

## **Anhang Bautechnische Nachweise: Schallschutz**

### **1 Schallschutzmessung einer Strohballenwand: Prüfbericht**



## **Anschriften**

### **Auftraggeber:**

FASBA  
Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V.  
Sieben Linden 1  
38486 Poppau

c/o Dirk Scharmer  
In de Marsch 6  
21394 Südergellersen

Tel.: 04131/ 2278649  
Fax: 04131/ 2278648  
Email: [ds@fasba.de](mailto:ds@fasba.de)

### **Bestimmung der Feuerwiderstandsklasse**

ABP zu Brandschutz: P-3154/4694-MPA BS  
Materialprüfanstalt (MPA) für das Bauwesen  
Beethovenstraße 52  
38106 Braunschweig

Tel.: 0531/ 391-5400  
Fax: 0531/ 391-5900  
Email: [info@mpa.tu-bs.de](mailto:info@mpa.tu-bs.de)

### **Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung**

Wärmedämmstoff aus Strohballen  
Deutsches Institut für Bautechnik  
Zulassungsnr.: Z-23.11-1595 vom 2006-02-10  
Kolonnenstraße 30 L  
10829 Berlin

Tel.: 030/ 78730-332  
Fax: 030/ 78730-320

**Auftragnehmer:**

IAB  
Institut für Akustik und Bauphysik  
Kiesweg 22  
61440 Oberursel  
Tel: 06171/75031  
Fax: 06171/85483  
E-Mail: [info@iab-oberusel.de](mailto:info@iab-oberusel.de)

**Sachbearbeiter:**

Dipl.-Ing. W. Teuber  
mobil: 0171/4345821  
E-Mail: [teuber@iab-oberusel.de](mailto:teuber@iab-oberusel.de)

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
1. Einleitung und Aufgabenstellung	5
2. Beschreibung des Prüfstandes	5
3. Aufbau und Einbau der Strohballenwand	6
4. Messergebnisse	9
4.1. Luftschalldämmung beidseitig Lehmputz	9
4.2. Luftschalldämmung Putzschicht einseitig aufgedoppelt	10
4.3. Strömungswiderstand	11
5. Messverfahren	13
6. Zusammenfassung	14
7. Anlagen	15



Die Prüffläche beträgt damit

$$S = 12,32 \text{ m}^2$$

Das Volumen des Prüfraumes L2, genutzt als Senderraum, beträgt  $V = 75,6 \text{ m}^3$ ; der angrenzende Empfangsraum L1 weist  $V = 67,1 \text{ m}^3$  auf.

Das Schalldämmmaß wurde im Rahmen der Fertigstellung des Prüfstandes untersucht. Nach Einbringen einer doppelschaligen Massivwand der Mauerwerkstärke  $2 \times 17,5 \text{ cm}$ , verputzt und mittiger Trennfuge wurde der Schalldämmwert zu  $R_w = 73 \text{ dB}$  bestimmt.

Der unterseitige doppelschalig aufgemauerte Sockel besitzt den rechnerisch nach DIN 4109 Beiblatt 1, Tabelle 6 bestimmten Wert  $R'_w > 67 \text{ dB}$ .

### 3. Aufbau und Einbau der Strohballenwand

Die einzelnen Schritte zum Aufbau der Wand sind zusammen mit Konstruktionen und Einzeldaten nachfolgend beschrieben.

- \* Anlieferung der Strohballen (Weizenstroh) am 2008-05-19, Lagerung in trockenem Raum des IAB
- \* Aufbau der Wand durch Mitarbeiter des Fachverbandes Strohballenbau im Zeitraum 2008-06-02 bis 04
- \* Einbau eines umlaufenden Rahmen aus Fichtenholzbrettern mit vertikalen Ausfachungen durch 3 senkrecht stehende Bretter, Anordnung nach

Anlage 2	A59351	Ausführung der Holz- Rahmen- konstruktion
----------	--------	--

Transport der Strohballen zum Prüfraum, hierbei Bestimmung des Gewichtes jedes einzelnen Ballens





Trocknungsanlage und Ventilatoren wurden am 2008-06-12 außer Betrieb genommen. Der verbleibende Trocknungsprozess bis zur Schallmessung am 2008-06-24 erfolgt durch Luftzirkulation bei geöffneten Prüfstandtüren.

Nach späterem Aufbringen der zweiten Putzschicht sind nur Ventilatoren über einen Zeitraum von ca. 2 Wochen betrieben worden bei geöffneten Prüfraumtüren; kein Einsatz von Kondenstrocknern.

#### 4. Messergebnisse

Untersuchungen der Luftschalldämmung erfolgten vom Prüfraum L2 (Senderraum) zum benachbarten Prüfraum L1 (Empfangsraum).

##### 4.1. Luftschalldämmung beidseitig Lehmputz

Untersuchungen nach weitestgehendem Austrocknen des Putzes; Datum der Messung ist 2008-06-24.

Anlage 8                      A59343                      Messergebnisse

Bewertetes Laborschalldämmmaß

$$R_{w,P} = 45 \text{ dB}$$

Bei Beurteilung nach DIN 4109 ist das Vorhaltemaß von 2 dB einzurechnen und es resultiert für den Rechenwert

$$R_{w,R} = 43 \text{ dB}$$



Das Anbringen der 2. Putzschicht bzw. Aufdoppelung führte zu einer vergleichsweise geringen Verbesserung um 1 dB.

Anlage 11 A 59508 Vergleiche

Der Einzahlwert  $R_{w,P}$  bzw.  $R_{w,R}$  wird durch Unterschreitungen der verschobenen Bezugskurve beeinflusst. Wie zu erkennen, sind Frequenzen 200 Hz bis 500 Hz von Relevanz. Höhere Dämmwerte bei 200 bzw. 250 Hz hätten eine Steigerung des Schalldämmmaßes zur Folge. Resonanzeffekte bei diesen Terzbändern bestehen offensichtlich weiterhin.

#### 4.3. Strömungswiderstand

Untersucht wurden Eigenschaften der Dämmlage, hier Schicht aus Strohballen, stark gepresstes und verdichtetes Weizenstroh.

Anzugeben ist der Strömungswiderstand  $R$  als Eigenschaft einer porösen Schicht, die zur Schallabsorption verwendet wird.

##### Begriffe, Definitionen

Unter dem Strömungswiderstand  $R$  einer schallabsorbierenden Schicht wird der Quotient aus der Druckdifferenz  $p_1 - p_2$  beiderseits der Schicht und des Volumenstromes durch die Schicht verstanden. Es gilt dann nach Gleichung (1):

$$R = \frac{\Delta p}{q_v} = \frac{p_1 - p_2}{q_v} \quad \frac{\text{Pa} \cdot \text{s}}{\text{m}^3} \quad (1)$$

$R$	$\frac{\text{Pa} \cdot \text{s}}{\text{m}^3}$	spezifischer Strömungswiderstand
$\Delta p$	Pa	Druckdifferenz
$q_v$	$\frac{\text{m}^3}{\text{s}}$	Volumenstrom

Der spezifische Strömungswiderstand  $R_s$  ist definiert durch das Produkt der durchströmten Querschnittsfläche  $A$  mit dem Strömungswiderstand  $R$ , siehe auch Gleichung (2):

$$R_s = R \cdot A \quad (2)$$

$R_s$	$\frac{\text{Pa} \cdot \text{s}}{\text{m}}$	spezifischer Strömungswiderstand
$A$	$\text{m}^2$	Querschnittsfläche des Probenkörpers

Wenn das Material als homogen angenommen werden kann, ist der längenbezogene Strömungswiderstand  $r$ , definiert durch Gleichung (3):

$$r = \frac{R_s}{d} = \frac{\Delta p}{q_v d} \cdot A = \frac{p_1 - p_2}{q_v d} \cdot A \quad \frac{\text{Pa} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} \quad (3)$$

$r$	$\frac{\text{Pa} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$	längenbezogener Strömungswiderstand
$d$	$\text{m}$	Schichtdicke

#### Messverfahren und Bezeichnung

Die Messung erfolgt nach DIN EN 29053-1993, Punkt 6.

Ein wechselnder Luftstrom wird durch einen Kolben erzeugt, der sich sinusförmig mit einer Frequenz von etwa 2 Hz bewegt.

Der Wechseldruck im Probenhalter wird mit einem seitlich befestigten Kondensator-Mikrofon gemessen, das mit einem Verstärker und einem Anzeigegerät verbunden ist. Das verwendete Messgerät zeigt direkt den spezifischen Strömungswiderstand an.

#### Materialproben

Aus dem angelieferten Material werden zylindrische Proben hergestellt, die im Durchmesser ca. 102 mm betragen. Die Prüffläche ist kreisrund und hat eine Höhe von ca 105 mm. Die Messungen erfolgten an insgesamt 3 Probekörpern. Zur Bestimmung der Dichte wurden alle Probekörper gewogen, und deren Volumen bestimmt.





Das bewertete Schalldämm-Maß  $R_w$  wird als Einzahlwert nach DIN EN ISO 717-1 berechnet.

Zur Ermittlung der Luftschalldämmung wird Rosa Rauschen über eine Tieftonbox (50-160 Hz) bzw. Lautsprecher mit kugelförmiger Richtcharakteristik (Dodekaeder; 200-500 Hz) abgestrahlt. Der mittlere Schallpegel im Sende- und Empfangsraum wird mit einem in schräg liegenden Kreisbahnen bewegten Mikrofon und zeitlicher energetischer Mittelung gemessen. Die äquivalente Absorptionsfläche des Empfangsraums ist durch Nachhallzeitmessungen ermittelt.

Verwendung findet das Bauakustik-Messsystem Norsonic 840 (geeicht). Es ist Bestandteil des IAB als Stelle zur Erteilung allgemeiner bauaufsichtlicher Prüfzeugnisse ABP, VMPA Güteprüfstelle für den Schallschutz im Hochbau und Messstelle §26, 28 BImSchG. Das IAB nimmt an turnusmäßigen Schallschutz-Vergleichsmessungen bei der PTB in Braunschweig teil.

Strömungswiderstände sind gemessen mit der Apparatur Norsonic 915.

## 6. Zusammenfassung

Die Messung der Luftschalldämmung im Wandprüfstand ohne Nebenwege, Prüfstand nach DIN EN ISO 140-1, ergab an einer Strohballenwand der Stärke 356 mm, beidseitig einlagig Lehmputz, das bewertete Laborschalldämmmaß

$$R_{w,P} = 45 \text{ dB}$$

Bei Beurteilung nach DIN 4109 ergibt sich der Rechenwert (abzüglich Vorhaltemaß 2 dB) zu

$$R_{w,R} = 43 \text{ dB}$$



Nach einseitiger Aufdopplung des Lehmputzes wurden gemessen:

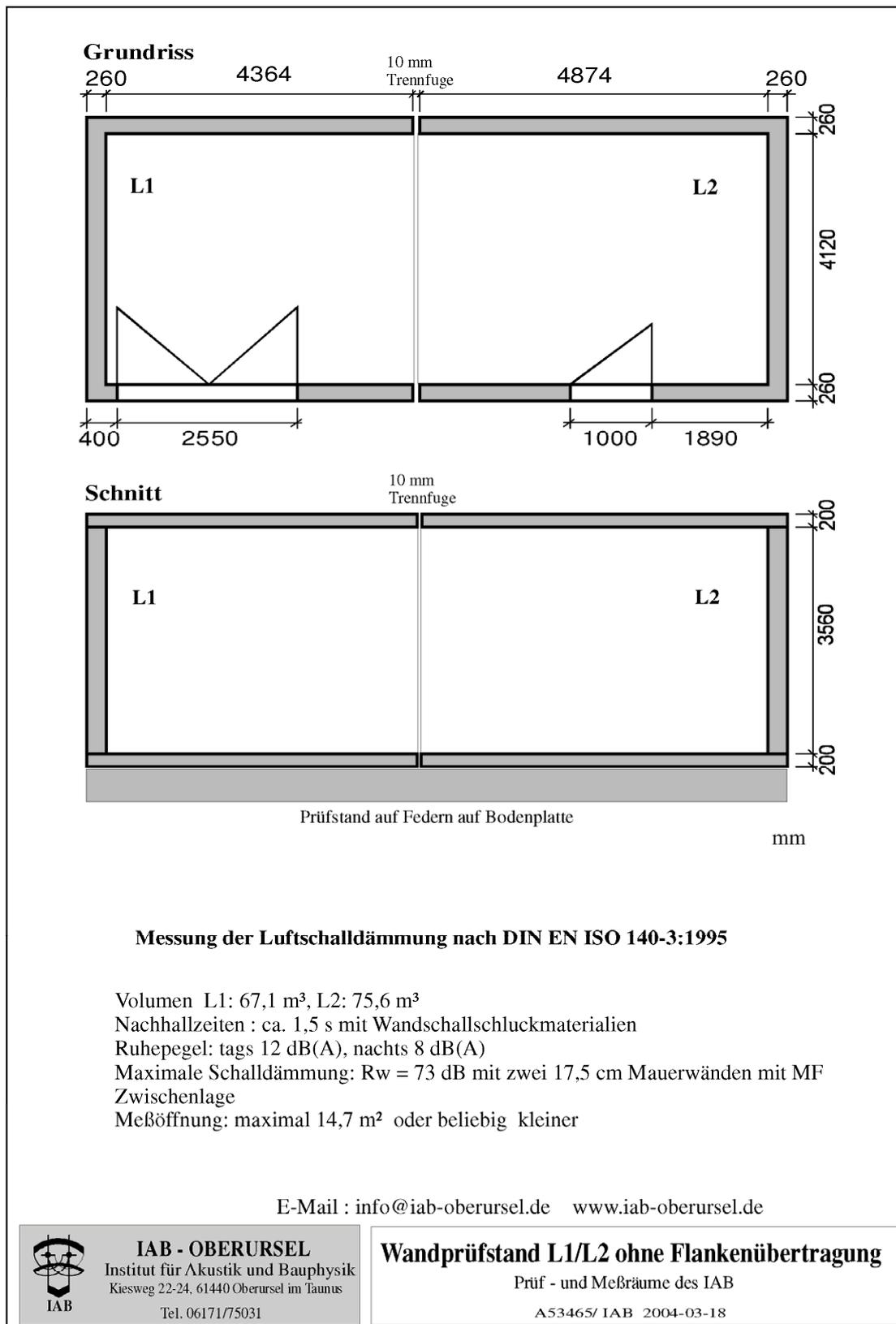
$$R_{w,P} = 46 \text{ dB}$$

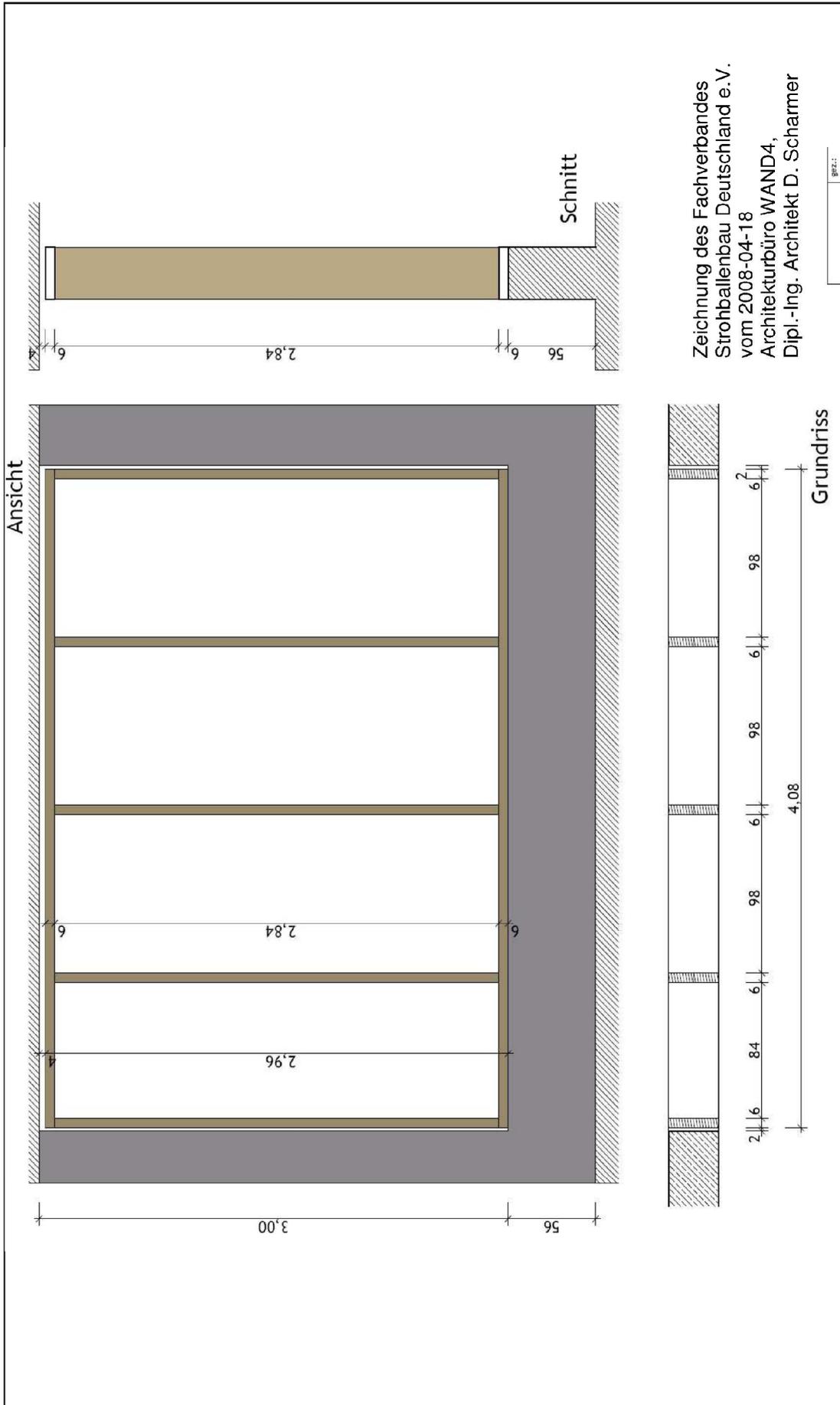
Bei Beurteilung nach DIN 4109 ergibt sich der Rechenwert (abzüglich Vorhaltemaß 2 dB) zu

$$R_{w,R} = 44 \text{ dB}$$

## 7. Anlagen

Anlage 1	A53465
Anlage 2	A59351
Anlage 3	A59354
Anlage 4	A59352
Anlage 5	A59353
Anlage 6	A59355
Anlage 7	B17215
Anlage 8	A59343
Anlage 9	A59509
Anlage 10	A59507
Anlage 11	A59508
Anlage 12	A59828





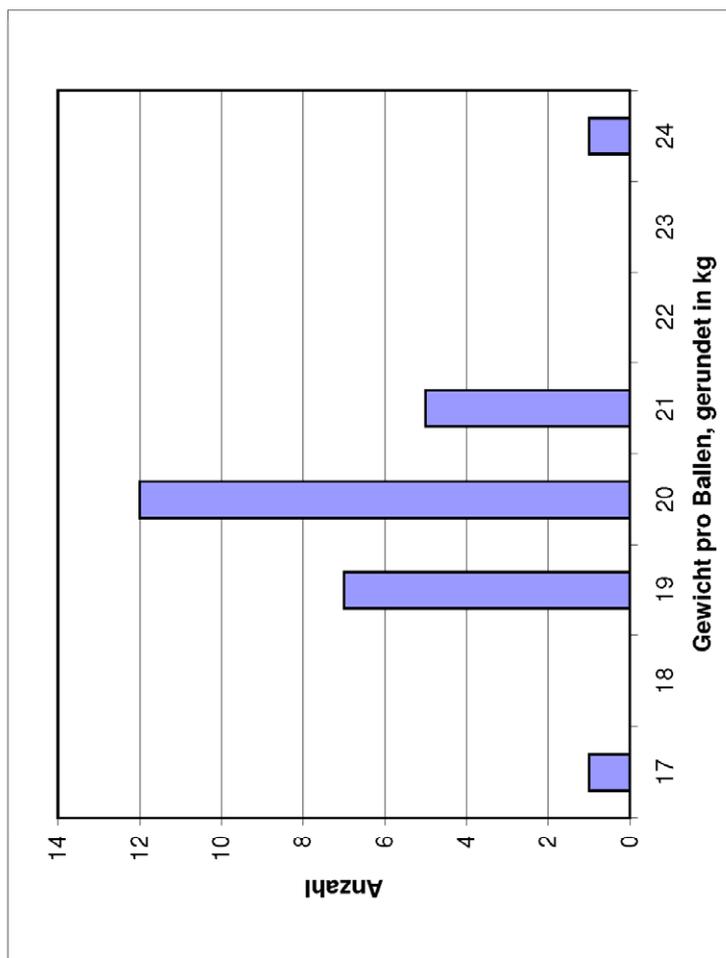
Zeichnung des Fachverbandes  
Strohballenbau Deutschland e.V.  
vom 2008-04-18  
Architekturbüro WAND4,  
Dipl.-Ing. Architekt D. Scharmer

A59351 / 3950  
06 / 2008

**Ausführung der Holz - Rahmenkonstruktion**  
**Prüfung der Luftschalldämmung einer Strohballenwand**  
Auftraggeber: Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V. Südergellersen

**Institut für Akustik und Bauphysik**  
Kiesweg 22, 61140 Oberursel/Ts.  
Haus 2, 23992 Zwillhausen  
Tel.: 06 171 / 7 50 31  
www.iab-oberursel.de





mittleres Gewicht pro Ballen: 19,9 kg

Standardabweichung 1,22 kg

Gewicht verwendeter Strohballen der Wand 457,7 kg

Wandfläche Gesamt 12,32 m<sup>2</sup>

mittlere flächenbezogene Masse der Strohballen 37,2 kg/m<sup>2</sup>

Wandstärke 0,3 m

spez. Gewicht / mittl. Rohdichte 123,8 kg/m<sup>3</sup>

Gewichtsbestimmung durch Wägung am 2008-06-02



**Institut für Akustik und Bauphysik**  
 Kiesweg 22, 61440 Oberursel/Ts.  
 Haus 2, 23992 Zwietausen  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Gewicht und Verteilungsfunktion angelieferter Strohballen**  
 Messungen zur Bestimmung des Schalldämm - Maßes einer Strohballenwand  
 Auftraggeber: Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V. In de Masch 6; 21394  
 Südergellersen

A59354 / 3950  
 06 / 2008

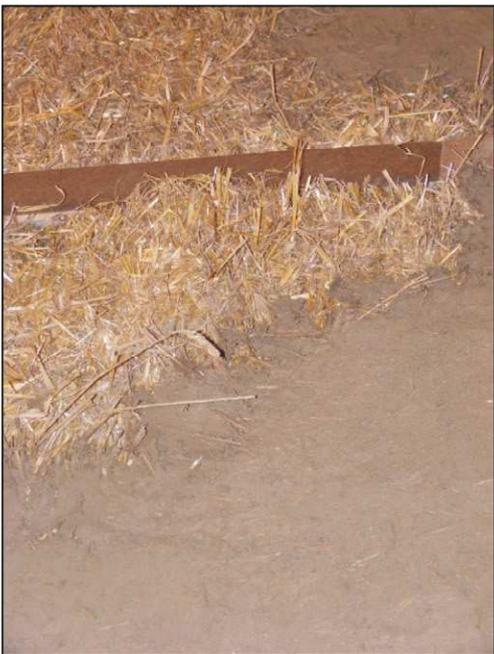
	
<p>▼ Rahmen aus Fichtenholzbrettern der Stärke 60mm, umlaufend mit 3 vertikalen Holzverstrebungen, darin eingesetzt Strohballen, Halmrichtung von Wandfläche zu Wandfläche</p>	<p>▲ Einbringen der Ballen, Zusammendrücken, Ausfüllen und Ausstopfen verbleibender Hohlräume</p>
	
<p>▼ Fuge zwischen umlaufendem Rahmen aus Holzbrettern und Prüfstandwand –Decke:          * Seiten und unten: doppelreihiges Dichtband Fa. Knauf 50mm breit          * oben: Fuge 35-40mm satt mit Mineralwolle ausgestopft, beidseitig Holzbrett 12x80mm vorgesetzt          * dauerelastische Abdichtung umlaufend, beidseitig zur Prüfstandwand</p>	<p>▲ Anbringen von Dreikantleisten und Weichfaserstreifen, Dicke 18mm</p>
<p>Aufnahmen am 2008-06-03</p>	

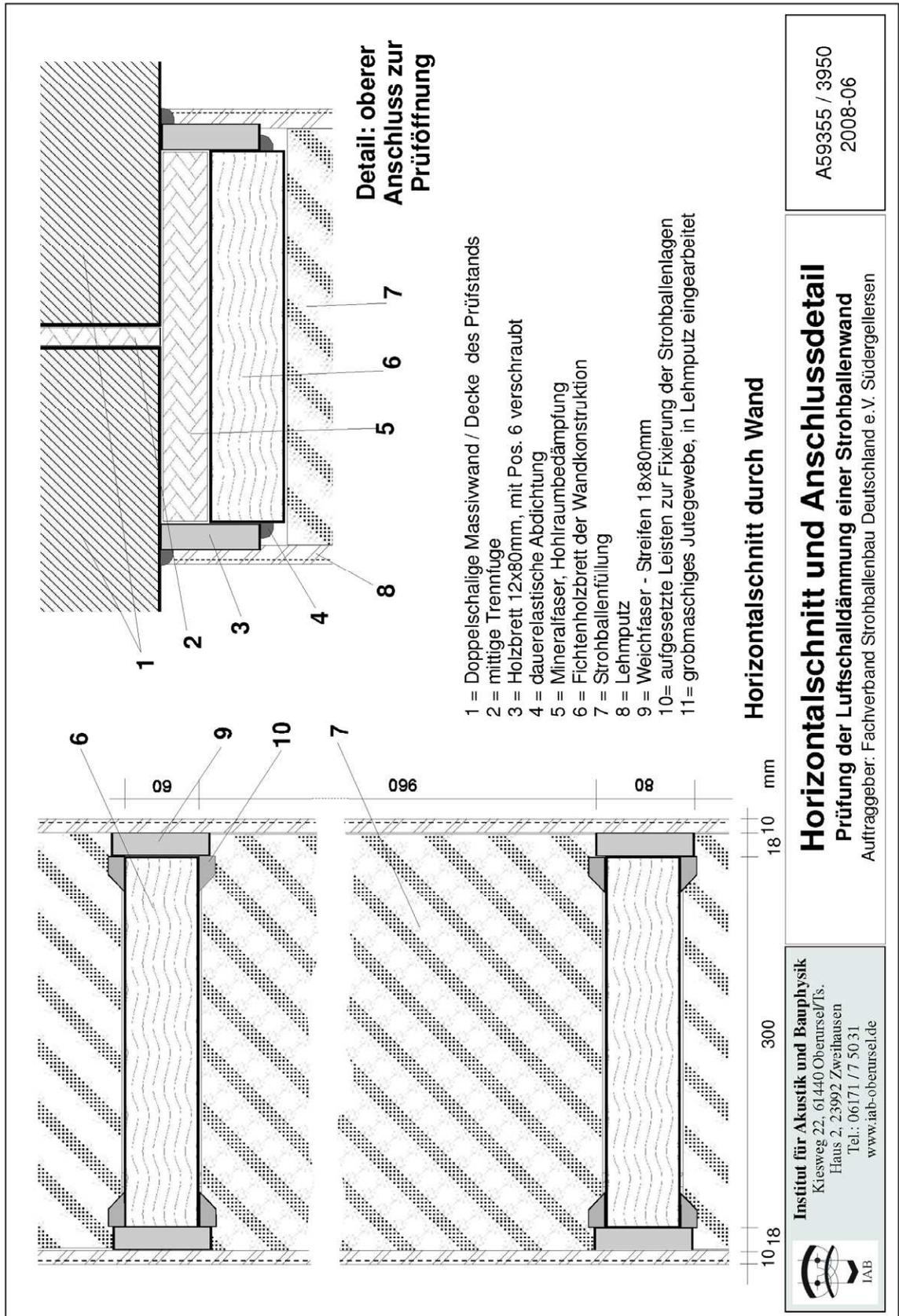


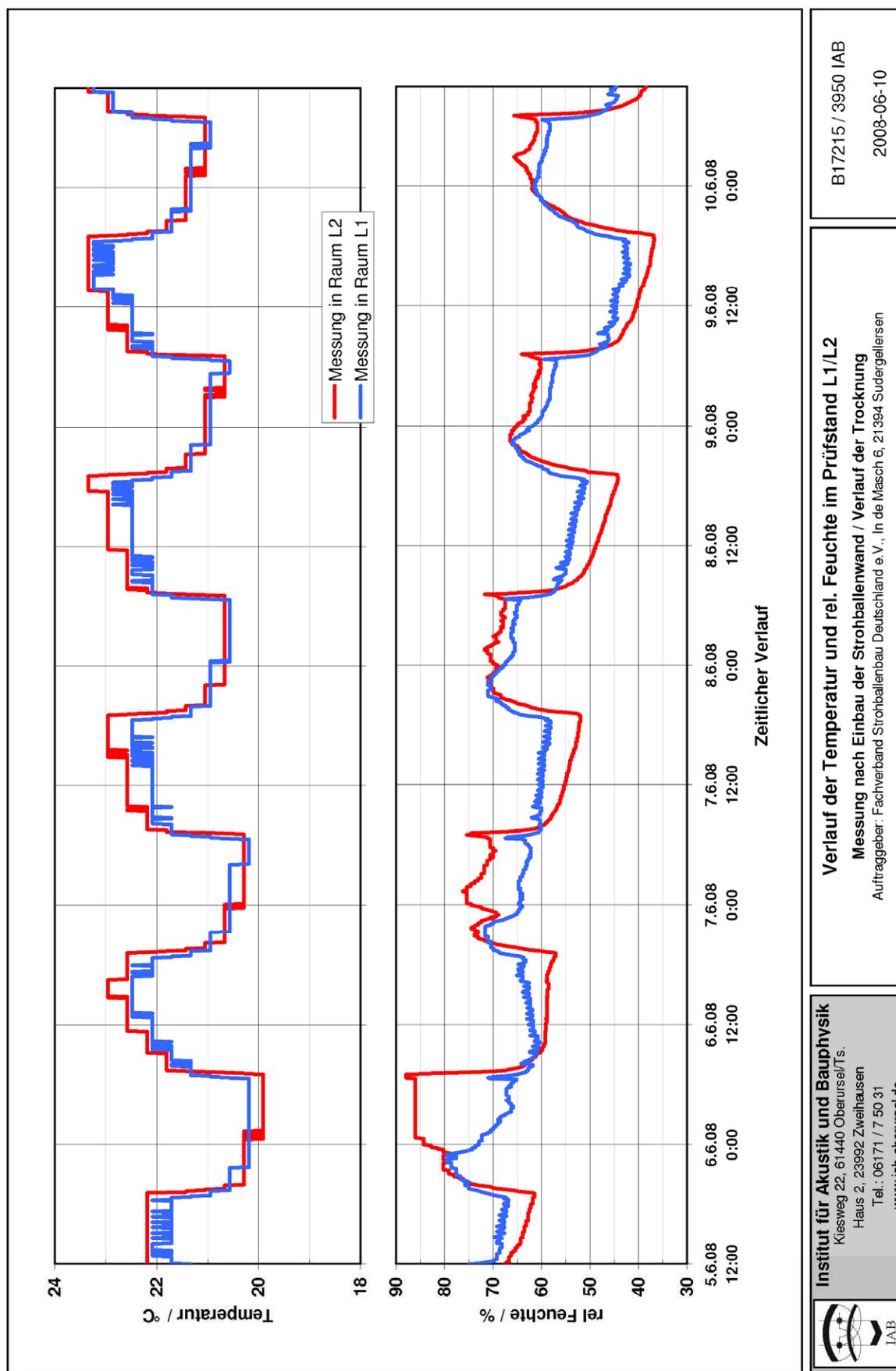
**Institut für Akustik und Bauphysik**  
 Kiesweg 22, 61440 Oberursel/Ts.  
 Haus 2, 23992 Zweisimmen  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Rahmen und Einbau der Strohballen**  
**Prüfung der Luftschalldämmung einer Strohballenwand**  
 Auftraggeber: Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V. Südergellersen

A59352 / 3950  
 06 / 2008

	
<p>▼ Strohballe sind zu Raumseiten bündig geschnitten, Aufbringen des Lehmputzes per Hand</p>	<p>▲ Lehmputz wird in Strohballelage eingedrückt bzw. eingerieben</p>
	
<p>▼ Den Holbalken aufgesetzte Weichfaserplatten bewirken ein Anhaften des Putzes und stabile Verbindung</p>	<p>▲ Einbringen von grobmaschigem Jutegewebe und Glatzstrich</p>
<p>Aufnahmen am 2008-06-04</p>	
 <p><b>Institut für Akustik und Bauphysik</b>          Kiesweg 22, 61440 Oberursel/Ts.          Haus 2, 23992 Zwietausen          Tel.: 06171 / 7 50 31          www.iab-oberursel.de</p>	
<p><b>Aufbringen des Lehmputzes</b>          Prüfung der Luftschalldämmung einer Strohballewand          Auftraggeber: Fachverband Strohballebau Deutschland e.V. Südergellersen</p>	
<p>A59353 / 3950          06 / 2008</p>	

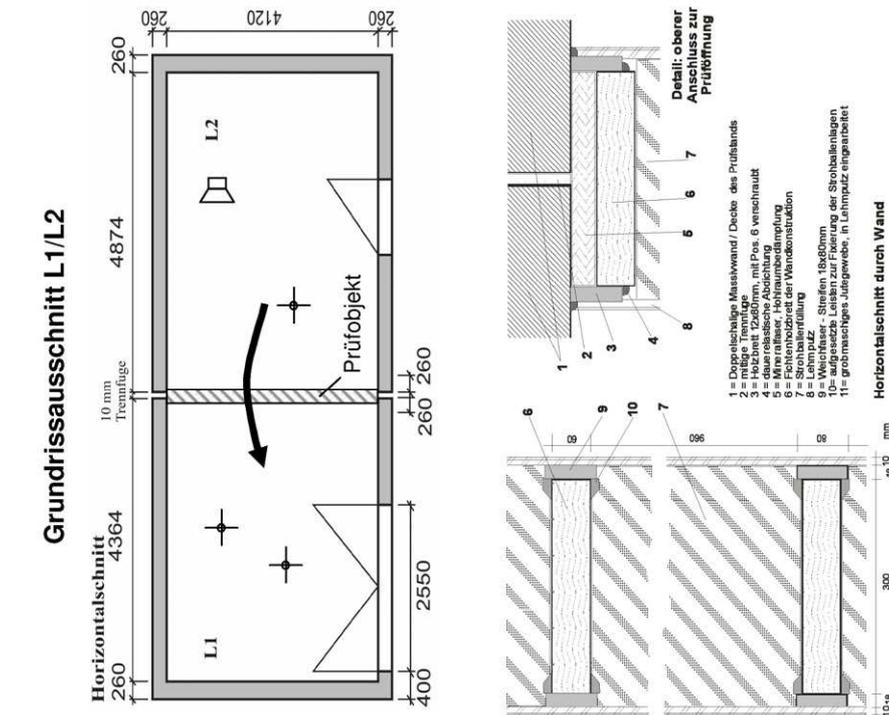




B17215 / 3950 IAB  
2008-06-10

**Verlauf der Temperatur und rel. Feuchte im Prüfstand L1/L2**  
**Messung nach Einbau der Strohballenwand / Verlauf der Trocknung**  
 Auftraggeber: Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V., In de Masch 6, 21354 Sudergelarsen

**Institut für Akustik und Bauphysik**  
 Kiesweg 22, 61440 Oberursel/Ts.  
 Haus 2, 23992 Zweisimmen  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de



f / Hz	T / s	L <sub>e</sub> / dB	D / dB	R / dB
50	4,13	89,1	9,1	15,9
63	2,33	77,3	22,6	26,9
80	2,80	74,6	22,2	27,3
100	2,05	75,3	25,3	29,0
125	1,85	70,9	27,8	31,1
160	1,33	68,2	30,4	32,2
200	1,09	89,3	27,7	28,7
250	1,29	86,7	28,0	29,7
315	1,13	79,7	32,0	33,1
400	1,16	73,5	37,6	38,8
500	1,26	69,0	40,7	42,3
630	1,29	61,9	46,9	48,6
800	1,31	53,1	54,0	55,8
1k	1,34	44,7	62,1	64,0
1,25k	1,34	38,4	68,4	70,3
1,6k	1,30	35,5	74,0	75,7
2k	1,26	29,1	78,5	80,1
2,5k	1,20	18,7	83,7	85,1
3,15k	1,11	15,3	86,1	87,2
4k	1,05	14,8	84,8	85,6
5k	0,90	16,6	83,3	83,4

Senderraum: IAB - Prüfstand  
L 2  
Empfangsraum: IAB - Prüfstand  
L 1  
Volumen V<sub>e</sub>: 67,1 m<sup>3</sup>  
Prüffläche S: 123 m<sup>2</sup>  
Messergebnis:  
Bewertetes Laborschalldämm - Maß  
**R<sub>w,P</sub> (C, Ctr) = 45 (-2,-6) dB**  
Rechenwert nach DIN 4109:1989 Tab.11:

**R<sub>w,R</sub> (C, Ctr) = 43 (-2,-6) dB**

Bemerkungen:  
Horizontalmessung  
fremdgeräuschkorrigiert

Spektrum Anpassungswerte:  
C = -2 dB Ctr = -6 dB  
C 50-3150 = -2 dB Ctr 50-3150 = -9 dB  
C 100-5000 = -1 dB Ctr 100-5000 = -6 dB  
C 50-5000 = -1 dB Ctr 50-5000 = -9 dB

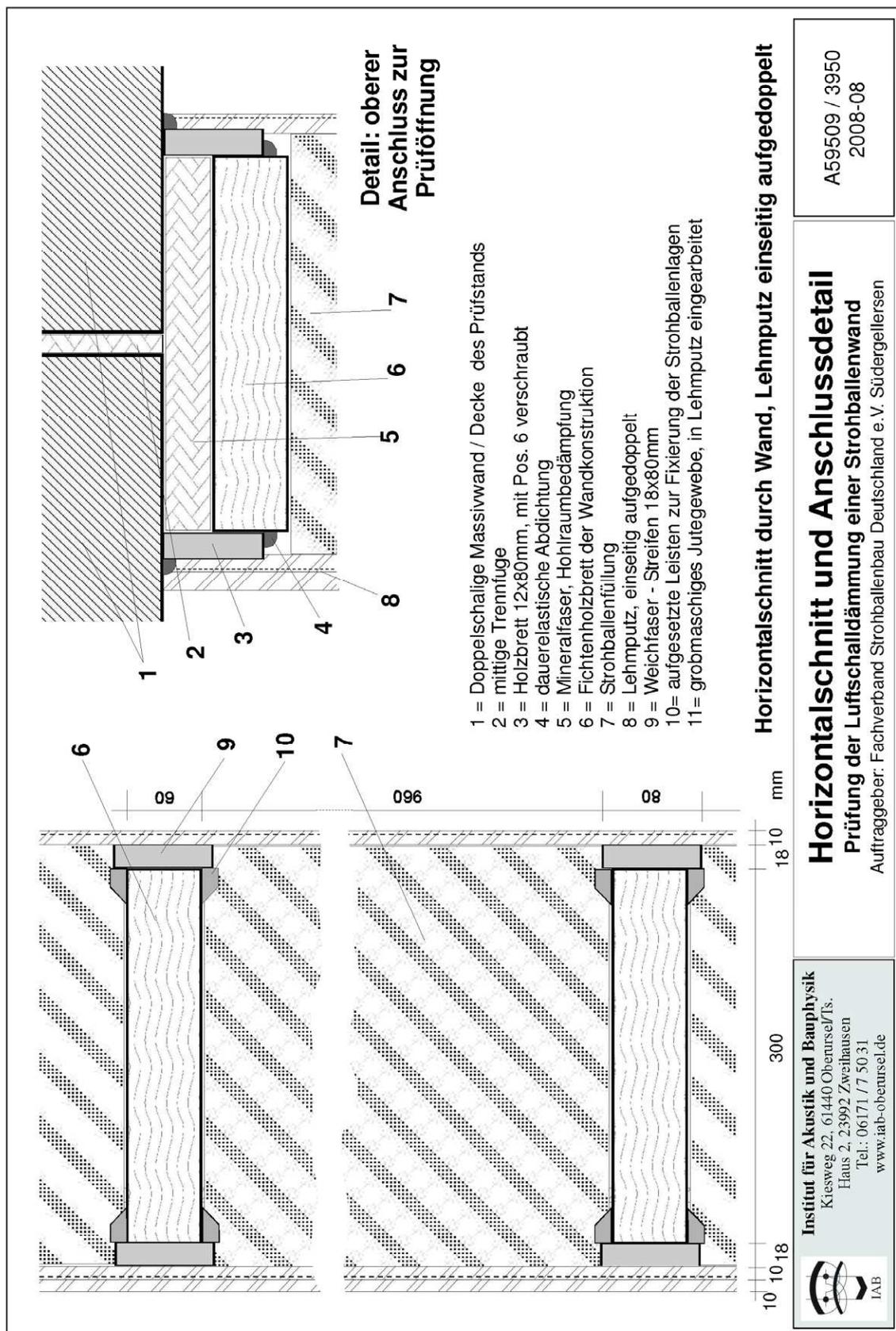


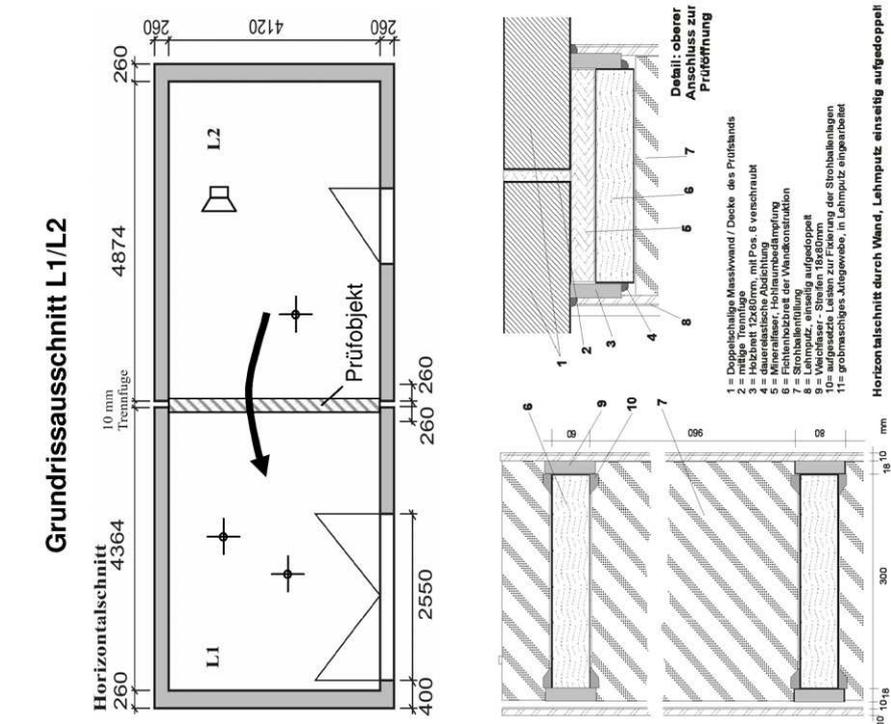
Messung vom: 2008-06-24

**Institut für Akustik und Bauphysik**  
Kiesweg 22 61440 Oberursel/Ts.  
Haus 2 23992 Zweifelhäusen  
Tel.: 06171 / 75031 Fax: 06171 / 85483  
www.iab-oberursel.de

A59343 / 3950 IAB  
2008-06-24

**Luftschalldämmung einer Strohballenwand**  
Luftschalldämmung nach DIN EN ISO 140 - 3  
Auftraggeber: Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V., In de Masch 6, 21294 Sudergellersen

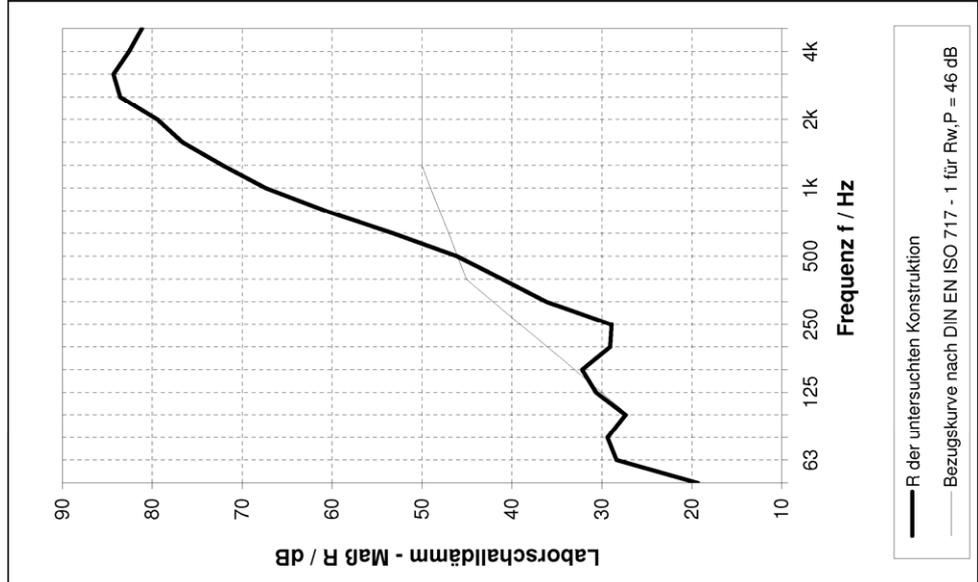




f / Hz	T / s	L <sub>e</sub> / dB	D / dB	R / dB
50	4,59	85,1	12,1	19,3
63	2,86	70,1	23,2	28,4
80	2,51	66,7	24,8	29,4
100	2,14	70,6	22,4	27,4
125	1,93	64,4	27,2	30,7
160	1,91	62,8	28,8	32,2
200	1,64	70,5	26,6	29,1
250	1,52	67,7	26,5	28,9
315	1,49	58,6	33,8	36,1
400	1,52	51,2	38,6	41,0
500	1,65	45,6	43,3	46,1
630	1,65	38,3	50,4	53,2
800	1,66	29,4	57,9	60,7
1k	1,62	35,1	64,7	67,4
1,25k	1,57	30,5	69,6	72,2
1,6k	1,55	28,5	74,1	76,6
2k	1,50	23,7	77,1	79,4
2,5k	1,40	14,1*	81,5	83,6
3,15k	1,29	12,1*	82,6	84,3
4k	1,23	11,8*	81,1	82,6
5k	1,09	12,7*	80,2	81,2

\* Strohballen kleiner als 6 dB  
 Senderraum: IAB - Prüfstand L 2  
 Empfangsraum: IAB - Prüfstand L 1  
 Volumen V<sub>e</sub>: 67,1 m<sup>3</sup>  
 Prüffläche S: 123 m<sup>2</sup>  
 Messergebnis:  
 Bewertetes Laborschalldämm - Maß  
**R<sub>w,P</sub> (C, Ctr) = 46 (-2,-7) dB**  
**R<sub>w,R</sub> (C, Ctr) = 44 (-2,-7) dB**

Bemerkungen:  
 Horizontalmessung fremdgeräuschkorrigiert  
 zweite Putzschiicht auf Wandseite zu L1  
 Rechenwert nach DIN 4109:1989 Tab.11:  
 C = -2 dB Ctr = -7 dB  
 C 50-3150 = -2 dB Ctr 50-3150 = -8 dB  
 C 100-5000 = -1 dB Ctr 100-5000 = -7 dB  
 C 50-5000 = -1 dB Ctr 50-5000 = -8 dB

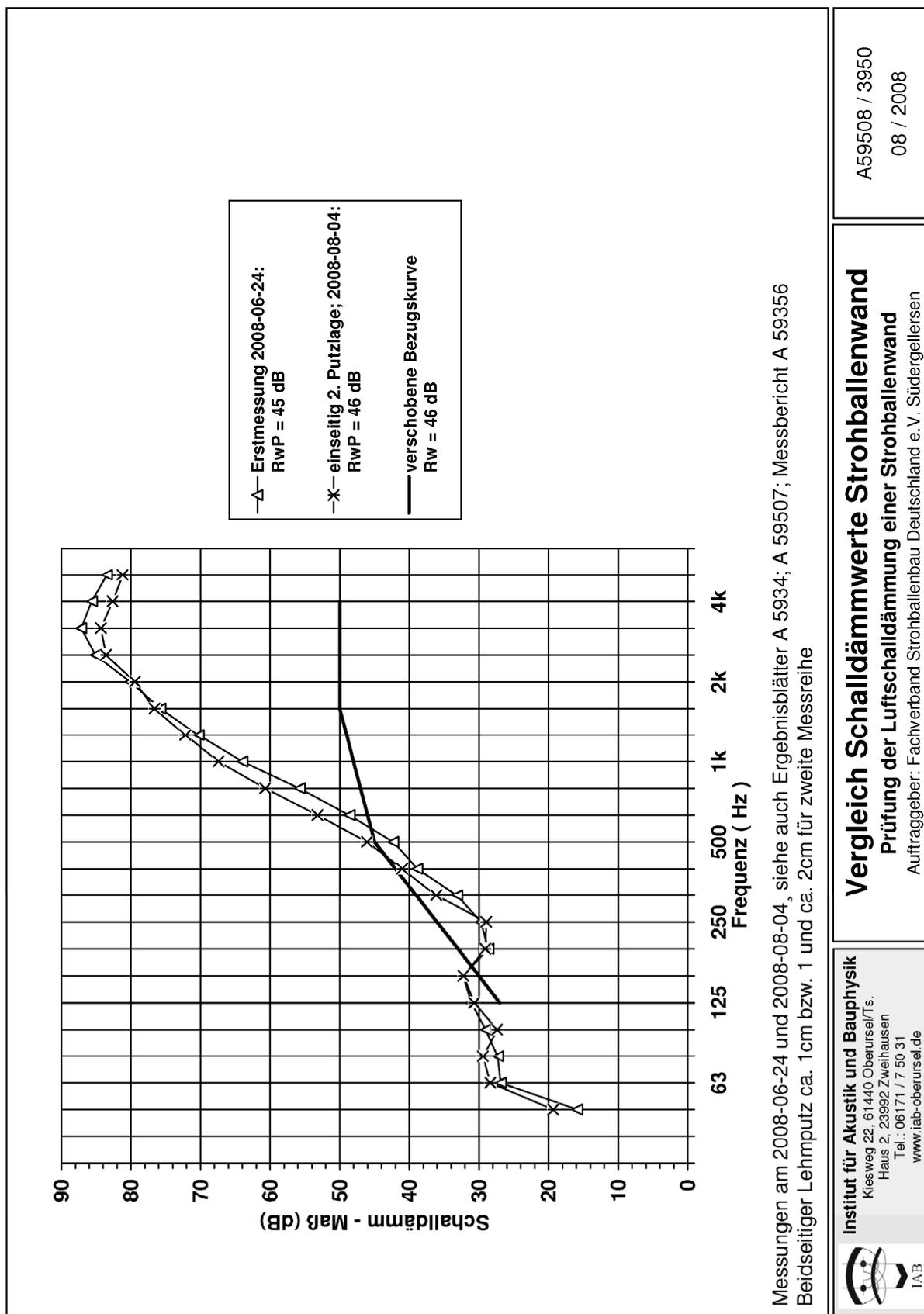


— R der untersuchten Konstruktion  
 — Bezugskurve nach DIN EN ISO 717 - 1 für R<sub>w,P</sub> = 46 dB  
 Messung vom: 2008-08-04

A59507 / 3950 IAB  
2008-08-04

**Luftschalldämmung einer Strohballenwand, Putzschiicht zu L1 aufgedoppelt**  
 Luftschalldämmung nach DIN EN ISO 140 - 3  
 Auftraggeber: Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V., In de Masch 6, 21294 Südergellersen

**Institut für Akustik und Bauphysik**  
 Kiesweg 22 61440 Oberursel/Ts.  
 Haus 2 23992 Zweifelhäusen  
 Tel.: 06171 / 75031, Fax: 06171 / 85483  
 www.iab-oberursel.de



**Institut für Akustik und Bauphysik**  
 Kiesweg 22, 61440 Oberursel/Ts.  
 Haus 2, 23992 Zwietausen  
 Tel.: 06171 / 7 50 31  
 www.iab-oberursel.de

**Vergleich Schalldämmwerte Strohballenwand**  
**Prüfung der Luftschalldämmung einer Strohballenwand**  
 Auftraggeber: Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V. Südergellersen

A59508 / 3950  
 08 / 2008

Nr	g Masse	d / mm Dicke	Durchm / mm	Vol / cm <sup>3</sup>	Dichte kg/m <sup>3</sup>	Rs Pa s/m spez. Str.w.
1	88,7	105	102	858,0	103,4	224
2	88,7	105	102	858,0	103,4	205
3	88,7	105	102	858,0	103,4	248
4	69,7	105	102	858,0	81,2	88
5	69,7	105	102	858,0	81,2	90
6	69,7	105	102	858,0	81,2	88
7	85,6	105	102	858,0	99,8	260
8	85,6	105	102	858,0	99,8	231
9	85,6	105	102	858,0	99,8	195
Mittel	81,3	105,0	102	858,0	94,8	181,0
pos. Abweichung / %	9	0	0	0	9	44
Standardabweichung	9	0	0	0	10	72
neg. Abweichung / %	14	0	0	0	14	51
Strömungswiderstand	22151	Pa s/m <sup>3</sup>	längenbez,	1724	Pa s/m <sup>2</sup>	

**Auswertung Messung Strömungswiderstand**

Prüfmuster: Strohballenwand

A 59828 / 3950 10 / 2008