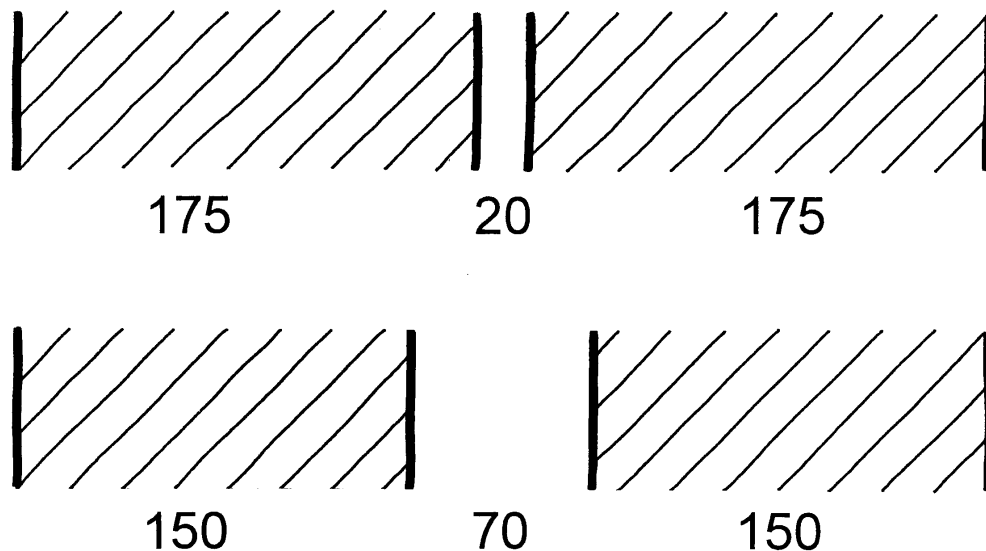


TAUBERT und RUHE GmbH
BERATUNGSBÜRO FÜR AKUSTIK UND THERMISCHE BAUPHYSIK
BERATENDE INGENIEURE VBI

Schallschutzprüfstelle DIN 4109, VMPA-SPG-136-97-SH
Mess-Stelle nach §§ 26, 28 BImSchG

Schallschutz von Haustrennwänden

Was ist erreichbar?
Was wird geschuldet?



Bickbargen 151 D-25469 Halstenbek Telefon 04101 4 65 25 Telefax 04101 4 30 75
E-Mail: carsten.ruhe@taubertundruhe.de Internet: www.taubertundruhe.de

Unsere Gutachten und Ausarbeitungen sind nur im Rahmen des erteilten Auftrages und für das bezeichnete Objekt bestimmt. Jede anderweitige Verwertung sowie Mitteilung oder Weitergabe an Dritte bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.

Amtsgericht Pinneberg HRB 1953
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Carsten Ruhe, Dipl.-Ing. Ulrich Taubert

Der angeblich mangelhafte Schallschutz doppelschaliger Haustrennwände ist Gegenstand häufiger Rechtsstreitigkeiten. Gutachter messen und bewerten dann vielfach nach eigenem Gutdünken, insbesondere wenn diese Fragestellung im Ingenieurbüro nur selten bearbeitet wird. Die TAUBERT und RUHE GmbH, Beratungsbüro für Akustik VBI, hat in den vergangenen Jahren zahlreiche Bauvorhaben planerisch und baubegleitend betreut und gemeinsam mit den beteiligten Projektentwicklern, Architekten, Tragwerksplanern und Bauunternehmen Erfahrungen gesammelt. Bereits 1988 entstand eine erste, inzwischen mehrfach erweiterte, Veröffentlichung über die Erfahrungen beim Bau "der dünnen Wände mit den dicken Fugen" und die dazu erhobene Statistik. An der neuesten bundesweiten Erhebung haben sich mehr als 30 Ingenieurbüros mit insgesamt mehr als 500 Messergebnissen beteiligt. Die statistische Auswertung zeigt deutlich, dass es nicht so sehr darauf ankommt, dicke und schwere Wände zu bauen, sondern dass die Breite und Qualität der Fuge entscheidend ist. In diesem Zusammenhang wird auch den Fragen nachgegangen, welche Schallschutzqualität geschuldet sein kann, ob zwei oder drei Schallschutzstufen sinnvoll sind und wie man diese festlegen sollte.

Schallschutzanforderungen: Zwei Regelwerke

DIN 4109 in der Fassung von 1989 benennt in Tabelle 3, Zeile 20, für Haustrennwände einen Anforderungswert $\text{erf.}R'_w = 57 \text{ dB}$, der gemeinhin als „Mindestanforderung“ bezeichnet wird. Im Beiblatt 2 zu DIN 4109, Tabelle 2, ist als Vorschlag für einen erhöhten Schallschutz das bewertete Schalldämm-Maß von $\text{erf.}R'_w \geq 67 \text{ dB}$ aufgeführt. Da das Beiblatt 2 nicht bauaufsichtlich eingeführt ist, wird öffentlich-rechtlich nur der Mindestschallschutz von $\text{erf.}R'_w = 57 \text{ dB}$ geschuldet.

Zivilrechtlich kann aber durchaus mehr gefordert sein. So heißt es z. B. in einem BGH-Urteil vom 14. Mai 1998 (Az: VII ZR 184/97):

Welcher Schallschutz geschuldet ist, ist durch Auslegung des Vertrages zu ermitteln. Sind danach bestimmte Schalldämm-Maße ausdrücklich vereinbart oder jedenfalls mit der vertraglich geschuldeten Auslegung zu erreichen, ist die Werkleistung mangelhaft wenn diese Werte nicht erreicht sind. Liegt eine derartige Vereinbarung nicht vor, ist die Werkleistung im Allgemeinen mangelhaft, wenn sie nicht den zur Zeit der Abnahme anerkannten Regeln der Technik als vertraglichem Mindeststandard entspricht.

Weiterhin heißt es in dem Urteil im Bezug auf die Schallschutznorm DIN 4109: *Die DIN-Normen sind keine Rechtsnormen, sondern private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter. Sie können die anerkannten Regeln der Technik wiedergeben oder hinter diesen zurückbleiben.*

In Bezug auf diesen geschuldeten Schallschutz schließt dieses Urteil nahtlos an den § 13 der VOB, Teil B an, wo es im Absatz 1 heißt: *Der Auftragnehmer übernimmt die Gewähr, dass seine Leistung zum Zeitpunkt der Abnahme*

- *die vertraglich zugesicherten Eigenschaften hat,*
- *den anerkannten Regeln der Technik entspricht und*
- *nicht mit Fehlern behaftet ist, die den Wert oder die Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder nach dem Vertrag vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern.*

Bereits in einem älteren BGH-Urteil hatte es geheißen:

Es ist derjenige Schallschutz geschuldet, der bei der vertraglich vereinbarten Bauweise - deren ordnungsgemäße Erfüllung vorausgesetzt - im Regelfalle erreichbar ist.

In allen drei Zitaten steht an oberster Stellen die vertragliche Vereinbarung des Schalldämm-Maßes (der zugesicherten Eigenschaften). Eine derartige vertragliche Vereinbarung, die (nach einer ausführlichen Erläuterung der Zusammenhänge) die Unterschriften beider Vertragspartner trägt, gilt als sogenannter „Urkundsbeweis“. Er genießt bei Rechtsstreitigkeiten die höchste Priorität.

Erst nachrangig werden die vertraglich geschuldete Ausführung oder die vertraglich vereinbarte Bauweise genannt und erst an dritter Stelle folgt dann der unbestimmte Rechtsbegriff der „allgemein anerkannten Regeln der Technik“. Deshalb tut jeder Bauwillige, jeder Planer und jeder Bauunternehmer gut daran, mit den Vertragspartnern den zu erzielenden Schallschutz ausdrücklich schriftlich zu vereinbaren, sei es als Angabe eines Zahlenwertes oder als Festlegung einer der drei Schallschutzstufen

SSt I (normaler Schallschutz)
SSt II (erhöhter Schallschutz) oder
SSt III (hoher Schallschutz)

Eine derartige Festlegung wird von den Bauunternehmern zur Zeit noch immer mit Unbehagen betrachtet, weil sie befürchten, dadurch auf einen bestimmten zu erzielenden Schallschutz „festgenagelt“ zu werden. Tatsächlich gibt aber die Festlegung auf eine Schallschutzstufe die Sicherheit, dass nicht nachträglich von den Vertragspartnern auch höhere Werte gefordert werden können, denn die Schallschutzstufen bilden abgeschlossene Klassen. Darüber hinaus lässt sich häufig bei der Erörterung des zu gewährleisteten Schallschutzes ein höherer Ertrag erzielen, weil die Käufer bereit sind, einen guten Schallschutz zu honorieren und weil darüber hinaus bei richtiger Bauweise ein guter Schallschutz nicht teurer wird als ein geringer. Guter Schallschutz bringt also keine Erhöhung der Kosten sondern der Erträge.

Die einzuhaltenden bewerteten Schalldämm-Maße von Haustrennwänden sowie die Norm-Trittschallpegel für Decken und Treppen, die von den Beratenden Ingenieuren für Akustik als allgemein anerkannte Regel der Technik angesehen werden, sind nicht in DIN 4109 sondern im Weißdruck der VDI 4100 [3] enthalten. Dieses mit der Norm konkurrierende Regelwerk wird zur Zeit mit dem Beiblatt 2 zu DIN 4109 [2] harmonisiert. In dem Entwurf der harmonisierten Fassung E DIN 4109-10 [4] sind diese Werte ohne Änderung in gleicher Weise wie in VDI 4100 aufgeführt. Er gilt als „derzeit letztgültige

Äußerung aus fachkundigem Munde“. Eine Übersicht für Doppelhäuser und Reihenhäuser zeigt die Tabelle 1.

Bauteil		SSt I	SSt II	SSt III
Haustrennwände	erf. R'_w	≥ 57 dB	≥ 63 dB	≥ 68 dB
Decken	erf. $L'_{n,w}$	≤ 48 dB	≤ 41 dB	≤ 34 dB
Treppen	erf. $L'_{n,w}$	≤ 53 dB	≤ 46 dB	≤ 39 dB

Tabelle 1: Schallschutzstufen nach VDI 4100 bzw. E DIN 4109-10 als allgemein anerkannte Regel der Technik für normalen, erhöhten und hohen Schallschutz

Die Schallschutzstufe SSt I ist identisch mit den (Mindest-Anforderungen) nach DIN 4109. Ein erhöhter Schallschutz von Reihenhaustrennwänden (SSt II) wird aber bereits mit erf. $R'_w = 63$ dB erreicht. Der „erhöhte Schallschutz nach Beiblatt 2“ von erf. $R'_w \geq 67$ dB ist aber mit dem neuerdings definierten „hohen Schallschutz“ SSt III von erf. $R'_w = 68$ dB gleichzusetzen. Statt des einen großen 10-dB-Sprungs gibt es in E DIN 4109-10 zwei Stufen um 6 dB bzw. 5 dB. Die Anwendung dieses Regelwerkes mit einer vertraglichen Vereinbarung führt also nicht nur zu einer Rechtssicherheit, sondern darüber hinaus auch zu einer sinnvollen Stufung.

Einflussgröße Flächengewicht

In DIN 4109, Beiblatt 1, Tabellen 1, 5, 6 und 8 sind die zu erwartenden Schalldämm-Maße von ein- und mehrschaligen Wänden in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse tabellarisch aufgeführt. Diese Abhängigkeiten sind in Bild 1 grafisch dargestellt. Deutlich ist zu erkennen, dass einschalige Wände niedrigere Schalldämm-Maße erzielen, als solche mit Vorsatzschale oder zweischalige Wände. Dabei ist die verbessernde Wirkung von Vorsatzschalen im Wesentlichen auf den Bereich geringer flächenbezogener Massen beschränkt. Dies ist dadurch begründet, dass bei schweren Trennwänden die Gesamtschalldämmung hauptsächlich durch die Schall-Längsleitung entlang flankierender Bauteile bestimmt wird.

Doppelschalige Haustrennwände sind notwendig

In Bild 1 sind als horizontale Geraden bei $R'_w = 57$ dB die Mindestanforderungen (SSt I), bei $R'_w = 63$ dB der Kennwert für einen erhöhten Schallschutz (SSt II) und bei $R'_w = 68$ dB der Kennwert für einen hohen Schallschutz SSt III) nach E DIN 4109-10 [4] ebenfalls eingetragen. Man sieht deutlich, dass ausreichend schwere einschalige Massivwände und Wände mit Vorsatzschale zwar die Mindestanforderung erfüllen können, dass sie aber die Empfehlung für einen erhöhten und hohen Schallschutz nur mit außerhalb der Tabelle liegenden flächenbezogenen Massen erreichen können, d. h. mit sehr großen Dicken. Vorsatzschalen sollten daher nur als eine Maßnahme zur nach-

träglichen Verbesserung des Schallschutzes bei bestehenden Wohngebäuden angesehen werden. Für eine Neuplanung sind sie fehl am Platze.

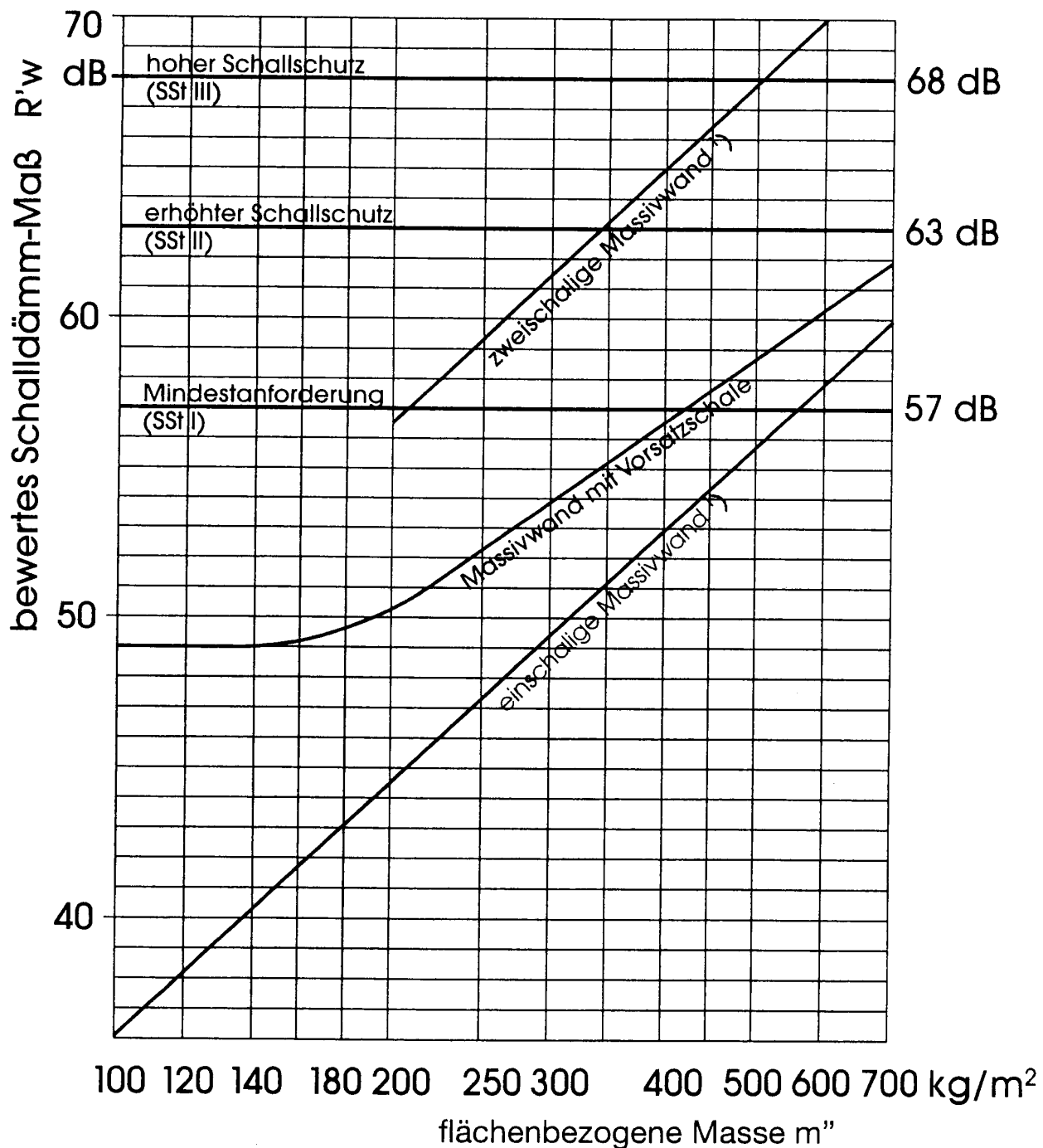


Bild 1: Zusammenhang zwischen flächenbezogener Masse m'' und bewertetem Schalldämm-Maß R'_w sowie Kennwerte der SSt I, SSt II und SSt III nach E DIN 4109-10

Der Einfluss des Schalenabstandes überwiegt den der Masse

In vielen Fällen haben Güteprüfungen, die als Abnahmemessungen oder bei Beschwerdefällen ausgeführt wurden, gezeigt, dass die aufgrund der flächenbezogenen Masse zu erwartenden Schalldämm-Maße von zweischaligen Haustrennwänden nicht erreicht werden. Diese Abweichungen konnten immer auf zu dünne Trennfugen, zu steife Dämmstoffe im Hohlraum oder insbesondere auf Schallbrücken zwischen den beiden Wandschalen (häufig im Bereich der Geschossdecken) zurückgeführt werden. Wenn derartige Mängel bestehen, lässt sich eine Sanierung im Fugenbereich nur sehr schwer ausführen und wird entsprechend kostenaufwändig. In diesem Sinne ist also die Planung und Ausführung der Gebäudetrennfuge von erheblicher Bedeutung. Dabei muss die Planung bereits die handwerkliche Ausführbarkeit berücksichtigen.

Für eine gute Schalldämmung muss die Doppelschalenresonanz der Haustrennwand möglichst tief (deutlich unter 100 Hz) liegen. Man erreicht dies durch möglichst große Wandgewichte und weiche Fugen. Die Resonanzfrequenz f_r errechnet sich aus der Federsteifigkeit der Fuge c (Luftfedersteifigkeit und Gefügesteifigkeit der Mineralwolleplatten) und der Massen der beiden Wandschalen m_1 und m_2 zu

$$f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{c \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

Wird die Dicke jeder Wandschale (also die Masse m) verdoppelt, so vergrößert sich die Wanddicke ganz erheblich, z. B. von 115 auf 240 mm oder von 175 auf 365 mm. Die Haustrennwand wird damit also sehr dick und die Resonanzfrequenz nimmt trotzdem nur um $1/\sqrt{2}$ ab. Vergrößert man aber die Fuge von der früher üblichen Dicke 20 mm auf z. B. 80 mm so wird die Wand lediglich um 60 mm dicker. Die Resonanzfrequenz wird jedoch um $1/\sqrt{4}$ kleiner, also halbiert. Aus diesem Grunde lohnt es sich also aus rein physikalischen Überlegungen, die Fugendicke zu vergrößern ohne an den Mauerwerksdicken etwas zu verändern, siehe hierzu Bild 2.

Darüber hinaus ist die größere Fugendicke auch aus handwerklichen Gründen sinnvoll, da bei 70 bis 80 mm dicken Fugen die Gefahr von ungewollt eingebauten Schallbrücken abnimmt. (Wie dick ist ein Maurerfinger?) Wenn man von einer ehemals 175/20/175 mm (370 mm) Doppelwand auf eine 150/70/150 mm (370 mm) Wand wechselt, spart man bei verbessertem Schallschutz sowohl Auflast für die Fundamente als auch Baukosten ein. Auch die Lohnkalkulation verändert sich wegen einfacherer handwerklicher Verarbeitung.

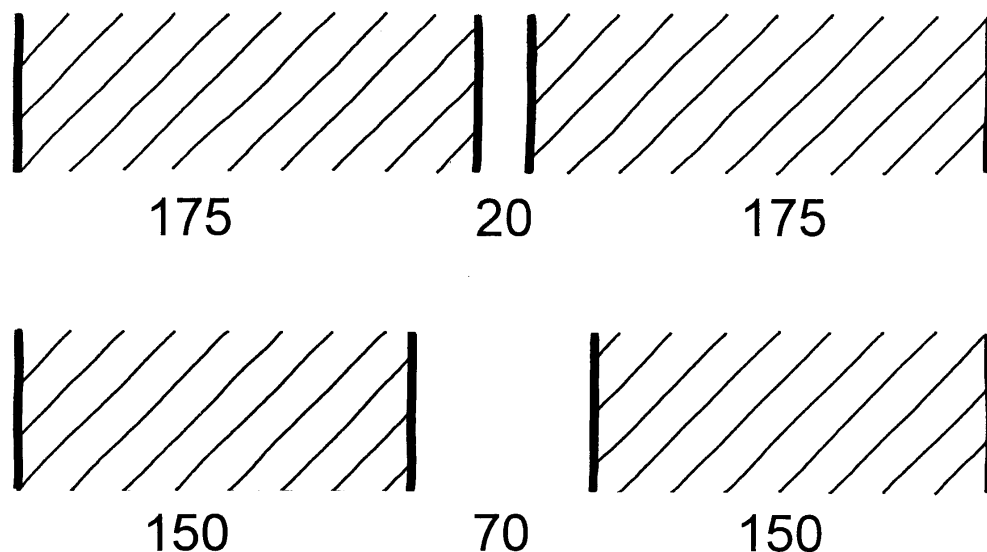


Bild 2: Unterschiedliche Wand- und Fugendicken bei gleicher Gesamtdicke

Hinweise zur Bemessung und zum Bauablauf

Die Haustrennwände sollten ausreichend, aber nicht übermäßig schwer sein. Bemessungshilfen liefert hier das Diagramm in Bild 1. Bei Mauerwerk der Rohdichteklassen $\geq 1,6 \text{ kg/dm}^3$ werden bereits bei Wanddicken von $2 \times 115 \text{ mm}$ günstige Werte von $R'_w = 65 \text{ dB}$ erreicht. In der Regel richtet sich dann die Wanddicke nicht mehr nach den akustischen sondern nach den statischen Erfordernissen.

Während früher bei Mauerwerk nur die Formate 115 mm und 175 mm Breite zur Verfügung standen, können jetzt mit Großformatsteinen auch 150 mm dicke Wandschalen hergestellt werden. Damit beträgt die gesamte Wanddicke einer Doppelhaustrennwand (ohne Putz) 370 mm .

Die wesentliche Einflussgröße für eine gute Schalldämmung ist die geringe dynamische Steifigkeit der Trennfuge und des Dämmstoffes. Hierzu gehört, dass die Fugenbreite mit etwa 50 bis 80 mm , besser (wegen der genormten Mauerwerksmaße) mit 70 bis 80 mm , bemessen wird. Eine Wandschale sollte vollflächig mit 40 mm dicken mineralischen Faserdämmplatten belegt werden. Nach DIN 4109, Beiblatt 1, 1989-11 sind Mineralfaser-Trittschalldämmplatten nach DIN 18165, Teil 2, Anwendungstyp T, zu verwenden. Nur dieser Trittschalldämmstoff unterliegt der Güteüberwachung im Hinblick auf die vorgegebene dynamische Steifigkeit. Darüber hinaus sind die Platten relativ stabil und feuchtigkeitsresistent, so dass auch ein gelegentliches Nassregnen während der Bauphase den Platten nicht schadet.

Die beiden Wandschalen werden in drei Arbeitsschritten errichtet. Zunächst wird eine Wandschale geschosshoch hergestellt und anschließend werden die Mineralfaserplatten z. B. mit Dünnbettmörtel befestigt. Nägel- oder Überbinder dürfen nicht zur Befestigung verwendet werden, da hierdurch wieder Schallbrücken entstehen können. Anschließend wird die zweite Wandschale in dem erforderlichen Abstand frei vor der ers-

ten aufgemauert. Hierbei ist eine Sichtkontrolle des Luftraumes bei ausreichend breiten Haustrennwandfugen leicht möglich.

Sicherheit bei der Ausführung

Obwohl es unter gewissen Bedingungen zulässig ist, sollte zur Vermeidung von Schallbrücken auf das Einlegen von Mineralfaserplatten nicht verzichtet werden. Nur so ist eine sichere Trennung der beiden Wandschalen zu gewährleisten. Bei dicken Fugen muss aber der Hohlraum nicht vollständig ausgefüllt sein (siehe Bild 3).

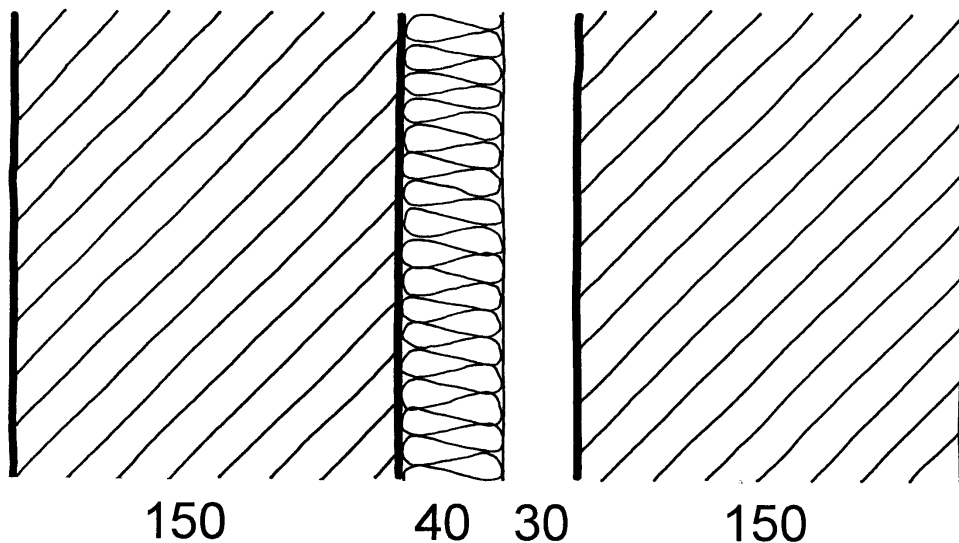


Bild 3: Mineralfaser-Hohlraumdämmung auf der gesamten Fläche. Bei Ausnutzung nur eines Teiles der Fugendicke ist eine Sichtkontrolle möglich.

Im Beiblatt 1 zu DIN 4109 heißt es unter der Ziffer 2.3.1 zur Wandausfüllung unter anderem:

Bei einer flächenbezogenen Masse der Einzelschale $\geq 200/\text{kg}/\text{m}^2$ und Dicke der Trennfuge ≥ 30 mm darf auf das Einlegen von Dämmschichten verzichtet werden. Der Fugenhohlraum ist dann mit Lehren herzustellen, die nachträglich entfernt werden müssen. Die nach den Abschnitten 2.3.2 und 2.3.3 zu ermittelnden oder angegebenen Schalldämm-Maße R'_{wR} setzen eine besonders sorgfältige Ausbildung der Trennfuge voraus.

Dieser Abschnitt des Beiblattes 1 ist in zweierlei Hinsicht mit Vorsicht zu betrachten. Er hat schon in mehreren Fällen zu erheblichen Rechtsstreitigkeiten geführt, weil nämlich:

1. die Herstellung von Trennwandfugen auf der Baustelle mit Lehren eher in den Bereich der theoretischen Wissenschaft als der handwerklichen Praxis gehört und weil
2. die Aussage, man dürfe auf das Einbringen von Mineralfaser-Dämmstoffen verzichten, sich (ohne das es an dieser Stelle ausdrücklich erwähnt wird) lediglich auf die Einhaltung der bauaufsichtlich verbindlichen SSt I Mindestanforderung nach DIN 4109) bezieht, nicht jedoch auf die SSt II oder sogar SSt III.

Güteprüfungen am Bau belegen, dass bei zweischaligen Haustrennwänden mit Fugendicken um 7 cm die Gefahr der Schallbrückenbildung sehr gering ist. Kalksandsteinwände mit dem Aufbau 115/70/115 mm wurden im Prüfstand mit einem bewerteten Schalldämm-Maß von $R'_w = 68$ dB gemessen. Die Güteprüfung an einer identischen Wand in einem ausgeführten Gebäude brachte wieder ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 67$ dB. Eine Doppelwand aus Stahlbetonfertigteilen mit dem Aufbau 150/70/150 mm erreichte wegen der höheren flächenbezogenen Masse bei der Güteprüfung ein bewertetes Schalldämm-Maß von $R'_w = 69$ dB. Auch für zweischalige Leichthochlochziegel- und Porenbetonwände wurden im Verhältnis zur Masse sehr günstige Messwerte ermittelt.

40 mm dicke Mineralfaserplatten sind ausreichend

Auch bei Fugendicken von 70 bis 80 mm ist es aus schalltechnischer Sicht ausreichend, wenn 40 mm dicke Mineralfaserplatten in den Hohlraum vollflächig eingebracht werden. Bei gängigen Trittschalldämmplatten beträgt die maximale Lieferdicke $d_L = 40$ mm. Wollte man den Hohlraum trotzdem auf voller Breite ausfüllen, so müsste das Material doppelagig angebracht werden. Mechanische Befestigungen erhöhen dann die Gefahr der Schallbrückenbildung.

Weitere Hinweise zur Ausbildung der Deckenfuge, der Trennfuge im Bereich der Außenwand, im Anschluss an das Dach sowie an die Gebäudesohle mit und ohne Keller und schließlich auch für die Errichtung mehrerer Häuser auf einer gemeinsamen Wanne aus WU-Beton sind der Veröffentlichung [5] zu entnehmen. Auch der Frage wie sich Schwächungen im Wandaufbau z. B. durch den Einbau von Steckdosen auswirken, wird dort nachgegangen. Weiterhin enthält diese Veröffentlichung Hinweise für zweischalige Ortbetonwände.

Statistische Erhebungen zum Schallschutz

Im Herbst 2002 wurde durch den Verfasser eine Umfrage unter den VMPA-Schallschutzprüfstellen begonnen mit der Bitte, Messergebnisse von ausgeführten Bauten für eine statistische Erhebung des derzeitigen Standes zur Verfügung zu stellen. Die Messergebnisse sollten nicht älter als 5 Jahre sein. Dazu war anzugeben, ob es sich nach Einstufung der Prüfstelle um Haustrennwände ohne oder mit Mängeln handelt. Weiterhin wurden die Wanddicken, die Wandbaustoffe und die Fugenbreiten abgefragt und es wurde auch erfasst, ob die Gebäude mit oder ohne Keller ausgeführt wurden. Um bei Gebäuden ohne Keller auch feststellen zu können, ob die Wand mit Ausnahme der „Schallbrücke in der Erdgeschoss-Sohle“ ansonsten mangelfrei ist wurde bei den Messergebnissen auch nach Erdgeschoss einerseits sowie Ober- und Dachgeschoss andererseits unterteilt.

An der Auswertung haben sich bisher 35 Beratende Ingenieure mit VMPA-Schallschutzmessstellen und Prüfinstitute mit über 530 Einzelmessergebnissen beteiligt. Die Gesamtanzahl erscheint zunächst recht groß. Dennoch gibt es für einige Kom-

binationen der Parameter noch immer zu geringe Stichprobenanzahlen. Obwohl die Umfrage „eigentlich“ beendet ist, kann man den Fragebogen für Ergänzungen noch von www.taubertundruhe.de herunterladen. Die Sammlung der Messergebnisse ist durchaus noch erweiterbar und alle Schallschutzprüfstellen, die bisher noch keine Ergebnisse eingereicht haben, sind aufgerufen sich zu beteiligen!

Die Übersicht über einige erste Auswertungen zeigt die Tabelle 2. Bezieht man ohne Unterscheidung, ob es sich um mangelfreie oder mangelhafte Wände handelt, alle Messergebnisse in die Mittelwertbildung ein, so errechnet sich aus 535 Stichproben ein Mittelwert von $R'_w = 62,4 \text{ dB} \pm 6,3 \text{ dB}$. Damit liegt dieser Mittelwert bei etwa $R'_w = 63 \text{ dB}$ entsprechend der SSt II. Vermindert um die Standardabweichung ergibt sich die untere Grenze recht genau entsprechend der SSt I mit $R'_w = 57 \text{ dB}$ und erhöht um die Standardabweichung entspricht der obere Grenzwert der SSt III mit $R'_w = 68 \text{ dB}$.

Sortier-Kriterium	Mittelwert	Standardabweichung	Minimalwert	untere Grenze	obere Grenze	Maximalwert	Anzahl Stichproben
alle Messergebnisse	62,4 dB	$\pm 6,3 \text{ dB}$	42 dB	56,1 dB	68,6 dB	77 dB	535
alle mit Mangel	58,0 dB	$\pm 5,1 \text{ dB}$	42 dB	52,9 dB	63,1 dB	72 dB	227
alle ohne Mangel	65,7 dB	$\pm 5,0 \text{ dB}$	50 dB	60,7 dB	70,6 dB	77 dB	302
ohne Mangel schwer	66,8 dB	$\pm 4,6 \text{ dB}$	56 dB	62,1 dB	71,4 dB	77 dB	217
ohne Mangel leicht	62,8 dB	$\pm 4,7 \text{ dB}$	50 dB	58,1 dB	67,5 dB	75 dB	85
ohne Mangel mit Keller	66,0 dB	$\pm 4,4 \text{ dB}$	53 dB	61,6 dB	70,4 dB	77 dB	99
ohne Mangel ohne Keller	62,5 dB	$\pm 2,8 \text{ dB}$	57 dB	59,7 dB	65,3 dB	71 dB	59
ohne Keller schwer	63,4 dB	$\pm 2,5 \text{ dB}$	57 dB	61,0 dB	65,9 dB	71 dB	36
ohne Keller leicht	61,0 dB	$\pm 2,6 \text{ dB}$	57 dB	58,4 dB	63,6 dB	67 dB	23

Tabelle 2: Übersicht der statistischen Auswertungen von 535 Messergebnissen zur Schalldämmung von Haustrennwänden.

Bezieht man in die Auswertung nur die Wände ein, die nach Aussage der Prüfinstitute keine schalltechnischen Mängel aufweisen, so erhöht sich der Mittelwert um 3,3 dB und die Standardabweichung geht auf $\pm 5 \text{ dB}$ zurück. Die Prüfinstitute wurden gebeten, selbst eine Einschätzung vorzunehmen, ob die von ihnen geprüften Wände mangelfrei

oder mangelbehaftet waren. Diese Angaben wurden vor der statistischen Auswertung nicht weiter untersucht. Insofern bleibt unbekannt, warum in zwei Fällen Wände mit $R'_w = 50$ dB bzw. $R'_w = 53$ dB als „mangelfrei“ gekennzeichnet wurden. In Bild 4 sind die Verteilungsfunktionen der Messergebnisse einander gegenübergestellt. Deutlich ist die im gesamten Häufigkeitsbereich gleichmäßige Verschiebung um etwa 7 dB zu erkennen. Beide Verteilungsfunktionen verlaufen - um diesen Betrag verschoben - etwa parallel.

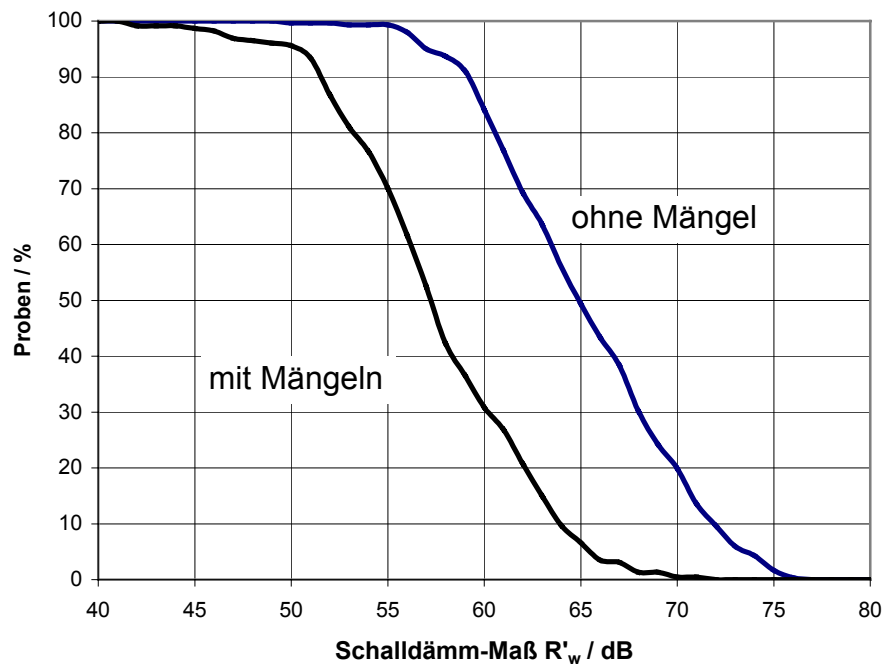


Bild 4: Verteilungsfunktionen für alle Stichproben

302 Stichproben wurden an Wänden erhoben, die als mangelfrei bezeichnet wurden. Sie teilen sich auf in 317 Wände aus schweren Wandbaustoffen (Beton, Kalksandstein o. ä.) und 85 Wänden aus leichten hochporosierten Baustoffen (Porenziegel, Porenbeton, Beton mit Leichtzuschlägen o. ä.). Die Mittelwerte von $R'_w = 66,8$ dB \pm 4,6 dB im Fall der schweren Wände und von $62,8$ dB \pm 4,7 dB bei den leichten differieren im gesamten Häufigkeitsbereich um etwa 4 dB, siehe Bild 5. Interessant ist aber, dass auch bei den leichten Baustoffen in Einzelfällen Schalldämm-Maße bis $R'_w = 75$ dB gemessen wurden. Offenbar gibt es hier mehr Einflussgrößen als nur das Wandgewicht. Bei der hier vorliegenden Auswertung wurde noch nicht nach Fugenbreiten und Dämmstoffarten im Fugenhohlraum unterschieden. Möglicherweise ließen sich daraus weitere Erkenntnisse ableiten.

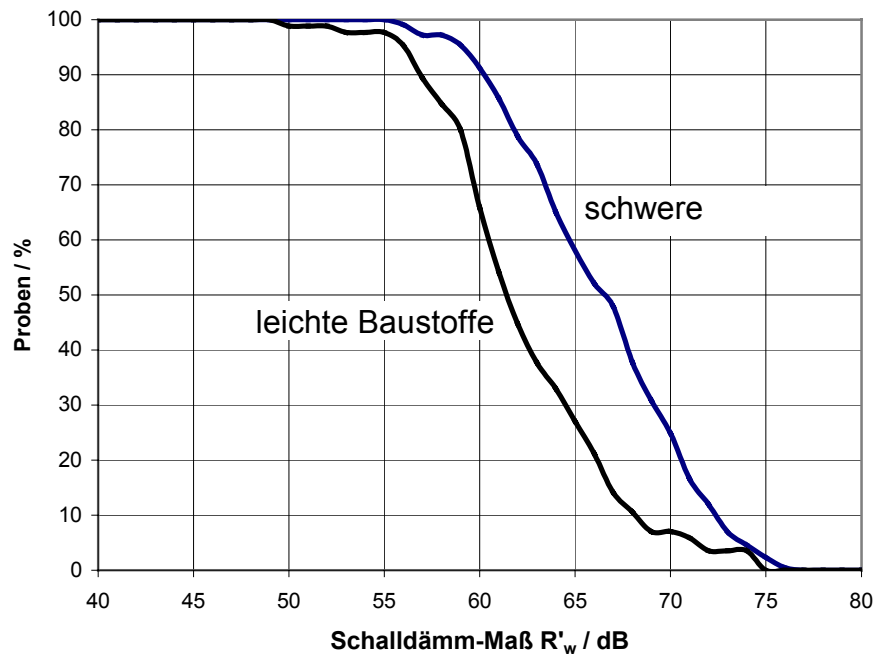


Bild 5: Verteilungsfunktionen für die Stichproben ohne Mängel

Verzicht auf Keller

Haustrennwände von mangelfreien Gebäuden mit Keller erreichen im Erdgeschoss im Mittel das bewertete Schalldämm-Maß $66,0 \pm 4,4$ dB. Bei den Gebäuden ohne Keller verringert sich dieser Wert auf $63,5 \pm 2,8$ dB. Bild 6 zeigt, dass diese Kurve wesentlich steiler verläuft als bei den Gebäuden mit Keller, was sich auch in der geringeren Standardabweichung ausdrückt. Während bei den Gebäuden mit Keller maximale Schalldämm-Maße bis $R'_w = 77$ dB gemessen wurden, wurde ohne Keller als Maximum $R'_w = 71$ dB erreicht. Ganz wichtig ist aber die Erkenntnis aus insgesamt 59 Messergebnissen an mangelfreien Haustrennwänden ohne Keller, dass im Erdgeschoss der Wert von $R'_w = 57$ dB (Mindestanforderung nach DIN 4109 bzw. SSt I), nicht unterschritten wird. Der Mindestschallschutz wird also erfüllt, jedoch sind die Messergebnisse im Allgemeinen im Erdgeschoss nicht so gut wie bei Gebäuden mit Keller.

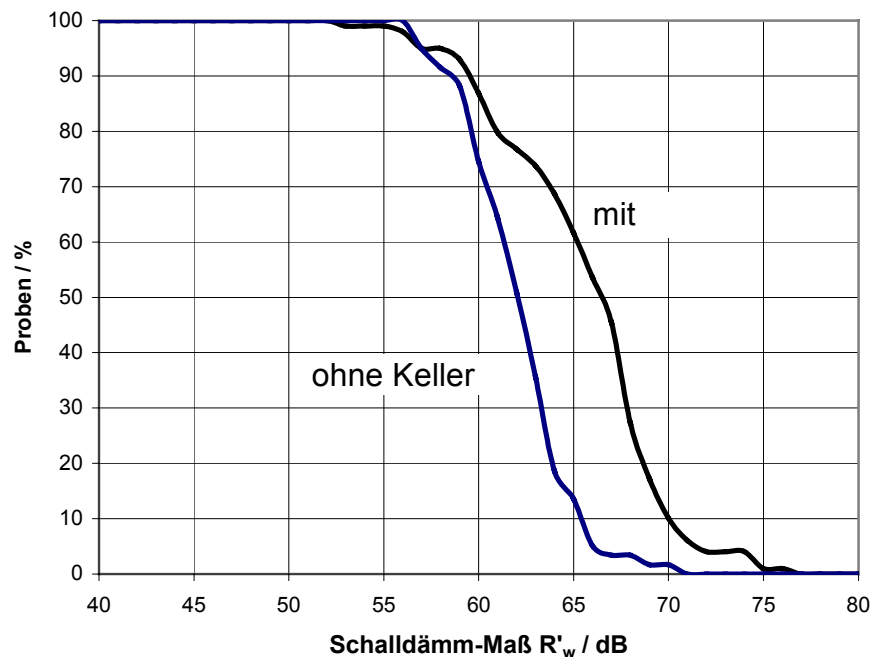


Bild 6: Verteilungsfunktionen für die Stichproben ohne Mängel, nur Messungen im EG

Einfluss der Wandgewichte bei Häusern ohne Keller

Entsprechend Tabelle 2 unterscheiden sich die Mittelwerte für schwere und leichte Wandbaustoffe bei Gebäuden ohne Keller um 2,4 dB wobei die Standardabweichung in beiden Fällen etwa $\pm 2,5$ dB beträgt. Die Verteilungsfunktionen verlaufen entsprechend Bild 7 wieder weitgehend parallel. Allerdings liegen hier mit 36 und 23 überprüften Wänden relativ geringe Stichprobenanzahlen vor.

Interessant ist der Vergleich der Messergebnisse an schweren Wänden in Gebäuden ohne Keller mit der Gesamtheit aller 217 Messergebnisse an schweren Wänden unabhängig davon, ob es sich um Gebäude mit oder ohne Keller und ob es sich um Messungen im Erdgeschoss oder einem der Obergeschosse handelt. Zwischen den Mittelwerten liegt nur eine Differenz von 3,4 dB vor (66,8/63,4). Aber die Standardabweichung ist bei allen Messergebnissen insgesamt fast doppelt so groß wie wenn man nur die Messergebnisse im Erdgeschoss von Gebäuden ohne Keller betrachtet. Dadurch unterscheiden sich die unteren Grenzwerte nur um etwa 1 dB (62,1/61,0) die oberen jedoch um 6 dB (71,4/65,9).

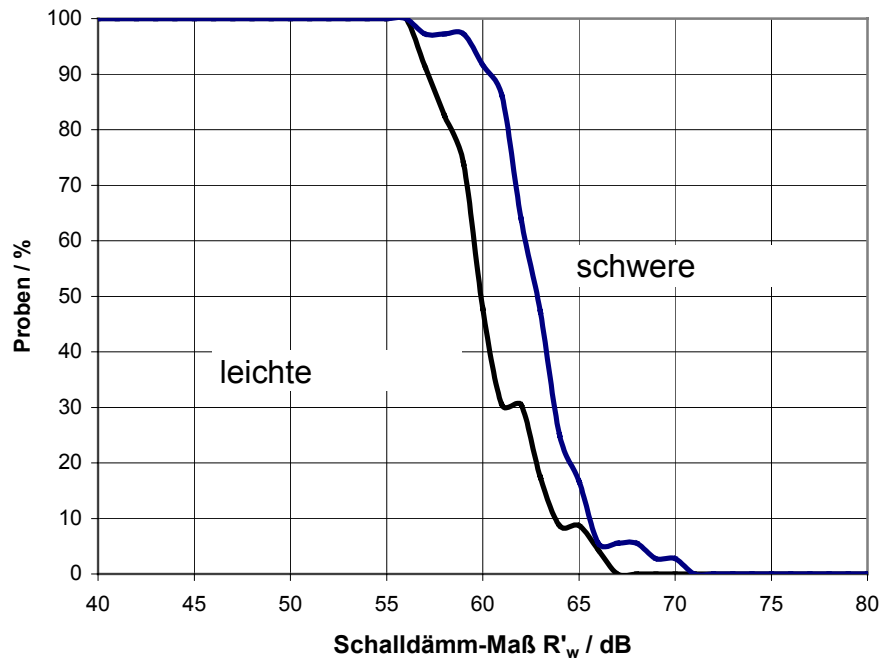


Bild 7: Verteilungsfunktionen für die Stichproben ohne Mängel, nur Messungen im EG bei Häusern ohne Keller

Welcher Schallschutz kann erreicht werden?

Die nachfolgenden Aussagen beziehen sich ausschließlich auf die Messergebnisse an Wänden, die nach Aussage der Prüfinstitute mangelfrei waren (wobei dies offenbar für einzelne Messergebnisse nicht stimmt). Mit einem Mittelwert von $65,7 \pm 5,0$ dB werden in sehr vielen Fällen die Anforderungen nicht nur nach SSt I sondern auch nach SSt II erfüllt. Dies gilt mit einem Mittelwert von $62,8 \pm 4,7$ dB auch für die Wände aus leichten Baustoffen. Der Mittelwert entspricht der SSt II und der untere Grenzwert ist größer als SSt I. Insofern kann man wohl davon ausgehen, dass Wände, die $R'_w = 57$ dB entsprechend SSt I nicht erreichen, handwerklich falsch ausgeführt oder sogar planerisch falsch dimensioniert sind. Hier wird es (bei einer größeren Stichprobenzahl als sie bisher vorliegt) interessant werden, auch nach den Fugenbreiten und Fugendämmstoffen zu differenzieren. Generell lässt sich aber bereits jetzt aus den Messergebnissen feststellen, dass die günstigsten Werte mit Fugenbreiten von 40 mm und mehr und mit Mineralfaserdämmstoff im Fugenhohlraum erreicht wurden. Dies stimmt mit der obigen Beschreibung der prinzipiellen Zusammenhänge überein. Die „mittlere Art und Güte“ ist bei etwa $R'_w = 63$ dB anzusetzen.

Schalldämm-Maße von $R'_w = 68$ dB und mehr sind bei mangelfrei ausgeführten Wänden (auch bei leichten Baustoffen) nicht selten. Wenn die SSt III zwischen Planer und Bauherren bzw. auch mit dem Bauunternehmer vereinbart werden soll, so muss damit eine sorgfältige Planung der Fugenausbildung und der Detailschlüsse hergehen. Prinzipiell sind große Fugenbreiten mit Mineralfaser-Hohlraumdämpfung wichtiger als schwere (und damit dicke) Wände. Vom Bauleiter eines planerisch begleiteten Großprojektes wurde dazu festgestellt: „Die Luft im Hohlraum kostet nichts“.

Bei gewissen Hausbreiten kann man die Wanddicke von ehemals 175 mm auf 115 mm reduzieren. Während die Wand früher mit 20 mm breiter Fuge 370 mm dick war, ist sie mit dem dünneren Mauerwerk aber 70 mm breiter Fuge insgesamt nur 300 mm dick. Eine Nachkalkulation zeigte seiner Zeit, dass man je Giebelwandscheibe € 1 500,00 (für eine Haustrennwand also € 3 000,00) an Materialkosten und Akkordlohn einsparen und trotzdem den Schallschutz verbessern kann. Der Wohnflächengewinn durch die dünneren Wände wurde für ein Reihenhaus mit 2 m² ermittelt. Der höhere Schallschutz führte also nicht zu höheren Kosten sondern zu einem deutlich besseren Ertrag für die Ersteller und Verkäufer der Reihenhäuser.

Nur wenige der damals beratenen Häuser wurden messtechnisch untersucht. Da sich bei den Ergebnissen eine einheitlich günstige Tendenz zeigte, wurden bereits beauftragte Messungen nicht mehr abgerufen. Die günstige Wirkung sachgerecht geplanter Maßnahmen ist also nicht durch eine entsprechende Häufigkeit bei den Messergebnissen zu belegen. Wände mit hohen Schalldämm-Maßen sind vielmehr deutlich unterrepräsentiert.

Zusammenfassung

Haustrennwände müssen, insbesondere im Hinblick auf SSt II (erhöhter Schallschutz) und die SSt III (hoher Schallschutz) zweischalig hergestellt werden. Im Interesse klarer Vertragsverhältnisse sollte der jeweils angestrebte Schallschutz schriftlich vereinbart werden.

Für eine Resonanzfrequenz $f_r < 100$ Hz und zur Vermeidung von Schallbrücken soll die Fugenbreite mit etwa 50 bis 80 mm, besser wegen der genormten Mauerwerksmaße, mit 70 bis 80 mm bemessen werden. Der Fugenhohlraum sollte vollflächig mit mindestens 40 mm dicken mineralischen Faserdämmplatten nach DIN 18165, Teil 2, Typ T, belegt werden, um Schallbrücken zu vermeiden und Hohlraumresonanzen zu dämpfen.

Die umfangreichen statistischen Auswertungen zum am Bau vorhandenen Schallschutz belegen, dass bei schallbrückenfreien Trennfugen der normale Schallschutz (SSt I nach E DIN 4109-10) sicher erreicht wird. Unabhängig von dem verwendeten Baustoff, der Fugenbreite und der Hohlraumfüllung liegen über 60% der überprüften Wände mit $R'_w = 63$ dB im Bereich des erhöhten Schallschutzes nach SSt II, wenn schallbrücken- und damit mangelfrei gearbeitet wurde. Bei den schweren Wandbaustoffen mit ausreichend breiter Fuge und Mineralwolle-Hohlraumdämpfung erfüllen etwa 38% der mitgeteilten Messergebnisse den Kennwert der SSt III mit $R'_w = 68$ dB.

Im Zusammenhang mit der statistischen Auswertung muss man berücksichtigen, dass ungünstige Messwerte überproportional häufig vorhanden sind, weil einerseits viele Messungen aufgrund von Beanstandungen ausgeführt wurden und andererseits die Bauweise „der dünnen Wände mit den dicken Fugen“ noch nicht sehr verbreitet ist. Deshalb ist davon auszugehen, dass zukünftig der erhöhte und der hohe Schallschutz nach E DIN 4109-10 wesentlich häufiger erreicht werden wird. Gerade, wenn man den Schallschutz als Verkaufsargument verwendet und die Trennfugen sorgfältiger geplant und ausgeführt werden, wird es hier erhebliche Verbesserungen geben. Wichtig ist - zur Vertragssicherheit auf beiden Seiten - das der angestrebte Schallschutz vertraglich vereinbart wird, entweder durch Angabe eines Zahlenwertes oder durch die Vorgabe einer der drei Schallschutzstufen.

Literatur

- [1] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise“ *November 1989*
- [2] Beiblatt 2 zu DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau, Hinweise für Planung und Ausführung, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich“ *November 1989*
- [3] VDI 4100 „Schallschutz von Wohnungen, Kriterien für Planung und Beurteilung“ *September 1994*
- [4] DIN 4109-10 „Schallschutz im Hochbau, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz von Wohnungen“ *Entwurf Juni 2000* und Normvorlage *Februar 2002*
- [5] Carsten Ruhe, Ralf Neumann: „Schallschutz von Haustrennwänden“, Mitteilungsblatt Nr. 210 der Arbeitsgemeinschaft für Zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel, 3. *erweiterte und ergänzte Auflage, 2002*