HTL 1 Bau und Design
Abendkolleg Hochbau

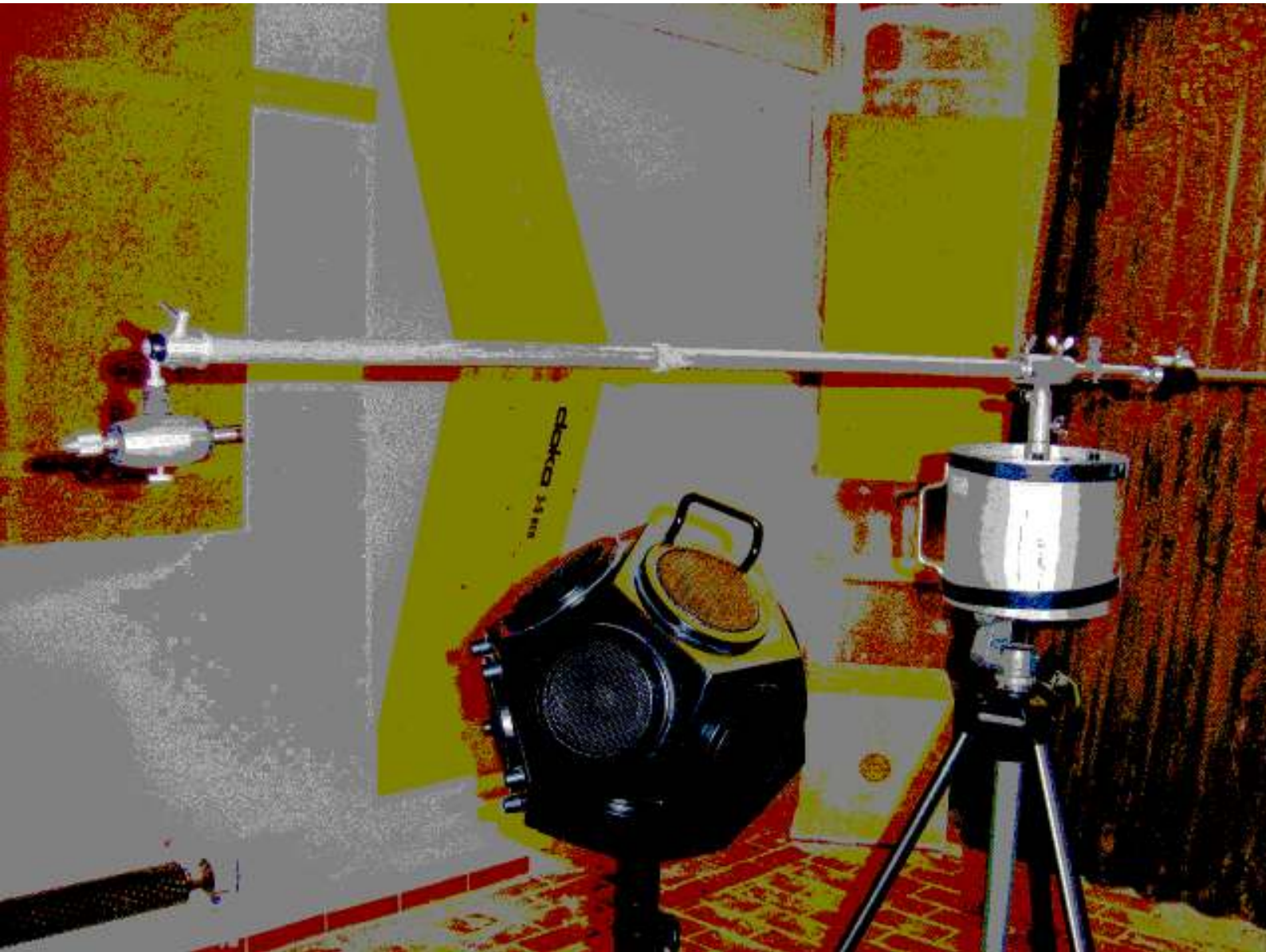
Schuljahr 2011

Bianca Huemer, Oliver Lageder und Petra Pollhammer

Luftschallmessungen unterschiedlicher Wohnungstrennwände

Airborne sound measuring of different flat separating walls

Diplomarbeit



Portfolio

Unsere Motivation für dieses Projekt war die Erkenntnis, dass jeder Mensch einen Ort der Ruhe braucht um sich entspannen zu können.

Heutzutage leben wir in Zeiten, in denen wir ständigen Lärmemissionen ausgesetzt sind. Daher ist es für uns von großer Bedeutung, dass in der Praxis Wohnungen errichtet werden können, in denen Menschen ein Leben ohne gegenseitiges Stören ermöglicht wird.

Somit wollten wir unter Laborbedingungen prüfen, welche der verschiedenen, dem Stand der Technik entsprechenden, Wandkonstruktionen den besten Schalldämmwert aufweisen, um dadurch den Wohnkomfort zu verbessern.
Mit hoher Motivation lernten wir den Umgang mit der Labortechnik und führten die Prüfungen praxisgerecht durch.

Name:	**Bianca Huemer**
Wohnhaft:	Würting 11, 4081 Hartkirchen
Beruf:	Bauphysikerin
Geboren:	29.04.1971, in Wels
Hobbies:	Geocaching, Tauchen, Gitarre spielen

Name:	**Oliver Lageder**
Wohnhaft:	Neustiftgasse 15, 4400 Steyr
Beruf:	Leitender Angestellter
Geboren:	02.06.1982, in Steyr
Hobbies:	Kino, Rafting, Boxen, Bogen schiessen

Name:	**Petra Pollhammer**
Wohnhaft:	Berghamerstr. 68, 4072 Alkoven
Beruf:	techn. Angestellte
Geboren:	15.04.1975, in Linz
Hobbies:	Bergsteigen, Mountainbiken, Klettersteige

Danksagung

Hiermit bedanken wir uns herzlichst bei unserem Betreuer

Prof. Bmst. DI Reinhard Schild

der uns jederzeit tatkräftig mit seiner Hilfe zur Seite stand und uns mit seinen Ratschlägen, Unterlagen und telefonischem Support stets unterstützte.

Wir bedanken uns ebenso bei unseren Projektpartnern sowie Sponsoren:

TAS Bauphysik GmbH
(Projektpartner, Sponsor)
DI Reinhard Kainberger
Ing. Walter Weissenböck

Saint-Gobain ISOVER Austria
(Projektpartner, Sponsor, Materiallieferant)
DI Karl Zlabinger

Saint-Gobain RIGIPS Austria
(Projektpartner, Materiallieferant)
Ing. Thomas Jakits

Prima Bau- und Dämmsystem Gesellschaft m.b.H. & Co KG
(Projektpartner, Materiallieferant)
Horst Faller

OÖS Zieglerverband
(Projektpartner, Sponsor, Materiallieferant)
Rudolf Ecklmayr

Land Oberösterreich
Abteilung Umwelttechnik
(Projektpartner)
Mag. DI Robert Kernöcker

HTL 1, Linz Goethestr.
(Projektpartner)
Dipl.-Ing. Manfred Treml
Bauhofteam + Bauhoflehrer

Besonderer Dank gilt auch:
(Laborant)
Daniel Emich

Kurzfassung

Ruhe genießen und ruhig schlafen können ist uns allen ein großes Anliegen, denn Lärm ist weit mehr als ein Ärgernis! Anhaltender Lärm belastet uns und unsere Gesundheit.

Lärm, verursacht durch Wohnungsnachbarn, führt oft zu sozialen Konflikten. Die meisten Beschwerden über Nachbarn richten sich gegen Beeinträchtigungen durch Lärm, wie zum Beispiel durch Klavier spielen des Nachbarn, eine laute Stereoanlage oder Kindergeschrei.

Zwischen den Wohnung ist daher ein entsprechender Schallschutz zu gewährleisten, sodass die Bewohnerinnen und Bewohner vor störenden Geräuschen aus den Nachbarwohnungen geschützt sind und die gesetzlichen und normativen Anforderungen erfüllt werden. Das wird zB durch die Verwendung von Ziegelschallschutzwänden mit unterschiedlichen Vorsatzschalenkonstruktionen erreicht.

Gleichzeitig werden an eine Wohnungstrennwand Anforderungen an den Wärmeschutz gestellt, sodass jedenfalls zusätzlich zur Massivwand eine Vorsatzschalenkonstruktion erforderlich ist.

Im Zuge dieser Diplomarbeit wurden verschiedene Trennwandsysteme im Prüflabor getestet. Die Ergebnisse zeigen, mit welchen Aufbauten ein ausreichender Schallschutz gewährleistet wird und auf welche Fehlerquellen bei der Errichtung zu achten ist.

Abstract

It’s important for us to enjoy the silence and sleep in peace, because noise is far more than a nuisance! Constant noise has a strong impact on us and our health.

Noise, caused by neighbours, often leads to social conflicts. Most complaints against neighbours are about noise disturbance, such as playing piano, listening to music or screaming children.

Therefore you have to build noise barriers between dwelling units to protect residents against disturbing noises from neighbouring apartments and to acquit the law and the Austrian technical standards. For example this will be achieved through sound insulating brick walls with different shell constructions.

Furthermore the partition system must fulfill the demands of heat insulation, therefore a shell construction is required in addition to the solid wall.

As part of this thesis different wall systems were tested in the laboratory. The results show wall mountings which will ensure an adequate sound insulation. Also it pays attention to potential nonconformities, which can occur during the building process.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung 4

Abstract 5

1. **Grundlagen** 8

1.1. Allgemeine Grundlagen der Akustik 8
1.2. Allgemeine Größen und Begriffe 8
1.3. Menschliche Wahrnehmung 11
1.4. Bauakustik 14
1.5. Schalltechnische Größen 16
1.6. Koinzidenz (Spuranpassung) 21
1.7. Gesetzliche Anforderungen 22

2. **Laborprüfstand** 23

2.1. Normen für Schallprüfstände 24
2.2. Prüfstandbeschreibung 24
2.3. Pläne Prüfstand 25
2.4. Messgeräte 27
2.5. Messanordnung 28
2.6. Messablauf 30

3. **Schallmessung und Ergebnisse** 32

3.1. Materialbeschreibung /-kennwerte 33
3.2. Ergebnisse 36
3.3. Zusammenfassung 45
3.4. Empfehlungen für die Praxis 46

4. **Literaturverzeichnis** 47
Eidesstattliche Erklärung 48

5. **Anhänge** 47

A Messprotokolle 32 Seiten
B Überlagerungen der Messkurven 9 Seiten
C Fotodokumentation 5 Seiten

Luftschallmessungen unterschiedlicher Wohnungstrennwände

1. Grundlagen

1.1. Grundlagen der Akustik

1.2. Allgemeine Größen und Begriffe

1.3. Menschliche Wahrnehmung

1.4. Bauakustik

1.5. Schalltechnische Größen

1.6. Koinzidenz (Spuranpassung)

1.7. Gesetzliche Anforderungen

1 Grundlagen Allgemeine Grundlagen der Akustik

Die Akustik (griechisch: akuein ακουειν = hören) ist die Lehre vom Schall und seiner Ausbreitung.

Schall (von althochdeutschen „scal") bezeichnet allgemein den Klang, das Geräusch, den Ton, wie er von Menschen und auch von Tieren auditiv wahrgenommen werden kann. Schall ist physikalisch gesehen eine Druckwelle, die sich kugelförmig ausbreitet. In Gasen und in Flüssigkeiten ist sie immer eine Longitudinalwelle. In Festkörpern können aber auch Transversalwellen auftreten. Schallwellen geben Energie (in Form von Kompressionsenergie und Bewegungsenergie) und Informationen weiter.

Schall der an das menschliche Ohr gelangt, ist physikalisch gesehen eine Schwingung der Luftmolekühle, die zu kleinen Druckschwankungen am Ohr führt.

1.2. Allgemeine Größen und Begriffe

1.2.1 Schallgeschwindigkeit

Wasser: 1407 m/s (bei 0°C)
Luft: 343 m/s (bei 0°C)

Schallausbreitungsgeschwindigkeit in der Luft:

$V = 331{,}6 + 0{,}6 * \vartheta m/s$; ϑ = Lufttemperatur in °C

1.2.2 Schallausbreitung

Schallwellen breiten sich kugelförmig, also geradlinig in alle Richtungen aus. Bei einem Kontakt mit einem Hindernis, kommt die geometrische Akustik zum tragen → Reflexion, Beugung,...

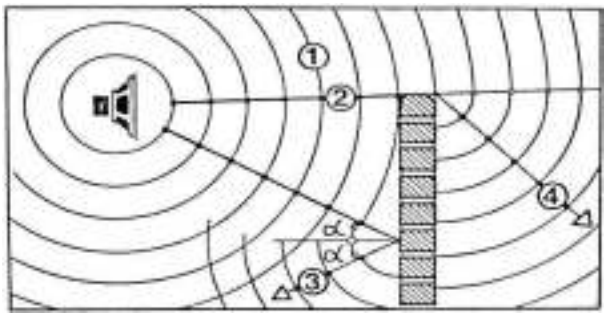


Abb. 1.1; Schallausbreitung

Welle	1
Wellenstrahl	2
Wellenstrahl einer reflektierten Welle	3
Wellenstrahl einer gebeugten Schallwelle	4

Bei ungehinderter Schallausbreitung im „Freifeld“ nimmt der Schalldruckpegel um 6 dB je Entfernungsverdoppelung ab.

1.2.3 Schalldruckpegel – Dezibel (dB)

Gibt das logarithmische Verhältnis von der Bezugsschallquelle (Hörschwelle) zur überlagernden Schallquelle an. Die Schalldrücke unterscheiden um mehrere Zehnerpotenzen, sodass ein logarithmisches Maß gewählt wurde.

$$L = 10\lg\frac{p^2}{p_0{}^2} \qquad [dB]$$

$$p_0 = 20\mu Pa = 2*10^{-5}\,Pa \qquad \text{...Bezugsschalldruck}$$

1.2.4 Bezugsschalldruck

Dieser Schalldruck entspricht einem Schalldruckpegel von 0 dB. Ein sinusförmiger Ton von 1000 Hz ist bei diesem Pegel gerade noch hörbar.

1.2.5 Frequenz (f) – Hertz (Hz)

In der Akustik wird die Schwingungsfrequenz in Hertz (Hz) angegeben. Frequenz ist die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde - 1 Hz = 1 Schwingung je Sekunde. Mit zunehmender Frequenz nimmt die Tonhöhe zu.

1.2.6 Höhe und objektive Lautstärke

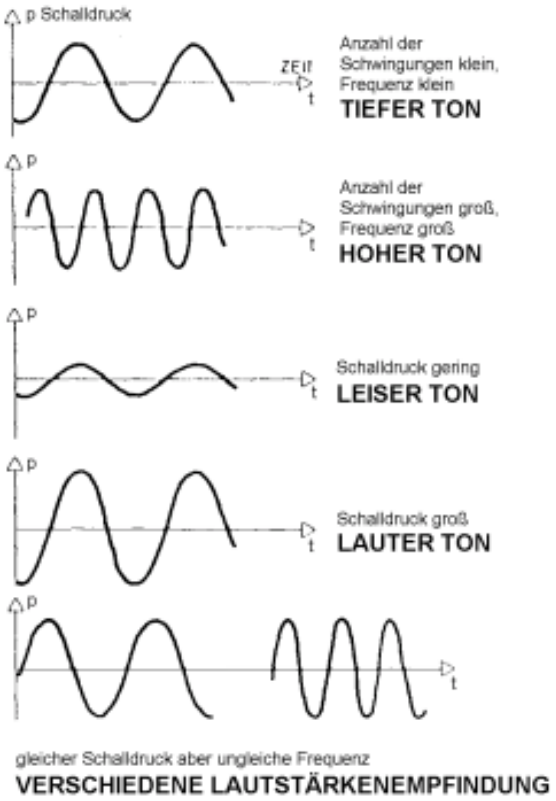


Abb. 1.2

1.2.7 Ton

Der Ton ist in der Akustik eine einfache sinusförmige Schallschwingung.

1.2.8 Klang

Der Klang (vom mittelhochdeutschen „klanc“) besteht aus einem Grundton und Obertönen, welche aus einer ganzzahligen vielfachen Frequenz des Grundtones bestehen.

1.2.9 Geräusch

Als Geräusch (von „rauschen“) werden unperiodische Schwingungen oder Frequenzen bezeichnet, die in keinem einfachen Zahlenverhältnis stehen. Ein Geräusch setzt sich aus vielen Einzel-schwingungen ohne Ordnungsprinzip zusammen.

1.2.10 Lärm

Lärm (vom frühhochdeutschen „larmen“) ist eine grundsätzlich subjektive Bezeichnung und entzieht sich objektiven Messverfahren.

Als Lärm wird jede Art von Schall bezeichnet, durch den Menschen gestört, belästigt oder sogar gesundheitlich geschädigt werden.

Lärm sind somit Geräusche, die in ihrer Stärke und Frequenz das körperliche, seelische und soziale Wohlbefinden des Menschen einschränken und/oder für die Natur störend wirken. Lärm kann aber auch objektiv deklariert werden, sobald er nachweislich gesundheitsschädigend wird.

Das Gehör selbst ist ab ca. 85 dB gefährdet. Wenn diese Lautstärke längere Zeit wirkt, so kann dies zu Schwerhörigkeit führen. Bei kurzen Schallereignissen beträgt die maßgebende Lautstärke ca. 130 dB, welche unter Umständen sogar zu Taubheit führen könnte.

Die zweite Art, in der Lärm gesundheitsschädlich wirken kann, ist über Stresshormone. Auf diese Art ist schon ein Schallereignis, das sich um mehr als 3 dB vom Umgebungsgeräuschpegel unterscheidet, während des Schlafens schädlich. Es können auch Herz- Kreislauf- Erkrankungen durch Bluthochdruck und Magengeschwüre, ausgelöst von lärmbedingtem Stress entstehen.

1.2.11 Terz- und Oktavbänder

Um den Frequenzbereich von 16 Hz bis 16.000 Hz darstellen zu können, wird eine logarithmische Unterteilung in Oktaven und Terzen verwendet.

Jede Verdoppelung der Frequenz entspricht einer Oktave (Verhältnis 1:2)

Eine Terz unterteilt eine Oktave in 3 gleiche Teile (Verhältnis ca. 1:1,25)

1.3. Menschliche Wahrnehmung

Die im nachfolgenden Bild abgebildete Hörfläche entspricht der, eines ideal empfindlichen menschlichen Ohres.

Die Hörfläche ist nach unten hin mit der Hörschwelle und nach oben durch die Schmerzgrenze abgegrenzt. In der Regel ist die tatsächliche Hörfläche des Menschen kleiner, sie nimmt insbesondere im Alter ab.

Die Hörfläche ist seitlich durch das obere und untere Ende des hörbaren Frequenzspektrums abgegrenzt. Dieses reicht etwa von 16 Hz bis 20.000 Hz.

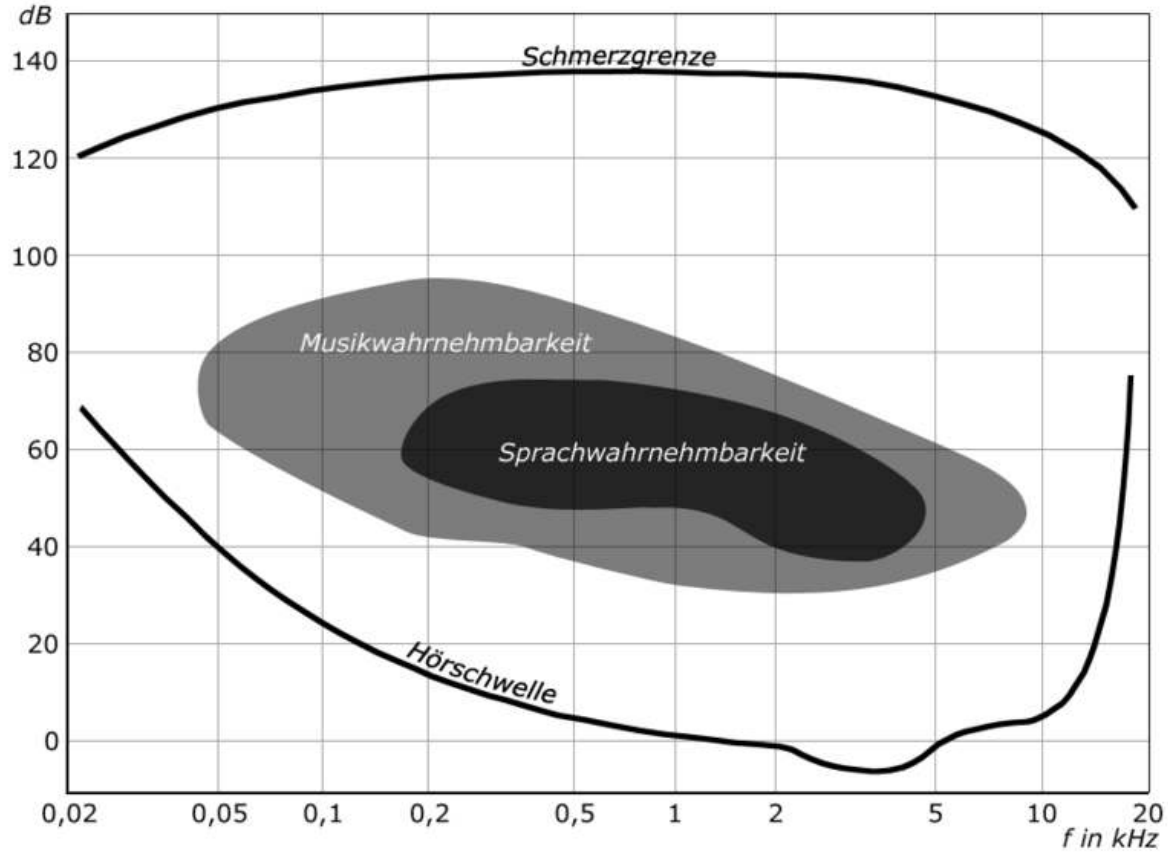


Abb. 1.3., menschliche Wahrnehmung

1.3.1 Infra- und Ultraschall

Als Infraschall werden die für den Menschen nicht mehr hörbaren Frequenzen unterhalb der 16 Hz Grenze bezeichnet; diejenigen über 20.000 Hz als Ultraschall.

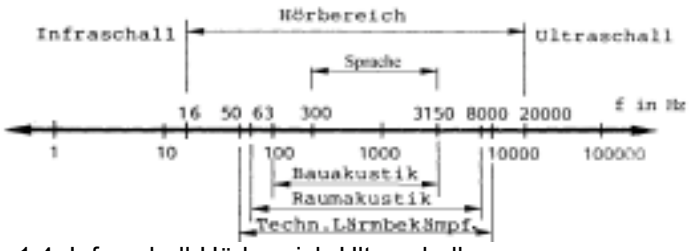


Abb. 1.4; Infraschall-Hörbereich-Ultraschall

1.3.2 Lautstärke

Wenn ein Mensch ein Schallereignis wahrnimmt, entspricht die Lautstärke nicht direkt dem logarithmisch linearen Schallpegel. Das menschliche Ohr nimmt Schall gleicher Lautstärke bei unterschiedlichen Frequenzen unterschiedlich laut wahr. Bei tiefen Tönen (tieferen

Frequenzen) ist das menschliche Ohr weniger empfindlich als bei mittleren Tönen (mittleren Frequenzen).

Daher wird zur Bewertung im jeweiligen Frequenzbereich der Wert dem menschliche Hörverhalten angepasst. Dies geschieht durch die A- Bewertung des Schalldruckpegels (dBA).

1.3.3 Wahrnehmung der Pegelveränderung

1-2dB	kaum wahrnehmbar
3 dB	wahrnehmbar
10 dB	Verdoppelung / Halbierung

1.3.4 A-Bewertung

Die A-Bewertung ist eine frequenzabhängige Korrektur von gemessenen Schallpegeln, durch welche das menschliche Gehörempfinden nachgebildet werden soll. Schallpegelmessgeräte werden deshalb durch den Einbau von A-Bewertungs- Filtern an die Höreigenschaften des menschlichen Ohres „angepasst“.

A-Bewertung verschiedener Geräusche

Düsenflugzeug100 m Entfernung	120 dB
Presslufthammer 3 m Entfernung	100 dB
Verkehrslärm einer Straße	80 dB
Laute Sprache	70 dB
Normale Sprache	60 dB
Wohngegend ohne Verkehr	40 dB
Ruhiger Raum, tagsüber	25 dB
Ruhiger Raum, nachts	15 dB

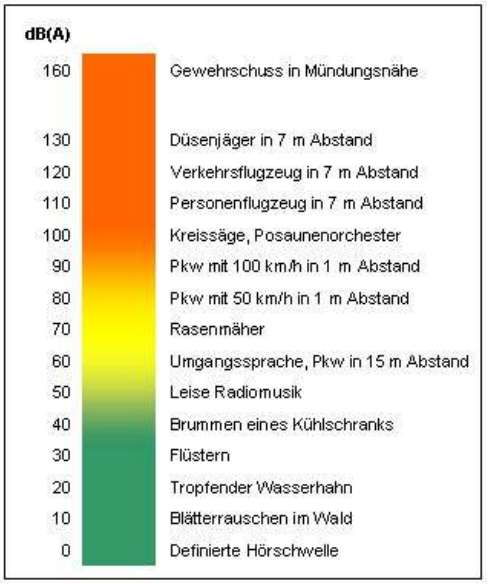


Abb. 1.5.

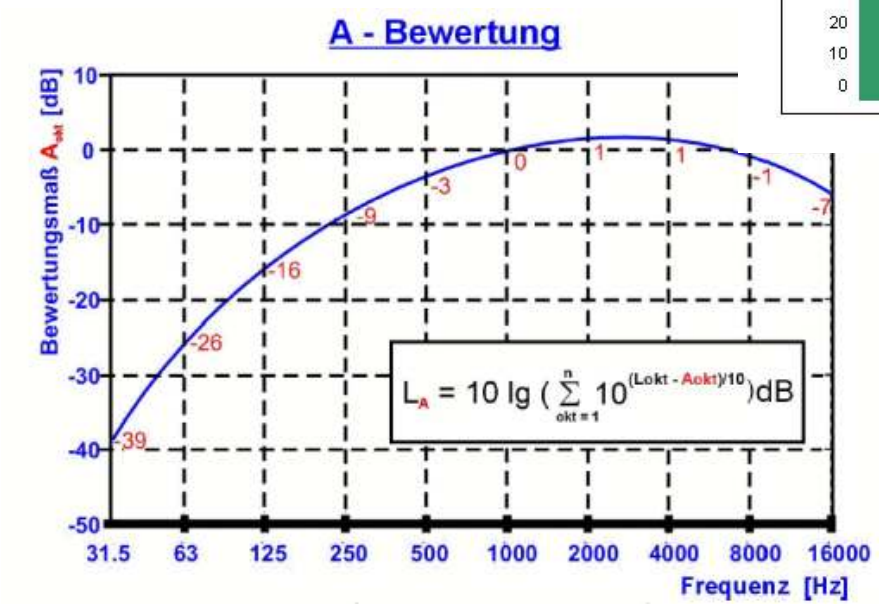


Abb. 1.6.

1.4. Bauakustik

1.4.1 Maßgebender Frequenzbereich

100 Hz bis 3150 Hz	(Messbereich der Bauakustik)
50 Hz bis 5000 Hz	(Erweiterter Messbereich der Bauakustik)

1.4.2 Luftschallregung

Der Bauteil wird von einer Seite mit Luftschall angeregt und gibt diese Schwingung mit seiner materialtypischen Reduktion durch Absorption und Schalldämmung an die gegenüberliegende Seite weiter.

Beispiele: Sprache, Radio, etc.

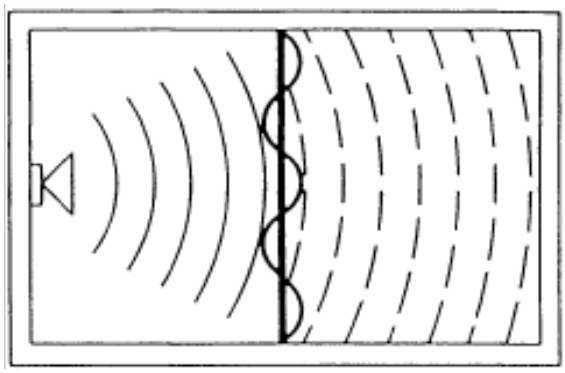


Abb. 1.7.;Luftschallregung

1.4.3 Körperschallregung

Hier wird ein Bauteil anstatt mit Luftschall manuell erregt. Wenn zum Beispiel mit einem Hammer an eine Wand geklopft wird, so wird diese in Schwingungen versetzt, die ihrerseits die Schallenergie an die Luftteilchen des benachbarten Raumes abgibt.

Beispiele: Schließen von Türen, Trittgeräusche auf Fußböden, Stiegen, etc.

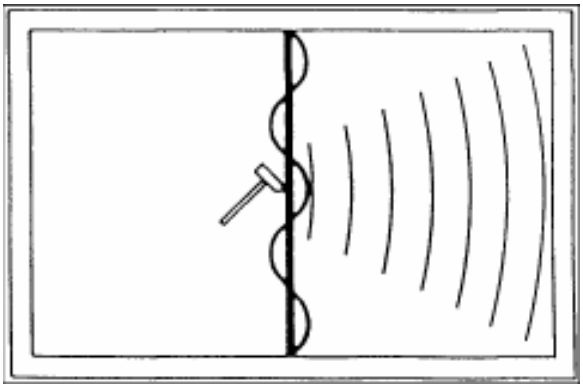


Abb. 1.8; Körperschallregung

1.4.4 Schalldämmung

Ist der Widerstand, den ein Bauteil der Schallübertragung entgegenbringt, um diesen zu mindern.

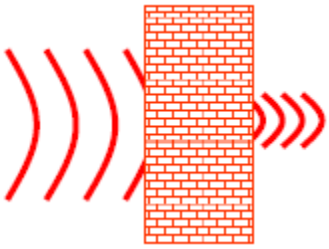


Abb. 1.9.; Systemskizze der Schalldämmung

1.4.5 Schallabsorption

Die Schallabsorption, auch Schalldämpfung, ist ausschließlich von der Oberflächenbeschaffenheit eines Baukörpers abhängig. Ein Bauteil kann gut absorbieren aber schlecht schalldämmen. Ebenso umgekehrt.

In der Praxis lässt sich der Anteil, der absorbiert bzw. gedämmt wird oft nicht eindeutig feststellen, da beide Vorgänge gleichzeitig miteinander verkoppelt sind.

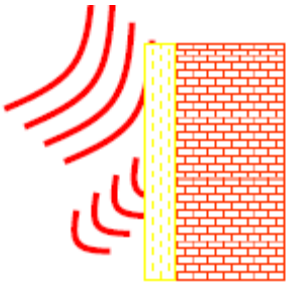


Abb. 1.10.; Systemskizze der Schallabsorption

1.4.6 Nachhallzeit

Die Nachhallzeit ist der Zeitraum in dem der Schallpegel im jeweiligen Raum nach Abschalten der Schallquelle um 60 dB abfällt. In der Regel wird die Nachhallzeit gemessen, sie kann aber auch näherungsweise aus der äquivalenten Absorptionsfläche berechnet werden.

Formel von Sabine:

$$T = 0{,}163 \ \frac{V}{A} \qquad [s]$$

V …Volumen des Raumes [m^3]
A …Äquivalente Absorptionsfläche [m]

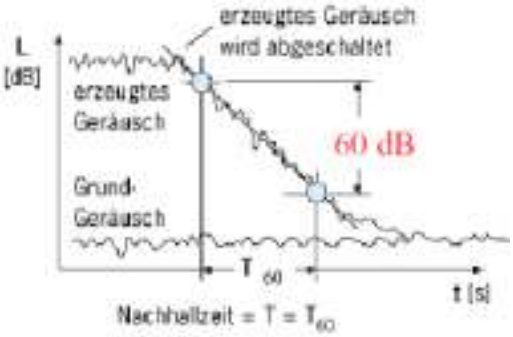


Abb. 1.11; Skizze zur Bestimmung der Nachhallzeit

1.4.7 Dynamische Steifigkeit

Dieser Wert gibt die Federwirkung einer Dämmstoffschicht an. Der Dämmstoff in einer mehrschaligen Konstruktion wirkt wie eine Feder zwischen der Masse des Deckputzes bzw. Gipskartonplatte und der Vormauerung.

$$s' = \frac{E_{dyn}}{d} \qquad [MN/m^3]$$

E_{dyn} dynamisches Elastizitätsmodul [MPa]/[MN/m²]

d Dicke der Dämmstoffschicht [m]

1.5. Schalltechnische Größen

1.5.1 Schallpegel L

$$L = 10\lg\frac{p^2}{p_0^{\,2}} = 20\lg\frac{p}{p_0} \qquad [dB]$$

$p_0 = 20\mu Pa = 2*10^{-5}\,Pa$ Bezugsschalldruck

1.5.2 A - bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel $L_{A\,eq}$

Ist der A – bewertete Schallpegel, der bei dauernder Einwirkung einem unterbrochenen Geräusch mit schwankendem Schalldruckpegel energieäquivalent ist.

$$L_{A,eq} = 10\lg\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2}\frac{p_A^{\,2}(t)}{p_o^{\,2}} \qquad [dB]$$

1.5.3 Schallpegeldifferenz D

$$D = L_1 - L_2 = 10\lg\frac{p_1^{\,2}}{p_2^{\,2}} = 20\lg\frac{p_1}{p_2} \qquad [dB]$$

Die Schallpegeldifferenz wird in der Bauakustik in der Regel in Terzbändern im Bereich von 100 bis 3150 Hz gemessen.

1.5.4 Standard- Schallpegeldifferenz D_{nT},

Die Standard- Schallpegeldifferenz gibt die Luftschalldämmung zwischen dem Senderaum und dem Empfangsraum an, unter Berücksichtigung aller vorhandenen Schallübertragungswege. Sie ist die Schallpegeldifferenz bezogen auf den Bezugswert der Nachhallzeit *T0* im Empfangsraum unter Berücksichtigung der gemessenen Nachhallzeit.

$$D_{n,T} = D + 10\lg\frac{T}{T_0} \qquad [dB]$$

1.5.5 Norm- Schallpegeldifferenz D_n

Dieser Wert entspricht der Norm- Schallpegeldifferenz D *n* umgerechnet auf eine genormte Schallabsorptionsfläche für Wohnräume oder Räume ähnlicher Nutzung

$$D_n = L_1 - L_2 + 10\lg\frac{A_0}{A} \qquad [dB]$$

$A_0 = 10$ …genormte Schallabsorptionsfläche $[m^2]$

1.5.6 Schalldämmmaß R

Kennzeichnet das Luftschalldämmmaß unter größtmöglicher Verminderung der Schallnebenwege (Prüfstand). Wenn aber Nebenwege vorhanden sind, dann wird die Bezeichnung Bau-Schalldämmmaß R` gewählt. Das Schalldämmmaß gibt im Vergleich zur Normaschallpegeldifferenz die Eigenschaften des Bauteils und nicht die Eigenschaften des Raumes wieder. Es kann nur unter der Annahme eines diffusen Schallfeldes mit nachstehender Formel berechnet werden.

$$R = D + 10\lg\frac{S}{A} \qquad [dB]$$

S …Fläche des Trennbauteils $[m^2]$

A …Absorptionsfläche im Empfangsraum $[m^2]$

Die Absorptionsfläche wird hier über die Sabin´sche Formel rückgerechnet.

Ansonsten gilt nachstehende allgemeine Formel:

$$R = 10 \lg \frac{W_1}{W_2} \qquad [dB]$$

W_1 auf Bauteil auftreffende Schallleistung

W_2 durch Bauteil übertragene Schalleistung

1.5.7 Bewertete Einzelangaben

Einzelangaben sind jene Werte, die ein breites Spektrum mit einer einzigen Zahl vergleichbar machen. Für den Luftschall werden hier die Rw bzw R`w sowie Dn,w bzw. Dn,T,w benutzt. Weiters werden zur Anpassung an verschiedene Geräuschquellen die Spektrumsanpassungswerte C und Ctr ausgewiesen.

Bewertete Norm- Schallpegeldifferenz Dn,w
Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.

Bewertete Standart- Schallpegeldifferenz Dn,T,w
Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.

Bewertetes (Labor-/Bau-) Schalldämmmaß Rw, R`w
Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.

R_w
bewertetes Labor-Schalldämmmaß

R'_w
bewertetes Bau- Schalldämmmaß

1.5.8 Die Bezugskurve

Die jeweilige Bezugskurve bildet die wichtigste Grundlage zur Berechnung des dazugehörigen Einzahlenergebnisses. Sie wird wie anschließend beschrieben zu den Messwerten verschoben. Die Einzelangabe ist gleich dem Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz.

Frequenzen [Hz]	Bezugswerte [dB] Terzbänder	Bezugswerte [dB] Oktavbänder
100	33	
125	36	36
160	39	
200	42	
250	45	45
315	48	
400	51	
500	52	52
630	53	
800	54	
1000	55	55
1250	56	
1600	56	
2000	56	56
2500	56	
3150	56	

Abb. 1.12; Tabelle 3 aus der ÖNorm EN ISO 717 – 1

Verschieben der Bezugskurve

Um Ergebnisse von Messungen,…, gegeben auf 0,1 dB, zu bewerten, wird die zutreffende Bezugskurve in Schnitten von 1dB gegen die Messwertkurve verschoben, bis die Summe der ungünstigsten Abweichungen so groß als möglich wird, jedoch nicht mehr als 32 dB (bei Messungen in 16 Terzbändern) oder 10 dB (bei Messungen in 5 Oktavbändern). Eine ungünstige Abweichung bei einer bestimmten Frequenz ist gegeben, wenn das Messergebnis niedriger ist als der Bezugswert. Nur ungünstige Abweichungen werden berücksichtigt.

(Auszug aus Punkt 4.4 „Verfahren des Vergleichs“ der ÖNorm EN ISO 717-1)

1.5.9 Spektrumsanpassungswert C, Ctr

Ist ein Wert, der zu einer Einzelangabe (Rw, R`w, Dn,T,w) addiert wird um ein bestimmtes Schallpegelspektrum zu berücksichtigen.

C	berücksichtigt Rosa Rauschen
C_{Tr}	berücksichtigt Straßenverkehrslärm
Tr	traffic

1.5.10 Schallspektren zur Berechnung der Spektrumsanpassungswerte

Frequenzen	Schallpegel L_i [dB]					
	Spektrum 1 zur Berechnung von $C_{50-3150}$ / $C_{100-3150}$		$C_{50-5000}$ / $C_{100-5000}$		Spektrum 2 zur Berechnung von $C_{tr,50/100-3150/5000}$	
[Hz]	Terz	Oktav	Terz	Oktav	Terz	Oktav
50	-40		-41		-25	
63	-36	-31	-37	-32	-23	-18
80	-33		-34		-21	
100	-29		-30		-20	
125	-26	-21	-27	-22	-20	-14
160	-23		-24		-18	
200	-21		-22		-16	
250	-19	-14	-20	-15	-15	-10
315	-17		-18		-14	
400	-15		-16		-13	
500	-13	-8	-14	-9	-12	-7
630	-12		-13		-11	
800	-11		-12		-9	
1000	-10	-5	-11	-6	-8	-4
1250	-9		-10		-9	
1600	-9		-10		-10	
2000	-9	-4	-10	-5	-11	-6
2500	-9		-10		-13	
3150	-9		-10		-15	
4000			-10	-5	-16	-11
5000			-10		-18	

Abb. 1.13; Vereinfachte Tabelle aus der ÖNorm EN ISO 717 – 1

1.5.11 Berechnung der Spektrumsanpassungswerte

Die Berechnung kann sowohl für das Mindestspektrum von 100 bis 3150 Hz, sowie im jeweiligen erweiterten Spektrum von 50 bis 5000 Hz berechnet werden.

$C_u = X_{Aj} - X_w$ [dB]

j Index für die Schallspektren 1 und 2

X_w Bewertete Einzelangaben (R_w, R'_w, $D_{n,T,w}$) [dB]

X_{Aj} Berechnet Formel 1.5.b [dB]

$X_{Aj} = -10\lg \Sigma 10^{(L_{ij}-X_i)/10}$ [dB]

i Index für Zerz- oder Oktavbänder

L_{ij} Schallpegel nach Tabelle bei der Frequenz i für das Spektrum j

X_i Bewertete Einzelangaben (R_w, R'_w, $D_{n,T,w}$) [dB]

1.6. Koinzidenz (Spuranpassung)

1.6.1 Theorie der Koinzidenz

Neben der Undichtigkeit ist die Koinzidenz einschaliger Bauteile die wesentlichste Ursache, die zur Minderung der Schalldämmung führt. Unter Koinzidenz wird der Zustand eines einschaligen Bauteils verstanden, bei dem sich das Bauteil in wellenförmigen Schwingungen an die frequenzabhängigen Druckschwankungen der mit Schallgeschwindigkeit an die Oberfläche des Bauteils vorübereilenden Schallwellen anpasst.

Die praktisch auftretenden Schwingamplituden der Bauteile betragen jedoch im Regelfall nur wenige tausendstel Millimeter und erreichen nur bei sehr dünnen, hochelastischen Bauteilen die Größenordnung von Millimetern.

Rechtwinkliger Schalleinfall löst in der Regel keine Koinzidenzschwingungen aus, da auf der gesamten Fläche die Schalldrücke gleich sind.

Koinzidenzschwingungen entstehen in der Regel bei einem Schalleinfallswinkel von 45 Grad zur Oberfläche oder bei diffusem Schalleinfall.

Der einfallende Schall kann nicht bei jeder Frequenz und beliebigem Einfallswinkel die Bauteile zu Koinzidenzschwingungen anregen, sondern nur bei den entsprechenden Koinzidenzfrequenzen, abhängig von der Flächenmasse und der dynamischen Biegesteifigkeit (Materialeigenschaften sind Ausschlaggebend).

1.6.2 Koinzidenzeinfluss bei zweischaligen Konstruktionen

Koinzidenzeinflüsse wirken auch bei mehrschaligen Konstruktionen, wenn die Konstruktionen symmetrisch aufgebaut sind (gleiche Beplankung).

Aus diesen Gründen wird häufig, insbesondere bei schalldämmenden Verglasungen, ein asymmetrischer Aufbau gewählt, um die Koinzidenzfrequenzen beider Schalen in unterschiedliche Frequenzbereiche zu verlagern.

Derartig Konstruktionen haben dann im Kurvenverlauf der Schalldämmung zwei Einbrüche der Schalldämmung, mit jedoch geringerer Tiefe.

Hohlraumdämpfungen können hierbei nur bedingt Abhilfe schaffen, da die Unterkonstruktionen(Stützen, Ständer) eine Übertragung von einer Schale zur nächsten ermöglichen. Auch unter Einsatz von viel Hohlraumdämmung bleibt ein Einfluss erkennbar.

1.7. Gesetzliche Anforderungen

1.7.1 Anforderungen an den Schallschutz

gem. Anforderungen gemäß OÖ Bautechnikverordnungsnovelle 2008 §4
gem. Anforderungen gemäß OIB-Richtlinie 5
gem. Anforderungen gemäß ÖNORM B8115/2

Lage der Trennbauteile	**Mindesterforderliche bewertete Standard-Schallpegeldifferenz DnT,w**	
	Ohne Verbindung durch Türen, Fenster, etc.	Ohne Verbindung durch Türen, Fenster, etc.
Zwischen Aufenthaltsräumen von Wohneinheiten	55 dB	
Zwischen Nebenräumen von Wohneinheiten	50 dB	
Zwischen Stiegenhaus und Aufenthaltsräumen von Wohneinheiten	55 dB	50 dB
Zwischen Stiegenhaus und Nebenräumen von Wohneinheiten	50 dB	35 dB

Tab. 1.1

1.7.2 Anforderungen an den Wärmeschutz

gem. Anforderungen gemäß OÖ Bautechnikverordnungsnovelle 2008 §3
gem. Anforderungen gemäß OIB-Richtlinie 6

Wärmedurchgangskoeffizient
zwischen getrennten Wohneinheiten $U \leq 0.90$ W/(m²K)
zum unbeheizten Stiegenhaus $U \leq 0.60$ W/(m²K)

Luftschallmessungen unterschiedlicher Wohnungstrennwände

2. Laborprüfstand

2.1. Normen für Schallprüfstände

2.2. Prüfstandbeschreibung

2.3. Pläne Prüfstand

2.4. Messgeräte

2.5. Messanordnung

2.6. Messablauf

2 Laborprüfstand

2.1. Normen für Schallprüfstände

ÖNorm EN ISO 10140-1 (2010-11-15)
Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen.
Teil 1: Anforderungen an Prüfstände mit unterdrückter Flankenübertragung.
Entspricht der EN ISO 140-1 (1997) mit eingearbeitetem A1:2004

ÖNorm EN ISO 10140-3 (2010-11-15)
Akustik - Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen.
Teil 3: Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen in Prüfständen
Entspricht der EN ISO 140-3 (1995) mit eingearbeitetem A1:2004

2.2. Prüfstandbeschreibung

2.2.1 Geometrie

Der Schallprüfstand am Baulabor der HTL1 weist folgende geometrische Abmessungen auf:

Empfangsraum (vollständig entkoppelt)	51,90 m³
Senderaum	68,80 m³
Fläche für den Prüfkörper	10,27 m²

Diese geometrischen Abmessungen entsprechen den normativen Anforderungen.

Auch die empfohlenen 10 % Volumenunterschied zwischen Sende- und Empfangsraum werden erreicht.

2.2.2 Anforderungen

Der Schallprüfstand von der HTL1 Linz entspricht den Anforderungen der ÖNorm EN ISO 10140.

2.3. Pläne Prüfstand

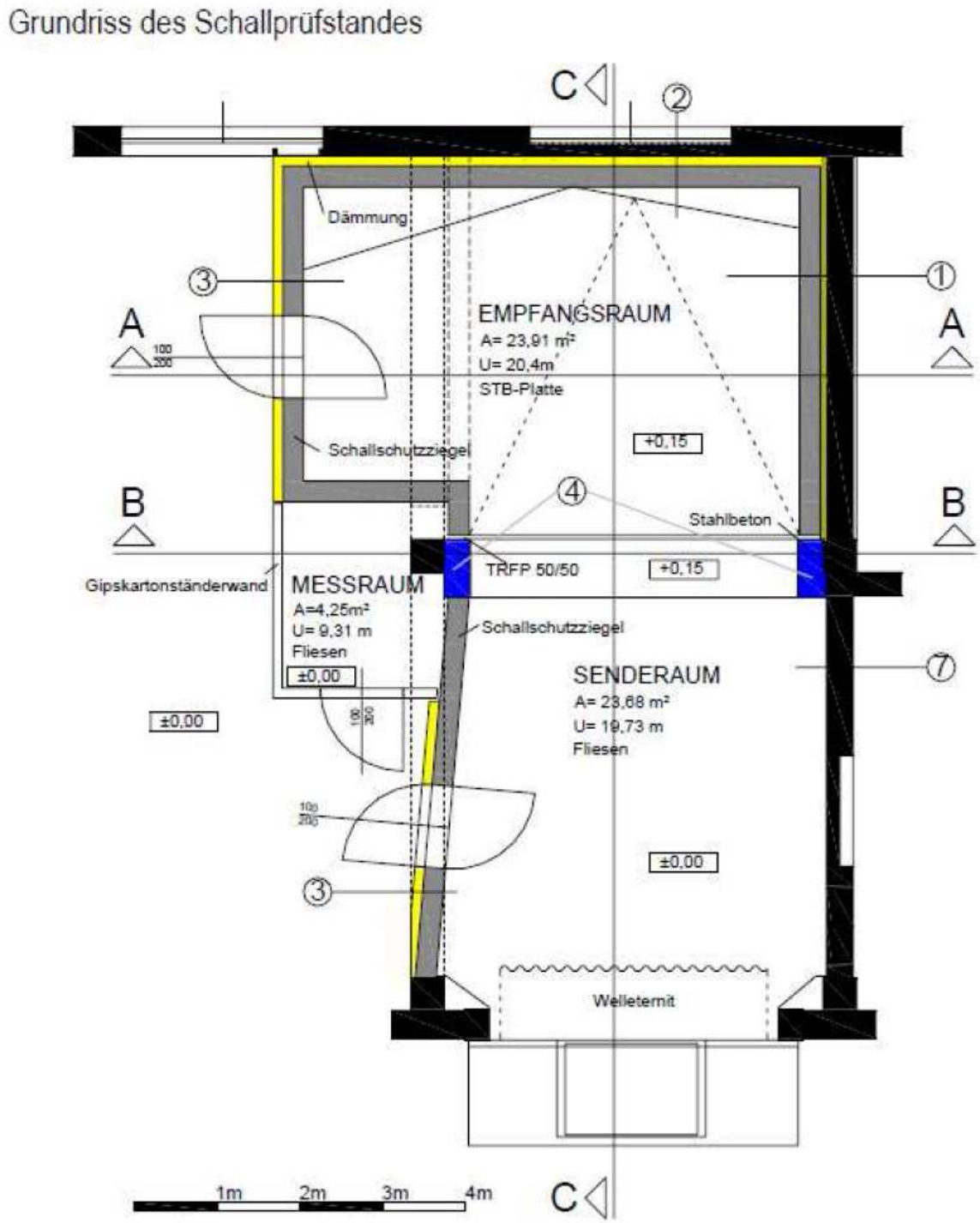


Abb. 2.1.

Prüfstand

Schnitt A - A

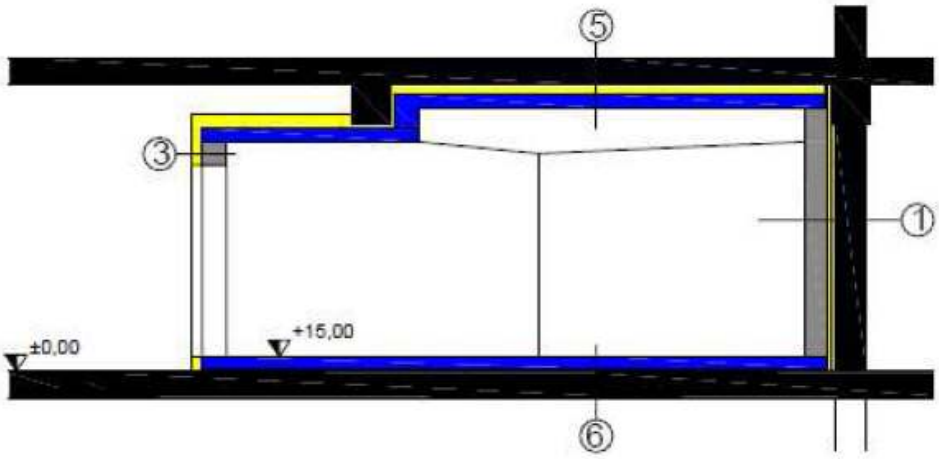


Abb. 2.2.

Schnitt B - B

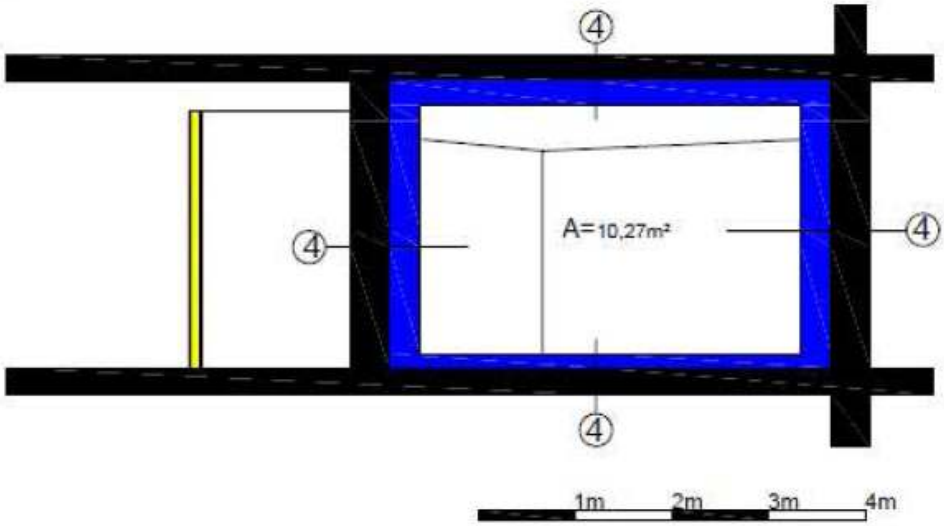
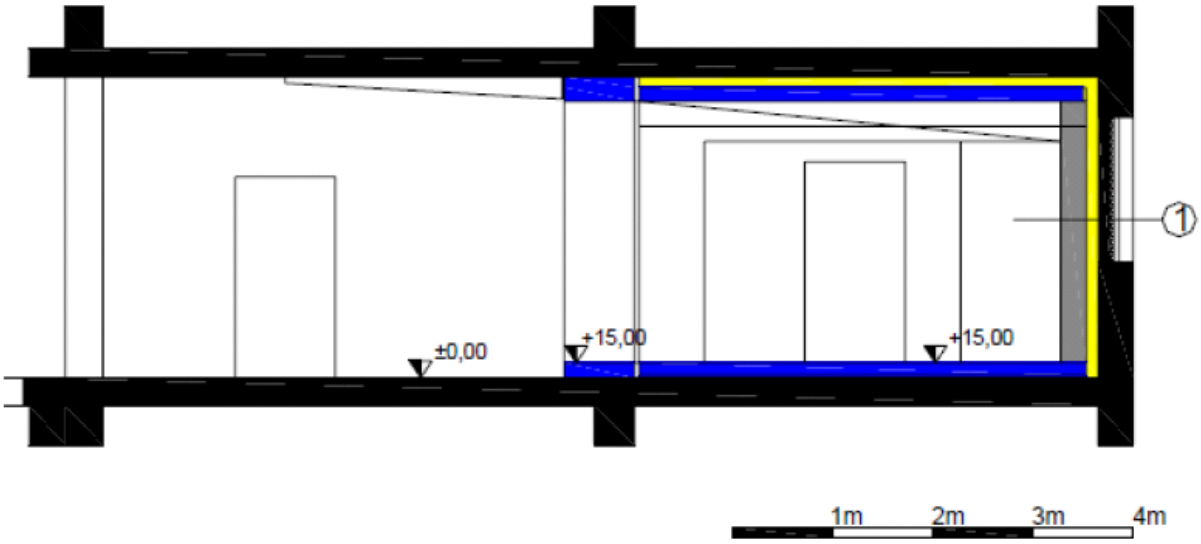


Abb. 2.3.(oben)

Abb. 2.4. (unten)

Schnitt C - C



2.4. Messgeräte

Messgeräte müssen den Anforderungen nach Abschnitt 6 (ÖN EN ISO 140-3) entsprechen.

Die Geräte zur Messung des Schallpegels müssen den Anforderungen der Klasse 0 oder 1 nach IEC 651 und IEC 804 entsprechen. Falls nicht sowohl im Sende- als auch im Empfangsraum Mikrofone mit denselben Diffusfeld-Übertragungsmassen verwendet werden, müssen die Messgeräte im diffusen Schallfeld kalibriert werden.

Die Terzfilter müssen den Anforderungen nach IEC 225 entsprechen.

Die Geräte zur Messung der Nachhallzeit müssen den Anforderungen nach ISO 354 entsprechen. (Auszug aus ÖN EN ISO 10140-3 Punkt 4 „Messgeräte“)

Messgeräte der HTL1, Linz

2.4.1 Messgerät

1-Kanal-Echtzeitanalysator

(Schallpegelmessgerät mit integriertem Rauschgenerator)

NORSONIC Type 118

Seriennummer: 30487

2.4.2 Verstärker

NORSONIC Power Amplifier Nor 280
Seriennummer: 2803879

Beschallungssystem (Schallquelle)

NORSONIC Nor 276

Seriennummer: 2765671

2.4.3 Mikrofon

NORSONIC Type 1206

Seriennummer: 29593

2.4.4 Mikrofondrehgalgen

Velkon SE-4

Seriennummer: 2111220

2.4.5 Kalibrierung

Die Kalibrierung unserer gesamten Messkette erfolgte vor jeder Messserie mit dem Präzisionskalibrator Norsonic, Type 1251, Seriennummer 32353.

2.5. Messanordnung

Grundsätzliche Anordnung von Geräten zur Messung eines Schalldämm-Maßes:

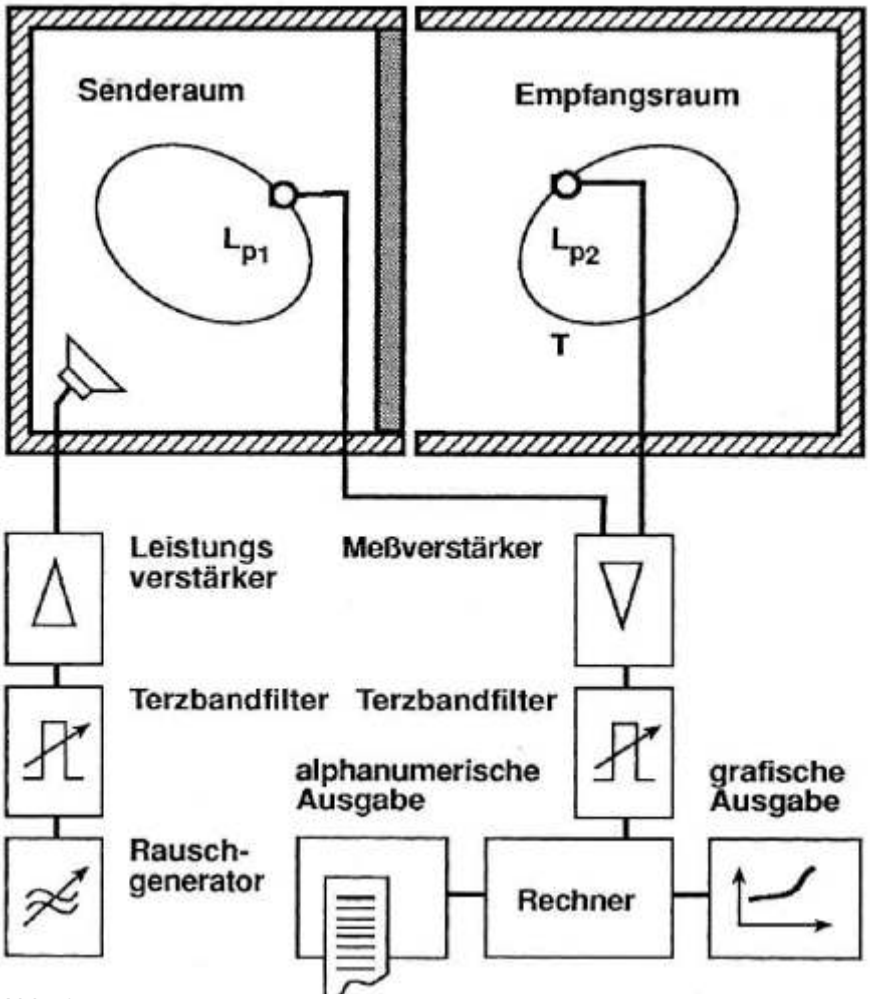


Abb. 2.5.

Bei unseren Messungen wurde mit einem einkanaligen Messgerät gemessen. Das bedeutet, dass die Schallpegel im Sende- und Empfangsraum einzeln nacheinander gemessen werden.

Messpositionen

Alle Positionierungen wurden nach den technischen Anforderungen vorgenommen, und sind den nachstehenden Skizzen und Plänen zu entnehmen.

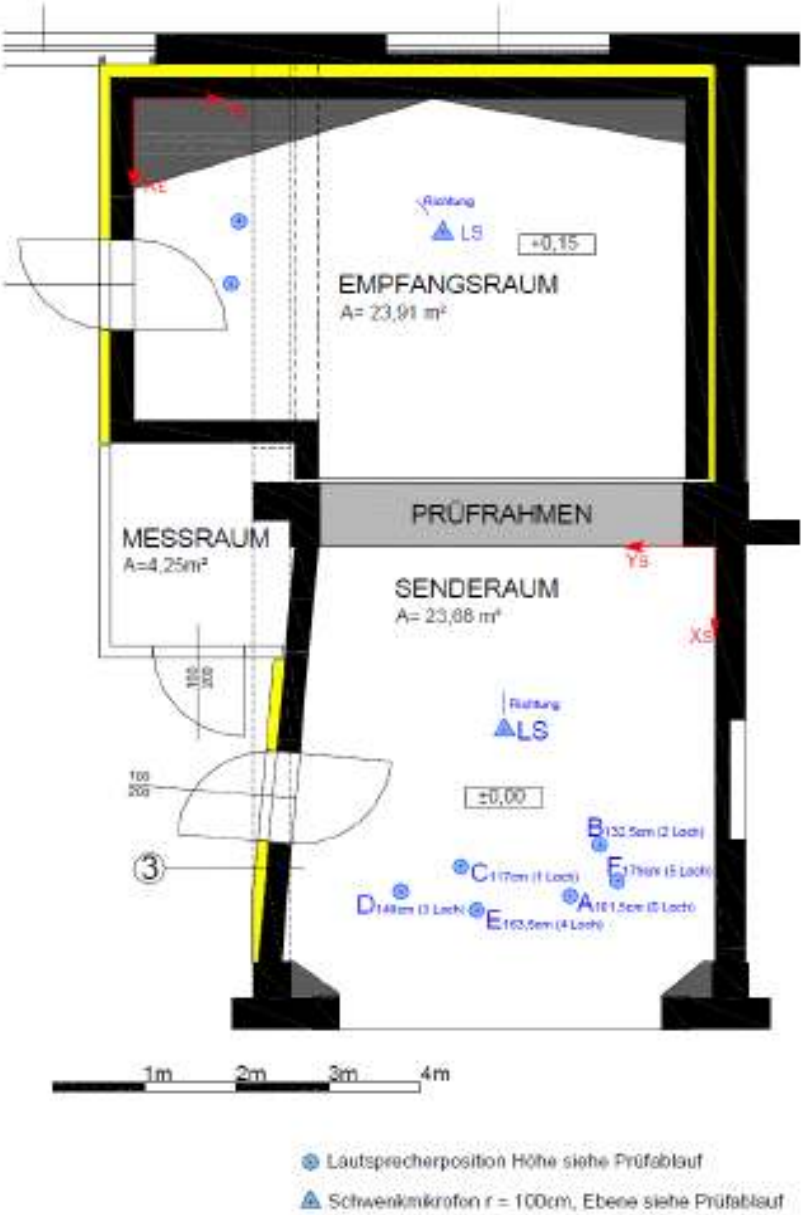


Abb. 2.6.

Prüfstand

Senderaum			
Pos.	X_S [m]	Y_S [m]	Z_S [m]
LS	2,03	2,3	1,215
A	3,86	1,58	1,015
B	3,3	1,26	1,325
C	3,54	2,77	1,170
D	3,82	3,42	1,480
E	4,02	2,6	1,635
F	3,69	2,3	1,790

Empfangsraum			
Pos.	X_E [m]	Y_E [m]	Z_E [m]
LS	1,47	3,36	1,070
A	1,36	1,14	1,015
B	2,05	1,06	1,325

Abb. 2.7.

2.6. Messablauf

2.6.1 Nachhallzeitenmessung

Mikrofon-Schwenkanlage

lt. Markierung LS im Empfangsraum (siehe Skizze der Mess- und Schallquellpositionen).

Stativhöhe: 107 cm; Tiefpunkt des Mikrofons: lt. Markierungs-richtung auf 110 cm;

Bahnradius: 100 cm; Umlaufzeit: ca. 30 Sekunden;

Lautsprecher

im Empfangsraum jeweils auf Position A (Stativhöhe 101,5 cm) bzw. Position B(132,5 cm)

Kalibrieren des Messgerätes

Messungen

Zuerst auf Position B 16 Messungen und anschließend auf Position B 16 Messungen durchführen.

2.6.2 Luftschallmessung im Empfangsraum

Mikrofon-Schwenkanlage

lt. Punkt (1a)

Lautsprecher

im Senderaum auf Positionen A (Stativhöhe 101,5 cm), B (132,5 cm), C (117 cm), D (148 cm), E (163,5 cm) und F (179 cm);

Messungen

Jeweils eine Messung auf den Positionen A bis F.

2.6.3 Luftschallmessung im Senderaum

Mikrofon-Schwenkanlage

lt. Markierung LS im Senderaum (siehe Skizze der Mess- und Schallquellpositionen).

Stativhöhe: 121,5 cm; Tiefpunkt des Mikrofons: lt. Markierungsrichtung auf 88 cm;

Bahnradius: 100 cm; Umlaufzeit: ca. 30 Sekunden;

Lautsprecher

lt. Positionen in Punkt (2b)

Kalibrieren des Messgerätes

Messungen

Auf den Positionen A bis F.

Auswertung

Messdaten übertragen

Messprotokoll auswerten

Luftschallmessungen unterschiedlicher Wohnungstrennwände

3. Schallmessung und Ergebnisse

3.1. Materialbeschreibung/-kennwerte

3.2. Ergebnisse

3.3. Zusammenfassung

3.4. Empfehlungen für die Praxis

3 Schallmessung und Ergebnisse

3.1. Materialbeschreibung /-kennwerte

3.1.1 Schallschutzziegel (SSZ)

Ziegelwerk Eberschwang SSZ 25x25x23,8 MT

Abb. 3.1.

Stückgewicht:	20,80 *kg* / *Stk*.
Ziegeldruckfestigkeitsklasse:	15 *N* /*mm²*
Flächenbezogene Masse:	332,80 *kg* /*m²*
Wärmeleitfähigkeit:	0,331 *W* / *mK*
Schalldämmwert gem Labormessung: (1,5cm Putz im ER und Glattstrich im SR)	54,4 *dB*
Saugfähigkeit Sichtfläche:	18 *g* / *dm²* /min

3.1.2 Vormauerung

Ziegelwerk Eberschwang HLZ 6,5x50x23,8 NF

Abb. 3.2.

Stückgewicht:	7,5 *kg* / *Stk*.

Ergebnisse

3.1.3 Vorsatzschalendämmplatte

Mineralwolle-Trittschall-Dämmplatte, die zur Luftschall- und Wärmedämmung von Trennwänden, speziell Wohnungs- und Stiegenhaustrennwänden verwendet wird. Das Produkt wird mit Baukleber verklebt und mit einem armierten Gipsputz verputzt.

VSDP 35 (Saint-Gobain ISOVER Austria)

Wärmeleitfähigkeit:	0,033 *W/(mK)*
Dynamischer Steifigkeit:	9 *MN* m³
Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl:	1

3.1.4 Trittschalldämmplatte

Trittschalldämmplatte aus expandiertem Polystyrolhartschaumstoff für Gesamtbelastungen bis 650 kg/m², hauptsächlicher Anwendungsbereich unter dem schwimmenden Estrich

EPS-T 650 (Prima Bau- und Dämmsystem Gesellschaft m.b.H. & CO KG)

Wärmeleitfähigkeit:	0,044 *W/(mK)*
Dynamischer Steifigkeit:	12 *MN* m³
Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl:	20-50

3.1.5 Mineralwolle

Trennwand-Klemmfilz, nicht belastbar, Breite von 62,5cm auf Standardgipskartonsystem abgestimmt. Wird zur Schalldämmung von Gipskartonständerwänden mit Metallunterkonstruktionen verwendet.

Trennwandklemmfilz TW-KF 5 (Saint-Gobain ISOVER Austria)

Wärmeleitfähigkeit:	0,039 *W/(mK)*
Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl:	1

3.1.6 Gipskartonplatte

Bauplatten aus Gipskern mit Karton ummantelt. Die Platten werden für Montagewände, Vorsatzschalen, Trockenputz, Montagedecken, Verkleidung von Dachschrägen etc. verwendet.

Rigips Bauplatte RB 12,5mm (Saint-Gobain RIGIPS Austria)

Stückgewicht:	8,5 *kg / m²*
Wärmeleitfähigkeit:	0,25 *W / mK*
Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl:	Trocken: 10 Nass: 4

3.2. Ergebnisse

3.2.1 Schallschutzziegel

3.2.1.1 Prüfaufbauten

Standardaufbau SSZ:
- 1,5cm Innenputz ER
- 25cm Schallschutzziegel
- 0,5cm Spachtelung SR

Pr.Nr.	Aufbau	Schalldämmmaß R_w [dB]
M01	SSZ 25 unverputzt	40,3
M02	+ Glattstrich im ER	54,0
M03	+ 1,5cm Putz im SR	54,6
NM	wie M03	55,5
NM	wie M03	55,5

M0*…Messung Nr. *
NM…Nullmessung
ER…Empfangsraum
SR…Senderaum

3.2.1.2 Erläuterung

Zur Erreichung der Schalldämmwerte entsprechend dem Massegesetz muss dass Ziegelmauerwerk eine Dichtheit aufweisen. Die Messungen zeigen, dass der geprüfte Schallschutzziegel bereits mit einem einseitigen Glattstriches die erforderliche Dichtheit erlangt und sich im Vergleich zum unverputzten Ziegel eine Verbesserung um ca. 14dB ergibt. Der zusätzlich aufgetragen Putz im Senderaum ergibt eine Verbesserung um rund 1-2 dB, je nach Stärke des Putzes. Diese Verbesserung ergibt sich durch die zusätzliche Masse des Gewichts und lässt sich auch rechnerisch nachweisen.

Nullmessungen zwischen den unterschiedlichen Messaufbauten zeigen nochmals eine geringe Verbesserung des Schalldämmwertes, was auf die zusätzliche Masse durch Kleberrückstände etc. zurückzuführen ist.

3.2.1.3 Rechnerischer Nachweis

Berechnung des Schalldämmwertes für den Schallschutzziegel (m' = 332 kg/m²) gem. Massegesetz:

R_w = 32,4 lg/m' - 26

R_w = 32,4 lg (332) -26 = 55,7dB

R_w = Schalldämmmaß in dB
m' = flächenbezogen Masse in kg/m²

3.2.2 Vormauerungen

3.2.2.1 Prüfaufbauten

Standardaufbau für Vormauerungen:
- 1,5cm Innenputz ER
- 25cm Schallschutzziegel
- 0,5cm Spachtelung SR
- 7cm Hochlochziegel
- 1,5cm Innenputz

Pr.Nr.	Aufbau	Schalldämmmaß Rw [dB]
M04	SSZ 25 + HLZ 7 (ohne Verbindung zum SSZ)	53,9
M05	wie M04 + 3 Rohre Ø50mm in Vormauerung installiert	53,9
M06	SSZ 25 + HLZ 7 dazw. 3cm EPS-T	57,8
M07	wie M06 + 3 Rohre Ø50mm in Vormauerung installiert	59,5
M08	SSZ 25 + HLZ 7 dazw. 3cm TDPS	56,4
M09	wie M08 + 3 Rohre Ø50mm in Vormauerung installiert	57,1

3.2.2.2 Erläuterung

Eine Vormauerung mit einem Hochlochziegel HLZ 7 ohne eine Dämmeinlage und mit vereinzelten Verbindungen zum Schallschutzziegel ergibt unter Laborbedingungen (ohne Schalllängsleitung) eine geringfügige Verschlechterung des Schalldämmmaßes.

Das Einlegen einer Trittschalldämmung zwischen der Vormauerung und dem Schallschutzziegel zeigt eine Verbesserung des Schall-

dämmwertes um ca. 2dB bei einer TDPS-Dämmung und ca. 3dB bei einer EPS-T-Dämmung.

Die Versuchsmessungen zeigten, dass sich durch Installationen von Rohrleitungen in der Vormauerung kaum Verschlechterungen des Luftschallschutzes ergeben.

Bei Installationen in der Vormauerung mit dahinter liegender Dämmebene konnte sogar eine Verbesserung des Schalldämmwertes um ~ 1 dB erreicht werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass durch das Einstämmen in die Vormauerung die Koinzidenz des HLZ 7 verändert und somit auch das Schwingverhalten der Wand beeinflusst wurde.

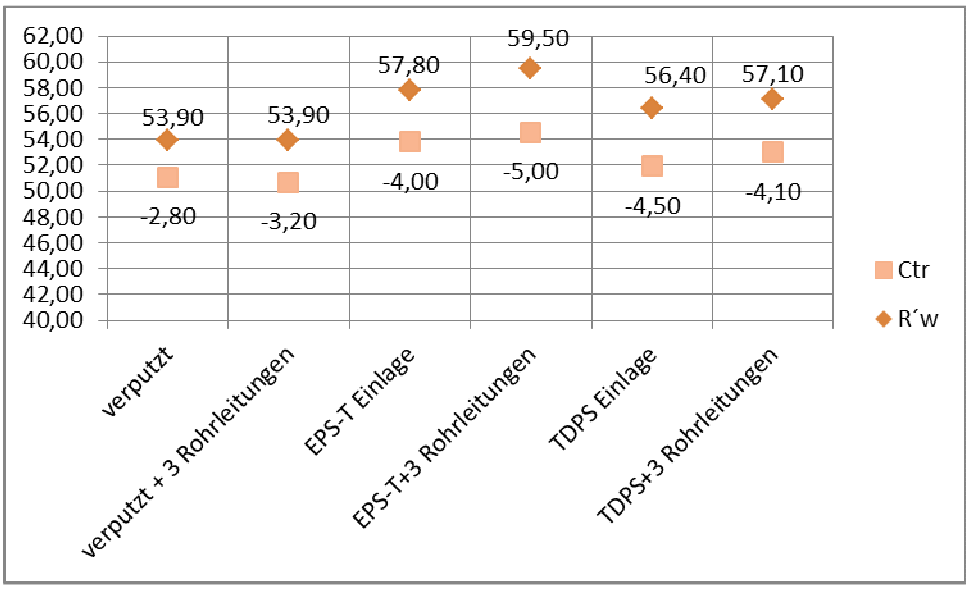
3.2.2.3 Rechnerischer Nachweis

Berechnung der Koinzidenz bei Vormauerung mit einer Dämmeinlage bestehend aus 3cm EPS-T:

$f_0 = 160 \sqrt{s'(1/m_1' + 1/m_2')}$

$f_0 = 160 \sqrt{20 (1/366 + 1/102)} = 80$ Hz

f_0 = Resonanzfrequenz in Hz
s' = dynamische Steifigkeit der Dämmschicht in MN/m³
m' = flächenbezogen Masse in kg/m²



Tab. 3.1.

Ergebnisse

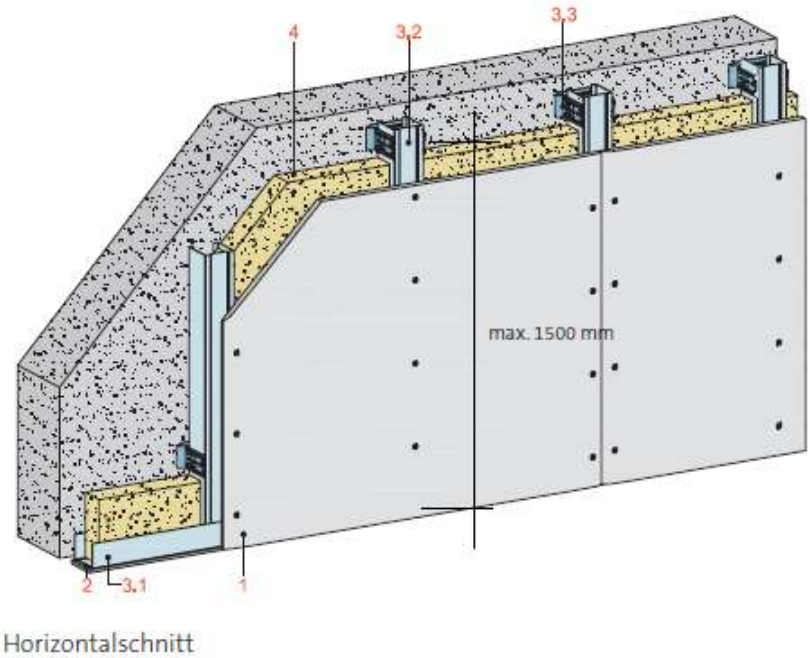
3.2.3 Biegeweiche Vorsatzschalen mit Gipskartonplatten

3.2.3.1 Prüfaufbauten

Standardaufbau für biegeweiche Vorsatzschalen mit GK-Platten:
- 1,5cm Innenputz ER
- 25cm Schallschutzziegel
- 0,5cm Spachtelung SR
- CW50-Profil dazw. 5cm Trennwandfilz
- 1,25cm Gipskartonplatte

Die Gipskartonplatten wurden auf einer Schwingbügelkonstruktion in einem Abstand von 62,5cm entsprechend den Herstellerrichtlinien montiert.

Abb. 3.3.

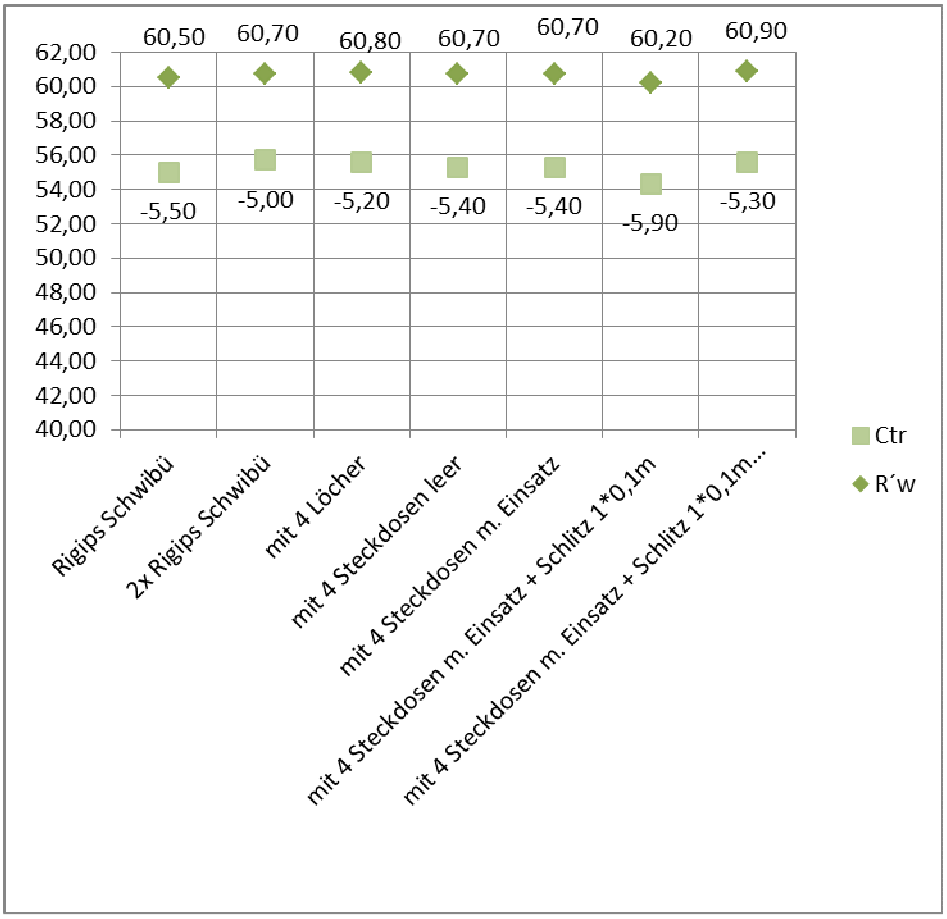


Pr.Nr.	Aufbau	Schalldämmmaß Rw [dB]
M10	SSZ 25 + 1,25cm GK-Platte auf Schwingbügelkonstruktion mit Mineralwolle hinterlegt	60,5
M11	+ 4 Löcher für E-Dosen	60,8
M12	+ Einsätze eingebaut	60,7
M13	+ Steckdosen installiert	60,7
M14	+ Schlitz 0,10x1m ausgeschnitten	60,2
M15	+ Schlitz 0,10x1m mit GK und Acryl geschlossen	60,9
M16	+ 2. GK-Platte (1,25cm) vollflächig aufgebracht	60,7

3.2.3.2 Erläuterung

Die Schwingbügelkonstruktion brachte im Vergleich zum Schallschutzziegel beidseits verputzt eine Verbesserung um 5dB. Die Ausnehmung eines Schlitzes mit 0,1m² in der Gipskartonbeplankung ergibt eine geringfügige Verschlechterung um ~1dB, durch Verschließen mit einer Gipskartonplatte und Abdichten mit Acryl konnte jedoch sofort wieder der Ursprungswert von R'w = 60,9dB erzielt werden.

Die Versuchsmessungen zeigten, dass sich durch Installationen von Steckdosen in der Vorsatzschalendämmebene kaum Verschlechterungen des Luftschallschutzes ergeben.



Tab. 3.2.

Ergebnisse

3.2.4 Biegeweiche Vorsatzschalen verputzt

3.2.4.1 Prüfaufbauten

Standardaufbau für biegeweiche Vorsatzschalen verputzt:
- 1,5cm Innenputz ER
- 25cm Schallschutzziegel
- 0,5cm Spachtelung SR
- 3,5cm VSDP
- 1,5cm Innenputz

Pr.Nr.	Aufbau	Schalldämmmaß Rw [dB]
M17	SSZ 25 + punktweise verklebter VSDP 35 + 1,5cm Putz	60,3
M18	+ 1,25cm GK-Platte geklebt, Randfugen offen	60,1
M19	+ 1,25cm GK-Platte geklebt, Randfugen mit Acryl geschlossen	60,7
M20	SSZ 25 + vollflächig verklebter VSDP 35 + 1,5cm Putz, starr mit umliegenden Bauteilen verbunden	59,5
M21	+ Kehlschnitt zur Decke	60,2
M22	+ Kehlschnitt mit Acryl geschlossen	60,0
M23	+ 4 Löcher für E-Dosen	59,4
M24	+ Steckdosen installiert	59,7
M25	wie M22 + 4 Einsätze mit Verbindung zum SSZ eingebaut	59,9
M26	+ Steckdosen installiert	61,0
M27	+ Schlitz 0,10x1m ausgeschnitten	60,1
M28	+ Schlitz 0,4x1,1m im ER ausgeschnitten	58,8
M29	+ Schlitzt 0,4x1,1m im SR im Ziegel (t=5cm) ausgestemmt	58,9

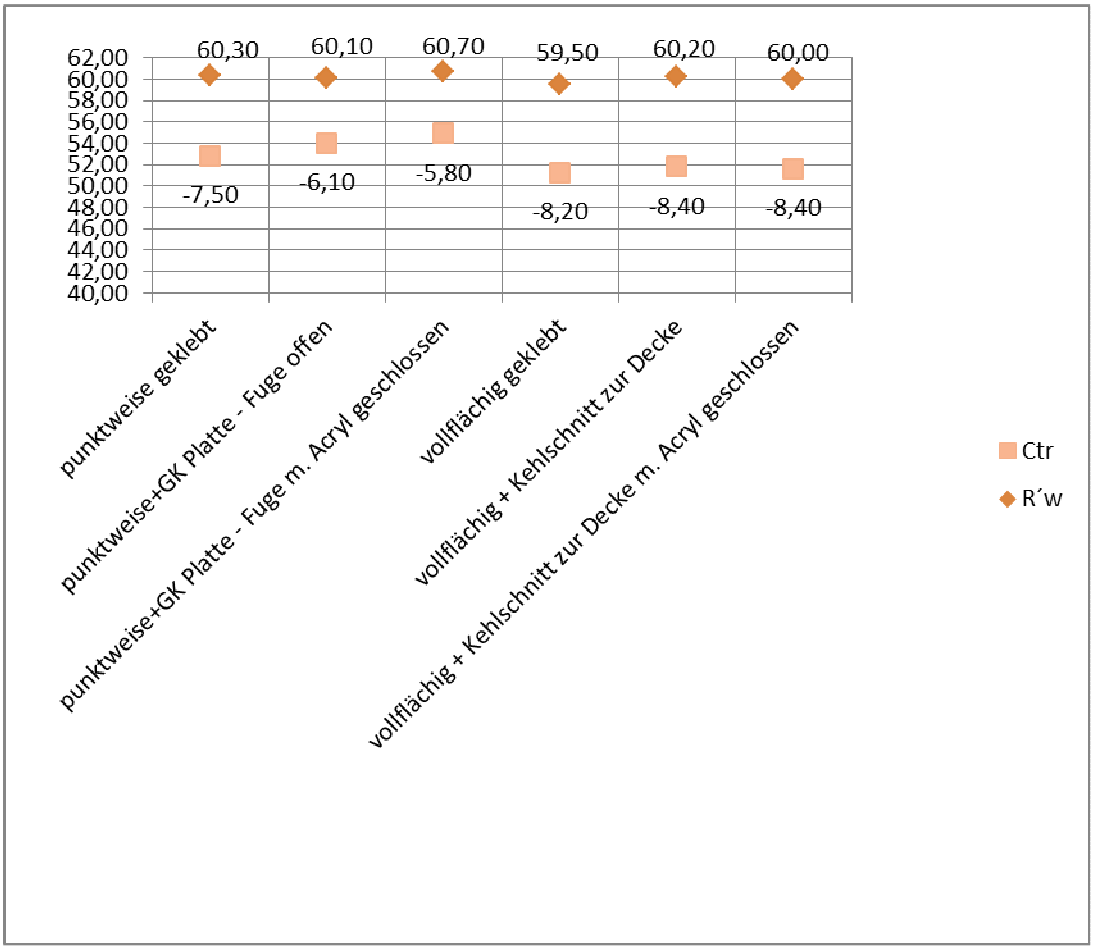
3.2.4.2 Erläuterung

Mit der Vorsatzschalendämmplatte VSDP 35 verputzt wurden zwei verschiedene Befestigungssysteme geprüft:

Bei einer punktweisen Verklebung der Dämmplatte mit dem Schallschutzziegel liegt das Schalldämmmaß um rund 2dB über dem gemessen Wert von einer vollflächig verklebten Dämmplatte.

Die Anbringung einer zusätzlichen Gipskartonplatte (d=1,25cm) auf dem Putz der punktweise verklebten und verputzten Vorsatzschalendämmplatte zeigte nur eine geringfügige Verbesserung des Schalldämmmaßes im Nachkommastellenbereich.

Bei der vollflächig verklebten Dämmplatte wurde in einem Versuch die starre Verbindung des Putzes auf der VSDP 35 mit der Decke durch einen Kehlschnitt getrennt. Dieser brachte unter Laborbedingungen eine Verbesserung von fast 1dB.



Tab. 3.3.

Die Ausnehmung eines Schlitzes mit 0,1m² in der Vorsatzschalendämmplatte ergibt, wie auch bei der Schwingbügelkonstruktion eine Verschlechterung um ~1dB.

Bei einem größeren Schlitz mit 0,4 x 1,10 m, der zum Beispiel für die Installation einer Duschvorrichtung erforderlich ist, verschlechtert sich das Schalldämmmaß nochmals um ca. 1dB.

Wird ein gleich großer Schlitz mit einer Tiefe von 5cm auch gegenüberliegend im Schallschutzziegel eingestemmt hat dies jedoch keine Auswirkungen auf den gemessenen Wert.

Die Versuchsmessungen zeigten, dass sich durch Installationen von Steckdosen in der Vorsatzschalendämmebene kaum Verschlechterungen des Luftschallschutzes ergeben.

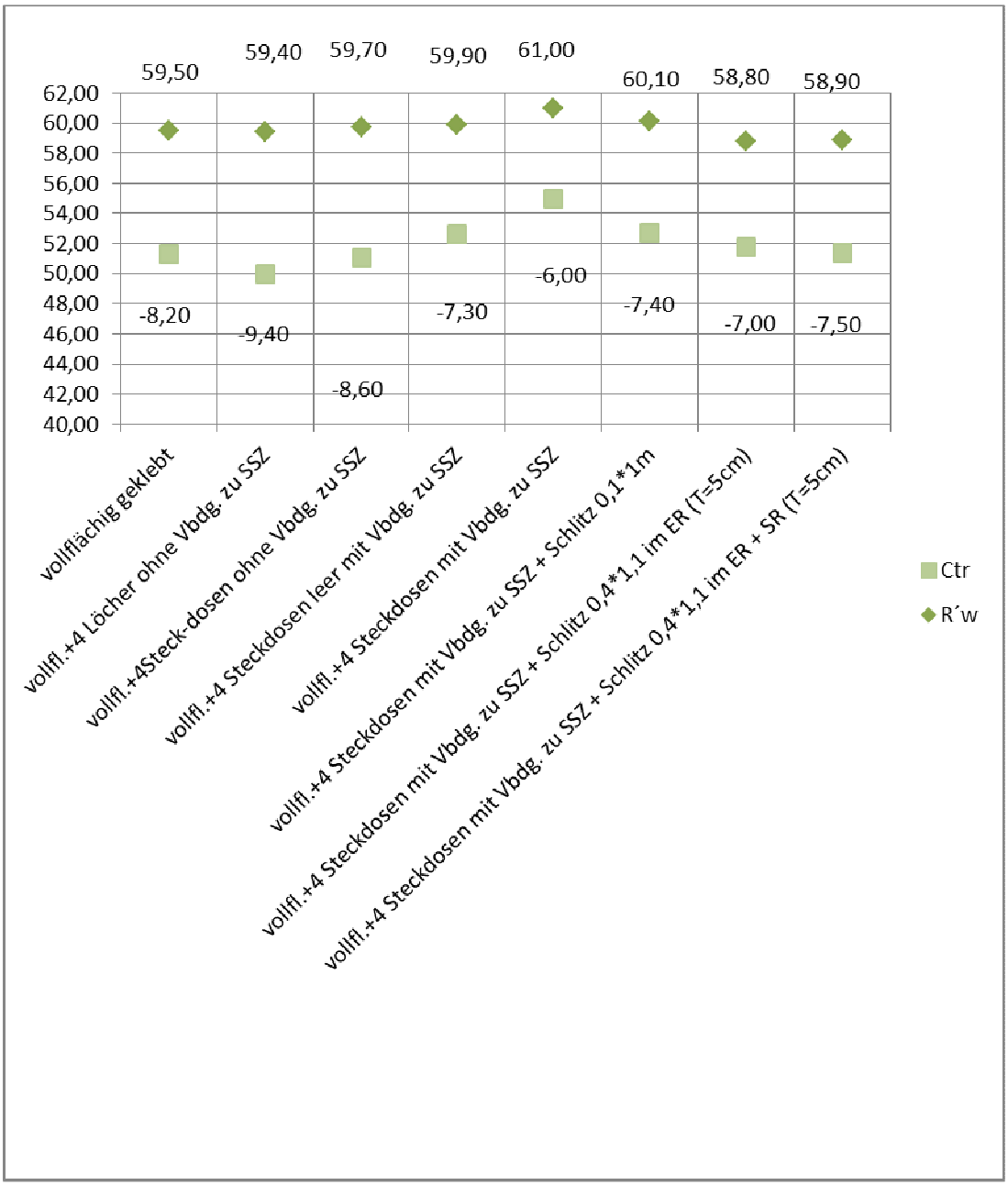
3.2.4.3 Rechnerischer Nachweis

Berechnung der Koinzidenz der biegeweichen Vorsatzschale bestehend aus VSDP 35 + 1,5cm Putz:

$f_0 = 160 \sqrt{(s'/m')}$

$f_0 = 160 \sqrt{(7/22)} = 90$ Hz

f_0 = Resonanzfrequenz in Hz
s' = dynamische Steifigkeit der Dämmschicht in MN/m³
m' = flächenbezogen Masse in kg/m²



Tab. 3.4.

Ergebnisse

3.3. Zusammenfassung

Messung Nr.	Tätigkeit	Messergebnisse
M01	SSZ 25 unverputzt (Eberschwang)	Rw 40,3 (C -0,6; Ctr-1,6)
M02	SSZ 25 einseitig Glattstrich (im Empfangsraum)	Rw 54,0 (C -1,6; Ctr-4,2)
M03	SSZ25 Glattstrich und verputzt (im Empfangsraum)	Rw 54,6 (C -1,4; Ctr-3,8)
M04	Im Senderaum HLZ7+Putz ohne Verbindung zum SSZ	Rw 53,9 (C -1,1; Ctr-2,8)
M05	3Rohre Ø50mm praxisgerecht in Vormauerung installiert (PLAN)	Rw 53,9 (C -1,2; Ctr-3,2)
M06	SSZ25+HLZ7+Putz mit 3cm EPS-T dazw.	Rw 57,8 (C -1,2; Ctr-4,0)
M07	3Rohre Ø50mm praxisgerecht in Vormauerung installiert (PLAN)	Rw 59,5 (C -1,5; Ctr-5,0)
M08	SSZ25+HLZ7+Putz mit 3cm TDPS dazw.	Rw 56,4 (C -1,5; Ctr-4,5)
M09	3Rohre Ø50mm praxisgerecht in Vormauerung installiert (PLAN)	Rw 57,1 (C -1,3; Ctr -4,1)
NM	Nullmessung - SSZ25 einseitig verputzt + Glattstrich ER	Rw 55,5 (C -1,5; Ctr -4,1)
M10	SSZ25 mit 1,25cm GK-Platte auf Schwingbügelkonstruktion mit Mineralwolle hinterlegt (Randfugen mit Acryl)	Rw 60,5 (C -1,5; Ctr -5,5)
M11	4 Löcher mit Dosenbohrer	Rw 60,8 (C -1,5; Ctr -5,2)
M12	4 Einsätze eingebaut	Rw 60,7 (C -1,6; Ctr -5,4)
M13	4 Steckdosen installiert	Rw 60,7 (C -1,6; Ctr -5,4)
M14	Schlitz 0,10x1m ausgeschnitten	Rw 60,2 (C -1,8; Ctr -5,9)
M15	Schlitz geschlossen mit Acryl	Rw 60,9 (C -1,6; Ctr -5,3)
M16	SSZ25 mit 2x1,25cm GK-Platte (NEU) auf Schwingbügelkonstruktion mit Mineralwolle hinterlegt (Randfugen mit Acryl)	Rw 60,7 (C -1,6; Ctr -5,0)
M17	SSZ25 mit punktweise verklebter Vorsatzschale (VSDP35+1,5cm Putz)	Rw 60,3 (C -2,1; Ctr -7,5)
M18	SSZ25 mit punktweise verklebter Vorsatzschale (VSDP35+1,5cm Putz)+1,25 GK-Platte geklebt	Rw 60,1 (C -1,8; Ctr -6,1)
M19	a) Randfugen öffnen - mit Acryl schliessen	Rw 60,7 (C -1,7; Ctr -5,8)
NM	Nullmessung - SSZ25 einseitig verputzt + Glattstrich ER	Rw 55,5 (C -1,5; Ctr -4,4)
M20	SSZ25 mit vollflächig verklebter Vorsatzschale (VSDP35+1,5cm Putz) - STARR mit umlieg. BT verbunden	Rw 59,5 (C -2,3; Ctr -8,2)
M21	a) Kehlschnitt zur Decke	RW 60,2 (C -2,4; Ctr -8,4)
M22	b) Kehlschnitt mit Acryl verschlossen	RW 60,0 (C -2,4; Ctr -8,4)
M23	c) 4 Löcher f.Steckdose o.Vbdg. zu SSZ	RW 59,4 (C -2,8; Ctr -9,4)
M24	d) 4 Einsätze eingebaut - OHNE Vbdg. zu SSZ	RW 59,7 (C -2,5; Ctr -8,6)
M25	e) 4 Steckdosen leer MIT Vbdg. zu SSZ	RW 59,9 (C -2,1; Ctr -7,3)
M26	f) 4 Einsätze eingeb. MIT Vbdg. zu SSZ	RW 61,0 (C -1,7; Ctr -6,0)
M27	g) 4 Einsätze eing. MIT Vbdg. zu SSZ+Schlitz 0,1x1m	RW 60,1 (C -2,0; Ctr -7,4)
M28	SSZ25 mit vollflächig verklebter Vorsatzschale (VSDP35+1,5cm Putz) - m. 4 Steckd.+ 1 Schlitz (0,4x1,1m) im ER (T ca. 5cm)	RW 58,8, (C -1,9; Ctr -7,0)
M29	SSZ25 mit vollflächig verklebter Vorsatzschale (VSDP35+1,5cm Putz) - m. 1 Schlitz (0,4x1,1m) im ER+SR (T ca. 5cm)	RW 58,9 (C -2,1; Ctr -7,5)

Tab. 3.5.

3.4. Empfehlungen für die Praxis

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass bei einer Wohnungs- oder Stiegenhaustrennwand jedenfalls auf einer Seite eine dichte Ebene (zB.: durch Glattstrich oder Putz) herzustellen ist. Wird zum Beispiel beidseits eine Vorsatzschale aufgebracht, ist eine Seite der Ziegelwand vorab zu verputzen oder ein Glattstrich vorzusehen.

Um die wärme- und schalltechnischen Anforderungen gem. aktuellen Gesetzten und Normen zu erreichen empfehlen wir eine Massivwand aus Schallschutzziegel oder Stahlbeton zu errichten und zusätzlich eine biegeweiche Vorsatzschale bestehend aus VSDP (35mm bzw. 55mm) + 1,5cm Putz oder mit einer Schwingbügelkonstruktion mit Mineralfaserfilz (40mm bzw. 60mm) + 1,25cm Gipskartonplatte zu errichten.

Mit Vormauerungen wurde lediglich ein Schalldämmmaß von ~ 57dB erzielt. Dabei handelt es sich jedoch um ein Labormaß ohne Berücksichtigung von Flankenübertragungen durch angrenzende Bauteile. Daher weisen wir darauf hin, dass je nach baulichen Gegebenheiten, die Anforderungen zwischen zwei Aufenthaltsräumen von $D_{ntw} \geq 55$dB nicht oder nur knapp erreicht werden können.

Bei der Planung von Installationen in Wohnungs- und Stiegenhaustrennwänden halten wir fest, dass eine Montage von Steckdosen in der Vorsatzschalenebene möglich ist. Bei Badezimmerinstallationen ist darauf zu achten, dass sich bei Ausnehmungen mit ~0,5m² Fläche der Schalldämmwert um 1dB verschlechtert. Bei großflächigen Installationen wird daher eine bauakustische Prüfung empfohlen. Die Massivwand darf keinesfalls durchbrochen werden.

Werden in der Ziegelwand Installationen ausgeführt, ist der Schlitz mit Mörtel auszuwerfen oder ein Glattstrich auszuführen.

4 Literaturverzeichnis

- Bauphysikalische Formeln und Tabellen, Werner-Verlag, Autoren: DI Rainer Hohmann und Prof. Dr. rer.nat. Dr.-Ing. Habil. Max. J. Setzer, 1993, Düsseldorf
- Schall – Wärme – Feuchte, Bauverlag, Autoren: Prof Dr.-Ing. habil. Karl Gösele, Prof Dr.-Ing. Walter Schüle, Dr.-Ing. Helmut Künzel, 1997, Wiesbaden u. Berlin
- Schalltechnisches Taschenbuch, VDI Verlag, Autor: Dr. rer. nat. Helmut Schmidt, 1996, Düsseldorf
- Schadenfreies Bauen – Mangelhafter Schallschutz in Gebäuden, Fraunhofer IFB Verlag, Autoren: Prof Herwig Baumgartner und DI (FH) Roland Kurz, 2003, Stuttgart
- Schallschutz im Massivbau, Autor: DI Elmar Sälzer, Verlage: Bauverlag GmbH Wiesbaden und Berlin, 1990
- Baukonstruktionslehre 4 – Bauphysik, Christof Riccabona, Thomas Bednar, 2010, Verlag
- Bauphysik - Schallschutz im Hochbau, Prof. Bmst. DI Reinhard Schild, Mai 2011
- Schalldämmung von Ziegelwänden mit WDVS – DI Mag. Robert Kernöcker, Prof. Bmst. DI Reinhard Schild, Sto Gesmbh, OÖ Zieglerverband,
- Internet (zB www.gueteschall.de)
- Önorm EN-ISO 717-1

5 Anhang

A Messprotokolle

B Überlagerungen der Messkurven

C Fotodokumentation

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Diplomarbeit selbstständig ohne Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe. Alle den benutzten Quellen wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen sind als solche einzeln kenntlich gemacht. Die Diplomarbeit entspricht den Standards für Ingenieurprojekte, laut BGBl 70/2000 i.d.g.F.

Bianca Huemer Oliver Lageder Petra Pollhammer

Ort, Datum, Unterschrift