

Bauakustische Bemessung von Mehrgeschossbauten mit monolithischen Ziegel-Außenwänden

Kai Naumann

Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel e. V., 10117 Berlin, E-Mail: naumann@ziegel.de

Einleitung

Die Normenreihe DIN 4109 ‚Schallschutz im Hochbau‘ ist seit ca. drei Jahren veröffentlicht. Das Rechenverfahren nach DIN 4109-2 [1] hat sich gegenüber der Methode nach Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989 [2] bekanntermaßen erheblich geändert.

Für Gebäude in Massivbauweise mit monolithischen, wärmedämmenden Ziegel-Außenwänden war nach Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989 [2] praktisch keine normative schalltechnische Bemessung möglich. Durch Anwendung der erstmals 2010 veröffentlichten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-23.22-1787 [5] konnten, basierend auf dem vereinfachten Verfahren nach EN 12354-1:2000 [4] im Vorgriff der Einführung der neuen DIN 4109, bereits baurechtlich anerkannte zutreffende bauakustische Prognosen durchgeführt werden. Grundlage für die Anwendung dieser Methode ist die Kenntnis individueller Schalldämm-Maße und Stoßstellendämm-Maße der jeweils verwendeten Ziegel-Produkte.

Seit 2016 steht zur Vereinfachung der Nachweisführung für Gebäude in Ziegelbauweise die Bauphysiksoftware ‚Modul Schall 4.0‘ zur Verfügung. Hier sind die maßgebenden schalltechnischen Parameter von Außenwandprodukten zahlreicher Ziegelhersteller in einer Datenbank hinterlegt, die durch Messungen ermittelt wurden. Ferner sind Nachweise der Luft- und Trittschalldämmung von Konstruktionen mit anderen, normativ geregelten Baustoffen des Massiv- und Trockenbaus möglich.

Seit Februar 2019 steht eine überarbeitete und erweiterte Softwareversion zur Verfügung, die unentgeltlich unter www.schallrechner.de oder www.ziegelrechner.de erhältlich ist.

Im Folgenden werden Erfahrungen in der Anwendung des Prognoseverfahrens gemäß o. g. Zulassung bzw. der aktuellen Normenreihe DIN 4109 für Gebäude in Ziegelbauweise vorgestellt.

Bauweise aus monolithischem Mauerwerk

Unter monolithischem Mauerwerk versteht man einschaliges Mauerwerk, welches in der Regel die folgenden Funktionen im Gebäude übernimmt:

- Aufnahme der vertikalen Gebäudelasten,
- Gebäudeaussteifung,
- Wärme-, Brand- und Schallschutz,
- Feuchteschutz/Feuchteregulierung.

Ein geeigneter Außenputz schützt das Mauerwerk vor Witterungseinflüssen.

Die ‚Aufgaben‘ von monolithischem Mauerwerk sind demnach sehr vielfältig und in der Produktentwicklung von hochwärmedämmenden Ziegeln müssen daher alle vorgenannten Eigenschaften aufeinander abgestimmt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, haben die in der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel organisierten Ziegelhersteller in den letzten Jahren insbesondere die schalltechnische Produktoptimierung vorangetrieben. Hierbei haben sich vor allem Produkte bewährt, deren Lochanteil mit wärmedämmenden Baustoffen gefüllt sind.

Durch die Kombination aus Ziegelscherben und Füllungen der Lochungen werden die in der folgenden Tabelle 1 gezeigten Werte der relevanten Parameter erreicht. Aufgrund der Produktvielfalt verstehen sich die jeweiligen Mindest- und Höchstwerte nicht als absolute Grenzwerte, sondern als Wertebereich. Eine Ausnahme bildet die Wanddicke, da hochwärmedämmende Ziegel aktuell nur in diesen Wanddicken angeboten werden.

Tabelle 1: Ungefähre Wertebereiche der maßgebenden Parameter gefüllter hochwärmedämmender Ziegel

Parameter	Wertebereich
Tragwirkung/Statik	$1,5 \leq f_k \leq 6,0$ [N/mm ²]
Rohdichteklasse	0,65 bis 0,90 [kg/dm ³]
Brandschutz	≥ REI 60 bis REI-M 90
Wärmeschutz	$0,07 \leq \lambda \leq 0,12$ [W/(m · K)]
Wanddicke	$300 \leq t \leq 490$ [mm]
Schallschutz	$45 \leq R_{w,Bau,ref} \leq 52$ [dB]

Bauakustische Bemessung von monolithischem Ziegelmauerwerk

Hochwärmedämmende Ziegel sind heterogen aufgebaute Produkte mit einer großen Bandbreite an Variationen der Lochbilder und Lochanteile. Zudem können die Löcher ungefüllt bleiben oder werksseitig mit zusätzlich wärmedämmenden Materialien gefüllt sein. Das jeweils erreichbare Direktschalldämm-Maß verschiedener Ziegelwände hängt nicht ausschließlich von der flächenbezogenen Masse des Trennbauteils ab.

Dieser Umstand wurde im Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989 [2] dadurch berücksichtigt, dass gemäß Abschnitt 3.1 eine Bemessung für einschalige flankierende Außenwände aus „Steinen mit einer Rohdichteklasse $\leq 0,8$ und in schallschutztechnischer Hinsicht ungünstiger Lochung“ ausgeschlossen war.

Auch gemäß DIN 4109-32:2016 [3] darf das Bemessungsverfahren aus DIN 4109-2:2018 [1] nicht angewendet werden, wenn Steine mit einer Wanddicke $t > 240$ mm und der Rohdichteklasse $< 1,0$ verwendet werden. Vorgenannte Tabelle 1 zeigt, dass Wanddicken und Rohdichteklassen hochwärmedämmender Ziegel genau in diesen Wertebereichen liegen und eine Anwendung der

DIN 4109-2:2018 [1] somit für diese Produkte ausgeschlossen ist.

Umsetzung des Prognosemodells nach DIN EN 12354-1 – Nachweis nach Zulassung

Die Einführung des europäischen Rechenmodells nach DIN EN 12354-1:2000 [4] eröffnete die Möglichkeit der Einführung einer Rechenmethode für Konstruktionen aus Hochlochziegeln. In Zusammenarbeit der HFT Hochschule für Technik (Stuttgart) und der Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel wurde die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-23.22-1787 [5] erarbeitet. Im Vorgriff der Einführung der neuen DIN 4109 in 2016 konnte somit, basierend auf dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 12354-1:2000 [4], bereits in 2010 ein baurechtlich anerkanntes bauakustisches Prognoseverfahren angewendet werden.

Voraussetzung für die Anwendung des Prognoseverfahrens für hochwärmedämmende Mauerziegel ist die Kenntnis der schalltechnisch relevanten Parameter der Direktschalldämm-Maße $R_{w,Bau,ref}$ – also der bewerteten Schalldämm-Maße R_w jeweils bezogen auf den mittleren Verlustfaktor am Bau – sowie der Stoßstellendämm-Maße K_{ij} der an der Schallübertragung beteiligten Bauteile bzw. Konstruktionen. Diese Daten werden in aufwändigen Versuchen für die einzelnen Produkte und Produktkombinationen durch Messungen ermittelt.

Das Prognosemodell nach Zulassung Z-23.22-1787 [5] wurde in DIN 4109-2:2016 [1] übernommen. In [6] wurde die Genauigkeit zwischen rechnerischer Vorhersage aufgrund der Angaben in [5] und tatsächlich im Gebäude erreichter Schalldämmung verglichen. Gegenstand der Untersuchungen waren Gebäude mit hochwärmedämmenden Ziegelaußenwänden. Die Innenwände waren überwiegend auch in Ziegelbauweise oder in Trockenbauweise erstellt.

Die folgende Abbildung 1 zeigt die Gegenüberstellung der Rechenwerte des bewerteten Schalldämm-Maßes von Wohnungstrenndecken mit flankierenden Außenwänden aus hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk.

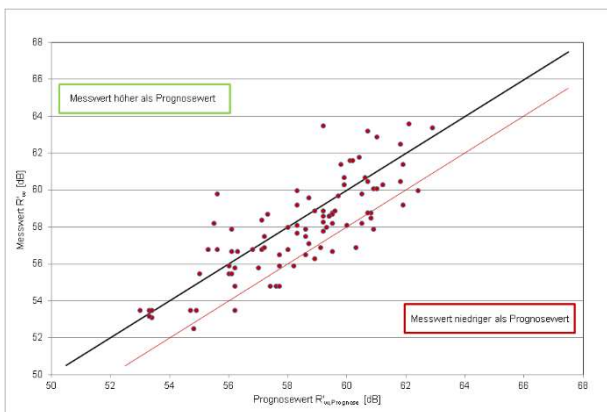


Abbildung 1: Vergleich aller Prüfwerte von Wohnungstrenndecken mit flankierenden Außenwänden aus hochwärmedämmendem Ziegelmauerwerk.

Genauere Untersuchungen ergaben, dass die Situationen, bei denen dieses Kriterium nicht eingehalten wird, mangelhaft ausgeführt wurden. In [6] ist diese Auswertung analog auch für Wohnungstrennwände mit flankierenden monolithischen hochwärmedämmenden Ziegelaußenwänden dargestellt.

Bauakustiksoftware ,Modul Schall 4.0‘

Die Ziegelindustrie bietet zur Vereinfachung der bauakustischen Nachweisführung seit der Veröffentlichung der Normenreihe DIN 4109 im Jahr 2016 die Bauphysiksoftware ,Modul Schall 4.0‘ an. Wesentliches Merkmal dieser Software ist, dass in einer umfangreichen Datenbank Direktschalldämm-Maße $R_{w,Bau,ref}$ von hochwärmedämmenden monolithischen Mauerziegeln sowie Stoßstellendämm-Maße K_{ij} von Bauteilanschlüssen dieser Ziegelprodukte hinterlegt sind. Mit diesen Daten ist eine prognosesichere bauakustische Nachweisführung für Gebäude in Ziegelbauweise möglich. Die Direktschalldämm-Maße $R_{w,Bau,ref}$ und Stoßstellendämm-Maße K_{ij} wurden durch Messungen im Auftrag der Hersteller ermittelt.

Mit der Software ,Modul Schall 4.0‘ können bauakustische Nachweise des Luft- und Trittschallschutzes für die Schallübertragung innerhalb von Mehrgeschossbauten sowie zwischen Einfamilien-Reihen- und Doppelhäusern in Massivbauweise nach DIN 4109-2:2018 [1] in Verbindung mit DIN 4109 Teile 32 ff geführt werden. Die Dateneingabe erfolgt über eine kompakte Eingabemaske. Eine dreidimensionale Graphik der Raumsituation erleichtert die Eingabe der Geometrie der angrenzenden Räume und die Zuordnung der Bauteile. Die Berechnungsergebnisse können in einer umfassenden Ergebnisausgabe ausgedruckt werden.

Seit Februar 2019 steht eine neue Softwareversion zum Download zur Verfügung.

Die folgende Abbildung 2 zeigt eine Bildschirmansicht der Benutzeroberfläche der Software ,Modul Schall 4.0‘.

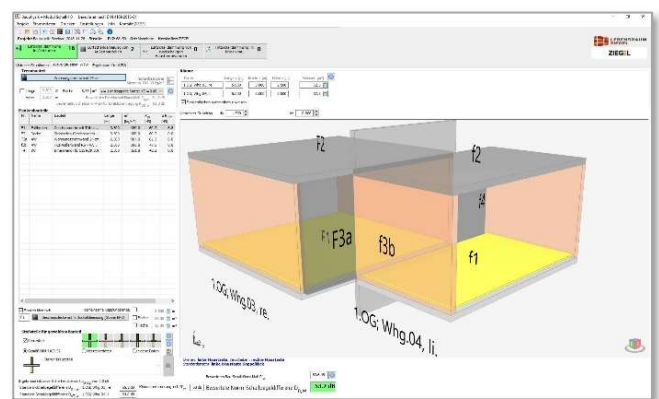


Abbildung 2: Benutzeroberfläche ,Modul Schall 4.0‘ (hier: Berechnung des Luftschalldämm-Maßes innerhalb von Gebäuden).

Die folgende Abbildung 3 zeigt den Horizontalschnitt der Stoßstelle eines so genannten Winkelstoßes, also des Anschlusses einer Wohnungstrennwand (hier: Schalungsziegel) an eine monolithische Ziegelaußenwand, welche an

der Stoßstelle um 90° abknickt. Diese Art der Stoßstelle benötigt man zur Bemessung der Schalldämmung der Wohnungstrennwand bei horizontal versetzt angeordneten Grundrissen.

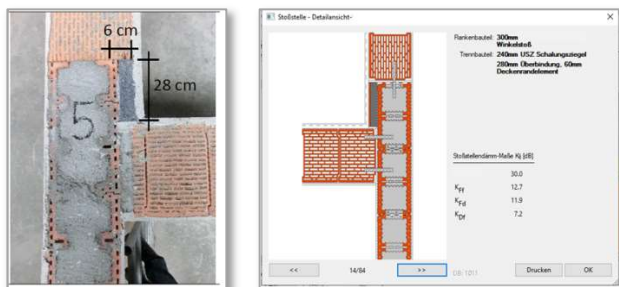


Abbildung 3: Beispiel einer Stoßstelle – links Foto des Prüfaufbaus und rechts Umsetzung in der Software.

Im linken Teil der Abbildung 3 ist das Foto der Draufsicht auf den Prüfaufbau der Stoßstelle während der Messungen zu sehen. Im rechten Teil der Abbildung ist dargestellt, wie diese Stoßstelle in der Datenbank mit Graphik und Stoßstellendämm-Maßen K_{ij} hinterlegt ist.

Neben der Nutzung von Herstellerdaten von hochwärmedämmenden monolithischen Ziegelkonstruktionen können in der Software selbstverständlich auch Berechnungen für Gebäude mit Konstruktionen aus normativ geregelten Baustoffen geführt werden. Darüber hinaus können eigene Bauteile erstellt werden. Diese eigenen Bauteile können der Datenbank hinzugefügt werden und stehen somit auch in allen anderen Projekten der Software wieder zur Verfügung.

Praxisbeispiel eines Eckraumes eines Mehrfamiliengebäudes

Die folgende Abbildung 4 zeigt den Grundriss eines Mehrfamiliengebäudes. Die Geschossdecken bestehen aus Stahlbeton einer Dicke von 220 mm mit einem schwimmenden Zementestrich. Die 365 mm dicken monolithischen Ziegelaußenwände der Rohdichteklasse 0,70 weisen eine Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,09$ [W/(m·K)] und haben ein Direktschalldämm-Maß $R_{w,Bau,ref}$ 50,0 dB.

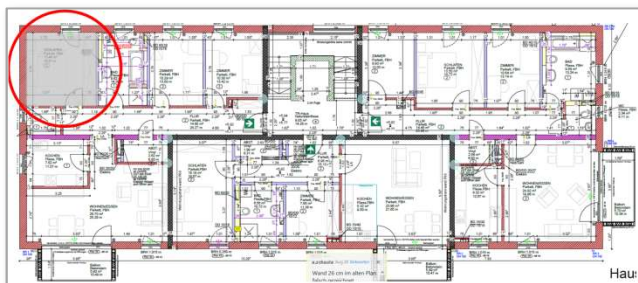


Abbildung 4: Grundriss eines Mehrfamiliengebäudes.

Die Innenwände des mit Kreis gekennzeichneten Eckraumes bestehen aus einer Trockenbaukonstruktion zum benachbarten Badezimmer sowie einer 11,5 cm dicken Massivwand aus Hochlochziegeln der Rohdichteklasse 1,2

zum Flur. Die folgende Abbildung 5 zeigt den Grundriss des betrachteten Eckraumes. Die Trennfläche beträgt $S = 13,4$ m².

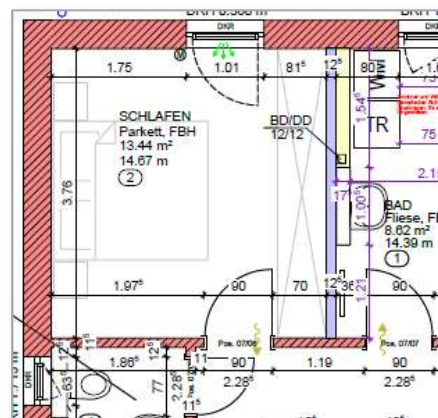


Abbildung 5: Betrachteter Eckraum des Mehrfamilienhauses.

Durch bauakustische Berechnung des bewerteten Schalldämm-Maßes mit dem ‚Modul Schall 4.0‘ der Decke über Erdgeschoss ergibt sich für die symmetrisch übereinander liegenden Räume im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss ein Wert von $R'_{w,R} = 58,8$ dB. Bei der Güteprüfung am fertig erstellten Gebäude wurde ein Prüfwert von $R'_w = 61$ dB ermittelt. Die Messungen zur Ermittlung des bewerteten Norm-Trittschallpegels ergaben einen Prüfwert von $L'_{n,w} = 35$ dB. Der Rechenwert beträgt $L'_{n,w,R} = 47,3$ dB.

In weiteren Güteprüfungen zwischen anderen benachbarten Räumen in dem Gebäude wurden ebenfalls ähnlich hohe Schalldämm-Maße und niedrige Trittschallpegel ermittelt, wie in dem vorgenannten beispielhaft gezeigten Eckraum.

Zusammenfassung

Seit der Veröffentlichung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-23.22-1787 [5] im Jahr 2010 steht für die bauakustische Planung des Luftschallschutzes von Gebäuden mit Außenwänden aus monolithischen, hochwärmedämmenden Ziegeln ein baurechtlich anerkanntes Bemessungsverfahren zur Verfügung. Diese Rechenmethode liefert für die vorgenannten Konstruktionen eine hohe Prognosesicherheit und wurde in 2016 in die Normenreihe DIN 4109 übernommen.

Mit der Bauphysiksoftware ‚Modul Schall 4.0‘ können auf Grundlage des Bemessungsverfahrens nach DIN 4109-2:2018 [1] in Verbindung mit DIN 4109-32 ff:2016. bauakustische Nachweise des Luft- und Trittschallschutzes innerhalb von Gebäuden sowie zum Schutz gegen Außenlärm für Bauvorhaben in Massivbauweise geführt werden. Ferner können die Luft- und Trittschallübertragung über zweischalige Haustrennwände von massiven Einfamilien-Doppel- und Reihenhäusern berechnet werden.

Den Anwendern stehen in einer umfangreichen Datenbank, die stetig erweitert wird, zahlreiche monolithische Ziegelaußenwandprodukte mit ihren maßgeblichen

akustischen Kennwerten zur Auswahl zur Verfügung. Damit ist eine prognosesichere bauakustische Bemessung sowohl für Ziegelgebäude, als auch Gebäude aus anderen massiven Baustoffen möglich.

Die Software kann unentgeltlich unter www.schallrechner.de oder www.ziegelrechner.de bezogen werden.

Praxisbeispiele zeigen, dass unter Anwendung der Software, mit den in der Datenbank hinterlegten Herstellerdaten geeigneter hochwärmedämmender Ziegelaußenwände in monolithischer Mauerwerksbauweise, ein hoher bauakustischer Wohnkomfort planbar ist. Güteprüfungen belegen, dass bei mangelfreier Bauausführung die durch rechnerische Prognose ermittelten Werte der Luft- und Trittschalldämmung mit ausreichender Prognosesicherheit nachgewiesen werden.

Literatur

- [1] DIN 4109-2:2016/2018 „Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen“
(Hinweis: Ausgabe 2018 ersetzt Ausgabe 2016)
- [2] Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989 „Schallschutz im Hochbau; Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren“
(Hinweis: Dokument zurückgezogen)
- [3] DIN 4109-32:2016 „Eingangsdaten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau“
- [4] DIN EN 12354-1:2000 „Bauakustik; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften – Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen“
(Hinweis: Dokument zurückgezogen und ersetzt durch DIN EN ISO 12354-1:2017)
- [5] Z-23.22-1787 „Mauerwerk aus Hochlochziegeln nach DIN V 105-100 oder DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN V 20000-401; Nachweis der Luftschalldämmung von Mauerwerk aus Hochlochziegeln in Wohngebäuden in Massivbauart“
- [6] Fischer, Gierga, Schneider, „Luftschalldämmung im mehrgeschossigen Wohnungsbau mit Hochlochziegelmauerwerk – Prognosen nach DIN 4109:2016 und Vergleich mit Messwerten“
Bauphysik 38 (2016), Heft 4