



Architektur Sommersemester 2017

Hausarbeit zum Thema: Analyse des Luftschalls an Außenbauteilen

Hausarbeit zur Vorlesung: **BAR. 4.3 Konstruieren IV
Grundlagen der Bauphysik**

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

Name der Autoren: **Hannah Hank, Katharina Klug**
Matrikelnr.: **963343, 963796**

Inhaltsverzeichnis

1. Was ist Schall?	S. 2
2. Warum Schallschutz?	S. 2
3. Schallschutzmaßnahmen vor Baubeginn	S. 3
4. Schulen	S. 4
5. Schallschutz/ Schalldämmung	S. 4
6. Normen	S. 5
7. Änderungsbeispiele	S. 6
8. Anwendungsbeispiele von Firmen	
8.1 Außenwände	S. 7
8.2 Fenster	S. 8
Fazit	S. 10
Anhang	
Quellen	

Analyse des Luftschalls an Außenbauteilen

Um die Gesundheit der Nutzer eines Gebäudes gewährleisten zu können, sind die bauakustischen Merkmale ein wichtiges Qualitätsmerkmal, da oftmals Beschwerden in unmittelbarem Zusammenhang mit Belästigung durch Geräuschen entstehen.

Aufgabe der Bauakustik ist auf der einen Seite der Schallschutz von Aufenthaltsräumen gegen Außenlärm und andererseits den Schall aus anderen Räumen oder gebäudetechnischen Anlagen zu minimieren.

Es gibt verschiedene Arten von Schall, die zu unterscheiden sind: Trittschall, Körperschall und Luftschall. Wir werden uns in dieser Ausarbeitung mit dem Luftschall näher beschäftigen. Es ist möglich, dass sich Luftschall in anderen Bauteilen in Körperschall umwandelt und durch diese Bauteile weiter geleitet wird, um an anderer Stelle wieder als Luftschall austritt. Dieses Phänomen ist die Schalllängsleitung über flankierende Bauteile und nur schwer zu dämmen. Luftschall wird durch Schwingungen in der Luft übertragen und entsteht schon mit wenig Energie.

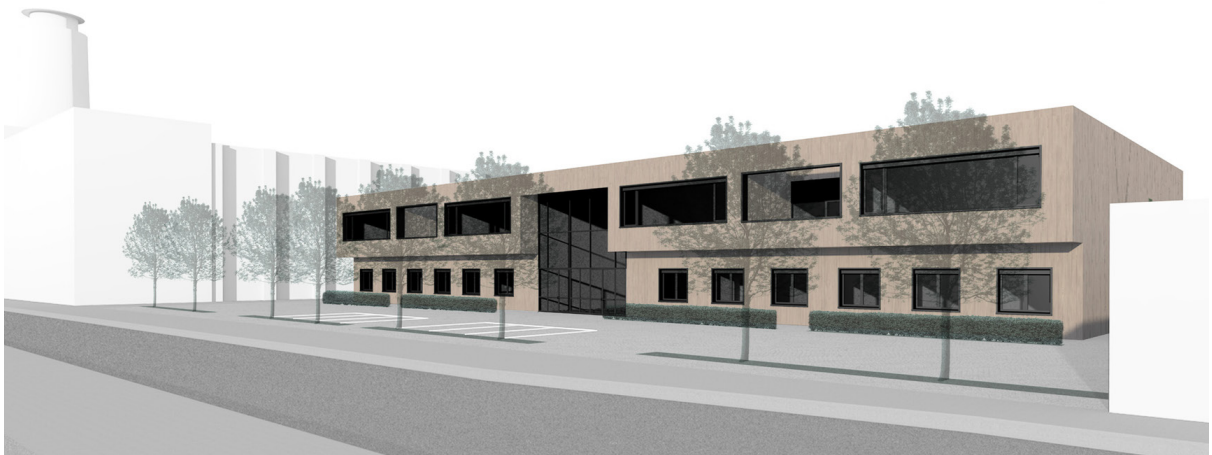


Abb. 1: Außenansicht Schule

Im letzten Semester sollte der Neubau einer zweizügigen Grundschule in Köln, Ehrenfeld auf dem sogenannten Helios-Gelände geplant werden. Das Gebäude hat eine L-Form und ist zur Straßenseite hin eingerückt, um dort einen Vorplatz zur Ankunft der Schüler entstehen zu lassen. Durch die große zweistöckige Verglasung hebt der Eingang sich von der Holzfassade ab. Im Obergeschoss teilt sich jede Jahrgangsstufe ein Gruppenraum, der zum Flur hin offen ist und sich nach außen hin zu einem Innenhof öffnet. Diese Schnittstelle werden wir in den folgenden Abschnitten analysieren.



Abb. 2: EG



Abb. 3: 1. OG

1. Was ist Schall?

Schall kann zu Lärm werden, wenn er entweder gesundheitsschädlich aufgrund zu hoher Schalldruckpegel oder belästigend ist. Im ersten Fall ist eine direkte Verbindung zwischen der physikalischen Größe des Schalldruckpegels, der Expositionszeit und dem eintretenden Hörverlust zu verzeichnen. Im zweiten Fall hingegen bestimmen nach Kalivoda situative und persönliche Faktoren den Grad der Lästigkeit. Als situative Faktoren werden Einflüsse wie Ort, Zeit und Situation, in der Geräuschwahrnehmungen auf eine Person einwirkt, bezeichnet. Mit den persönlichen Faktoren werden die emotionalen und kognitiven Wirkungen auf den Menschen berücksichtigt. Ob Schalle stören, krank oder glücklich machen, ist somit nicht nur eine Frage des bewerteten Schalldruckpegels, sondern eine sehr individuelle Wahrnehmung und wird von vielen weiteren, auch nicht-akustischen, Faktoren beeinflusst.¹

Der Schallschutz hat für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen eine große Bedeutung.

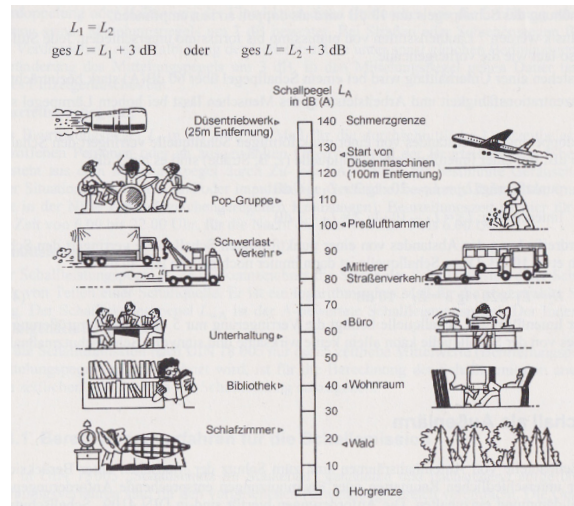


Abb. 4: Schallpegelwerte

2. Warum Schallschutz?

Aus zwei Gründen ist es heute wichtiger als früher auf ausreichenden Schallschutz großen Wert zu legen:

- Durch moderne Technik wird mehr Schall erzeugt,
- Moderne Bauweisen gestatten dünnere und leichtere Bauteile

Der erforderliche Schallschutz von Außenbauteilen wird immer im Zusammenhang mit den vorhandenen Fenstern und Oberlichtern geregelt. Die Schalldämmung der heute üblichen Außenwandkonstruktionen ist normalerweise ausreichend, obwohl sie durch Fenster begrenzt wird. Maßnahmen zur Minderung des Außenlärms wären zum einen planerische, verkehrsregelnde oder bauliche Maßnahmen.² In den Abbildungen 5 bis 7 sind die Lärmpegel der Straßen, Schienen der Deutschen Bahn und der Schienen der KVK und HGK am Tag abzulesen.

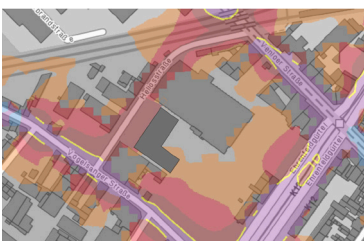


Abb. 5: Straßen

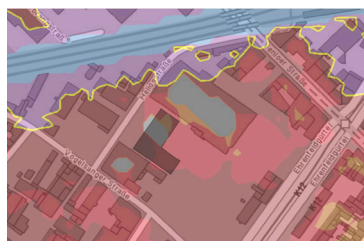


Abb. 6: Schienen DB



Abb. 7: Schienen KVK und HGK



¹ vgl. Willems, Wolfgang M. (Hrsg.); Lehrbuch der Bauphysik; 7. Auflage; Springer Verlag; Wiesbaden; 2013

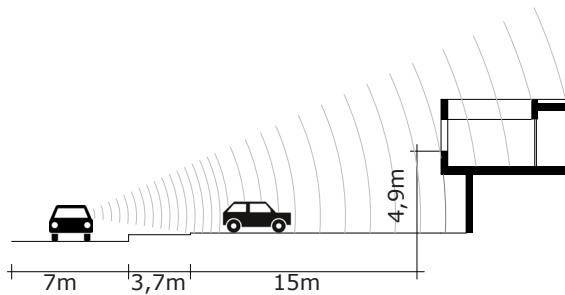
² vgl. Meyer-Bohe, Walter; Planungsgrundlagen der Bauphysik; VAK; Stuttgart; 1977

3. Schallschutzmaßnahmen vor Baubeginn

Um ein Gebäude bestmöglichst vor Schall zu schützen, kann man schon vor Baubeginn einige Punkte berücksichtigen. Achtet man schon bei der Grundstückswahl auf die Vermeidung von Straßenlärm, Fluglärm und Industrielärm, wird schon ein Hauptfaktor der Lärmbelastung von Außen berücksichtigt. In unserem Fall wurde das Grundstück jedoch vorgegeben. Durch das Zurücksetzen der Schule von der Straße, wird ein größerer Abstand zur Schallquelle (Straße) geschaffen, wodurch ein weiterer Punkt gegen Lärmbelastung von Außen berücksichtigt wurde. Denn eine Verdopplung des Abstandes zur Schallquelle verringert den Schallpegel bei linienförmigen Schallquellen um 3 dB. (Beweis siehe Berechnung unten)



Abb. 8: Lärmquellen



Während der Verteilung des Schalls geht auch Schallenergie durch Absorption verloren (Absorption = Schallschluckung). Dieser Vorgang ist umso stärker ausgeprägt, je weniger die Fläche, über der die Schallausbreitung stattfindet, die Schallwellen reflektiert (Reflexion = Rückstrahlung).

Die untenstehende Berechnung³ ermittelt die Schallpegelabnahme linienförmiger Schallquellen, wie zum Beispiel Straßenlärm.

$$\begin{aligned}
 L_2 &= L_1 - 10 \cdot \lg \frac{S_2}{S_1} & L_2 &= L_1 - 10 \cdot \lg \frac{S_2}{S_1} \\
 L_{5m} &= 65 \text{ dB} - 10 \cdot \lg \frac{5m}{0,1m} & L_{10m} &= 65 \text{ dB} - 10 \cdot \lg \frac{10m}{0,1m} \\
 L_{5m} &= 48 \text{ dB} & L_{10m} &= 45 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

Differenz = 3 dB

S_1 Abstand vor Veränderung
 S_2 Abstand nach Veränderung
 L_1 Wert aus Abbildung 5

³ vgl. Lohnmeyer, G.; Post, M.; Bergmann, H.; Praktische Bauphysik; 6.Auflage; Vieweg+Teubner; Wiesbaden; 2008

4. Schulen

Alle normalen Unterrichtsräume müssen so gebaut und ausgestattet werden, dass optimale Seh- und Hörbedingungen geschaffen werden. Der Unterricht ist zu einem sehr wesentlichen Teil ein akustischer Vorgang, dessen optimaler Gestaltung ganz allgemein zu wenig Beachtung geschenkt wird. Durch zweckmäßige raumakustische und schallschutztechnische Maßnahmen kann das Auffassungsvermögen der Schüler erheblich gefördert und vorzeitigen Ermüdungserscheinungen vorgebeugt werden.

Bei dem Schulbau wird in der Praxis leider zu oft der Schutz gegen den Außenlärm vernachlässigt, hauptsächlich gegen den Verkehrslärm. Der Lärm der in unmittelbarer Nähe der betreffenden Straße gemessen wird, erreicht einen Schallpegel zwischen 70 und 90 dB (A) und in Einzelfällen sogar noch mehr. In Klassenräumen von Schulen in der Nähe von Hauptverkehrsstraßen wurden bei geschlossenen Fenstern Pegel bis zu 60 dB (A) gemessen.

Die vorhandene bzw. zu erwartenden Belästigungen müssen daher vor der endgültigen Wahl des Standortes einer neuen Schule genau festgelegt werden. Unterrichtsräume sollten immer so liegen, dass die vor den Fenstern gemessene Pegelwerte im Durchschnitt 50 dB (A) nicht übersteigen. Auf keinen Fall sollen die Mittelungspegel innerhalb der Räume oberhalb von 35 bis 40 dB (A) liegen, da bei wesentlich lauterem Dauerstörungen ein konzentrierter Unterricht nicht möglich ist.

Wenn es nicht möglich ist, Schulgebäude in völlig ruhiger Umgebung unterzubringen, so muss vorwiegend durch bauliche Maßnahmen oder durch besondere Abschirmungen versucht werden, die genannten Werte zu erreichen. Die Schalldämmung der Fenster sollte man hierbei nicht in Ansatz bringen, da es zumindest im Sommer immer möglich sein sollte, bei offenen Fenstern zu unterrichten.

Lärmpegelbereich	Maßgeblicher Außenlärmpegel in dB (A)	Raumarten					
		Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien		Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Hotels, Unterrichtsräume		Büroräume	
		Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w (für Außenwände) bzw. R_w (für Fenster) in dB					
		Außenwand	Fenster	Außenwand	Fenster	Außenwand	Fenster
0	≤ 50	30	25	30	25	30	25
I	51 bis 55	35	30	30	25	30	25
II	56 bis 60	40	35	35	30	30	25
III	61 bis 65	45	40	40	35	30	30
IV	66 bis 70	50	45	45	40	35	35
V	≥ 70	55	50	50	45	40	40

Abb. 9: Tabelle der Lärmpegelbereiche

5. Schallschutz/ Schalldämmung

Um die Schallausbreitung in Gebäuden zu minimieren ist die Schalldämmung einzelner, in unserem Fall Holzmassivbaukonstruktionen, maßgebend.

Die Luftschalldämmung ist der Widerstand eines Bauteils gegen den Durchgang von Luftschallwellen⁴ Ein wichtiger Parameter für die Schalldämmung ist die Gesamtdicke der Konstruktion, denn die maximal mögliche Schalldämmung wird durch deren Flächengewicht und Biegesteifigkeit bestimmt. Mit der Hilfe von Verkleidungen oder Beplankungen mit Platten kann die Schalldämmung ebenfalls erhöht werden. Bei Außenwänden ist das Anbringen einer außenseitigen Wärmedämmung eine zusätzlichen Dämmung für hohe Frequenzen. Die Installationsebene bringt eine Verbesserung bei hohen oder mittleren Frequenzen. Eine Raumseitige Vorsatzschale erhöht das Schalldämm-Maß R_w .⁵

Schallschutz ist also die Eindämmung des Schalldruckpegels in Räumen.

⁴ vgl. Schulz, P.; Schallschutz; 3. Auflage; DVA; Stuttgart; S.35

⁵ vgl. Fouad, N. - A. (Hrsg.); Bauphysik Kalender - Schallschutz und Akustik; 9. Jahrgang; Ernst & Sohn; Berlin; 2009

6. Normen

Die DIN 4109 Schallschutz im Hochbau legt Anforderungen für den Mindestschallschutz fest. In Tabelle 8 werden die erforderlichen Schalldämm-Maße ($R'_{w,res}$) für Kombinationen von Außenwänden und Fenstern, in Abhängigkeit von der Nutzungsart und dem Außenlärmpegel angegeben. Der maßgebliche Außenlärmpegel ist nach der DIN 18005-1 Schallschutz im Städtebau, Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung zu bestimmen. Man kann aber auch den Außenlärmpegel aus den Lärmkartierungen der Bundesländer ablesen (vgl. Abb 5 bis 7, S. 2).

Für die Planung und den Nachweis des Schutzes gegen Außenlärm muss zuerst der maßgebliche Außengeräuschpegel LMAP bekannt sein. Je nach Art der Geräuschquellen sind bei der Ermittlung des LMAP unterschiedliche Regelungen zu berücksichtigen, die in E DIN 4109-2 (Rechenverfahren) und E DIN 4109-4 (messtechnische Nachweise) benannt werden.

„Auf Grundlage der Landesbauordnungen erfolgt der Nachweis der Schalldämmung von Außenbauteilen nach dem Abschnitt 10 des Beiblatts 1 zur DIN 4109; die Anforderungswerte werden dort in den Tabellen 8 bis 10 angegeben. Beim Nachweis ist die Ermittlung des rechnerisch resultierenden Schalldämm-Maßes (erf. $R'_{w,R,res}$) der einzelnen Teilflächen des Außenbauteils erforderlich; es wird nach der Gleichung 15 des Beiblatts der DIN ermittelt. In die Formel werden die jeweils zutreffenden bewerteten Rechenwerte für das Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,R,i}$ (z. B. für Wände) oder das Schalldämm-Maß $R_{w,R,i}$ (z. B. für Türen oder Fenster) aus dem Beiblatt 1 zur DIN 4109 eingesetzt.

$$R'_{W,Rres} = -10 \lg \left[\frac{1}{S_{ges}} \sum_{i=1}^n S_i \cdot 10^{-0,1 \cdot R_{w,R,i}} \right]^{*6}$$

Das Schalldämm-Maß wird in zwei Größen unterteilt. R_w ist das Schalldämm-Maß ohne Berücksichtigung flankierender Bauteile. R'_{w} hingegen berücksichtigt diese Werte.

Ist ein Schalldämm-Maß von 55dB und mehr angestrebt, so ist dies nur mit Hilfe von zweischaligen Bauteilen zu erreichen, da diese den Vorteil haben, dass durch den wie eine Feder wirkenden Luftzwischenraum, eine geringere flächenbezogene Masse notwendig ist.

⁶ [https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/schallschutz/schutz-gegen-aussenlaerm-4408217\(02.08.2017\)](https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/schallschutz/schutz-gegen-aussenlaerm-4408217(02.08.2017))

7. Änderungsbeispiele

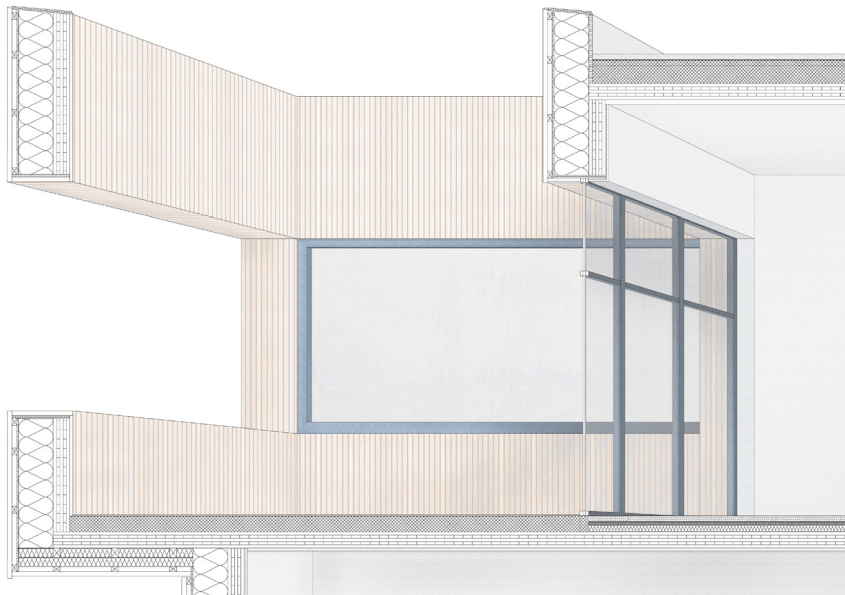
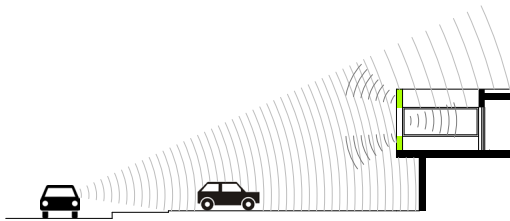
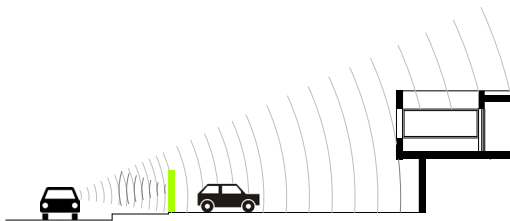


Abb. 10: Schnitt

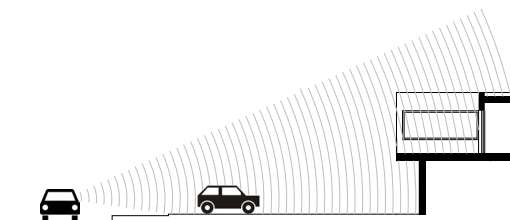
Die obere Abbildung zeigt den Bestand und die Stelle im Gebäude, die wir analysieren.



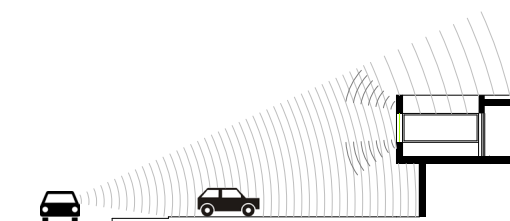
Aktuelle Schallsituation. Der Schall wird durch die Brüstung und den Sturz etwas reduziert.



Eine Möglichkeit, den Schall zu reduzieren wäre eine Schallmauer an der Straße.



Würde man den Innenhof nur mit einem Geländer abgrenzen ist die Dämmung am schwächsten.

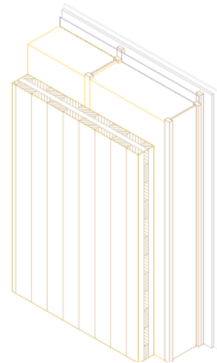


Um den Schall zu minimieren wird ein weiteres Fenster ergänzt.

8. Anwendungsbeispiele von Firmen

8.1 Außenwände

Es gibt einige Firmen, die Komplettlösungen für Außenwandaufbauten anbieten. Bei der Firma Stora Enzo haben wir einen Außenwandaufbau gefunden, der dem der Grundschule sehr ähnlich ist, jedoch die hinterlüftete Fassade fehlt.



5 mm	Mineralischer Putz
12,5 mm	Zementgebundene Leichtbeton-Bauplatte
30 mm	Sparschalung
< 1 mm	Unterspannbahn
200 mm	Holz-/Holzwerkstoff-Stegträger; dazwischen 200 mm Holzweichfaserdämmung
80 mm	CLT von Stora Enzo

R_w (C;C_{tr}): 43 (-2;-7) dB

Abb. 11: Firma Stora Enzo

Das Holzforschungszentrum Austria würde den Aufbau der hinterlüfteten Fassade wie folgt lösen.

Lärchenfassade	20 mm
Lattung	30 mm
diffusionsoffene Folie	
$s_d \geq 0,3$ m	
Gipsfaserplatte	15 mm
Mineralwolle	200 mm
Brettsperrholz	100 mm
GKF oder GF	12,5 mm

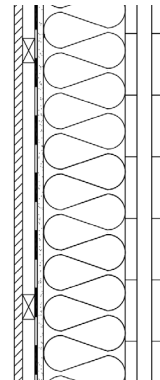


Abb. 12: Holzforschungszentrum Austria

Die Firma Merk bietet mit der LENO® Brettsperrholz folgende Möglichkeit:

AW (D) 7	R_w = 49 dB
Schalung	25,0 mm
Konterlattung	28,0 mm
Lattung	28,0 mm
Holzweichfaserplatte	18,0 mm
Mineralwolle WLG 035 mit vertikalem Tragriegel	140,0 mm
b = 60 mm im Achs- abstand von e = 0,625 m	
Leno	85,0 mm
Gipskartonplatte	15,0 mm

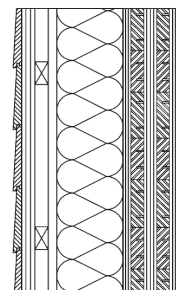


Abb. 13: Firma Merk

8.2 Fenster

Bezogen auf die Dämmwirkung sind Fenster das schwächste Glied der Außenwandkonstruktion. Auf Grund des geringen Gewichts und der Beweglichkeit der Fenster ist die Schalldämmung sehr gering.⁷ Die Luftschalldämmung der Fenster ist abhängig von einigen Faktoren. Zum einen von der Scheibendicke, denn mit zunehmender Dicke und der damit verbundenen Gewichtszunahme werden die schalldämmenden Eigenschaften erhöht. Verbesserungen können auch durch das Vergrößern des Abstandes zwischen den Scheiben, beispielsweise bei Doppelscheiben-Isoliergläsern, eintreten.⁸

Die Firma Feba bietet Fenster mit einem 6-Kammersystem an, das bis Schallschutzklasse 5 klassifiziert ist. Neben dem optimalen Schallschutz ist hier auch ein besonderer Wärmeschutz gegeben. (Abbildung 14)



Abb. 14: Firma Feba

„Die Schallschutzglaspalette der Firma IQ Glas umfasst sowohl PHONSTOP® Zweischeiben-Isoliergläser als auch PHONSTOP® III – KlimaschutzGläser im 3-fach Aufbau. Stark asymmetrische Glasdicken und ein geeigneter Scheibenzwischenraum sorgen für die gute Schalldämmung. Durch den Einsatz von Optiphon-Schallverbundsicherheitsgläsern ist es möglich, R_w -Werte im oberen Schalldämmbereich bis zu 53 dB zu erzielen“⁹ (Abbildung 14) Das Premium-Profil EFORTE der Firma WIES erfüllt die Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) und die der Schallschutz-Richtlinien. Je nach Scheibenaufbau wird Schallschutz bis SSK 5 gewährleistet.

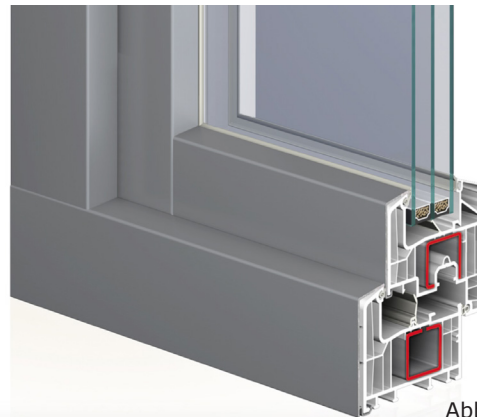


Abb. 15: Firma IQ Glas

⁷ Sälzer; Moll; Wilhelm; Schallschutz elementwerter Bauteile; Bauverlag; Wiesbaden + Berlin; 1979

⁸ vgl. Schulz, P.; Schallschutz; 3. Auflage; DVA; Stuttgart

⁹ <https://www.iq-glas.de/glasprodukte/schallschutzglaeser-phonstop/> (02.08.2017)

Fazit

Der Schallschutz hat für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Menschen eine große Bedeutung. Ob Schalle stören, krank oder glücklich machen, ist eine sehr individuelle Wahrnehmung und wird von vielen weiteren, auch nicht-akustischen, Faktoren beeinflusst. Wenn Schall zu Lärm wird, kann er sehr negativ auf das Wohlbefinden des Menschen wirken. Deshalb sollte die Lautstärke in Wohn- und Arbeitsräumen auf ein erträgliches Maß reduziert werden.

Möglichkeiten der Schallreduktion bzw. Schalldämmung gibt es viele und die Schalldämmung der heute üblichen Außenwandkonstruktionen ist normalerweise ausreichend. Wobei schon vor Baubeginn darauf geachtet werden kann Schall zu vermeiden, z.B. durch die Grundstückswahl oder einrücken des Gebäudes. Darum ist eine sorgfältige Vorplanung in der Ausführung unabdingbar damit der Schallschutz letztendlich auch funktionieren kann.

Ein Faktor zur Verringerung des Schalls wurde bei dem Gebäude unserer Ausarbeitung vorgenommen: Es wurde von der Straße, der Schallquelle, eingerückt. Wobei die Minimierung des Schallpegels noch mehr verbessert werden kann, indem eine Schallschutzwand an der Straße errichtet wird. Diese Wand ist wohl die effektivste Variante, denn sie reflektiert und absorbiert schon den größten Teil des Lärms der Schallquelle. Der geringe Teil des Lärms der trotz dessen noch vorhanden ist, verschwindet durch das Einrücken des Gebäudes und die dadurch große Entfernung zur Straße. Jedoch schirmt eine Wand nicht nur den Schall ab sondern verdeckt auch die Freundlichkeit und Offenheit der Schule. Aus diesem ästhetischen Grund haben wir uns gegen eine Schallschutzwand entschieden.

Eine weitere effektive Möglichkeit ist es ein Fenster einzubauen, jedoch ist das Preis-Leistungsverhältnis zu hoch. Da es ein Innenhof ist kommt von oben auch Schall hinein. Darum würde das Einbauen eines Fensters den Schall ein wenig minimieren, jedoch wären die Kosten des Fensters sehr hoch für eine sehr geringe Minimierung des Schalls. Letzten Endes entschieden wir uns den Innenhof so zu lassen wie er geplant wurde, da so das Preis-Leistungsverhältnis stimmt und die Ästhetik des Gebäudes bestehen bleibt. Jedoch würden wir darauf achten, dass die an den Innenhof angrenzenden Fenster Schallschutzfenster, der zuvor aufgeführten Varianten, sind. Wie zuvor schon erwähnt sind die heute üblichen Außenwandkonstruktionen ausreichend um Schallschutz zu gewährleisten. Darum haben wir auf den vorherigen Seiten Beispiele von Außenwandaufbauten, verschiedener Firmen, aufgeführt.

Durch die umfangreiche Recherche und das Querlesen durch verschiedene Inhalte haben wir in diesem Modul einen großen Überblick über das Thema Schall bekommen.

Anhang

Schalldämmmaße

1. Rhombusleisten auf Abstand 40/60 mm

Sibirische Lärche $\delta = 600 - 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$m'_R = d \cdot \delta$$

$$m'_R = 0,04 \text{ m} \cdot 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m'_R = 24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$R'_{wR} = 25 \cdot \lg \frac{m'}{m_0} - 12 \text{ dB}$$

$$R'_{wR} = 25 \cdot \lg \frac{24 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} - 12 \text{ dB}$$

$$R'_{wR} = 22,5 \text{ dB}$$

2. waagerechte Lattung 40/60 mm

↳ $R_{w2} = 22,5 \text{ dB}$ siehe 1.

3. UV beständige Fassadenfolie, schwarz

↳ wird vernachlässigt

4. dampfdiffusionsoffene Holzfaserplatte, 15 mm

$$m'_H = 0,015 \text{ m} \cdot 560 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m'_H = 8,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$R'_{wH} = 25 \lg \cdot \frac{8,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} - 12 \text{ dB}$$

$$R'_{wH} = 11,1 \text{ dB}$$

5. Zellulosedämmung, 300 mm
(lose Zellulose = 25-60 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

$$m'_z = 0,3 \text{ m} \cdot 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m'_z = 9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$R'_{wz} = 25 \lg \frac{9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} - 12 \text{ dB}$$

$$R'_{wz} = 11,9 \text{ dB}$$

6. Folie als Luftdichtung
↳ wird vernachlässigt

7. Brettsperrholzwand 5-lagig, 160 mm

$$m'_B = 0,16 \text{ m} \cdot 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m'_B = 64 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$R'_{wB} = 25 \lg \frac{64 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} - 12 \text{ dB}$$

$$R'_{wB} = 33,2 \text{ dB}$$

8. Gipsbauplatte, 12,5 mm

$$\sigma = 600 - 650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m'_G = 0,0125 \text{ m} \cdot 600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m'_G = 7,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$R'_{wG} = 25 \lg \frac{7,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} - 12 \text{ dB}$$

$$R'_{wG} = 9,9 \text{ dB}$$

9. Putz, 15 mm

Gipsputz ohne Zuschlag $\sigma = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$m'_P = 0,015 \text{ m} \cdot 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m'_P = 18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$R'_{wP} = 25 \lg \frac{18 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}}{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}} - 12 \text{ dB}$$

$$R'_{wP} = 19,4 \text{ dB}$$

Quellen

Literatur

Willems, Wolfgang M. (Hrsg.); Lehrbuch der Bauphysik; 7. Auflage; Springer Verlag; Wiesbaden; 2013
Meyer-Bohe, Walter; Planungsgrundlagen der Bauphysik; VAK; Stuttgart; 1977
Lohmeyer, G.; Post, M.; Bergmann, H.; Praktische Bauphysik; 6. Auflage; Vieweg+Teubner; Wiesbaden; 2008
Schulz, P.; Schallschutz; 3. Auflage; DVA; Stuttgart
Fouad, N. - A. (Hrsg.); Bauphysik Kalender - Schallschutz und Akustik; 9. Jahrgang; Ernst & Sohn; Berlin; 2009
Sälzer; Moll; Wilhelm; Schallschutz elementwerter Bauteile; Bauverlag; Wiesbaden + Berlin; 1979

Internetquellen

<https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/schallschutz/schutz-gegen-aussenlaerm-4408217> (02.08.2017)
<https://www.iq-glas.de/glasprodukte/schallschutzglaeser-phonstop/> (02.08.2017)
<http://www.wies.de/produkte/kunststoffprofile/fenster/profil-system-eforte/> (02.08.2017)
<http://www.porta-fenster.de/produkte/fenster/verglasung/schallschutzglas/> (02.08.2017)
<https://www.rehau.com/download/1589282/synego-broschuere.pdf> (02.08.2017)
https://www.akustik.tu-berlin.de/fileadmin/fg23/Lehre/Lehre/Raumbauakustik/Abschn_4_BaulSchallschutz.pdf (02.08.2017)

Zeitschrift

Taubert, U.; Schallschutz im Hochbau. Grundbegriffe, Anforderungen, Konstruktionen, Nachweise; Bauphysik 37 (2015), Heft 1; S. 68f

Abbildungen

Abb. 4: Lohmeyer, G.; Post, M.; Bergmann, H.; Praktische Bauphysik; 6. Auflage; Vieweg+Teubner; Wiesbaden; 2008
Abb. 5 - 7: <http://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/umwelt-tiere/laerm/laermpegelsuche> (28.07.2017)
Abb. 9: Sälzer; Moll; Wilhelm; Schallschutz elementwerter Bauteile; Bauverlag; Wiesbaden + Berlin; 1979
Abb. 11: <http://www.clt.info/wp-content/uploads/2015/10/Schallschutz-mit-CLT-von-Stora-Enso-DE.pdf> (02.08.2017)
Abb. 12: http://www.mm-holz.com/fileadmin/user_upload/Downloads/Folder/Sonstige/Planungsbroschue-re-Brettsperrholz.pdf (02.08.2017)
Abb. 13: [http://www.merk.de/databases/internet/_public/files.nsf/SearchView/7005AA775DD7DE3FC1257C05001F4B4A/\\$File/Leno-Broschuere_DE_102013.pdf](http://www.merk.de/databases/internet/_public/files.nsf/SearchView/7005AA775DD7DE3FC1257C05001F4B4A/$File/Leno-Broschuere_DE_102013.pdf) (02.08.2017)
Abb. 14: <http://www.febe.de/produkte/fenster/fensterprofile/> (02.08.2017)
Abb. 15: <https://www.iq-glas.de/glasprodukte/schallschutzglaeser-phonstop/> (02.08.2017)