erwähnten Kommission zur Verfügung gestellt wurden. Die SIA-Empfehlung weist ausser den Grundlagen der Akustik und den Grenzwerten auch Hinweise für die Planung und die Konstruktion auf. Ausführungsbeispiele sind aus verschiedenen Gründen nicht aufgeführt. Im Jahre 1968 hat der Verfasser über die Messergebnisse des Trittschallschutzes in Wohnbauten [2] berichtet, die sich allerdings auf die Anforderungen der der SIA-Empfehlung ähnlichen DIN-Norm bezogen. Dieser Beitrag wird vor allem der Luftschallisolation im Bau gemessener Wände und Decken gewidmet. Damit sollte den Architekten die Wahl der zur Erfüllung der SIA-Empfehlung nötigen Baumaterialien erleichtert werden. Die Güte des Schallschutzes in einem Gebäude richtet sich aber nicht nur nach der Art der verwendeten Materialien, sondern im wesentlichen auch nach den bautechnischen Massnahmen. Das schalltechnische Verhalten der einzelnen Bauteile wird danach beurteilt, wie sie durch Schall zu Schwingungen angeregt werden. Man unterscheidet zwischen Anregung durch Luft- und Körperschall; diese müssen durch unterschiedliche Mittel isoliert werden. Typische Körperschallerzeuger sind Hämmer, unsachgemäss montierte Motoren und Maschinen, Geräusche beim Schliessen von Türen und beim Begehen der Decke usw. Typische Luftschallquellen sind zum Beispiel Radio- und Fernsehapparate, Sänger, Streich- und Blasinstrumente. Über die Art der Messung und Beurteilung der Luftschallisolation wird im folgenden berichtet.

2. Art der Messungen

Die Messung der Luftschallisolation erfolgt nach der internationalen Empfehlung ISO R 140, die für vereinfachte Messungen im Bauwerk die Verwendung von Schallpegelmessgeräten mit 1/1- Oktavbandfiltern im Frequenzbereich von 125–2000 Hz zulässt. Als Schallquelle wird ein Rauschen, über einen Lautsprecher gesendet, empfohlen. Bild 1 zeigt die vom Gesundheitsinspektorat verwendete Messausrüstung. Sie besteht aus dem Tonbandgerät, dem Lautsprecher und einem Schallpegelmessgerät mit 1/1-Oktavbandfilter. Alle Geräte sind mit aufladbaren Akkumulatoren ausgerüstet, die ein netzunabhängiges Arbeiten ermöglichen. Vom Tonbandgerät wird das Rauschsignal auf den Lautsprecher übertragen, dessen Lautstärke so laut einreguliert wird, dass im Empfangsraum die fremden Geräusche bei allen Frequenzbereichen um mindestens 10 dB übertönt werden. Das folgende Prinzip wird bei einer Luftschall-Isolationsmessung angewendet: Das zu prüfende Bauelement (Wand, Decke oder Türe) befindet sich zwischen zwei Räumen. Auf der einen Seite, im Senderaum, wird mit einem Lautsprecher in Oktaven gefiltertes Rauschen erzeugt, so dass hier ein möglichst homogenes Schallfeld entsteht. Sowohl im Sende- als auch im benachbarten Empfangsraum werden an wenigstens vier Stellen die Oktavschallpegel gemessen, und aus diesen mittleren Schallpegeln wird die Schallpegeldifferenz D gebildet. Bei Prüfungen im Bauwerk wird die Messung meistens nur in einer Richtung vorgenommen. Diese Messwerte lassen sich nur mit Ergebnissen anderer Untersuchungen vergleichen, wenn die Schallschluckung im Empfangsraum sowie die Abmessung der Trennwand auf einen Normraum zurückgeführt werden. Für die Berechnung des Schalldämm-Masses R eines Trennelementes sind daher folgende Korrekturen vorzunehmen:

Bild 1. Instrumente zur Durchführung von Luftschallmessungen. Links oben Präzisions-Schallpegelmessgerät mit Oktav-Filter. Rechts oben Tonbandgerät zum Abspielen des Rausch-Signals. Unten mobiler Lautsprecher mit Verstärker und Akkumulatoren

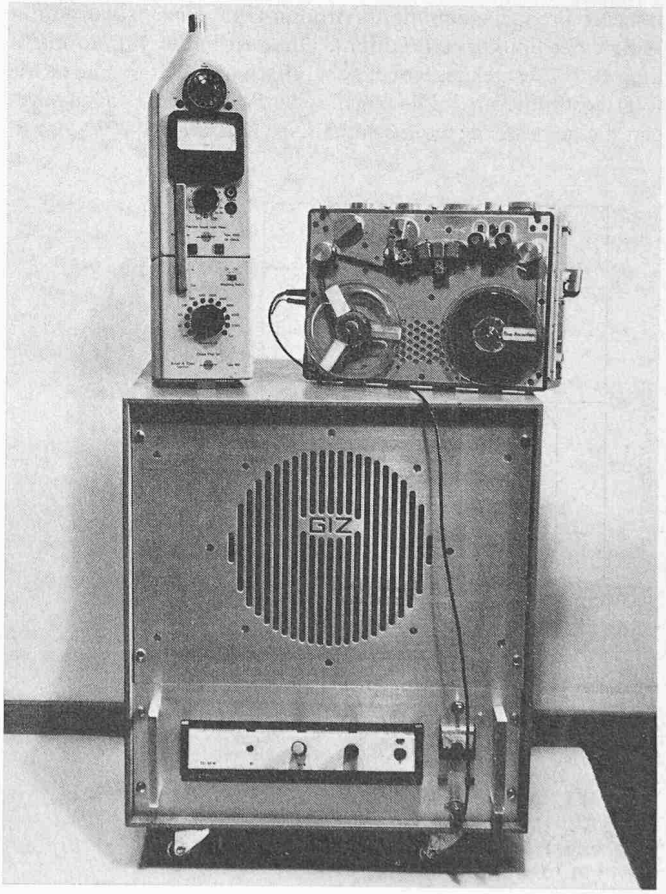


Tabelle 1. Grenzwerte für die Luftschallisolation (SIA-Empf.)

Objekt	Luftschall-Isolationsindex I_a in dB Mindest-anforderung	Erhöhte Anforderung
Wohnungstrennwände und -decken sowie Treppenhauswände	50	55
Wände und Decken zwischen verschiedenen Häusern bzw. Eigentumswohnungen	–	55
Trennwände und Decken zwischen Wohnungen und Gewerbebetrieben, Restaurants usw.	60	65

$$\text{Schalldämm-Mass } R = D + 10 \log \frac{S}{A_2},$$

wobei D = Schallpegeldifferenz zwischen den beiden Räumen, S = Fläche des Bauelementes in m², A_2 = Schallschluckfläche des Empfangsraumes in m².

Die Messungen im Bau, die üblicherweise gewisse Nebenwegübertragungen aufweisen, werden zur Unterscheidung von Labormessungen mit R' gekennzeichnet. Das A eines Raumes kann bei einiger Erfahrung abgeschätzt oder berechnet werden, genauer ist aber die Bestimmung mit Hilfe der Nachhallzeitmessung. Die Absorptionsfläche A_2 wird aus der Formel von Sabine bestimmt:

$$A_2 = \frac{0{,}163 \cdot V}{T},$$

wobei V = Raumvolumen in m³, T = Nachhallzeit in s.

Als Schallquelle kann hier ein abklingendes Rauschen oder ein Pistolenknall benützt werden.

3. Bewertung der Luftschallmessung

Da die Anforderung des Gehörs an die Schallisolation frequenzabhängig ist und zudem die Schalldämmung bei höherer Frequenz zunimmt, wird die Güte einer Isolation mit Hilfe einer Sollkurve bestimmt. Diese ist in der ISO-Empfehlung R 717 festgelegt, wobei der Luftschall-Isolationsindex wie folgt bestimmt wird: Die Norm- oder Sollkurve ist so lange gegen die gemessene frequenzabhängige Kurve (125–2000 Hz) R' zu verschieben, bis sie eine Abweichung von zusammen maximal 10 dB aufweist. Dabei darf die Differenz bei einer einzelnen Oktave 5 dB nicht übersteigen. Die dB-Zahl beim Schnittpunkt der verschobenen Normkurve mit der Frequenz 500 Hz entspricht dem *Luftschall-Isolationsindex* I_a.

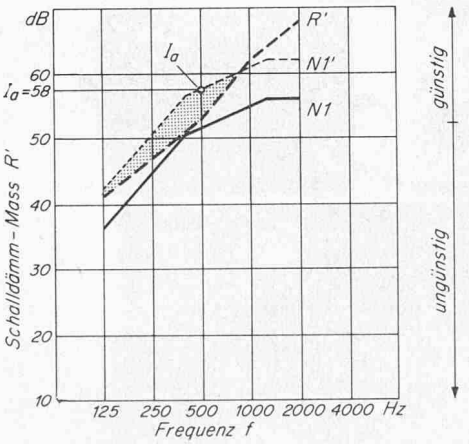


Bild 2. Bewertung einer Luftschall-Isolationsmessung gemäss ISO-Empfehlung R 717, am Beispiel einer 20-cm-Betonwand
Ergebnis: Luftschallisolationsindex I_a = 58 dB
Kurve N 1: Normkurve für die Luftschallisolation (ISO R 717)
Kurve N 1': Normkurve verschoben um 6 dB
Kurve R': Messkurve einer 20-cm-Betonwand
Gerasterte Fläche: Mittlere Abweichung (1+4+5) / 5 = 2 dB

Tabelle 2. Zusammenstellung der an Wohnungstrennwänden ermittelten Luftschallisolationen

Material der Wände	Wandstärke total cm	Messergebnisse I_a in dB Mittel	Maximum	Minimum	Anzahl Messungen
2.1 *Einschalige Wände*					
a) *Isolierstein*					
BN 15[1]) + Verp.	18	**49**	51	47	13
BN 18 + Verp. (Bild 4)	21	**50,5**	51	50	7
b) *Kalksandstein*					
KN 15 + Verp. (Bild 6)	18	**50**	53	47	22
KN 18 + Verp.	21	**52**	53	51	4
c) *Beton*					
B 14	14	**52**	—	—	1
B 15	15	**53**	55	50	10
B 16	16	**57**	59	54	3
B 18	18	**55**	60	51	8
B≧20 (Bild 2)	≧ 20	**61**	64	58	4
2.2 *Zweischalige Wände*					
a) *auf Stockwerkhöhe*					
KN 15/2,5 Gips (Bild 6)	22	**55**	55	55	2
Gips 10/6/1,8[2])	22	**52**	55	50	5
b) *Haustrennwand* [3])					
BN 12/2/BN 12 (Bild 7)	30	**58**	66	51	15
BN 15/2/BN 15	35				
KN 12/2/KN 12	30				
B 12/1/B 12	25	**59**	64	54	8
B 15/2/B 15	32				
B 18/1/B 18	37				
B 15/2/BN 15	34				

[1]) Bezeichnung gemäss SIA-Norm 113
[2]) Dreischalige Gipswand bestehend aus 10 G/2 Luft/6 G/2 Steinwolleplatte/1,8 G
[3]) /2/ = Wandabstand in cm, zum Teil Luft, zum Teil mit Hartschaumstoff

Bild 2 zeigt ein Beispiel, wie dieses I_a bestimmt wird. Die zulässigen Abweichungen der Messkurve zur verschobenen Normkurve (I_a=58 dB) betragen dabei 1+4+5=10 dB. Pro Oktave sind dies 10:5=2 dB. Die Luftschallisolation ist dabei um so besser, je grösser der Luftschall-Isolationsindex I_a ist. Ein Vergleich mit der deutschen Norm DIN 4109 [3] ergibt: Luftschallschutzmass LSM $\simeq I_a$–52 in dB.

Die Anforderungen an die Luftschallisolation richten sich nach den Gegebenheiten eines Baues. Die SIA-Empfehlung [1] enthält vorläufig erst Anforderungen für den Wohnungsbau, die dort in Tabelle 1 unter 2.3, «Grenzwerte für die Luft- und Trittschallisolation», aufgeführt sind. Es wird zwischen Mindestanforderungen und erhöhten Anforderungen unterschieden. Die Grenzwerte für Luftschallisolation sind auszugsweise in Tabelle 1 aufgeführt.

Bei diesen Grenzwerten konnten nicht nur die Wünsche der Bewohner, es mussten auch die technischen Möglichkeiten berücksichtigt werden, welche beim Luftschallschutz relativ eng begrenzt sind. An dieser Stelle ist festzuhalten, dass auch bei guter Isolation ausserordentlicher Schall, z.B. erzeugt durch laute Musikinstrumente, in fremden Wohnungen stören kann. In der SIA-Empfehlung sind nur Anforderungen zwischen verschiedenen Wohnungen enthalten. Innerhalb der Wohnung wird ein guter Schallschutz als unangemessen erachtet, da man sich normalerweise innerhalb einer Familie so

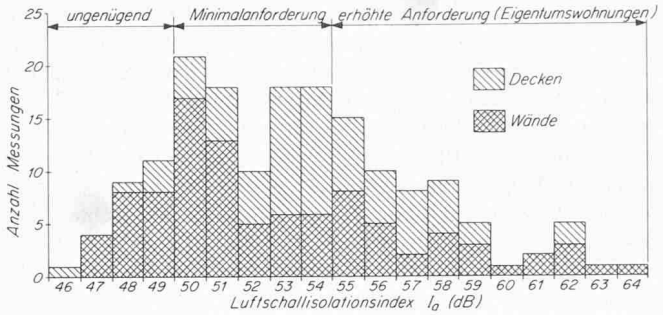


Bild 3. Luftschallisolations-Statistik von Wohnungstrennwänden und -decken, gemessen an Bauten

	Wände		Decken		Decken u. Wände	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Ungenügend	20	21	5	7	25	15
Minimalforderung	47	48	38	54	85	51
Erhöhte Anforderung	30	31	27	39	57	34
Messungen gesamt	97	100	70	100	167	100

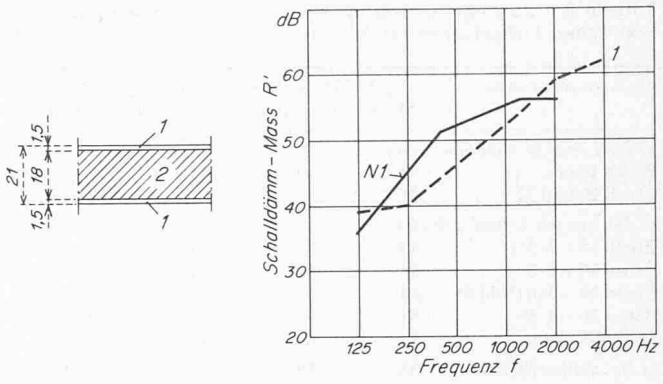


Bild 4. Verlauf des Schalldämm-Masses bei 18-cm-Isoliersteinwänden. Prüfschall Rosa-Rauschen; Empfangsfilter 1/1 Oktavband
Kurve 1: Messkurve, Luftschallisolationsindex $I_a = 50$ dB
Kurve N 1: Normkurve ISO R 717 ($I_a = 52$ dB)
1 Verputz 1,5 cm
2 Isolierstein 18 cm

organisieren kann, dass keine gegenseitigen Störungen entstehen. Zudem ist die Schallisolation der Zimmertüren schlechter als es die üblichen Zimmertrennwände sind.

4. Untersuchungsergebnisse

Im folgenden werden nur die vom Gesundheitsinspektorat der Stadt Zürich in Bauten ermittelten Messergebnisse veröffentlicht. Der Grossteil der Messungen wurde kurz nach Fertigstellung der Bauten durchgeführt; die gemessene Schallisolation kann sich gemäss SIA-Empfehlung 2.3.6 noch etwas verschlechtern.

Bild 3 zeigt eine Statistik von 167 gemessenen Wohnungstrennwänden und -decken. Davon sind 15% ungenügend, wobei der Anteil der Wände (21%) grösser ist als derjenige der Decken (7%). Dieser, die minimalen Werte der SIA-Empfehlung nicht erfüllende Anteil ist gering. Erhöhte Anforderungen werden von 34% der Wände und Decken erreicht. Einige Messungen (vor allem an Wohnungstrennwänden) mit sehr einflussreichen Schallbrücken sind nicht in der Statistik aufgeführt und auch nicht in den folgenden Tabellen enthalten.

4.1 Einschalige Wände

Die Luftschallisolation lässt sich theoretisch nach dem Massengesetz berechnen. Die mit Hilfe des Flächengewichtes ermittelten Schalldämmwerte liegen aber höher als die im Bauwerk gemessenen. Teilweise Schuld an dieser Verschlechterung trägt eine kritische Frequenz, in deren Bereich die Schalldämmung beeinträchtigt wird. Diese kritische Frequenz richtet sich nach dem Material und dem Flächengewicht (siehe *W. Furrer*, S. 193 und 194 [4]).

Tabelle 2 zeigt oben die Messergebnisse von einschaligen Isolierstein-, Kalksandstein- und Betonwänden verschiedener Dicke. Bei den Isolier- und Kalksandsteinwänden war, nach Angaben der Bauführung, jeweils ein Verputz von 1,5 cm vorhanden. Die Messergebnisse I_a sind in einem Durchschnittswert aus allen einzelnen Messungen gebildet. In den nächsten Kolonnen ist der gemessene Maximal- bzw. Minimalwert angegeben. Die letzte Kolonne gibt die Anzahl geprüfter Wände an, damit auf die Zuverlässigkeit des Mittelwertes geschlossen werden kann. Aus der Tabelle 2.1a ist ersichtlich, dass Wände aus 15 cm Isolierstein (Flächengewicht rund 250 kg/m²) durchschnittlich nicht ganz die in Tabelle 1 aufgeführten Mindestanforderungen erfüllen. Die übrigen gemauerten Wände erfüllen, wenn auch z.T. knapp, im Mittel die minimalen Grenzwerte. Ein genügend dicker Putz beidseits der gemauerten Wände ist für die Schallisolation äusserst wichtig. Messungen an Wänden mit Sparputz haben eine ungenügende Schallisolation ergeben und sind nicht in der Tabelle enthalten.

Bild 4 zeigt als Beispiel den mittleren Verlauf des Schalldämm-Masses, erhalten aus einigen Messungen an 18-cm-Isoliersteinwänden. Vor allem der Kurvenverlauf bei 250 und 500 Hz beeinträchtigt die Schalldämmung der Wand, welche ein $I_a = 50$ dB aufweist. Wie aus der Tabelle 2.1c hervorgeht, weisen Betonwände dank dem grossen Flächengewicht gute bis sehr gute Isolationswerte auf. Bei den 18-cm-Betonwänden liegt der Durchschnittswert tief wegen der relativ schlechten Isolation einiger Objekte (Undichtheiten). Einige Betonwände mit dem Luftschall-Isolationsindex $I_a = 51$ dB (Mindestanforderung erfüllt) weisen, unter anderen Mängeln, beim Wandanschluss an die Fensterfront eine Wärmeisolationsschicht auf, bestehend aus Mineralfaser- oder Korkplatten. Da diese Materialien leicht sind, weisen sie eine schlechte Schalldämmung auf und können infolge der relativ grossen Fläche (Isolationsstärke × Zimmerhöhe) eine gute Wandisolation spürbar verschlechtern. Die Wärmeisolation in der Aussenwand (Sandwich) ist akustisch günstiger, sofern auf Zimmerseite eine schwere Betonschale vorhanden ist. Über akustisch ungünstige Erscheinungen bei Wärmedämmschichten, innen an Aussenwänden angebracht, berichtete *K. Gösele* [5, 6].

Bild 2 zeigt den Verlauf der Schalldämmkurve *R'* in Funktion der Frequenz bei einer 20-cm-Betonwand. Die Abweichung der Kurve *R'* von der verschobenen Normkurve *N*1' ist bei 500 Hz am grössten. Dieser Frequenzbereich bestimmt hier weitgehend die Güte der Isolation ($I_a = 58$ dB).

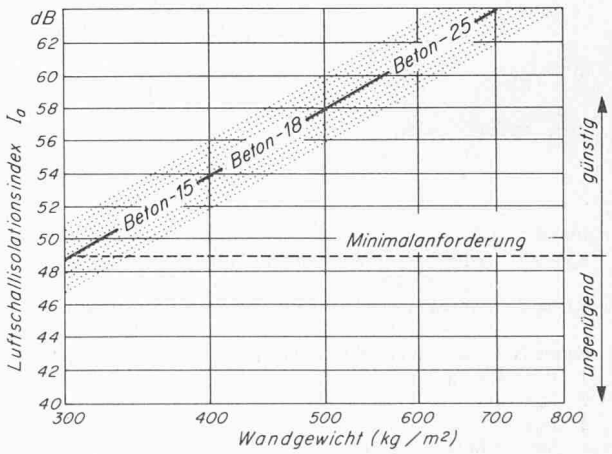


Bild 5. Luftschallisolation von einschaligen Betonwänden

Tabelle 3. Zusammenstellung der an Wohnungstrenndecken ermittelten Luftschallisolationen

Deckenkonstruktion	Messergebnisse I_a in dB Mittel	Maximum	Minimum	Anzahl Messungen
a) *Decken ohne Unterlagsboden*				
Beton 16 cm	**52**	53	52	2
Beton 20 und 22	**55**	57	54	2
b) *Decken mit Unterlagsboden*				
Beton 15+3–5[1])	**53**	57	50	6
Beton 16+3–6	**53**	59	46	37
Beton 18+3–6 (Bild 8)	**54**	57	49	8
Beton 20+4–6	**57**	62	53	15
Spezialdecken	**59**	62	58	4
c) *Holzbalkendecken*	**53**	59	49	8

[1]) 3–5 = Dicke des Unterlagsbodens in cm

Bild 5 stellt den mittleren Verlauf der Luftschallisolation in Abhängigkeit des Flächengewichtes bei einschaligen Betonwänden dar. Ein Vergleich mit den SIA-Grenzwerten (Tabelle 1) zeigt, dass erhöhte Anforderungen (I_a = 55 dB) ungefähr eine 18-cm-Betonwand und die Isolation zwischen Gewerbebetrieben und Wohnungen (I_a = 60 dB) eine rund 25 cm dicke Betonwand erfordern. Aus diesen Angaben ist ersichtlich, dass für sehr gute Luftschallisolationen grosse Wandgewichte erforderlich sind. Bei der Wahl von zweischaligen Wandkonstruktionen kann üblicherweise mit leichteren Elementen ein gutes Ergebnis erzielt werden, was nachstehend erläutert ist:

4.2 Zweischalige Wände

Zweischalige Wände nur in Zimmergrösse anzubringen, erzielt wegen Nebenwegübertragungen bei den Wandanschlussstellen nicht immer den gewünschten Erfolg. Solche Wandkonstruktionen sind deshalb nur selten anzutreffen. In Tabelle 2.2a ist eine Kalksandsteinwand KN 15 durch eine Vorsatzschale aus Gips von I_a = 50 dB auf 55 dB verbessert worden (Bild 6). Kurve 1 zeigt den Verlauf des Schalldämm-Masses *R'* der beidseitig verputzten 15-cm-Kalksandsteinwand mit dem Ergebnis I_a = 50 dB. Kurve 2 veranschaulicht das Ergebnis der Messung der gleichen Wand mit einer 2,5-cm-Gips-Vorsatzschale (Wand 2), das I_a = 55 dB ergeben hat. In Tabelle 2.2a ist ferner eine 3schalige Gipswand aufgeführt. Ursprünglich bestand diese Wohnungstrennwand aus je einer 6- und 10-cm-Gipsplatte ohne Dämmaterial im 2 cm breiten Zwischenraum. Die Messung hat ein I_a = 44 dB ergeben, was sowohl von uns als auch vom Bauherrn als ungenügend erachtet wurde. Durch eine zusätzliche biegeweiche Vorsatzschale aus einer 1,8-cm-Gipskartonplatte auf einer 2-cm-Mineralfaserplatte wurde im Mittel ein I_a = 52 dB erzielt. Bei der zweischaligen Wand, bestehend aus 6- und 10-cm-Gipsplatten, wurde übrigens ein akustischer Grundsatz missachtet, der besagt, dass mindestens eine Schale biegeweich (z.B. Kalkmörtel auf Putzträger, Gipskartonplatten) oder biegehart (z.B. Backstein mit Flächengewicht ≧ 200 kg/m²) sein sollte. Vereinzelt wurde bei unzweckmässigen Vorsatzschalen bzw. deren Dämmschicht keine Verbesserung der einschaligen Wand festgestellt. Gemäss *K. Gösele* [7] kann bei steifen Dämmschichten aus Holzwolle-Leichtbauplatten, Korkplatten, Hartschaumplatten usw. die Schalldämmung sogar schlechter ausfallen, als sie ohne die Vorsatzschale wäre. Diese Wirkung ist auf einen Resonanzeffekt zurückzuführen, bei dem die zu steife Dämmschicht als Feder, das Holz, der Putz oder der Gips als Masse wirkt. Diese Erscheinung tritt nicht auf, wenn die Platte nur lose anliegt oder wie im Beispiel des Bildes 6 an einer weich federnden Zwischenlage angeklebt ist.

Tabelle 2.2b zeigt einige Beispiele von schweren, doppelschaligen Wänden mit durch das Haus durchgehender Trennfuge. Der Zwischenraum ist teilweise mit Hartschaumplatten ausgefüllt, teilweise leer. Auf Grund der Messergebnisse können keine Rückschlüsse auf die Art der Isolation in der Trennfuge gemacht werden. Es ist aber anzunehmen, dass durch eine solche Isolationsschicht Schallbrücken, hergestellt durch den Mörtel, eher verhindert werden. Bei einigen Messobjekten konnte hingegen eine deutlich schlechtere Isolation der Doppelwände im Erdgeschoss gegenüber den oberen Stockwerken festgestellt werden, weil im Keller keine Trennfuge vorhanden war (Nebenwegübertragung). Bei den Messungen hat sich deutlich gezeigt, dass Undichtheiten bei Wanddurchbrüchen, Leitungsdurchführungen, ja sogar Fernsehkabelverbindungen die sehr gute Isolation der Doppelwände stark verschlechtern. In Tabelle 2.2b sind die Messergebnisse von ähnlichen Wandkonstruktionen zusammengefasst, um Zufälligkeiten einzelner Messungen auszuschliessen.

Als Beispiel einer Doppelwand, bestehend aus zwei schweren Schalen mit durchgehender Trennfuge, dient Bild 7, mit dem Ergebnis I_a=58 dB. Als Vergleich sei das Mess-

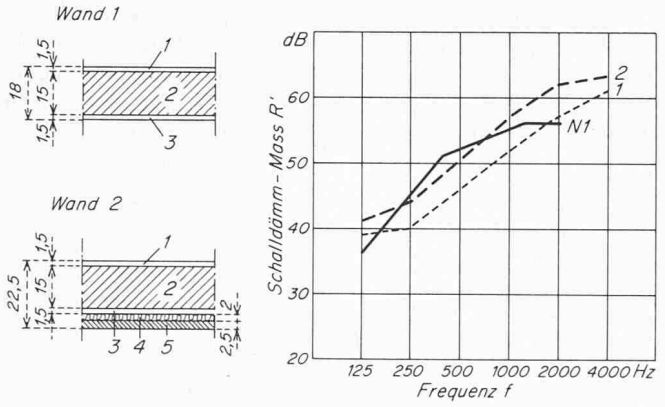


Bild 6. Verbesserung einer Kalksteinwand durch eine Vorsatzschale
Kurve 1: Messkurve der Wand 1, Luftschallisolationsindex I_a = 50 dB
Kurve 2: Messkurve der Wand 2, Luftschallisolationsindex I_a = 55 dB
Kurve N 1: Normkurve ISO R 717 (I_a = 52 dB)
1 Putz 1,5 cm
2 Kalksandstein 15 cm
3 Putz 1,5 cm
4 Steinwolleplatte 2 cm
5 Gipsplatte 2,5 cm

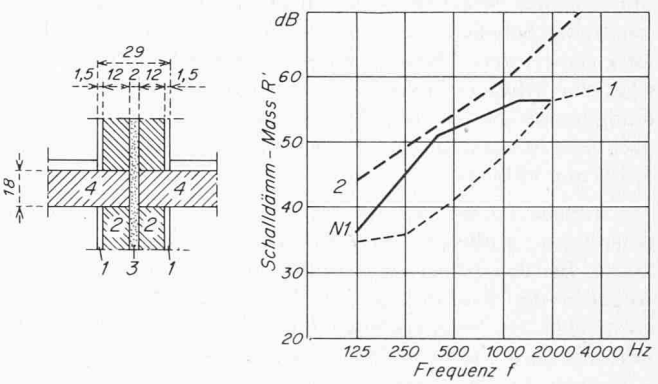


Bild 7. Luftschallisolation einer Backstein-Doppelwand im Vergleich zu einer einfachen Backsteinwand von 12 cm
Kurve 1: Messkurve Einfachwand BN 12, Luftschallisolationsindex I_a = 46 dB
Kurve 2: Messkurve Doppelwand, Luftschallisolationsindex I_a = 58 dB
Kurve N 1: Normkurve ISO R 717 (I_a = 52 dB)
1 Putz 1,5 cm
2 Backstein BN 12
3 Hartschaumplatte 2 cm
4 Betondecke 18 cm

ergebnis einer beidseitig verputzten 12 cm starken Backsteinwand angegeben (Kurve 1) mit $I_a = 46$ dB, während eine 25 cm starke Backsteinwand (B 25) ein $I_a = 53$ dB ergab. Es zeigt sich also, dass durch eine gleich schwere Doppelwand gemäss Bild 7 eine Verbesserung um einige Dezibel erzielt werden kann.

4.3 Luftschallisolation von Decken

In Tabelle 3 sind Messergebnisse, ermittelt an verschiedenen Deckenkonstruktionen, aufgeführt. Bei den Decken mit Unterlagsboden waren Ölpapier und verschiedene Trittschall-Isolationsmaterialien eingelegt (wie Korkschrot-, Reisspreu- und Kokosfasermatten sowie Mineral- und Glasfaserplatten). Der Einfluss des isolierten Unterlagsbodens (Trittschallisolation) ist bei Betondeckenstärken von 15 und 16 cm eindeutig zum Ausdruck gekommen. Bei diesen Betondecken ohne Isolation des Unterlagsbodens (Ölpapier) ist im Mittel ein $I_a = 51$ dB festzustellen. Bei Verwendung von sehr guten Trittschall-Isolationsmaterialien wurden $I_a = 55$ dB gemessen, womit eine Verbesserung um 4 dB entstanden ist. Bei dickeren Decken wurden bedeutend höhere Isolationswerte erreicht. So wurde bei 20 cm dicken Decken kein Unterschied zwischen isolierten und unisolierten Unterlagsböden mehr festgestellt. Ähnlich wie bei den nur auf Stockwerkhöhe ausgeführten Doppelwänden sind bei den doppelschaligen Decken die Nebenwegübertragungen sehr einflussreich. Die Luftschallisolation der Decken wird durch folgende Einzelheiten verschlechtert (eigene Erfahrung): Ungenügend abgedichtete Aussparungen für Zentralheizungsrohr-Durchführungen; in geringem Masse durch das Rohr selbst. Rauchabzug des im Wohnzimmer eingerichteten Cheminées. Schallübertragung durch den Lüftungskanal einer Kochstelle, die mit einem Wohn- oder Schlafzimmer in offener Verbindung steht. Nebenwegübertragung durch flankierende Wände (leichte Wände strahlen mehr Lärm ab als schwere). Bild 8 zeigt die Schallübertragung durch eine Decke in vertikaler und diagonaler Richtung. Es handelt sich hier um Betonwand- und -deckenelemente, die in einer Feldfabrik vorfabriziert wurden. Kurve 2 stellt das Schalldämm-Mass der üblichen Luftschall-Isolationsmessung dar, mit dem Ergebnis $I_a = 57$ dB. Um einen Vergleich mit jenem Messergebnis anstellen zu können, sind auch die Diagonalmessungen auf die gleiche Deckenfläche bezogen. Bei der Messung (gemäss Kurve 1) erhielt man das gleiche Ergebnis von $I_a = 57$ dB. Da hier zwischen Sende- und Empfangsraum überhaupt keine gemeinsame Deckenfläche besteht, hat die gesamte Schallübertragung durch Nebenwege stattgefunden, vermutlich zur Hauptsache längs der Decke. Auch die Abstrahlung der 8 cm starken Gipswand hat zur Schallübertragung beigetragen, was aus dem Vergleich mit der Messung Kurve 3 hervorgeht.

Messergebnisse von *Holzbalkendecken* sind in Tabelle 3 unter c) aufgeführt. Diese Decken wurden meistens in Umbauobjekten angetroffen, in denen oft der ganze Innenausbau mit den Wänden erneuert wurde, an den Decken selbst wurde aber aus naheliegenden Gründen wenig geändert. Um den äusserst schlechten Trittschallschutz zu verbessern, wurde meistens die Überkonstruktion erneuert und teilweise mit Spannteppichen überzogen. Zur Verbesserung der Luftschallisolation sind vereinzelte, abgehängte schalldämmende Schalen angetroffen worden. Die dadurch erzielte Verbesserung wurde nicht gemessen; sie dürfte aber infolge der meist starken Nebenwegübertragungen nicht gross sein.

4.4 Einige weitere Messungen der Luftschallisolation

An einigen Objekten durchgeführte Messungen der Luftschallisolation von Lüftungsschächten zwischen benachbarten WC- und Badzimmern haben im Frequenzbereich von 125 bis 4000 Hz im Mittel Schallpegeldifferenzen von rund 50 dB ergeben, wobei jeder einzelne Raum an einem Nebenzug von mindestens 1,5 m Länge angeschlossen war. Für solche Räume genügt diese Isolation, wobei dank den Türen die Schalldämmung in die benachbarten Wohn- und Schlafzimmer üblicherweise besser ist als diejenige der Decke oder Wände. Wie unter 4.3 erwähnt, ist daher der Luftschallübertragung durch Entlüftungsschächte bei Wohnküchen grössere Beachtung zu schenken. In der SIA-Empfehlung sind auch Grenzwerte für Wohnungsabschlusstüren enthalten, wobei als Mindestanforderungen $I_a = 20$ dB und als erhöhte Anforderungen $I_a = 25$ dB festgelegt sind.

Entsprechende Messungen (aus Schallpegeldifferenz 0,5 m vor und hinter der Türe gemessen) haben folgendes ergeben:

- 3 cm dickes Türblatt ohne Dichtung im Falz $I_a \cong 20$ dB;
- 3 cm dickes Türblatt, nur Schwelle ohne Dichtung $I_a \cong 25$ dB;
- 4–5 cm Türblatt, ringsum Falzdichtung und guter Anpressmechanik $I_a = 25$ bis 30 dB.

Es hat sich wiederholt gezeigt, dass die Herstellung einer einwandfreien Falzdichtung sehr schwierig ist. Bei 1-Raum-Wohnungen und bei Wohnungsabschlusstüren, die gleichzeitig Wohnzimmertüren sind, sollte nach Ansicht des Verfassers die Schallisolation mehr als 25 dB betragen, was eine sorgfältige Ausführung der Türe bedingt. Ähnlich wie bei den Türen, kann auch bei den Fenstern keine normgemässe, zuverlässige Messung durchgeführt werden. Einige Messungen an Fenstern mit Doppelverglasung haben ein $I_a \geqq 20$ dB ergeben und erfüllen damit die minimalen Anforderungen gemäss SIA-Empfehlung. Erhöhte Anforderungen ($I_a = 30$ dB) können nur durch eine Sonderkonstruktion erreicht werden, was kürzlich durchgeführte Messreihen der EMPA ergeben haben.

5. Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Wie die Tabellen dieses Berichtes zeigen, können die minimalen Anforderungen an die Luftschallisolation relativ leicht erfüllt werden. Wie sich aber gezeigt hat, treten im Fertigzustand häufig Mängel in der Bauausführung auf, deren Ursache oft nicht mehr feststellbar ist, welche aber bewirken können, dass die aufgeführten Durchschnittswerte nicht erreicht werden. Dies betrifft vor allem: Dichtung bei Wandanschlüssen und Rohrdurchführungen, Wärmeisolationsschicht bei der Fassade, längs der Aussenwand (zwischen den Wohnungen) durchlaufende Vorsätze aus Holz oder anderen dünnen, leichten Materialien. Bei vorfabrizierten Wand- und Deckenelementen ist auf ein zuverlässiges Vergiessen aller Fugen zu achten. Vorgefertigte Backstein-Wandelemente, wie auch die anderen gemauerten Wände, sollten beidseitig genügend dick verputzt sein. Lüftungsschächte und Cheminées sollten die Luftschallisolation der Decken nicht verschlechtern.

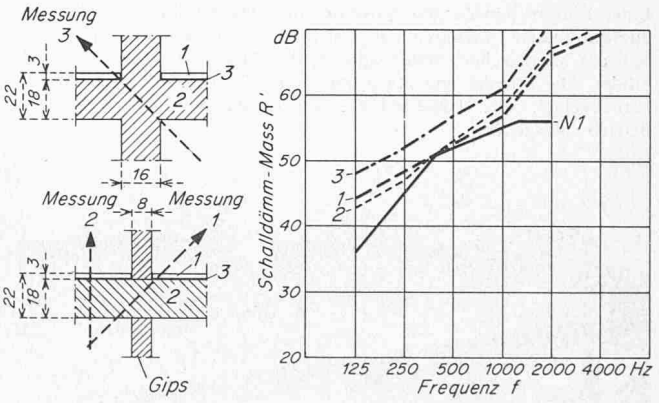


Bild 8. Einfluss der Nebenwegübertragung auf die Isolation einer Decke. Vertikal- und Diagonalübertragung des Luftschalls
Kurve 1: Messung 1, Luftschallisolationsindex $I_a = 57$ dB
Kurve 2: Messung 2, Luftschallisolationsindex $I_a = 57$ dB
Kurve 3: Messung 3, Luftschallisolationsindex $I_a = 61$ dB
Kurve N 1: Normkurve ISO R 717 ($I_a = 52$ dB)
1 Überzug 3 cm
2 Betondecke 18 cm
3 Ölpapier

Sind Schallisolationen für erhöhte Anforderungen oder Eigentumswohnungen nötig (I_a=55 dB), dann müssen die obigen Punkte noch strenger beachtet werden. Zudem können hier die Nebenwegübertragungen die Isolation stark beeinflussen, ja sogar begrenzen. Vor allem bei Backsteinbauten sind daher bei Wandisolationen von I_a > 55 dB durch das ganze Haus bis zur Fundation durchlaufende Doppelwände empfehlenswert. Vielfach herrscht die Meinung, dass durch Anbringen von schallabsorbierenden Materialien die Schalldämmung einer Wand verbessert wird. Derartige Materialien sind aber, für diesen Zweck eingesetzt, wirkungslos. Damit kann, über eine Verkürzung der Nachhallzeit, nur die Lautstärke in dem betreffenden Raum vermindert werden. Auch diese Wirkung ist bei reichlich möblierten Wohn- und Schlafzimmern gering.

Der vorliegende Beitrag erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit; viele weitere Einzelheiten, vor allem Hinweise für die Planung und Konstruktion, findet man in der SIA-Empfehlung unter Punkt 3 aufgeführt. Es ist dem Verfasser vor allem darum gegangen, die vom Gesundheitsinspektorat der Stadt Zürich ermittelten Messergebnisse allen Interessenten im Hinblick auf die festgesetzten Grenzwerte zugänglich zu machen. Das Gesundheitsinspektorat, als zuständiges Amt für Wohnhygiene, ist an möglichst guten Schallisolationen interessiert und deshalb bereit, Bauherren und Architekten bei Bauobjekten in der Stadt Zürich in bauakustischen Fragen zu beraten.

Adresse des Verfassers: *R. Hottinger,* Gesundheitsinspektorat der Stadt Zürich, Postfach, 8035 Zürich.

Literaturverzeichnis

[1] SIA-Empfehlung Nr. 181 «Schallschutz im Wohnungsbau», in Kraft seit 15. Mai 1970.
[2] *R. Hottinger:* Bericht über Messergebnisse des Trittschallschutzes in Wohnbauten. «Schweizerische Bauzeitung», *86* (1968), H. 16, S. 273–276.
[3] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau, September 1962.
[4] *W. Furrer:* Raum- und Bauakustik, Lärmabwehr. Basel 1961, Birkhäuser-Verlag.
[5] *K. Gösele:* Zum Schallschutz im Bauwesen. «Gesundheitsingenieur» *1967,* H.3.
[6] *K. Gösele:* Verringerter Schallschutz durch anbetonierte Dämmplatten. «Die Isolation» *1964,* H. 1, 2 und 3.
[7] *K. Gösele:* Der Stand des Schallschutzes im Wohnungsbau. «Heizung-Lüftung-Haustechnik» *1966,* H.1.

Eindrücke und Erlebnisse aus einer Reise nach Japan

DK 910.2

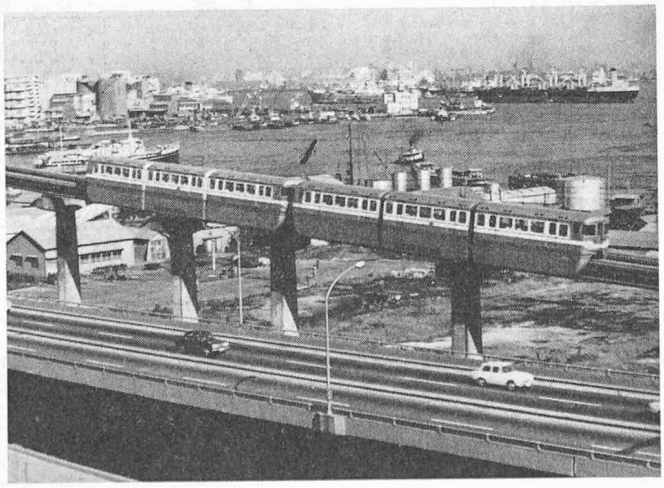
Von **M. Künzler,** Masch.-Ing. SIA, Zürich

Hierzu Tafeln 25 und 26

Eigentlich hätte dies ein Bericht über die diesjährige Weltausstellung in Osaka werden sollen. Einen solchen, besonders mit Blick auf die Technik zu verfassen, grenzt jedoch ans Unmögliche. Denn die Expo '70 ist, obwohl vereinzelt auch Erzeugnisse und Errungenschaften der Technik gezeigt werden, keine technische Messe. Jedes teilnehmende Land versucht vielmehr dort sich selbst, seine Eigenarten und Kultur, Tradition und Gegenwart, dem Besucher von der besten Seite her vorzustellen. Grenzen sollen für die Zeit eines Besuches oder für die Dauer der Ausstellung vergessen bleiben.

Progress and Harmony for Mankind, für eine geteilte, rassen-, grenzen- und machtbewusste Menschheit. Die Widmung der Ausstellung ist Symbol eines nur im Unterbewusstsein einiger Weniger, völlig bewusst jedoch von der grossen Mehrheit gehegten Wunsches; offensichtlicher Ausdruck der Hoffnung, der Begriff Harmony möge doch irgendwann – bald – einen Zustand darstellen.

Eine Einschienen-Zugskomposition der Haneda-Linie, welche den internationalen Flughafen von Tokyo mit dem Hamamatsucho-Bahnhof der japanischen Staatsbahn in der Stadtmitte von Tokyo verbindet. Die Strecke von etwas mehr als 13 km wird in 15 Minuten zurückgelegt. Die Haneda-Linie wurde im September 1964 dem Betrieb übergeben



Die Art, wie jedes Land versucht, sich vorzustellen, ist so vielfältig wie die Mentalitäten selbst: Sachlich durch Bilder, Statistiken und typische Gegenstände die einen, durch teils sachlich, teils phantastisch aufgezogene Tonbildschauen die anderen. Vielfach wird jeder Besucher eines gleichen Pavillons einen anderen Eindruck des betreffenden Landes bekommen, denn der Appell an das Subjektive herrscht vor, und der Mensch reagiert eben auf die Reize seiner Sinnesorgane durch ganz verschiedene Empfindungen. Schnelle Folgen thematisch unterschiedlicher Lichtbilder oder utopisch-phantastische Filme mit elektronischer Musik als Hintergrund lassen den Menschen oft die Halle mit dem Gefühl verlassen, er habe etwas oder alles verpasst, nicht verstanden. Empfindungen, geistige Zustände, oft Verwirrung werden durch Farben- und Tonreize erweckt. Denken ist überflüssig, die Gedanken wollen gelenkt werden. Bezeichnend für die Gegenwart – oder Vorahnung für die Zukunft?

Traurig mutet allerdings die teilweise spürbare Überheblichkeit an, welche das Ziel der stolzen Darstellung eigener grosser Leistungen bei weitem verfehlt und vom Besucher mehr als Ohrfeige aufgefasst werden kann: ich bin der Grösste, der Beste, der Einzige; alle anderen sind minderwertige, zufällige Erscheinungen, welche schlecht und unglücklich, vom Paradies verstossen, ein unscheinbares, unbekehrtes Dasein führen. Harmony in Anführungszeichen, Mankind auf das Ich bezogen.

Man sollte aber nicht von Ausnahmen sprechen, denn solche vermögen nichts am Gesamteindruck zu ändern. Dieser ist durchaus positiv, wenn auch vieles unerklärlich oder unverstanden bleibt. Guter Wille gegenüber dem Gastland und unter den Ausstellungspartnern herrscht vor und ist eindeutig erkennbar. Fest steht ausserdem, dass weder die Ausstellenden noch das veranstaltende Land – und ganz besonders dieses – an Mühe und Einsatz gespart haben, um dieses Zusammentreffen der Welt unter dem lobenswerten Motto zu ermöglichen.

Eine Aufzählung dessen, was jedes Land in Osaka dem Besucher widmet, wäre jedoch eintönig und würde Wiederholungen unvermeidlich machen. Zudem entspräche