

**Zertifizierung Schallmessraum nach DIN EN ISO 3745
Genauigkeitsklasse 1, $f_u \leq 100$ Hz**

Auftraggeber	WILLBRANDT KG Vertreten durch Herrn Roggenkamp Schnackenburgallee 180 D-22525 Hamburg
Auftrag-Nr.	telefonisch
Objekt	Schallmessraum in der Helmut-Schmidt-Universität, Hamburg
Bericht Nr:	B 58.171129-1

Ingenieurbüro **asc** akustik + schallschutz

Dipl.-Ing. Götz Alber

Oberer Weinberg 43

D-91522 Ansbach

29. November 2017

1. AUFGABENSTELLUNG

Nachmessung und Zertifizierung eines Reflexionsarmen Messraumes mit vollem Freifeld in den Flachabsorber anstelle der ausgebauten Keilabsorber eingebaut wurden. Der Raum soll eine untere Grenzfrequenz von $f_u \leq 100$ Hz mit der Genauigkeitsklasse 1 nach DIN EN ISO 3745 behalten.

2. SITUATIONSBESCHREIBUNG

Der Rohraum bestand in Großen und Ganzen aus betonierten Wänden und Boden. Im Deckenbereich wurde eine Gipskarton-Decke eingezogen um dahinterliegende Installationen und einen Unterzug zu verdecken.

Raumabmessungen roh: $B \times T \times H = 4,10 \text{ m} \times 4,60 \text{ m} \times 3,97 \text{ m}$ (bis UK GK-Decke). Der Boden ist gegenüber dem außenliegenden Flur um ca. 47 cm abgesenkt.

In der Vorderwand ist eine Schalldämmtür RBM ca. $B \times H = 1,17 \text{ m} \times 2,25 \text{ m}$ eingebaut. In der rechten Seitenwand ist ein Prüffenster mit den Lichten Maßen $B \times H = 1,25 \text{ m} \times 1,50 \text{ m}$ mit einem umlaufenden Rahmen aus Schichtholz mit einer Breite von ca. 33 cm eingebaut.

Beim Bauaufmaß war der zuvor verwendete Gitterrost mit einer Höhe von ca. 75 cm noch vorhanden. Dieser sollte für den neuen Raum ergänzt werden, wurde jedoch bei der Montage durch eine neue Konstruktion ersetzt. Die Gitterrostelemente mit einer Steghöhe von 30 mm die wiederverwendbar waren wurden eingebaut, fehlende ergänzt.

Die Auskleidung zur Erreichung der unteren Grenzfrequenz besteht aus einem Flachabsorber mit einer Dicke von ca. 27 cm. Das System besteht aus einem Resonator und einem porösen Absorber, der in Kassetten aus lochblech eingebaut ist. Das Türblatt wurde mit der gleichen Verkleidung wie die der Wände, der Decke und des Bodens versehen. Die Prüffensteröffnung einschließlich des umlaufenden Rahmens ca. $B \times H = 1,95 \text{ m} \times 2,20 \text{ m}$ wurde mit 3 herausnehmbaren Absorberelementen verschlossen um den Messraum für Messungen nach DIN EN ISO 3745 verwenden zu können. Für Schalldämmmessungen von Elementen nach DIN EN ISO 10140-4 und -5 können diese Elemente entfernt werden.

3. VERWENDETE UNTERLAGEN

Normen und Richtlinien

- DIN EN ISO 10140-4 Messung der Schalldämmung im Prüfstand – Messverfahren und Anforderungen
 - DIN EN ISO 10140-5 Messung der Schalldämmung im Prüfstand – Anforderungen an den Prüfstand
 - DIN EN 20140-3 Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen
 - DIN EN ISO 3745 Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 für reflexionsarme Messräume und Halbräume
 - DIN EN 60651 Schallpegelmesser
 - DIN EN 60804 Integrierende, mittelwertbildende Schallpegelmesser
 - DIN 45652 Terzfilter für elektroakustische Messungen
 - DIN IEC 60942:2016-12 Elektroakustik - Schallkalibratoren
- Alle Normen lagen in der neuesten Fassung vor.

Messgeräte

- Integrierender, 4-kanaliger Präzisions-Impuls-Schallpegelmesser mit IEC DIN EN 60651/60804/61672. Fabrikat: Sinus Messtechnik GmbH; Typ: Soundbook_quadro G; Serien.Nr.: 06056.
- 2 Kondensatormikrofone, Genauigkeitsklasse 0; Fabrikat: Microtech Gefell GmbH; Typ: MK 221; Serien-Nr. 26178 und 26179
- Kalibrator Klasse 1; Fabrikat: Larson Davis; Typ: CAL 200; Serien-Nr. 11038
- 2000 W Leistungsverstärker, 4-kanalig; Fabrikat: Schalltechnik Süd & Nord, Regensburg
- Normlautsprecher (Kugel), GlobeSource; Fabrikat: Schalltechnik Süd & Nord, Regensburg

Das Schallpegelmessgerät wurde vor und nach den Messungen mit dem genannten Kalibrator kalibriert.

4.

MESSUNGEN, ERGEBNISSE UND VERGLEICH MIT VORGABEN

Messungen

In der Anlage 1 sind die Hauptabmessungen des lichten Raumes zwischen den Oberflächen der Flachabsorber eingetragen. Ebenso die Position des Kugellautsprechers in der akustischen Mitte des Messraumes. Aus Symmetriegründen fällt das akustische Zentrum mit der geometrischen Mitte zusammen.

Die Qualifizierungsmessung nach DIN EN ISO 3745 erfolgte nach dem in

Anhang B unter Ziffer B.3 beschriebenen Verfahren unter Verwendung zweier kugel- oder halbkugelförmiger Messflächen mit unterschiedlichen Radien (Zwei-Flächen-Verfahren).

Nach dieser Norm soll für dieses Prüfverfahren bevorzugt ein Radius der ersten Kugelfläche von 1 m gewählt werden und die 2. Kugel sollte mindestens die doppelte Oberfläche der ersten haben aber möglichst 4 Mal so groß sein. Da jedoch in der Breite und der Höhe des lichten Raumes nur 3,56 m bzw. 3,43 m zur Verfügung standen wurde der Radius r_1 mit 0,75 m und der Radius r_2 mit 1,10 m gewählt. Hierdurch ist gerade erfüllt, das S_2 etwas größer als 2 Mal S_1 ist und der Abstand von außenliegenden Messpunkten nahezu außerhalb des Nahfeldes der Akustikverkleidung zu liegen kommen. Im Allgemeinen wird angenommen, dass das Nahfeld in einem Abstand von $\lambda/4$ zur Oberfläche der Akustikverkleidung beginnt. Diese Abstände werden sowohl in der Breite als auch in der Höhe unterschritten.

Ein weiteres Hindernis ist der Gitterrostboden der während der Messungen im Raum bleiben sollte. Um dessen Einflüsse auf die Messergebnisse zu verringern wurden für die Messungen ca. 50 mm dicke Mineralwollematten vollflächig auf dem Gitterrost ausgebreitet.

Der Kugellautsprecher wurde in 1,51 m Höhe (Mitte Lautsprecher) über dem Gitterrost und genau mittig zu den Wänden platziert. Die Beiden Mikrofone waren auf einer Schiene die auf ein Mikrofonstativ aufgeschraubt wurde im Abstand von 35 cm zueinander. In der Anlage 2 ist die Tabelle der Lage der Messpunkte auf den Kugeloberflächen aus dem Anhang C der DIN 3745 zu sehen. Diese Angaben wurden in die Anlage 3 übernommen. Dort ist die Höhe über dem Gitterrost der beiden Mikrofonpositionen pro Messpunkt angegeben und zwar **rot** für die obere Halbkugel und **grün** für die untere.

Hier zeigt sich bereits, dass insbesondere Messpunkte der unteren Halbkugel auf der Messfläche S_2 sehr nahe an den Gitterrost zu liegen kommen und einige Punkte auf der oberen Halbkugel auch innerhalb des Nahfeldes der Auskleidung liegen.

Ergebnisse

Die Anregung des Raumes wurde mittels rosa Rauschen über jeweils 10 s pro Messpunkt durchgeführt und die Pegelwerte L_{Zeq} handschriftlich in eine Tabelle eingetragen und direkt ausgewertet worden d. h. der Wert für die flächengewichtete Pegeldifferenz

$$\delta = L_{p1} - L_{p2} - 10 \cdot \lg(S_2 - S_1)$$

berechnet.

Darin ist:

L_{p1} der mittlere Schalldruckpegel auf der ersten Fläche (S_1) in dB

L_{p2} der mittlere Schalldruckpegel auf der zweiten Fläche (S_2) in dB

Hier zeigten sich nur Abweichungen an besonders kritischen Messpunkten.

In die Anlage 4 sind die handgeschriebenen Messwerte der zusammengefasst und aus den 16 Pegelmessungen Mittelwerte gebildet und daraus die flächengewichtete Pegeldifferenz δ errechnet worden.

Zertifikat

Der Verlauf der flächengewichteten Pegeldifferenz δ ist im Diagramm Anlage 5 dargestellt. Diese verläuft im Frequenzbereich 63 Hz bis 12,5 kHz innerhalb der Grenzwerte nach Anhang B Ziffer B.3.2 der DIN EN ISO 3745 (Auszug Seite 30 = Anlage 6). Die Frequenzbereiche < 100 Hz und > 10 kHz sind nicht sicher nutzbar, da für die tiefen Frequenzen der Raum deutlich zu klein ist und die Messwerte in den Frequenzen oberhalb von 10 kHz nicht mehr zuverlässig sind, da hier die Lochblechoberfläche und kleine reflektierende Flächen je nach Lage von Messpunkten zu sehr starken Schwankungen der Messwerte führen können.

Der Raum ist geeignet Schalleistungsmessungen im Frequenzbereich 100 Hz bis 10 kHz mit einer Genauigkeit der Klasse 1 nach DIN EN ISO 3745 durchzuführen. Einschränkung siehe nachfolgendes Zitat.

Zitat aus der DIN 3745, B.3.1: *Die*

Eignung der Messfläche wird nur für die Prüfquelle oder eine sehr ähnliche Schallquelle nachgewiesen.

5. UMFANG

Dieser Bericht besteht aus 6 Seiten und 6 Anlagen.

Folgende Anlagen sind beigefügt:

Anlage 1: Messanordnung

Anlage 2: Messpunkte

Anlage 3: Skizze der Lage der Messpunkte

Anlage 4: Messwerte

Anlage 5: Diagramm des Wertes δ

Anlage 6: Blatt 30 aus der DIN EN ISO 3745

6. HINWEIS

Diese Ausarbeitung und die Messungen sind von mir nach bestem Wissen und Gewissen erstellt worden.

Die Ausarbeitung unterliegt dem Urheberrecht und darf ohne meine Genehmigung nicht vervielfältigt werden, insbesondere dürfen keine, aus dem Zusammenhang genommene Abschnitte zu einer Betrachtung und Beurteilung herangezogen werden.

Weitere Kopien des Gutachtens können auf Anforderung gegen Kostenersatz jederzeit von mir erstellt werden.

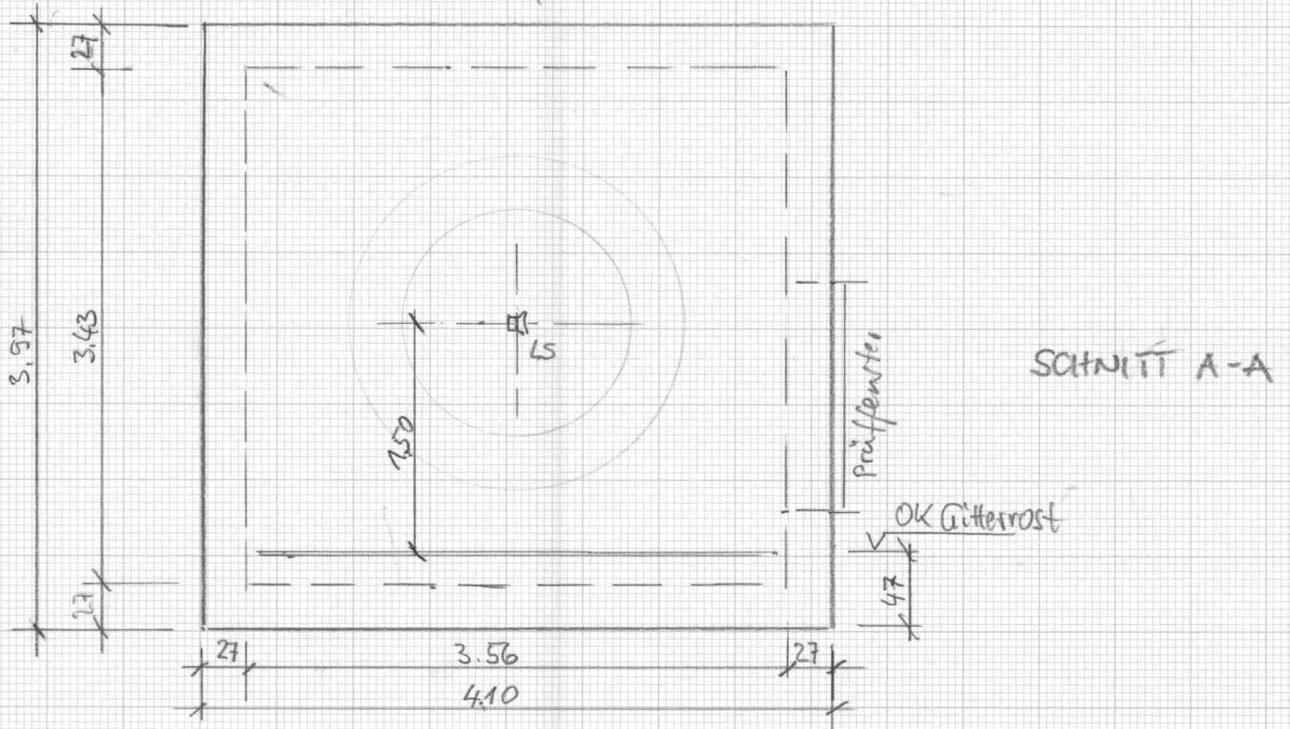
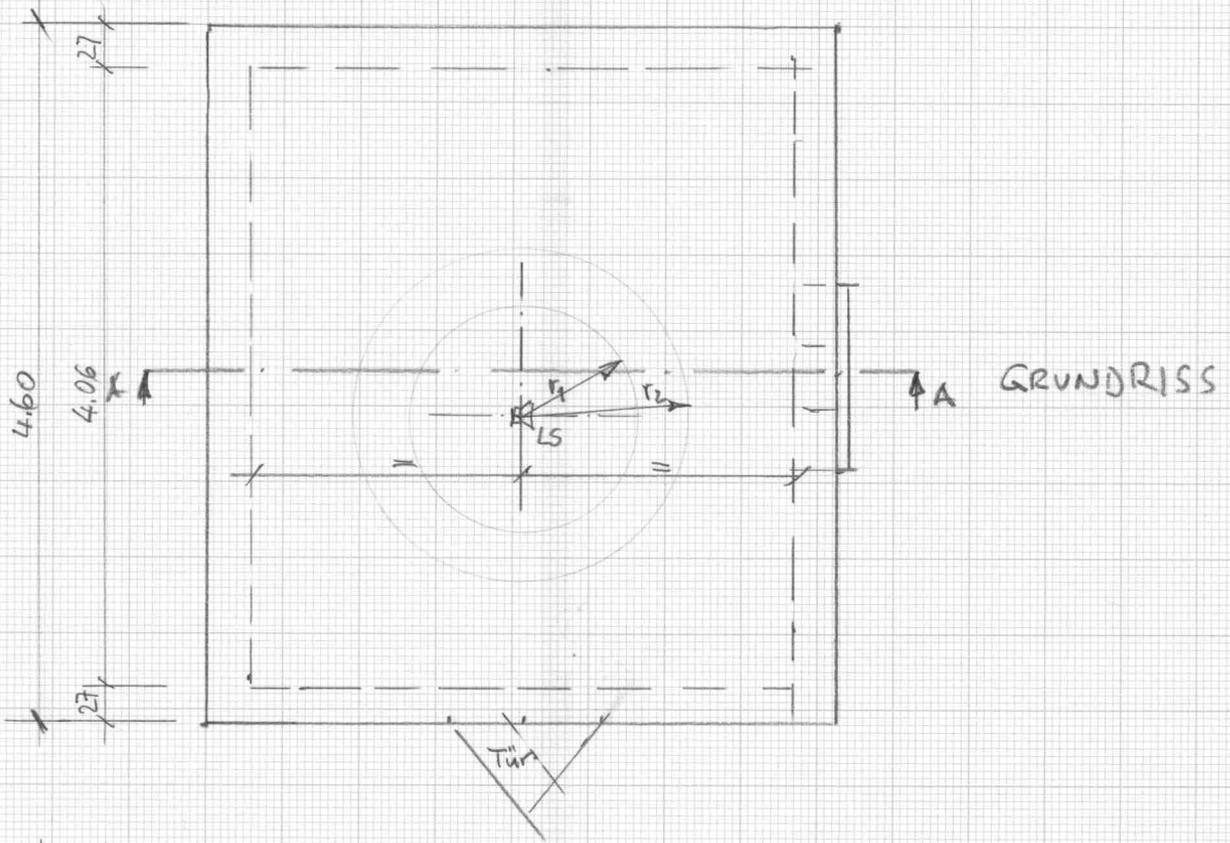
Ansbach, 29. November 2017



Ingenieurbüro
asc akustik + **sch**allschutz

Dipl.-Ing. Göt z A l b e r

MESSANORDNUNG



Anlage 1

Anhang C (normativ)

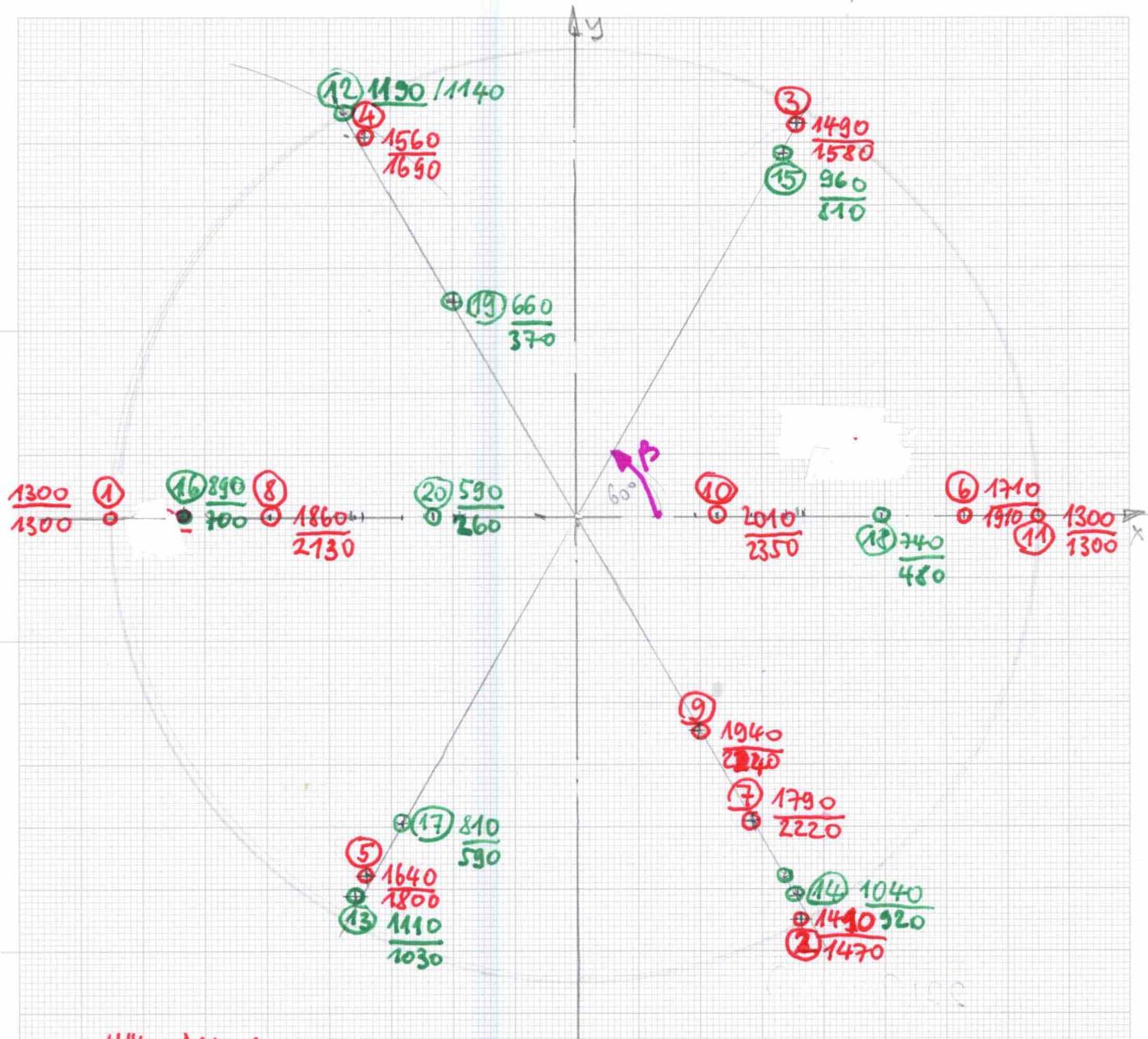
Anordnung der Mikrofonpositionen in einem Freifeld

Die Orte der 20 Mikrofonpositionen, zu denen jeweils gleiche Flächenanteile auf der Kugel mit dem Radius r gehören, sind in Tabelle C.1 aufgeführt, wobei der Koordinatenursprung im akustischen Zentrum der Schallquelle liegt.

Tabelle C.1 — Mikrofonpositionen

Nummer	x/r	y/r	z/r
1	-1,00	0	0,05
2	0,49	-0,86	0,15
3	0,48	0,84	0,25
4	-0,47	0,81	0,35
5	-0,45	-0,77	0,45
6	0,84	0	0,55
7	0,38	0,66	0,65
8	-0,66	0	0,75
9	0,26	-0,46	0,85
10	0,31	0	0,95
11	1,00	0	-0,05
12	-0,49	0,86	-0,15
13	-0,48	-0,84	-0,25
14	0,47	-0,81	-0,35
15	0,45	0,77	-0,45
16	-0,84	0	-0,55
17	-0,38	-0,66	-0,65
18	0,66	0	-0,75
19	-0,26	0,46	-0,85
20	-0,31	0	-0,95

Anlage 2



Höhe Mic 1

XXXX ob. Hemisphäre
XXXX unt. Hemisphäre

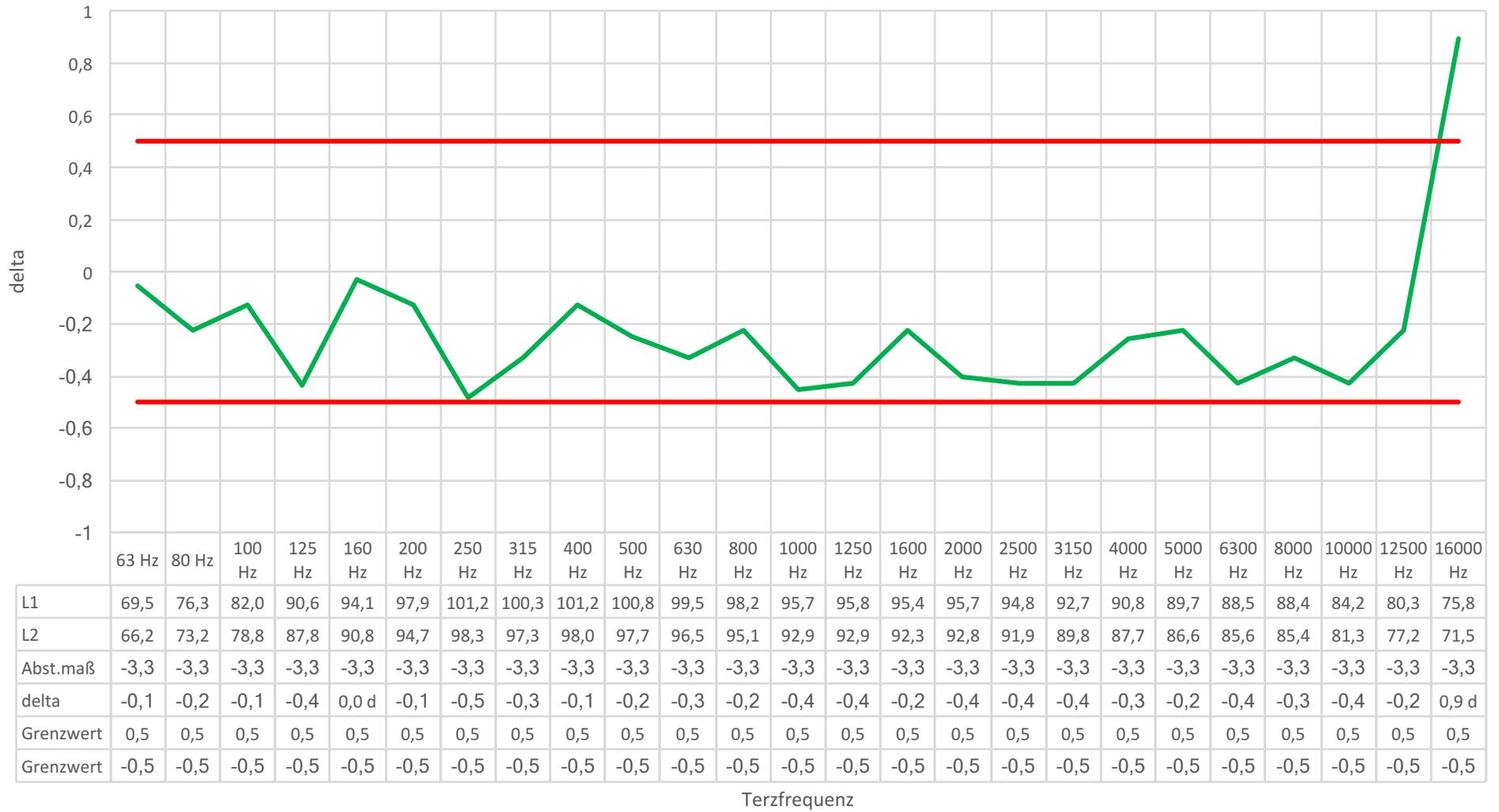
Messung HSU, HH DIN EN ISO 3745 Anhang B Ziffer B.3

	r1 = 0,75 m		r1 = 0,75 m	S1 = 7,07 m ²	
		r2 = 1,10 m	r2 = 1,10 m	S2 = 15,21 m ²	
Messpkt	L1	L2	Korrektur	delta	Betragdelta
1	106,6 dB	103,7 dB	3,3 dB	-0,4 dB	0,4 dB
2	106,7 dB	102,2 dB	3,3 dB	1,2 dB	
3	105,4 dB	101,7 dB	3,3 dB	0,4 dB	0,4 dB
4	105,6 dB	101,8 dB	3,3 dB	0,5 dB	0,5 dB
5	105,3 dB	102,1 dB	3,3 dB	-0,1 dB	0,1 dB
6	105,5 dB	102,7 dB	3,3 dB	-0,5 dB	0,5 dB
7	105,0 dB	101,8 dB	3,3 dB	-0,1 dB	0,1 dB
8	105,0 dB	101,9 dB	3,3 dB	-0,2 dB	0,2 dB
9	105,7 dB	103,2 dB	3,3 dB	-0,8 dB	
10	105,5 dB	102,1 dB	3,3 dB	0,1 dB	0,1 dB
11	106,0 dB	102,6 dB	3,3 dB	0,1 dB	0,1 dB
12	106,1 dB	103,5 dB	3,3 dB	-0,7 dB	
13	107,4 dB	104,1 dB	3,3 dB	0,0 dB	0,0 dB
14	106,0 dB	103,5 dB	3,3 dB	-0,8 dB	
15	107,2 dB	103,7 dB	3,3 dB	0,2 dB	0,2 dB
16	106,3 dB	102,9 dB	3,3 dB	0,1 dB	0,1 dB
17	105,9 dB	103,1 dB	3,3 dB	-0,5 dB	0,5 dB
18	106,2 dB	102,8 dB	3,3 dB	0,1 dB	0,1 dB
19	106,7 dB	103,8 dB	3,3 dB	-0,4 dB	0,4 dB
20	106,3 dB	103,5 dB	3,3 dB	-0,5 dB	0,5 dB
	106,1 dB	103,7 dB	3,3 dB	-0,1 dB	0,3 dB

Messung HSU, HH DIN EN ISO 3745 Anhang B Ziffer B.3

	r1 = 0,75 m		r1 = 0,75 m	S1 = 7,07 m ²	
		r2 = 1,10 m	r2 = 1,10 m	S2 = 15,21 m ²	
Messpkt	L1	L2	Korrektur	delta	Betragdelta
1	106,6 dB	103,7 dB	3,3 dB	-0,4 dB	0,4 dB
2					
3	105,4 dB	101,7 dB	3,3 dB	0,4 dB	0,4 dB
4	105,6 dB	101,8 dB	3,3 dB	0,5 dB	0,5 dB
5	105,3 dB	102,1 dB	3,3 dB	-0,1 dB	0,1 dB
6	105,5 dB	102,7 dB	3,3 dB	-0,5 dB	0,5 dB
7	105,0 dB	101,8 dB	3,3 dB	-0,1 dB	0,1 dB
8	105,0 dB	101,9 dB	3,3 dB	-0,2 dB	0,2 dB
9					
10	105,5 dB	102,1 dB	3,3 dB	0,1 dB	0,1 dB
11	106,0 dB	102,6 dB	3,3 dB	0,1 dB	0,1 dB
12					
13	107,4 dB	104,1 dB	3,3 dB	0,0 dB	0,0 dB
14					
15	107,2 dB	103,7 dB	3,3 dB	0,2 dB	0,2 dB
16	106,3 dB	102,9 dB	3,3 dB	0,1 dB	0,1 dB
17	105,9 dB	103,1 dB	3,3 dB	-0,5 dB	0,5 dB
18	106,2 dB	102,8 dB	3,3 dB	0,1 dB	0,1 dB
19	106,7 dB	103,8 dB	3,3 dB	-0,4 dB	0,4 dB
20	106,3 dB	103,5 dB	3,3 dB	-0,5 dB	0,5 dB
	106,1 dB	102,8 dB	3,3 dB	-0,1 dB	0,1 dB

flächengewichtete Pegeldifferenz delta Anlage 5



—●— L1
 —●— L2
 —●— Abst.maß
 —●— delta
 —●— Grenzwert
 —●— Grenzwert

B.3 Verfahren unter Verwendung zweier kugel- oder halbkugelförmiger Messflächen mit unterschiedlichen Radien (Zwei-Flächen-Verfahren)

B.3.1 Prüfschallquelle

Bei der Eignungsprüfung wird im Allgemeinen die zu untersuchende Maschine als Prüfschallquelle verwendet.

Die Eignung der Messfläche wird nur für die Prüfschallquelle oder eine sehr ähnliche Schallquelle nachgewiesen.

B.3.2 Vorgehensweise

Es sind zwei kugelförmige (bei einem reflexionsarmen Raum) bzw. halbkugelförmige (bei einem reflexionsarmen Halbraum) Flächen, die die Schallquelle einhüllen, zu wählen. Die erste Fläche ist die Messfläche nach 8.2 zur Bestimmung des Schalleistungspegels. Ihr Flächeninhalt wird mit S_1 bezeichnet. Die zweite Fläche mit dem Flächeninhalt S_2 muss der ersten geometrisch ähnlich sein, einen größeren Abstand von der Schallquelle haben und zu ihr symmetrisch sein. Auf beiden Flächen muss das Kriterium für das Fremdgeräusch nach 5.3 erfüllt sein.

Die Mikrofonpositionen auf der zweiten Fläche (S_2) müssen denen auf der ersten (S_1) entsprechen. Das Verhältnis der Flächen S_2/S_1 darf nicht kleiner als 2 und sollte möglichst größer als 4 sein.

Aus den gemessenen mittleren Schalldruckpegeln auf beiden Flächen ist für jedes Frequenzband im interessierenden Frequenzbereich die flächengewichtete Pegeldifferenz δ folgendermaßen zu berechnen:

$$\delta = L_{p1} - L_{p2} - 10 \lg \frac{S_2}{S_1} \text{ dB} \quad (\text{B.1})$$

Dabei ist

L_{p1} der mittlere Schalldruckpegel auf der ersten Fläche (S_1), in Dezibel;

L_{p2} der mittlere Schalldruckpegel auf der zweiten Fläche (S_2), in Dezibel.

Wenn die Werte von $|\delta|$ kleiner gleich 0,5 dB sind, werden der Prüfraum und die Messfläche (S_1) als geeignet für die Zwecke dieser Internationalen Norm angesehen.



Betreff Akustik Messbericht
Von Stefan Roggenkamp <stefan.roggenkamp@willbrandt.de>
An kaisima <kaisima@hsu-hh.de>
Datum 2017-11-29 16:42
Priorität Normal

- B 58.171129-1.pdf (~79 KB)
- Anlagen z. B 58.171129-1.zip (~909 KB)

Guten Tag Herr Simanowski,

im Anhang send ich Ihnen die Messberichte von der Akustikmessung durch Herrn Götz Alber.
Sie können bei Fragen jederzeit gern direkt Kontakt aufnehmen mit Herrn Alber.
Mich können Sie natürlich ebenfalls jederzeit gern kontaktieren.
Danke noch einmal für die angenehme Zusammenarbeit; das hat Spaß gemacht.

Mit freundlichen Grüßen

i.V. Stefan Roggenkamp

WILLBRANDT KG
Fachbereich Lärmschutzsysteme
Schnackenburgallee 180
D-22525 Hamburg

Fon: +49 40 540093-51
Mobil: +49 171 7015532
Fax: +49 40 540093-47
Email: Stefan.Roggenkamp@willbrandt.de
Internet: www.willbrandt.de
HR.: A 43554 in Hamburg
