

Silvia Bohl 962919
Helen Schneider 963367

Architektur Sommersemester 2017

Hausarbeit zum Thema: Luftschall Kombination Wand/Fenster

Hausarbeit zur Vorlesung:
BAR. 4.3 Konstruieren 4 – Grundlagen der Bauphysik

Betreuer: **Prof. Dr. Wieland Becker**

Name der Autoren: **Helen Schneider, Silvia Bohl**

Matrikelnr.: **963367, 962919**

Was ist Luftschall?

Es gibt unterschiedliche Arten von Schall: Luftschall, Körperschall und Trittschall. Bei der Schallausbreitung und Schalldämmung sind Luftschall und Körperschall zu unterscheiden. Luftschall wird durch Schwingungen der Luft übertragen, z.B. bei Sprachkommunikation. Körperschall breitet sich durch Schwingungen in festen Körpern aus, z.B. beim Einschlagen eines Nagels in eine Wand.

Luftschall wird durch Schwingungen von Luftmolekülen übertragen. Hierbei kommt es zu periodischen Luftverdichtungen, die sich als Schallwellen ausbreiten. Bei der Schallausbreitung im Freien werden in Abhängigkeit von der Art der Geräuschquelle, ihren Abmessungen und ihrem Abstand Punkt- und linienförmige Schallquellen (z.B. Straßenverkehrslärm) und Flächenschallquellen unterschieden.

Definitionen:

Luftschall:

Kleine Druckschwankungen, die sich in Luft wellenförmig ausbreiten und Bauteile und andere Körper, auf die sie treffen, zum Schwingen bringen.

Körperschall:

Schall, der sich in festen Stoffen in Form von mechanischen Schwingungen ausbreitet.

Trittschall:

Körperschall, der zum Beispiel beim Begehen einer Decke entsteht und teilweise als Luftschall in einen angrenzenden Raum abgestrahlt wird.

Schalldämmung:

Bauliche Maßnahmen zur Verringerung des Außenlärms in Räume bzw. der Schallübertragung zwischen Räumen.

Dichtheit:

Da Luftschallwellen selbst durch kleinste Öffnungen in die Wand dringen, wird die Schalldämmung, vor allem im hohen Frequenzbereich, stark abgemindert. Deshalb sollte unverputztes Mauerwerk zumindest von einer Seite vollflächig verputzt werden.

Luftschalldämmung von Bauteilen

Hier kommt es darauf an, wie leicht bzw. schwer ein Bauteil, durch die auf es auftretende Schallenergie in Schwingungen versetzt wird. Die Schalldämmung bei einschaligen Bauteilen hängt von den folgenden Faktoren ab:

- flächenbezogene Masse Kg/m^2
- Biegesteifigkeit, wie starr bzw. weich ein Material ist
- Frequenz des Schalles (Anzahl der Schwingungen pro Sekunde)
- Schalllängsleitung über flankierende Bauteile, wie z.B. Decken und Wände
Undichtheiten (z.B. offene Fugen).

Das Schalldämmmaß wird zwischen zwei Größen unterschieden:

R_w : Schalldämmmaß ohne Berücksichtigung flankierender Bauteile, wie Längswände, Decken, Fußböden (= Wert der zu prüfenden Wand)

$R'w$: Schalldämmmaß des Bauteils unter Berücksichtigung flankierender Bauteile, durch Schalllängsleistung über flankierende Seitenwände, Decke, Fußboden.

Da es sich bei unserem Beispiel der Grundschule in Köln Ehrenfeld um ein zweischaliges Bauteil handelt, welche an einer vielbefahrenen Straße liegt, muss ein Schalldämmmaß von 60dB und mehr angestrebt werden. Dies kann ausschließlich durch ein zweischaliges Bauteil erreicht werden. Der Vorteil eines zweischaligen Bauteils ist, dass durch den Luftzwischenraum, der wie eine Feder wirkt, eine geringere flächenbezogene Masse notwendig ist. Zweischalige Bauteile können als Wände, aber auch als Decken ausgeführt werden. Bei der Grundschule in Köln Ehrenfeld beziehen wir uns auf ein zweischaliges Bauteil, bestehend aus zwei biegesteifen Schalen aus Beton (mit dem Einbauteil Fenster).

Schritt 1: Lärmpegelbereich bestimmen

Variante 1: Um den Lärmpegelbereich zu bestimmen, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Bei der ersten Variante handelt es sich um das Nomogramm zur Ermittlung des «Maßgeblichen Außenlärmpegels» vor Hausfassaden für typische Straßenverkehrssituationen. Bei dieser Methode muss man die Verkehrsbelastung pro Tag allerdings genau wissen, um den genauen dB-Wert in der Grafik ablesen zu können. Da wir bei unserem Entwurf die genaue Verkehrsbelastung nicht schätzen können, haben wir uns für die zweite Variante entschieden.

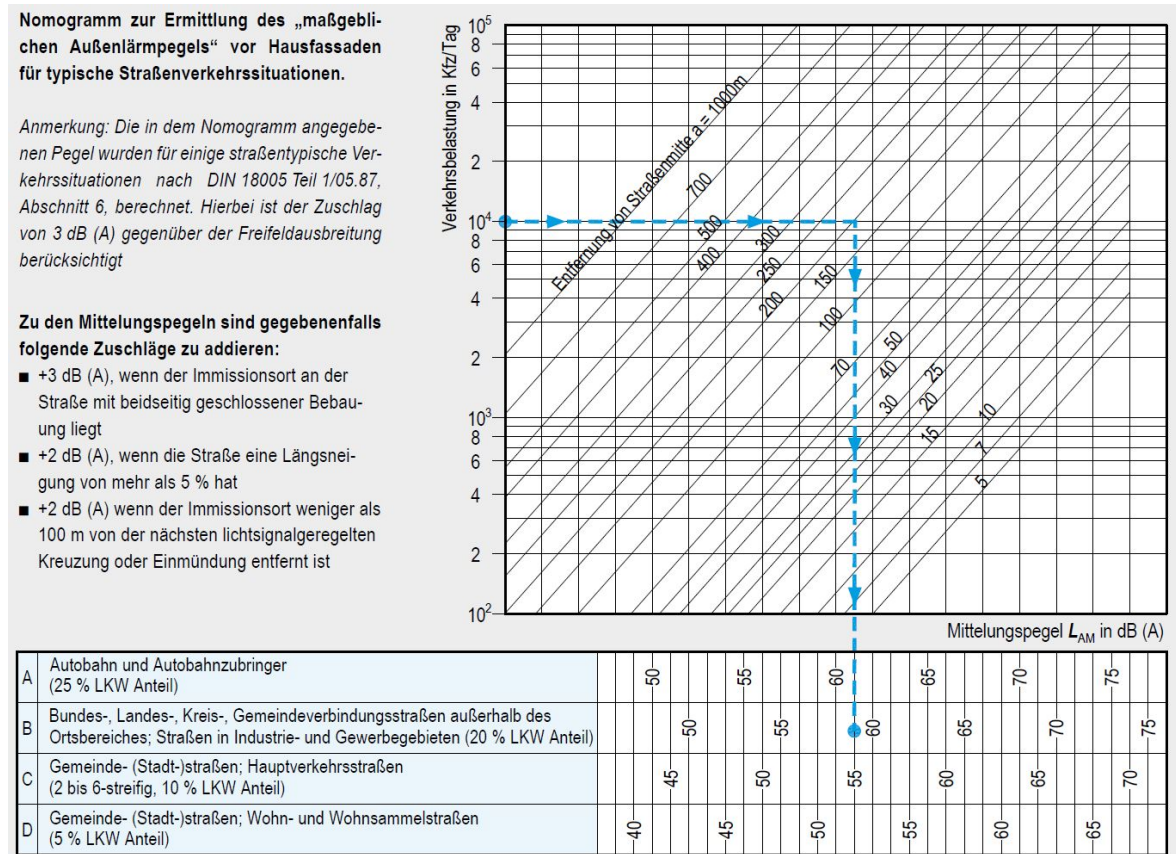
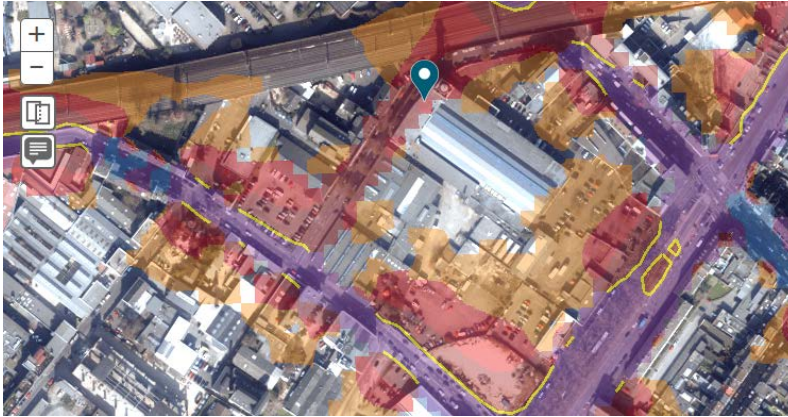


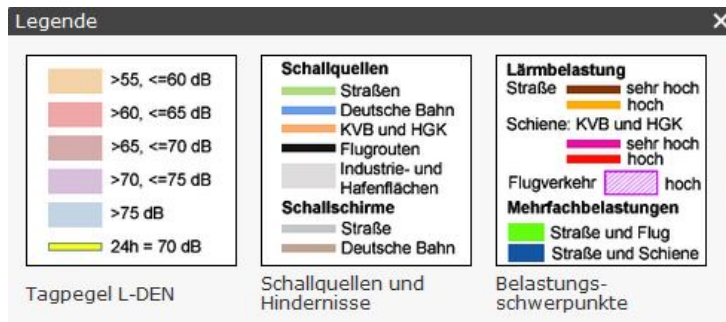
Abb 1. Quelle 05_02_Einleitung_2015-08.pdf, Knauf Schallschutz Katalog

Variante 2:

Bei der zweiten Möglichkeit zur Lärmpegelbestimmung haben wir eine Lärmkarte gewählt, bei der man die genaue Adresse des Ortes angeben kann, um die Lärmbelastung in dB zu erhalten. (Abb. 2+3 Quelle: <http://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/umwelt-tiere/laerm/laermpegsuche>)



Anschließend kann der Legende entnommen werden, in welchem Lärmpegelbereich unsere Grundschule in Köln Ehrenfeld liegt. Der Lärmpegelbereich liegt zwischen $>60, \leq 65$ dB.



Schritt 2: Tabellenwert vergleichen

Der aus der Lärmkarte entnommene Lärmpegelbereich von $>60, \leq 65$ wird mit der Tabelle gemäß DIN 4109 verglichen. Nach unseren Angaben befinden wir uns im Lärmpegelbereich III. Der Wert erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteils in dB beträgt in Unterrichtsräumen 35 dB. Daraus ergibt sich, dass der ideale dB-Wert einer Unterrichtsklasse mindestens 35 dB betragen muss.

Abb.4 Quelle Seite 21; 7.2; DIN 4109-1 Schallschutz

Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen von Aufenthaltsräumen gemäß DIN 4109, Tabelle 8 ¹⁾				
Lärmpegelbereich	Maßgeblicher Außenlärmpegel in dB(A)	Raumarten		
		Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches	Büroräume und Ähnliches
erf. $R'_{w,res}$ des Außenbauteils in dB				
I	bis 55	35	30	-
II	56 bis 60	35	30	30
III	61 bis 65	40	35	30
IV	66 bis 70	45	40	35
V	71 bis 75	50	45	40
VI	76 bis 80	2)	50	45
VII	> 80	2)	2)	50



Schritt 3: Berechnungen

1. Schalldämmmaß der Außenwand aus Beton / zweischalige Wand

$$R'w = 50 * \lg \frac{m'}{m_0} + 20 * \lg \frac{dL}{d_0} + 56dB$$

$$\text{Tragwand } d = 26cm$$

$$\text{Vorsatzschale } d = 19cm$$

$$\rho_{\text{Beton}} = 2500 \text{ Kg/m}^3$$

$$dL = 5cm$$

$$m_1 = 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,26m$$

$$m'1 = 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$m_2 = 2500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,19m$$

$$m'2 = 475 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\begin{aligned} R'w &= 50 * \lg \frac{(650 + 475) \text{kg/m}^2}{300 \text{kg/m}^2} + 20 * \lg 50\text{mm}/10\text{mm} + 56\text{dB} \\ &= 98,7 \text{ dB} \approx 99 \text{ dB} \end{aligned}$$

2. Gesamtschalldämmmaß der Wand mit einem Fenster

Variante 1: Schüco AWS 90 BS.Si + Alu // Aluminium

AWS 90 BS.SI+ >

★ Produkt merken



Bautiefe	90 mm	Prüfungen	
Min. Ansichtsbreite	77 mm	Schalldämmmaß [dB]	42
Uf-Wert (>=)	0,85	Luftdurchlässigkeit	Klasse 4
Max. Glasstärke	58 mm	Schlagregendichtheit	9A
Öffnungsart	nach innen	Einbruchhemmung	RC 2
Oberflächen	Pulver / Eloxal / Lack / Duraflon / Farbreihen	Windlastwiderstand	C5/B5

Aluminium

Passivhaus geeignet

Blocksystem

Erhöhte Sicherheit

Dezentrale Lüftung

Erhöhter Schallschutz

$$R_{ges.} = R'w - 10 * \lg \left\{ 1 + \frac{Af}{Awf} * (10^{(R'w-Rf)/10} - 1) \right\}$$

$$R'w = 98,7 \text{ dB}$$

$$Rf = 42 \text{ dB}$$

$$Af = 3 \text{ m} * 3 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$$

$$Aw = 3,40 \text{ m} * 6,50 \text{ m} = 22,1 \text{ m}^2$$

$$R_{ges.} = 98,7 - 10 * \lg \left\{ 1 + \frac{9}{22,1} * \left(\frac{10^{98,7-42}}{10} - 1 \right) \right\}$$

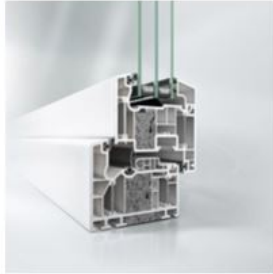
$$= 45,9 \text{ dB} > \text{erf. } R'w_{ges.} = 35 \text{ dB} \checkmark$$

Aus dieser Berechnung ergibt sich, dass das ausgewählte Fenster den Lärmpegelanforderungen von 35 dB entspricht. Das Klassenzimmer ist so vor Lärm des Verkehrsaufkommens an der Heliosstraße, ausreichend geschützt.

Variante 2: Schüco Alu Inside // Kunststoff

Alu Inside >

★ Produkt merken



Bautiefe	82 mm	Prüfungen	
Min. Ansichtsbreite	120 mm	Schalldämmmaß [dB]	46
Uf-Wert (>=)	0,74	Luftdurchlässigkeit	Klasse 4
Max. Glasstärke	52 mm	Schlagregendichtheit	9A
Öffnungsart	nach innen	Einbruchhemmung	RC 2
Oberflächen	TopAlu / Dekorfolien / AutomotiveFinish	Windlastwiderstand	C5/B5

Kunststoff

Hochwärmegedämmt

Passivhaus geeignet

Classic

Erhöhte Sicherheit

$$R'w = 98,7dB$$

$$Rf = 46dB$$

$$Af = 9m^2$$

$$Aw = 22,1m^2$$

$$R_{ges.} = 98,7 - 10 * \lg \left\{ 1 + \frac{9}{22,1} * \left(10^{\frac{98,7-46}{10}} - 1 \right) \right\}$$

$$= 49,9dB > erf. R'w_{ges.} = 35 dB \checkmark$$

Aus dieser Berechnung ergibt sich, dass das ausgewählte Fenster ebenfalls den Lärmpegelanforderungen von 35 dB entspricht. Das Klassenzimmer ist so vor Lärm des Verkehrsaufkommens an der Heliosstraße, ausreichend geschützt.

Variante 3: Weru Group, Holzfensterrahmen

Profilschnitte



Rahmenkonstruktion	3-fach lamelliertes Holz Bautiefe: 78 mm 2 Dichtungen
Wärmedämmung	U-Wert Fenster bis $U_w = 0,88 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ U-Wert Verglasung bis $U_g = 0,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Schalldämmung	Schalldämmwert Fenster bis $RW = 43 \text{ dB}$
Dichtungen	Elegante kaum sichtbare Silikonisierung an der Verglasung
Sicherheit	130-kg-Bänder bereits im Standard Stulpflügel mit mechanischer Verriegelung Aufrüstbar bis zur Sicherheitsklasse RC 2 nach DIN EN 1627-1630 Eingelassene Schließstücke seitlich und unten verkleinern die Falzluft
Maximale Flügelgrößen	Fenster 1530 mm x 1530 mm Balkontüren 1160 mm x 2570 mm

$$R'w = 98,7 \text{ dB}$$

$$Rf = 43 \text{ dB}$$

$$Af = 9 \text{ m}^2$$

$$Aw = 22,1 \text{ m}^2$$

$$R_{ges.} = 98,7 - 10 * \lg \left\{ 1 + \frac{9}{22,1} * \left(10^{\frac{98,7-43}{10}} - 1 \right) \right\}$$

$$= 46,9 > \text{erf. } R'w_{ges.} = 35 \text{ dB } \checkmark$$

Literatur:

[1] Walter Bläsi.: *Bauphysik*. EUROPA Lehrmittel, 9. Auflage, 2015

[2] 05_02_Einleitung_2015-08.pdf, Knauf Schallschutz Katalog

[3] Angewandte Bauphysik III. Schallschutz. Ort: Internet 13.07.2017

(http://www.twe.architektur.tu-darmstadt.de/media/architektur/fachgruppe_c/twe_1/bauphysik/skript_bauphysik/sc_hallschutz.pdf)

[4] DIN 4109-1 Schallschutz

[5]

https://www.schueco.com/web2/de/privatkunden/produkte/fenster?gclid=CjwKCAjw47bLBRBkEiwABh-PkbRIMaQql-E6ODHur8DFVnW0W5aMklQmPLYbvjYslhfhZliRhJzVuBoCX5kQAvD_BwE

[6] <https://www.weru.de/de/privatkunden/unilux-systeme/fenster-und-fassadensysteme/meisterfenster/technische-daten.html>