

Architektur Sosem. 2017

Hausarbeit zum Thema:

Luftschall -

Außenbauteile Kombination Wand-Fenster

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

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

Name der Autoren: Nicole Jakob | Mareike Bongard

Matrikelnr.: 963734 | 963802

Luftschall: Außenbauteile Kombination Wand-Fenster

Aufgabenstellung

Anhand des eigenen Schulbauentwurfs sollte die Situation der Außenfassade in Kombination mit den Fensteranschlüssen schallschutztechnisch bewertet werden. Hierzu werden anhand der DIN 4109 Anforderungen für erhöhten Schallschutz festgelegt und das Bauteil dementsprechend konstruiert und weitere Ausführungsvarianten ausgearbeitet. Zusätzlich sollen zu den einzelnen Ausführungsvarianten die jeweiligen bewerteten Bau-Schalldämm-Maße (R'_{w}) bestimmt und nachgewiesen werden.

Der Entwurf



Abbildung 1: Grundriss Erdgeschoss

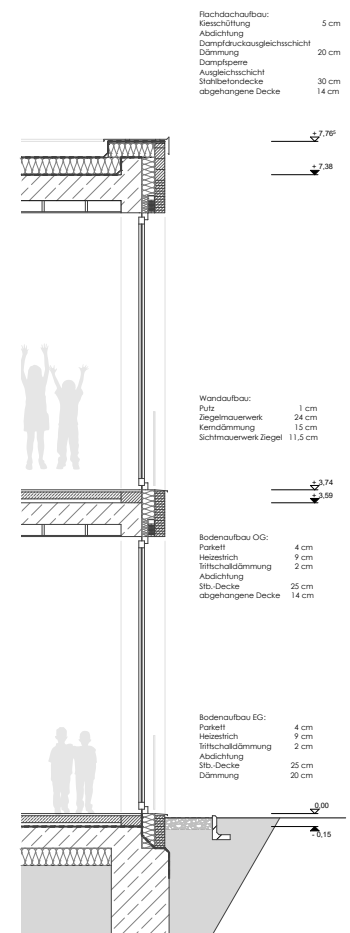


Abbildung 2: Fassadenschnitt schematisch

Geplant war ein zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung, Haupttragwerk aus Ziegelmauerwerk, 24 cm und Verblendmauerwerk, 11,5 cm. In der Dämmschicht ist ein Sonnenschutz in Form von Raffstores integriert. Die Holz-Alu-Fenster sind geschosshoch und nach innen zu öffnen. Eine Absturzsicherung ist außen in der Laibung vorgesehen.

Einwirkungen und Anforderungen an die Außenbauteile

Die zu betrachtende Fassade des Gebäudes orientiert sich zu der ca. 100 Meter entfernten stark befahrenen Straße des Ehrenfeldgürtels in Köln.

Anhand der unten dargestellten Tabellen, gehen wir von einem Außenschallpegel von ca. 60 bis 75 dB(A) aus, der in dem Mischgebiet auftreten kann. Laut DIN 4109-1(7.2) Tabelle 7 entspricht dies dem Lärmpegelbereich III bis V, dementsprechend müssen die Außenbauteile ein Gesamt - Schalldämmmaß R'_w von mindestens 45 dB(A) aufweisen. Für Fenster gilt das gleiche Schalldämmmaß von mindestens 45 dB(A) laut DIN 4109(11.89) Tabelle 8 und 9. Mit einzubeziehen sind hierbei auch die Verschattungselemente.

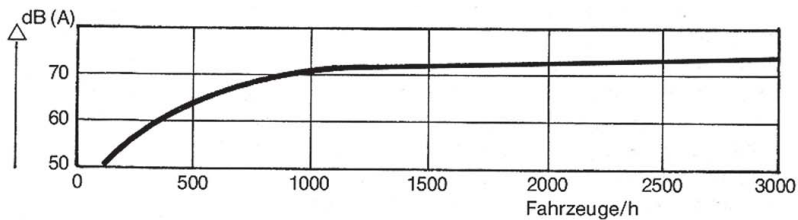


Abbildung 3: Diagramm - Städtebau I + II; Dieter Prinz, 1991

| Nr. | Baugebiete* | Orientierungswerte Planungsrichtpegel DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“ 1987 | |
|-----|--|--|----------------------|
| | | Tag | Nacht** |
| 1 | Reines Wohngebiet (WR) Wochenendhaus- gebiet (WS) | 50 | 35/40 |
| 2 | Allgem. Wohngebiet (WA) Kleinsiedlungsgebiet | 55 | 40/45 |
| 3 | Dorfgebiet (MD) Mischgebiet (M) Kerngebiet (MK) | 60 60 65 | 45/50 50 50/45 |
| 4 | Friedhof/ Kleingärten | 55 | 55 |
| 5 | Industriegebiet (GI) Gewerbegebiet (GE) | 65 | 55/50 |
| 6 | Sondergebiet (SO) je nach Nutzungsart und Wohnanteil | 45–65 | 35–65 |

Abbildung 4: Orientierungswerte - Städtebau I + II; Dieter Prinz, 1991

| Lärmpegelbereich | Maßgeblicher Außenlärmpegel | Raumarten | | |
|------------------|-----------------------------|--|---|---------------------------------------|
| | | Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien | Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und ähnliches | Büroräume ¹⁾ und ähnliches |
| | dB(A) | 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 |

1) An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm der darin ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.
2) Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen nach DIN 4109

Abbildung 5: DIN 4109-1 (7.2) Tabelle 7

Rechnung zur Verringerung des Schallpegels durch die Entfernung

„Nähert man sich einer Schallquelle, so vergrößert sich der Schallpegel, entfernt man sich von der Schallquelle, so verringert sich der Schallpegel.“ (Bauphysik, Bläsi, 2015, S. 400)

Mittels der unten stehenden Formel ist es möglich, eine Verringerung der Schallquelle durch die Entfernung zu bestimmen. Laut Formel beträgt der Außenlärmpegel nach Einbezug der 100 m Entfernung nur noch 55 db.

$$L_2 = L_1 - 10 \times \lg \frac{R_2}{R_1}$$

$$L_2 = 75 \text{ db} - 10 \times \lg \frac{100}{1}$$

$$L_2 = \underline{55 \text{ db}}$$

R₁ = ursprünglicher Abstand

R₂ = veränderter Abstand

L₁ = ursprünglicher Schallpegel

L₂ = Schallpegel nach der Abstandsänderung

Formel siehe Bauphysik, Bläsi, 2015, Seite 400

Anhand dieser Anforderungen, wurden die folgenden Fassadenaufbauten entwickelt und dementsprechende Materialien ausgewählt, die die erforderlichen Schalldämmmaße aufweisen.

Da die Fassade zur Südseite orientiert ist, wurde besonders auch auf die Verschattung Wert gelegt, die ebenfalls besondere Schalldämmmaße einhalten muss, um zu verhindern, dass sich der Schall über die Nebenwege ins Gebäudeinnere bewegt.

Detail 1:

Zweischaliges Mauerwerk mit Hinterlüftungsebene

Dieses Fassadendetail ist angelehnt an die Fassade des ursprünglichen Entwurfs und wurde weiter ausgearbeitet und perfektioniert. Der Fasadenschnitt zeigt ein Zwei-schaliges Mauerwerk mit Hinterlüftungsebene. Das Fenster liegt in der Trageebene des Mauerwerks. Zur Verschattung wurden Raffstore-Elemente eingefügt, die in der Dämmebene liegen. Ein Betonsturz dient zur Abfangung des Sichtmauerwerks.

Der Wandaufbau wurde von der Firma Wienerberger übernommen, Wandaufbau: 24 cm Poroton-Planziegel; Rohdichteklasse 1,2 kg/dm³; vermörtelt im Dünnbettmörtel, Innenputz aus Kalkzement 1,5 cm, Dämmschicht 8 cm, Luftschicht 4 cm, Hochlochziegel als Klinker; Rohdichteklassen 1,6kg/dm³. Anhand beigefügter Tabelle (Abbildung8) ergibt sich für die Fassade ein Schalldämmmaß R_w von 59 db.

Das Kunststofffenster in Kombination mit den Raffstoreelementen weisen ein Schalldämmmaß von 47 db auf.

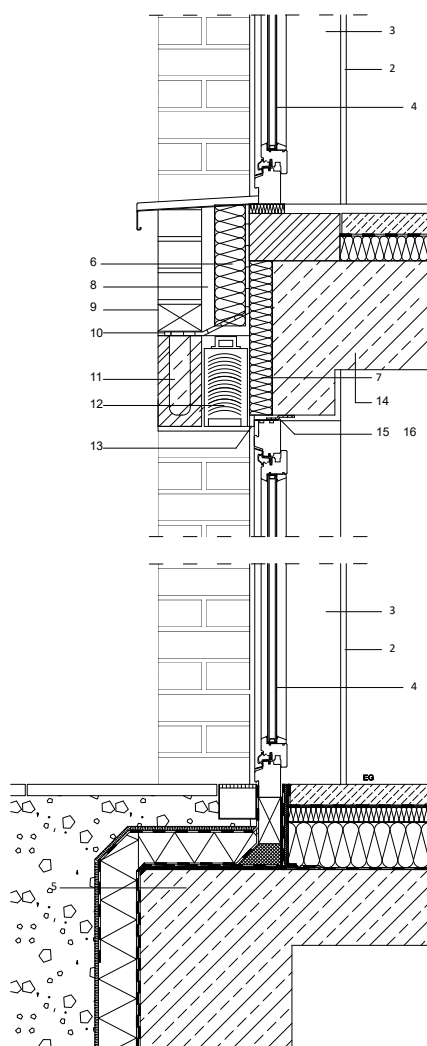


Abbildung 7: Fassadenschnitt M. 1:20

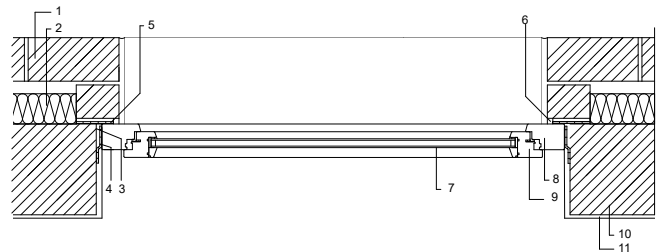


Abbildung 6: Grundriss M. 1:20

| | | | |
|----|------------------------|------|----|
| 1 | TERCA Vormauerziegel | 11,5 | cm |
| 2 | Innenputz | 1,5 | cm |
| 3 | Poroton- Mauerwerk | 24 | cm |
| 4 | Fenster bodengängig | | |
| 5 | Fundament | | |
| 6 | Wärmedämmung | 8 | cm |
| 7 | Wärmedämmung | | |
| 8 | Luftschicht | 3,5 | cm |
| 9 | offene Stoßfuge | | |
| 10 | Feuchtesperre | | |
| 11 | U- Schalen Fertigsturz | | |
| 12 | Sonnenschutz | | |
| 13 | Kompriband | | |
| 14 | Betondeckenplatte | 24 | cm |
| 15 | PU- Schaum | | |
| 16 | Abdichtungsfolie | | |

| Wanddicke [cm] | Schalldämm-Maße [$R'_{w,R}$] in [dB] bei Ziegelrohddichten in [kg/dm ³], Zuschlag für Innenputz 25 kg/m ² | | | | | | | |
|---------------------------|---|------------|-----------------------|------------|--------------|------------|-----------------------|------------|
| | Normalmörtel | | 1,4 Dünnbettmörtel | | Normalmörtel | | 1,2 Dünnbettmörtel | |
| | Masse | $R'_{w,R}$ | Masse | $R'_{w,R}$ | Masse | $R'_{w,R}$ | Masse | $R'_{w,R}$ |
| 11,5 ²⁾ + 17,5 | 415 | 58 | 400 | 58 | 409 | 58 | 391 | 57 |
| 11,5 ²⁾ + 24,0 | 503 | 60 | 482 | 60 | 485 | 60 | 461 | 59 |

* ggf. zwischen den Schalen eingebrachter Dämmstoff wird in Bezug auf die flächenbezogene Masse nicht angerechnet.

¹⁾ Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ ermittelt aus der Summe der flächenbezogenen Massen beider Schalen plus Zuschlag von 5 dB.

²⁾ Ziegelrohddichte der Verblender 1,6 kg/dm³, Wandrohddichte 1540 kg/m³.

Abbildung 8: Tabelle Schalldämmmaß - Wienerberger Technische Informationen Vormauerziegel, S.21



Eigenschaften bis

| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Wärmedämmung U_f | 0,79 W/m ² K |
| Windwiderstand (EN 12210) | B5 |
| Schlagregendichtheit (EN 12208) | 9A |
| Luftdurchlässigkeit (EN 12207) | 4 |
| Schalldämmwert | $R_w = 47$ dB |
| Einbruchhemmung (EN 1627) | RC3 |
| Bedienkräfte (EN 13115) | 2 |

Abbildung 9: Systemdarstellung Kunststofffenster REHAU GENEО Fenster mit Eigenschaften

Obwohl dieses Detail schallschutztechnisch korrekt ausgearbeitet ist, kann es im Bereich des Wärmeschutzes jedoch zu Problemen kommen. Dazu wurde zur Korrektur das zweite Detail auf der folgenden Seite ausgearbeitet:

Detail 2:

Zweischaliges Mauerwerk mit Kerndämmung und im Fenster integrierter Jalousie

Anknüpfend an das erste Fassadendetail wurde dieses weiter entwickelt im Bereich des Fensters und der Verschattungsanlage um einen ausreichenden Wärmeschutz zu erzielen. Dazu wurde der Wandaufbau, wie die Firma Wienerberger vorschlägt, erhalten und das Kunststofffenster durch ein Holz-Aluminium-Verbundfenster mit integrierter außenliegender Jalousie ersetzt. Das Fenster sitzt hierbei in der Dämmebene, wobei ein erhöhter Wärmeschutz garantiert wird, da keine Wärmebrücke entsteht. Zudem verfügt das Holz-Alu-Fenster HV350 der Firma Internorm über ein erhöhtes Schalldämmmaß von 45 db. Jedoch stellt dieser Wert gegenüber dem vorher vorgestellten Kunststofffenster ein niedrigeres Maß dar, aber in Anbetracht der Integration von Fenster und Jalousie, wird dieses Beispiel als sinnvoller erachtet, da so weitere Schallnebenwege verhindert werden. Auf nachfolgender Seite wird rechnerisch das Gesamtschalldämmmaß der Gesamtkonstruktion ermittelt.

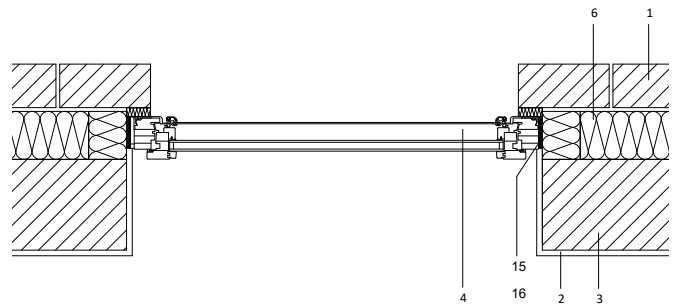
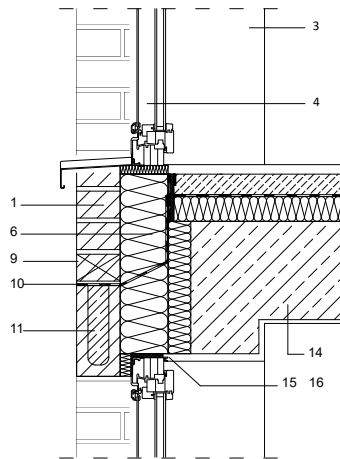


Abbildung 10: Grundriss M. 1:20

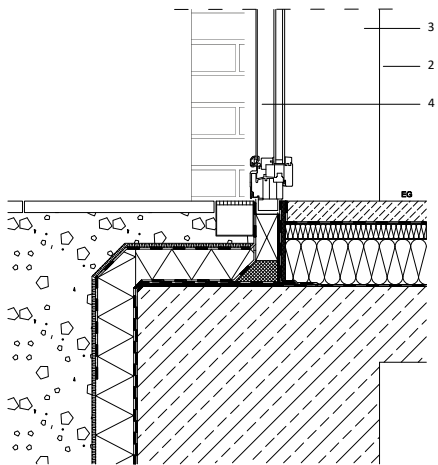


Abbildung 11: Fassadenschnitt M. 1:20

| | | | |
|----|--|------|----|
| 1 | TERCA Vormauerziegel | 11,5 | cm |
| 2 | Innenputz | 1,5 | cm |
| 3 | Poroton- Mauerwerk | 24 | cm |
| 4 | Holz-Alu-Fenster mit integrierter Jalousie | | |
| 5 | Sockelelement | | |
| 6 | Wärmedämmung | 12 | cm |
| 7 | Wärmedämmung | | |
| 8 | Luftschicht | 3,5 | cm |
| 9 | offene Stoßfuge | | |
| 10 | Feuchtesperre | | |
| 11 | U- Schalen Fertigsturz | | |
| 12 | Sonnenschutz | | |
| 13 | Kompriband | | |
| 14 | Betondeckenplatte | 24 | cm |
| 15 | PU- Schaum | | |
| 16 | Abdichtungsfolie | | |

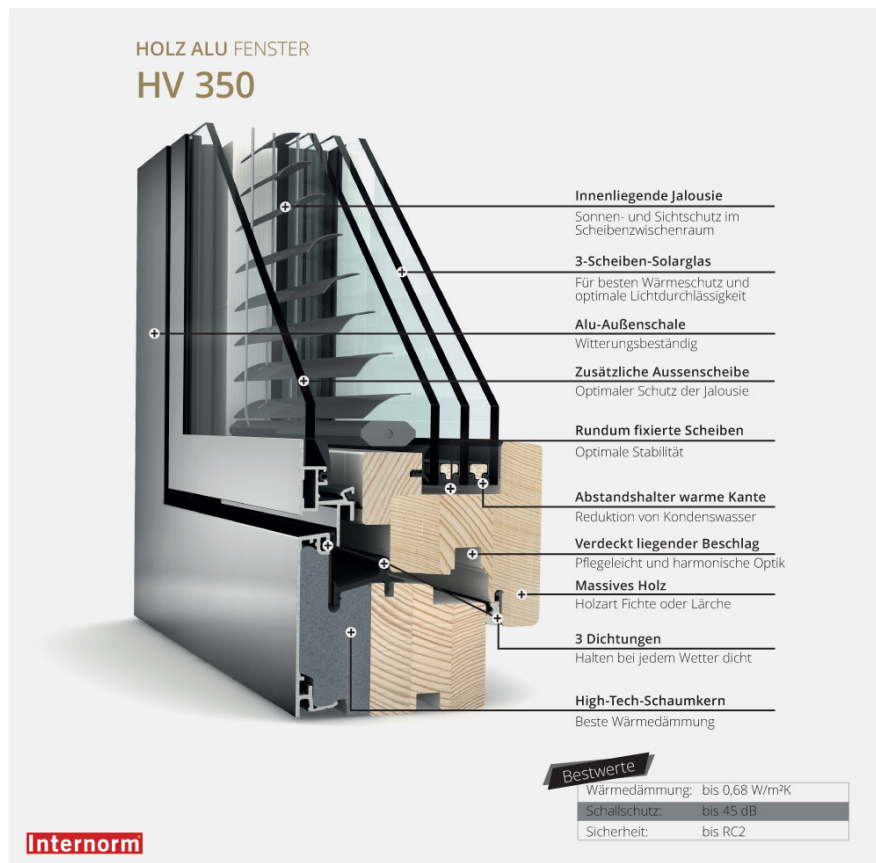


Abbildung 12: Systemdarstellung Holz-Alu-Verbundfenster INTERNORM HV350 mit Eigenschaften

Berechnung des Gesamtschalldämmmaßes der Konstruktion

$$R_{ges} = R'_w - 10 \times \lg \left[1 + \frac{A_T}{A_{W+T}} \left(10^{\frac{R'_w - R_T}{10}} - 1 \right) \right]$$

$$R_{ges} = 59 \text{ dB} - 10 \times \lg \left[1 + \frac{36,32}{77,52} \left(10^{\frac{59 - 45}{10}} - 1 \right) \right]$$

$$R_{ges} = \underline{48,1 \text{ dB(A)}}$$

R'_w = Schalldämmmaß der Wand

R_T = Schalldämmmaß der Tür

A_{W+T} = Wandfläche, einschl. Tür- und Fenster

A_T = Tür- oder Fensterfläche

Formel siehe Bauphysik, Bläsi, 2015, Seite 347

Durch die großzügigen Fensterflächen in der Fassade wird deren Schalldämmmaß um ca. 11 dB gemindert und beträgt rechnerisch nun noch 48,1 dB. Durch fachgerechter Einbau der Fenster wird sicher gestellt, dass dieser Wert eingehalten wird. Das erforderliche $R'_{w, res}$ des Außenbauteils entspricht demfolgend den Anforderungen des V. Lärmpegelbereiches nach DIN 4109(11.89) Tabelle 8 und 9 (siehe Abbildung 5). Laut VDI 2719 Tafel 4 beträgt der Pegel für die in ein Klassenzimmer von außen eindringenden Geräuschen 30 bis 40 dB(A). Demnach dürfte im schlechtesten Fall ein Außenlärm von maximal ca. 88 dB(A) vorherrschen. Dieser Wert wird jedoch nie erreicht. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass in dem Klassenraum bei einem Außenlärmpegel von 75 dB(A) maximal 27 dB(A) ankommen. Diese Berechnung beinhaltet hierbei noch nicht die Verminderung auf 55 dB(A) durch die Entfernung zur Straße. Bei Einbezug der Schallquellenverminderung auf 55 dB(A) beträgt der Außenlärmpegel im Innenraum nur noch 7 dB(A)!

Detail 3:

Betonsandwichelement mit Internorm Holz-Alu-Verbundfenster

Als Alternative zu dem Zweischaligen Mauerwerk wird eine Ausführung in Sichtbeton angeboten, die durch den Einsatz von Betonsandwichelementen realisiert werden kann.

Die innere Schale von 23 cm dient als Tragschale, das Verbundfenster liegt in der 15 cm dicken Dämmebene und die äußere Schale von 12 cm dient als Fassade.

Mithilfe der folgenden Rechnung wird das Schalldämmmaß dieser Wandkonstruktion errechnet und weiter auf die Alternative eingegangen.

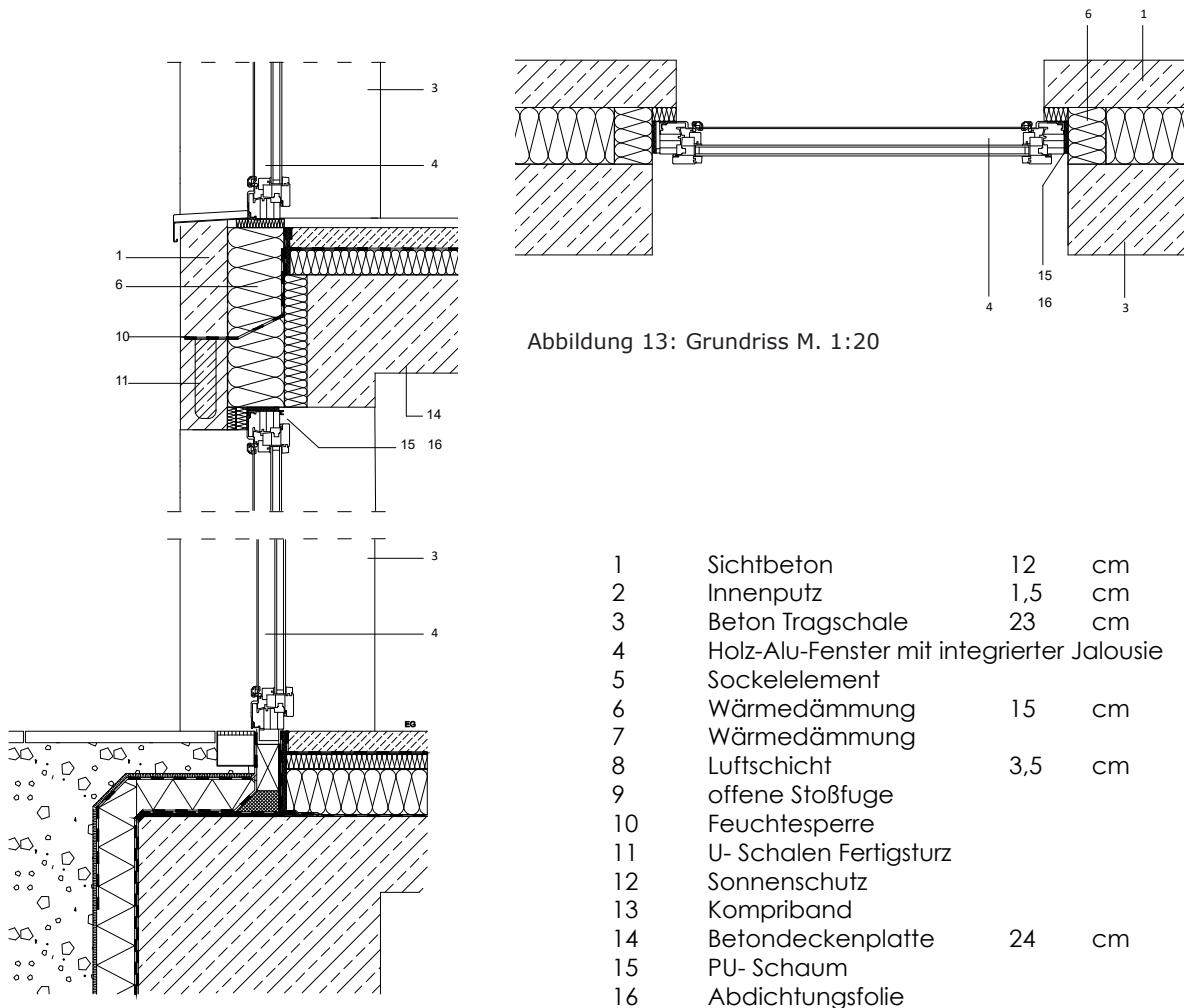


Abbildung 13: Grundriss M. 1:20

Abbildung 14: Fassadenschnitt M. 1:20

| | | | |
|----|--|-----|----|
| 1 | Sichtbeton | 12 | cm |
| 2 | Innenputz | 1,5 | cm |
| 3 | Beton Tragschale | 23 | cm |
| 4 | Holz-Alu-Fenster mit integrierter Jalousie | | |
| 5 | Sockelelement | | |
| 6 | Wärmedämmung | 15 | cm |
| 7 | Wärmedämmung | | |
| 8 | Luftschicht | 3,5 | cm |
| 9 | offene Stoßfuge | | |
| 10 | Feuchtesperre | | |
| 11 | U- Schalen Fertigsturz | | |
| 12 | Sonnenschutz | | |
| 13 | Komprüband | | |
| 14 | Betondeckenplatte | 24 | cm |
| 15 | PU- Schaum | | |
| 16 | Abdichtungsfolie | | |

Berechnung des bewerteten Luftschalldämmmaß R'_w der Konstruktion

$$R'_w = 28 \times \log m' - 22$$

R'_w = Schalldämmmaß der Wand

$m' = m'_{\text{Innenschale}} + m'_{\text{Wetterschutzschale}}$

m' = flächenbezogene Masse

Formel siehe Schneider Bautabellen für Architekten
20. Auflage 2012, Kapitel Bauakustik 4.65

Innenschale:

Stahlbeton, $d = 23$ cm, Rohdichte 2400 kg/m³

$$m'_1 = 0,23 \times 2400 = 552 \text{ kg/m}^2$$

Wetterschutzschale:

Stahlbeton, $d = 12$ cm, Rohdichte 1800 kg/m³

$$m'_2 = 0,12 \times 1800 = 216 \text{ kg/m}^2$$

$$R'_w = 28 \times \log (552 + 216) - 22$$

$$R'_w = \underline{58,8 \text{ db(A)}}$$

Berechnung des Gesamtschalldämmmaßes der Konstruktion

$$R_{\text{ges}} = R'_w - 10 \times \lg \left[1 + \frac{A_T}{A_{W+T}} \left(10^{\frac{R'_w - R_T}{10}} - 1 \right) \right]$$

R'_w = Schalldämmmaß der Wand

R_T = Schalldämmmaß der Tür

A_{W+T} = Wandfläche, einschl. Tür- und Fenster

A_T = Tür- oder Fensterfläche

$$R_{\text{ges}} = 58,8 \text{ db} - 10 \times \lg \left[1 + \frac{36,32}{77,52} \left(10^{\frac{58,8 - 45}{10}} - 1 \right) \right]$$

$$R_{\text{ges}} = \underline{48,09 \text{ db(A)}}$$

Formel siehe Bauphysik, Bläsi, 2015, Seite 347

Im Vergleich zum zweiten Detail ändert sich bezüglich des bewerteten Luftschalldämmmaßes und des Gesamtschalldämmmaßes der gesamten Konstruktion nichts. Von daher wäre es möglich aus Kostengründen auf hochschallisolierte Fenster zu verzichten und Fenster mit geringerem Schalldämmmaß auszuwählen. Aus diesem Grund wurde eine erneute Rechnung zum obigen Wandaufbau vorgenommen, jedoch mit Fenstern geringerem Schalldämmmaß. Dabei ist von einem Außenlärmpegel von 55 db(A) auszugehen.

$$R_{\text{ges}} = R'_w - 10 \times \lg \left[1 + \frac{A_T}{A_{W+T}} \left(10^{\frac{R'_w - R_T}{10}} - 1 \right) \right]$$

R'_w = Schalldämmmaß der Wand

R_T = Schalldämmmaß der Tür

A_{W+T} = Wandfläche, einschl. Tür- und Fenster

A_T = Tür- oder Fensterfläche

$$R_{\text{ges}} = 58,8 \text{ db} - 10 \times \lg \left[1 + \frac{36,32}{77,52} \left(10^{\frac{58,8 - 33}{10}} - 1 \right) \right]$$

$$R_{\text{ges}} = \underline{36,28 \text{ db(A)}}$$

Formel siehe Bauphysik, Bläsi, 2015, Seite 347

Die gesamte Konstruktion zeigt ein Gesamtschalldämmmaß von $36,28$ db(A) bei Verwendung von Holz-Alu-Fenstern der Firma Internorm mit einem bewerteten Luftschalldämmmaß von nur 33 db(A). Bei einem angenommenen Außenlärmpegel von 55 db(A) herrscht im Klassenraum lediglich nur noch ein Lärmpegel von 19 ca. db(A). Dies entspricht dem Lärmpegelbereich I.

Quellen:

Analog

Bauphysik, Walter Bläsi, 9. Auflage 2015, Europa Lehrmittel

Schneider Bautabellen für Architekten, Alfons Goris, Joachim P. Heisel, 20. Auflage 2012, Werner Verlag

Baukonstruktion, Dierks, Schneider, Wormuth, 5. Auflage 2002, Werner Verlag

Standard Detail Sammlung Neubau, Peter Beinhauer, 3. Auflage 2010, Rudolf Müller Verlag

Städtebau I+II, Dieter Prinz, 4. Auflage 1991, Kohlhammer Verlag

DIN 4109 von 1989

VDI 2719 von 1987

Digital

<https://www.internorm.com/de-de/internorm.html> (aufgerufen zuletzt am 20.7.2017)

<https://www.rehau.com/de-de/architekten-planer/fenster-tueren> (aufgerufen zuletzt am 20.07.2017)

<http://wienerberger.de/ziegelloesungen/%C3%BCberblick> (aufgerufen zuletzt am 20.07.2017)