

Empa
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf
T +41 58 765 11 11
F +41 58 765 11 22
www.empa.ch



Glovital AG
St. Gallerstrasse 34a
CH-9320 Arbon

Prüfbericht Nr. 460330

interne Nr. 612.5892

Prüfauftrag:	Luftschalldämmung und Schallabsorption
Auftraggeber:	Glovital AG, CH-9320 Arbon
Prüfobjekt:	Lärmschutzwand "dick"
Ihr Auftrag vom:	06.01.2012
Ausführung der Prüfung:	19.03.2012
Anzahl Seiten:	12

Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Abteilung Akustik
Dübendorf, 18. April 2012

Prüfleiter:
M. Würzer

Handwritten signature of M. Würzer in black ink.

Stv. Abteilungsleiter:
R. Bütikofer

Handwritten signature of R. Bütikofer in black ink.



STS 068

Anmerkung: Die Untersuchungsergebnisse haben nur Gültigkeit für das geprüfte Objekt. Das Verwenden des Berichtes zu Werbezwecken, der bloße Hinweis darauf sowie auszugsweises Veröffentlichens bedürfen der Genehmigung der Empa (vgl. Merkblatt). Bericht und Unterlagen werden 10 Jahre archiviert.

Inhalt

1	Auftrag.....	3
2	Hinweise zu den Messungen.....	3
2.1	Luftschalldämmung.....	3
2.2	Schallabsorption.....	3
3	Durchgeführte Messungen.....	4
3.1	Luftschalldämmung.....	4
3.2	Schallabsorption.....	5
4	Messverfahren Luftschalldämmung.....	6
5	Messverfahren des Schallabsorptionsgrades α_s im Hallraum.....	8
6	Luftschalldämmung Lärmschutzwand dick (gemessen im Prüfstand).....	10
6.1	Konstruktionszeichnung.....	11
7	Schallabsorptionsgrad Lärmschutzwand dick (Hallraum-Methode).....	12

1 Auftrag

Mit Schreiben vom 06.01.2012 erteilte die Firma Glovital AG der Empa den Auftrag, Untersuchungen zur Luftschalldämmung sowie dem Schallabsorptionsgrad α_s an einer Lärmschutzwand in den Labors der Empa durchzuführen.

2 Hinweise zu den Messungen

2.1 Luftschalldämmung

Die Luftschalldämmung im Labor wird nach der Norm EN ISO 10140 gemessen, welche die bisherige Norm EN ISO 140 ersetzt. Die sich daraus ergebenden Einzelgrößen R_w , C und C_{tr} werden nach der Norm EN ISO 717-1 (1996) berechnet. Das Messverfahren ist im Abschnitt 4 beschrieben. In der internen Dokumentation SOP-177-1 (Nr. 1058), welche der Qualitätssicherung untersteht, sind die Details des Messverfahrens sowie die Eigenschaften der Prüfstände, die verwendeten Messgeräte und die Kalibrationsdaten festgehalten.

Die wesentlichen Details zum Prüfobjekt und die Resultate sind im Abschnitt 3 angegeben. Massgebend sind die numerischen Angaben, die nur für das im EMPA-Prüfstand gemessene Objekt gültig sind. Die Ergebnisse können nicht unbesehen auf eine Serie übertragen werden. Die Messgenauigkeit im Sinne einer Standardabweichung beträgt im verwendeten Prüfstand und mit den eingesetzten Messgeräten nach den bisherigen Erfahrungen ± 1 dB für R_w .

2.2 Schallabsorption

Die Messung und Auswertung des Schallabsorptionsgrades α_s von absorbierenden Materialien beruhen auf der Norm EN ISO 354. Das Messverfahren ist im Abschnitt 5 beschrieben. Die Details des Messverfahrens, die Beschreibung des Hallraums, die Liste der verwendeten Messgeräte und ihre Kalibrationsdaten sind in der internen Dokumentation SOP-177-6 (Nr. 1059) festgehalten, welche der Qualitätssicherung untersteht.

Die wesentlichen Details zum Prüfobjekt und die Resultate sind im Abschnitt 3 angegeben. Massgebend sind die numerischen Angaben, die nur für das im Hallraum gemessene Objekt gültig sind. Die Ergebnisse können nicht unbesehen auf eine Serie übertragen werden.

Die Messgenauigkeit im Sinne einer Standardabweichung beträgt für α_s mit den eingesetzten Messgeräten nach den bisherigen Erfahrungen in Abhängigkeit von der Frequenz: Tieftonbereich 100 - 250 Hz: $\pm 0,1$, Mitteltonbereich 315 - 800 Hz: $\pm 0,05$ Hochtonbereich 1000 - 5000 Hz: $\pm 0,02$.

3 Durchgeführte Messungen

3.1 Luftschalldämmung

Kundenreferenz:	Tristan Hartmann		
Eingang des Prüfobjektes:	19.03.2012	Empa-Kennzeichnung:	589201
Einbau des Prüfobjektes:	19.03.2012	Ausgeführt von:	Auftraggeber
Ausführung der Prüfung:	19.03.2012	Ausgeführt von:	M. Würzer

Einbau

Die Lärmschutzwand wurde zur Messung in die Öffnung eines hochdämmenden Rahmens im Prüfstand 1/4 im Labor eingesetzt und an den Rändern beidseitig mit elastischem Kitt abgedichtet. Die Abmessung beträgt 4200 x 2900 mm.

Entsprechend den zusätzlichen Anforderungen der Norm EN 1793 (1997) "Lärmschutzeinrichtung an Strassen" enthält die Prüffläche eine Stütze.

Resultate

Die Klassifizierung der Einzahl-Angabe gemäss EN 1793-2 (1997) ergibt:

DL_R = 28 dB **Gruppe: B3**

Die weiteren Resultate sind im Abschnitt 6 und die Konstruktionszeichnungen im Abschnitt 6.1 angegeben.

3.2 Schallabsorption

Kundenreferenz:	Tristan Hartmann		
Eingang des Prüfobjektes:	19.03.2012	Empa-Kennzeichnung:	589202
Einbau des Prüfobjektes:	19.03.2012	Ausgeführt von:	Auftraggeber
Ausführung der Prüfung:	19.03.2012	Ausgeführt von:	M. Würzer

Einbau

Die Lärmschutzwand wurde zur Messung auf den Boden des Hallraumes gelegt. Die Abmessung beträgt 4200 x 2900 mm. Seitlich ist das absorbierende Material einseitig durch das Stahlprofil (Stütze) der Schallschutzwand abgedeckt. Bei der gegenüberliegenden Seite wird das Absorptionsmaterial mit der Holzkonstruktion der Wand abgedeckt. Bei den beiden anderen Seiten wurde das Absorptionsmaterial stirnseitig mittels Abdeckband verschlossen.

Entsprechend den zusätzlichen Anforderungen der Norm EN 1793 (1997) "Lärmschutzeinrichtung an Strassen" enthält die Prüffläche eine Stütze.

Resultate

Die Klassifizierung der Einzahl-Angabe gemäss EN 1793-1 (1997) ergibt:

DL_a = 8 dB **Gruppe: A3**

Die weiteren Resultate sind im Abschnitt 7 angegeben.

4 Messverfahren Luftschalldämmung

Messung im Prüfstand

Die Messung der Luftschalldämmung von Bauteilen im Prüfstand erfolgt nach den Vorschriften der Norm EN ISO 10140

Der zu prüfende Bauteil (Wand, Wandelement, Decke, Türe, Fenster usw.) wird zwischen zwei Räumen eingebaut. Die Räume entsprechen den Anforderungen von EN ISO 10140. Im Senderaum wird mit einem bewegten Lautsprecher ein Breitbandrauschen mit ausgeglichenem Terzbandspektrum erzeugt. Sowohl im Sende- als auch im Empfangsraum werden mit Drehmikrofonen die energetischen Mittelwerte der zeitlich und örtlich schwankenden Schallpegel gemessen und daraus die Schallpegeldifferenz D gebildet. Die Messungen erfolgen mit einem zweikanaligen Terzbandanalysator im Frequenzbereich von 100 Hz bis 5000 Hz. Der Einfluss des Grundgeräusches auf den Empfangspegel wird überwacht. Die Nachhallzeiten werden an 8 festen Positionen des Drehmikrophons gemessen und arithmetisch gemittelt für die Bestimmung der äquivalenten Schallabsorptionsfläche A .

In den Prüfständen der EMPA erfolgt die Untersuchung in der Regel in beiden Übertragungsrichtungen. Das Ergebnis im Prüfbericht ist der arithmetische Mittelwert aus den Schalldämmmassen R von beiden Messrichtungen.

Bei sehr guten Schalldämmungen kann der gemessene Wert durch die Nebenwegübertragungen des Prüfstandes begrenzt werden. Ist dies in einer Terz der Fall, so wird das Zeichen $>$ (grösser als) vor den Wert gesetzt als Hinweis, dass der wahre Wert möglicherweise grösser ist als der gemessene. In der Grafik wird in diesem Falle auch die maximale Schalldämmung des Prüfstandes R'_{\max} angegeben.

Bewertung

Die Bewertung erfolgt nach der Norm EN ISO 717-1 (1996)

Als Kennzeichnung für die Luftschalldämmung von Bauteilen wird das bewertete Schalldämmmass R_w und die Spektrums-Anpassungswerte C und C_{tr} verwendet. Die Einzahlangabe R_w wird nach dem folgenden Verfahren bestimmt:

Die frequenzabhängige Kurve des Schalldämmmasses R wird im Frequenzbereich von 100 Hz bis 3150 Hz mit der genormten Bezugskurve bewertet. Dabei wird die Bezugskurve parallel zu sich selbst in Ordinateurichtung um ganze dB so weit verschoben, bis die Summe der ungünstigen Abweichungen kleiner oder gleich 32.0 ist. Eine ungünstige Abweichung bei einer bestimmten Frequenz liegt dann vor, wenn das Messergebnis niedriger als der Wert der verschobenen Bezugskurve ist. Der Wert der so verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz entspricht dem bewerteten Schalldämmmass R_w des untersuchten Bauteils.

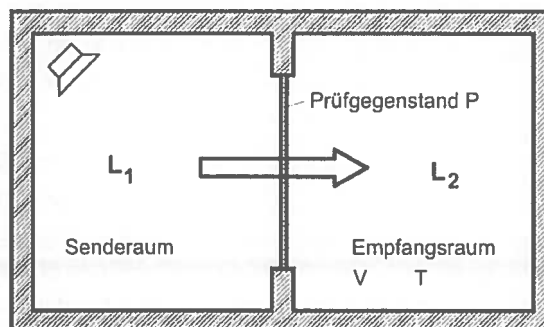
**Die Luftschalldämmung eines Bauteils ist umso besser,
je grösser der Wert des bewerteten Schalldämmmasses R_w ist.**

Die **Spektrums-Anpassungswerte C und C_{tr}** qualifizieren die Eignung des Bauteils in Bezug auf spezifische Lärmeinwirkungen. Der Wert C liefert eine Zusatzinformation bezüglich der Eignung des Bauteils bei Störungen mit ausgeglichenem Frequenzspektrum wie z.B. Wohnlärm, Eisenbahnlärm, Lärm von Kinderspielflächen usw., und der C_{tr} - Wert liefert eine Zusatzinformation für Störungen mit dominantem Tieftonanteil wie z.B. Strassenlärm mit hohem Lastwagenanteil, Fluglärm, Störungen von Diskotheken usw. Die Zahlenwerte von C und C_{tr} liegen meistens zwischen 0 und -10 dB. Der Frequenzverlauf der Schalldämmung ist um so günstiger, je weniger negativ der Wert von C bzw. C_{tr} ist (d.h. -1 ist besser als -3).

Messung im Prüfstand

Massgebende Normen: Messverfahren EN ISO 10140
 Bewertungsverfahren EN ISO 717-1

Prüfanordnung:



Prüfgegenstand	P	
Fläche des Prüfgegenstandes	S	m ²
Senderraum		
- Energetisch gemittelter Sendepiegel	L ₁	dB *
Empfangsraum		
- Energetisch gemittelter Empfangspegel	L ₂	dB *
- Nachhallzeit	T	s *
- Volumen	V	m ³
- Äquivalente Schallabsorptionsfläche	$A = 0.16 \cdot \frac{V}{T}$	m ² *
Schallpegeldifferenz zwischen den Räumen	$D = L_1 - L_2$	dB *
Schalldämmmass des Prüfgegenstandes P	$R = D + 10 \lg \frac{S}{A}$	dB *
Bewertetes Schalldämmmass des Prüfgegenstandes P	R _w	dB
Spektrum-Anpassungswerte (nach EN ISO 717-1)	C und C _{tr}	dB

* Werte pro Terzband (100Hz - 5000 Hz)

5 Messverfahren des Schallabsorptionsgrades α_s im Hallraum

Grundlage

Norm EN ISO 354 (2003)

Ablauf

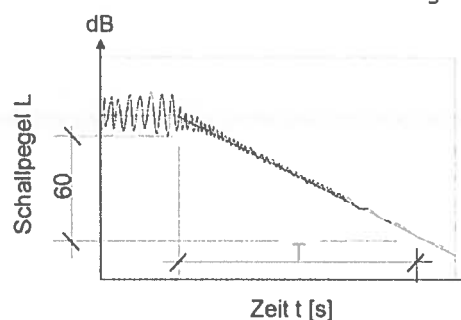
Das zu prüfende Material wird auf dem Boden des Hallraums als zusammenhängende Fläche von ca. 12 m² ausgelegt. Die für die Absorption benötigten Nachhallzeiten werden mit dem "Real Time Analyser" Norsonic 840 und dem MLS-Verfahren bestimmt. Es gibt je eine vollständige Messung für die Zustände mit und ohne Prüfmaterial. Beide Mess-Serien erfolgen bei gleicher Temperatur und Feuchtigkeit. Es werden alle Anforderungen zur Messung nach EN ISO 354 erfüllt.

Das konditionierte Sendesignal entspricht einem breitbandigen rosa Rauschen. Aus der Impulsantwort der MLS-Messung werden durch Terzbandfilterung und Rückwärtsintegration die mittleren Abklingkurven berechnet und damit die Nachhallzeiten T₂₀ über den Bereich von - 5 dB bis - 25 dB bestimmt. Für eine gültige Messung muss die Abklingkurve bis mindestens - 40 dB auswertbar sein. Die Messungen erfolgen nacheinander in zwei Frequenzbereichen, zuerst in den Terzbändern von 100 Hz bis 2'500 Hz (MLS-Sequenzlänge 16 s) und danach von 3'150 Hz bis 5'000 Hz (MLS-Sequenzlänge 4 s). Die Messungen werden mit 6 verschiedenen Mikrofonpositionen und 3 verschiedenen Lautsprecherpositionen durchgeführt, d.h. in jeder Terz ist die resultierende Nachhallzeit der arithmetische Mittelwert von 18 Messungen.

Messgrößen

Nachhallzeit im Hallraum ohne Prüfmaterial	T ₁ [s]
Nachhallzeit im Hallraum mit Prüfmaterial	T ₂ [s]
Volumen des Hallraums	V [m ³]
Prüffläche	S [m ²]

Nachhallzeitverlauf ▶



Berechnung des Schallabsorptionsgrades α_s

Mit Hilfe der gemessenen Nachhallzeiten wird auf die frequenzabhängige Schallabsorption des Probekörpers geschlossen:

$$\text{äquivalente Schallabsorptionsfläche: } A = \frac{55.3 \cdot V}{c} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad [\text{m}^2] \text{ mit } c = \text{Schallgeschwindigkeit}$$

Der Schallabsorptionsgrad α_s gibt an, wieviel effektive Schallabsorptionsfläche A einem Quadratmeter Prüffläche entspricht, d.h.

$$\alpha_s = A/S$$

Der Schallabsorptionsgrad α_s wird für jedes Terzband gesondert bestimmt. Für gewisse Anwendungen ist es sinnvoll, zusätzlich arithmetische Mittelwerte über bestimmte Frequenzbereiche anzugeben.

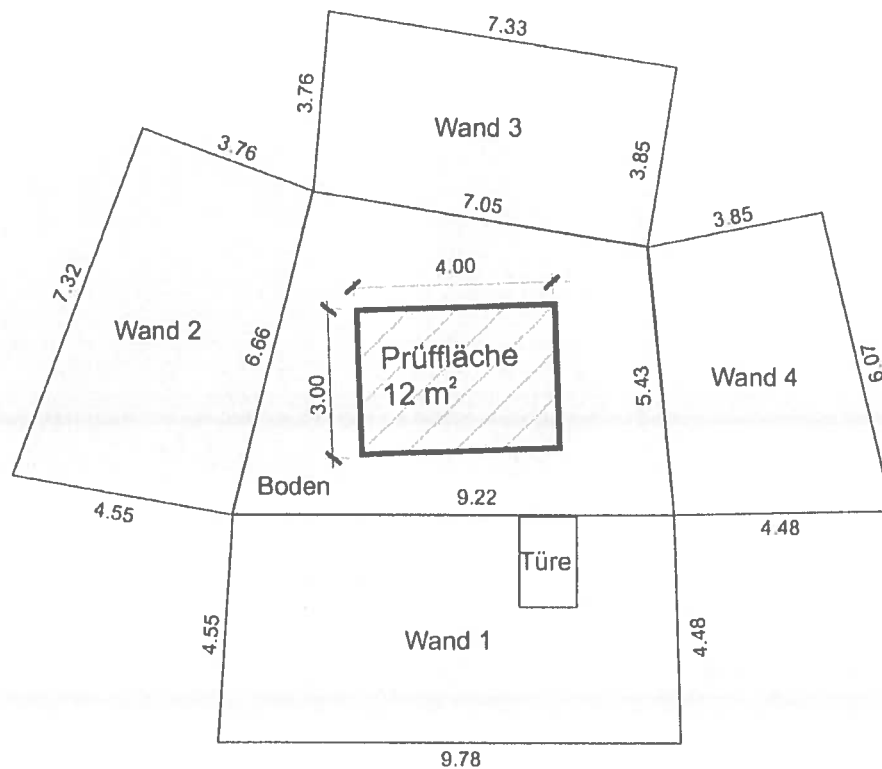
Bedeutung

Das Schallabsorptionsvermögen eines Materials ist umso besser, je grösser α_s ist. Bei der Hallraummethode können Absorptionsgrade grösser als 1 auftreten. Es ist daher wichtig, diese mit dem Index s (für statistischer Schalleinfall) gekennzeichnete Grösse klar von anderen Grössen zu unterscheiden, welche aus Reflexionsmessungen (z.B. im Impedanzmessrohr oder Messung in situ) erhalten werden und höchstens gleich 1 werden.

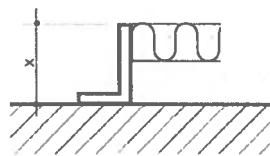
Weitere Berechnungen

In der Norm **EN ISO 11'654** (1997) ist ein Bewertungsverfahren beschrieben, um pro Oktave einen Einzahlwert zu erhalten: den "praktischen Schallabsorptionsgrad" α_p sowie den globalen Einzahlwert: der "bewertete Schallabsorptionsgrad" α_w . Die Norm **EN 1793-1** (1997) definiert Klassierungen für Lärmschutzwände.

Raumabwicklung



Vorhandene Rahmen



Rahmenhöhe x

Alu: 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 100, 120, 150 mm

Holz: 100, 200, 300, 400, 500 mm

Abmessungen

Kleinste Längenabmessung:	3.76 m	Boden:	48.2 m ²
Grösste Raumdiagonale:	11.50 m	Decke:	56.2 m ²
Türöffnung:	1.20 x 2.00 m	Wand 1:	42.8 m ²
		Wand 2:	28.9 m ²
		Wand 3:	27.4 m ²
		Wand 4:	23.6 m ²

Volumen des Hallraums: 215 m³

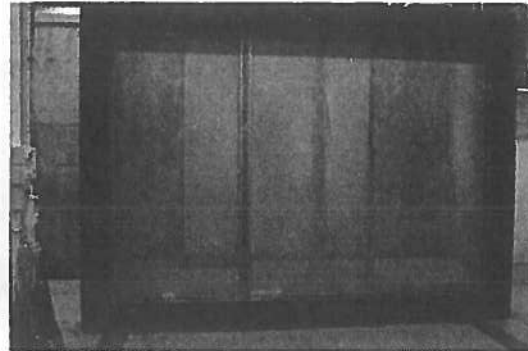
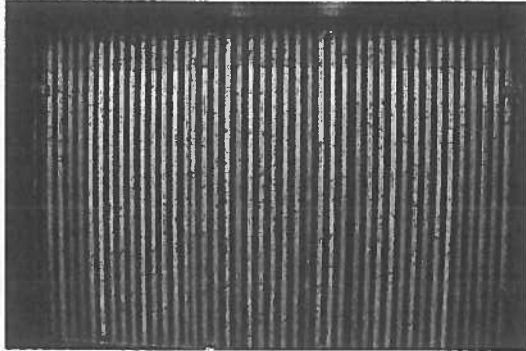
Summe der innern Oberflächen: 227 m²

Plexiglas - Reflektoren: Summe aller einseitigen Flächen: 31 m²

Lautsprecher: 4 Stück, im Raum verteilt. Mikrophone: 6 Stück, unregelmässig im Raum verteilt.

6 Luftschalldämmung Lärmschutzwand dick (gemessen im Prüfstand)

Gegenstand: Lärmschutzwand dick



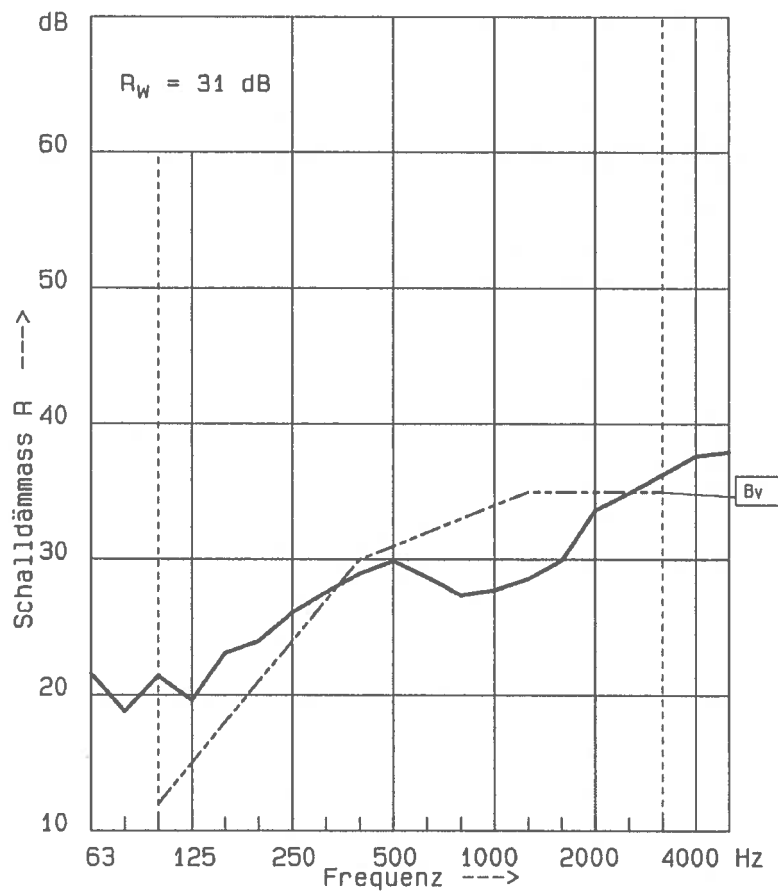
Messung: EMPA, Schallhaus, Prüfräume 1/4, Volumen: 101/73 m³
 Temperatur: 24°C relative Luftfeuchtigkeit: 34 %

Datum: 19.03.2012

Dicke: 180,0 mm
 Prüffläche: 12,2 m²

$R_w (C; C_{Tr}) = 31 (-1; -3) \text{ dB}$
 Max Abweichung: 6 dB bei 1250 Hz

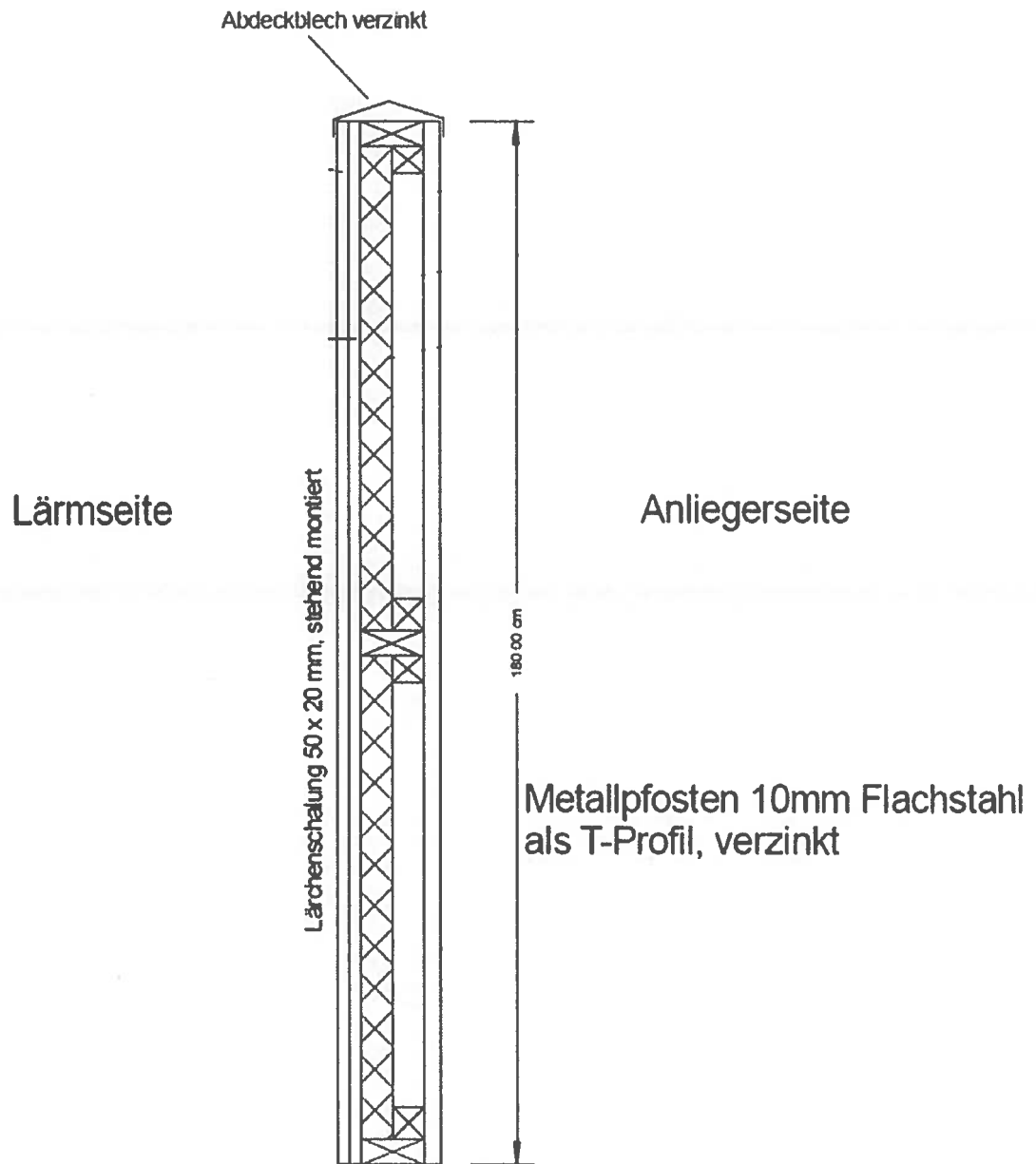
Frequenz [Hz]	R [dB]
100	21.4
125	19.6
160	23.1
200	24.0
250	26.1
315	27.5
400	28.9
500	29.9
630	28.7
800	27.4
1000	27.7
1250	28.6
1600	29.9
2000	33.6
2500	34.9
3150	36.2
4000	37.6
5000	37.9



B_v: verschobene Bezugskurve
 Auswertung: EN ISO 717-1 (1996)
 Messmethode: EN ISO 140-3 (1995)
 Prüfschall: Breitbandrauschen
 Empfang: Terzbandfilter

6.1 Konstruktionszeichnung

Lärmschutzwand dick



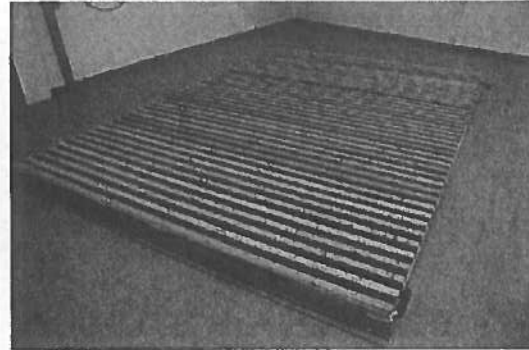
GLOVITAL AG
St. Gallerstr. 34a
9320 Arbon

7 Schallabsorptionsgrad Lärmschutzwand dick (Hallraum-Methode)

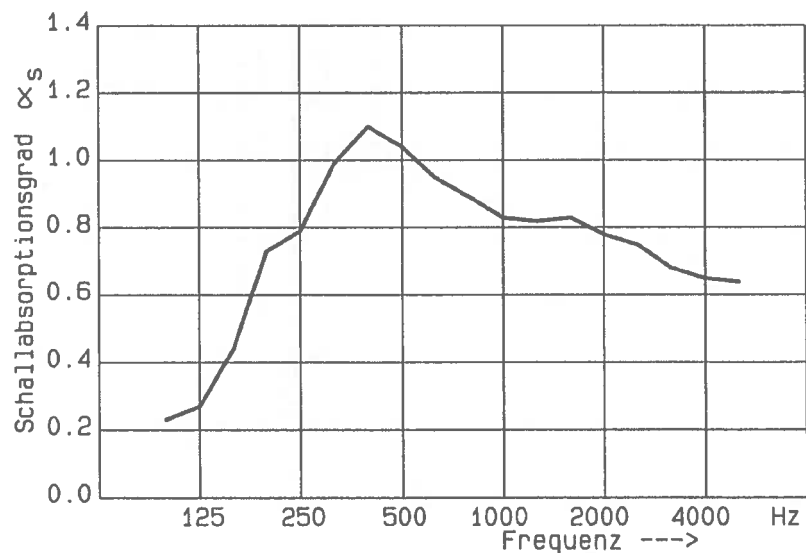
Gegenstand: Lärmschutzwand dick

Messung: Hallraum EMPA Dübendorf Volumen V: 215 m³ Prüffläche S: 12,2 m²
Temperatur: 21 °C relative Luftfeuchtigkeit: 58 %

Messung Nr: 2
Datum: 19.03.2012



Frequenz [Hz]	α_s
100	0.23
125	0.27
160	0.44
200	0.73
250	0.79
315	0.99
400	1.10
500	1.04
630	0.95
800	0.89
1000	0.83
1250	0.82
1600	0.83
2000	0.78
2500	0.75
3150	0.68
4000	0.65
5000	0.64



Mittelwerte α_s :		
100 - 315 Hz: 0.57	400 - 1250 Hz: 0.94	1600 - 5000 Hz: 0.72
500 - 2000 Hz: 0.88	125 - 4000 Hz: 0.78	100 - 5000 Hz: 0.74
Auswertung nach EN 1793-1 (1997):		
DLa: B Gruppe: A3		

Messmethode: ISO 354 MLS-Messung: Terzbandfilter; T20 aus integrierter Impulsantwort