

## **Prüfstelle Gebäudetechnik**

### **Prüfbericht Nr.: HP-141338/2**

**Objekt:** **Messung der Schallabsorption im Hallraum in  
Anlehnung an EN ISO 354: 2003  
Haga Naturbo therm Endplatte 115**

**Auftraggeber:** **HAGA AG Naturbaustoffe  
Hübelweg 1  
5102 Rapperswil**

**Datum:** **2014-04-03**

Patrick Keller, dipl. HLK Ing. HTL  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter Funktion

Dr. Tjeerd de Neef, dipl. Masch. Ing. ETH  
Leiter Prüfstelle Gebäudetechnik

Dieser Bericht umfasst 10 Seiten und darf ohne die schriftliche Genehmigung der Prüfstelle Gebäudetechnik nur in ungekürzter Form vervielfältigt werden.

## Inhaltsverzeichnis

1. Auftraggeber .....	3
2. Auftrag .....	3
3. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung .....	3
4. Prüfverfahren.....	3
5. Messergebnisse.....	4
6. Schlussbemerkung .....	5
7. Anhang 1 Prüfeinrichtung .....	6
7.1. Grundriss Schallmessräume .....	6
7.2. Schnitt Schallmessräume .....	6
7.3. Empfangsraum.....	7
7.4. Versuchsaufbau .....	8
8. Anhang 2, Spezifikationen Messgeräte.....	9
9. Anhang 3, Formelzusammenstellung.....	10
10. Anhang 4, Messunsicherheit .....	10

## 1. Auftraggeber

Auftraggeber: HAGA AG Naturbaustoffe  
Hübelweg 1  
5102 Rapperswil

Kontaktperson: Thomas Bühler

## 2. Auftrag

Für die Naturbo Lehmheizelemente ist die Schallabsorption zu bestimmen. Dafür ist der Boden des Empfangsraumes auf einer Fläche von mindestens 10 m<sup>2</sup> mit den Lehmheizelementen zu überdecken.

## 3. Prüfobjekt, Eingangsdatum, Datum der Prüfung

Prüfobjekt: Haga Naturbo therm Endplatte 115 mit HAGA Lehm Color-Deckputz

Systembezeichnung: Naturbo therm Endplatte 115

Systembeschreibung: Flächenheizsystem basierend auf Lehmputz-Trockenbauplatte

Systemaufbau: Endplatte 115

Eingangsdatum 2014-02-06

Datum der Prüfung 2014-03-20

## 4. Prüfverfahren

Die Bestimmung der Schallabsorptionsgrade wurden in Anlehnung an die Norm EN ISO 354: 2003 durchgeführt. Details zur Prüfeinrichtung und zur Auswertung sowie die Spezifikation der Messgeräte sind im Anhang aufgeführt.

### Ablauf einer Messung

Die für die Berechnung nötigen Nachhallzeiten werden nach dem Verfahren mit integrierter Impulsantwort (Zerplatzen eines Ballons) ermittelt. Dabei werden die Abklingkurven durch direkte Aufzeichnung des abklingenden Schalldruckpegels mit dem NetdB PRO 12 Kanal Frequenzanalysator bestimmt. Für eine gültige Messung muss die Abklingkurve bis min. -40 dB auswertbar sein.

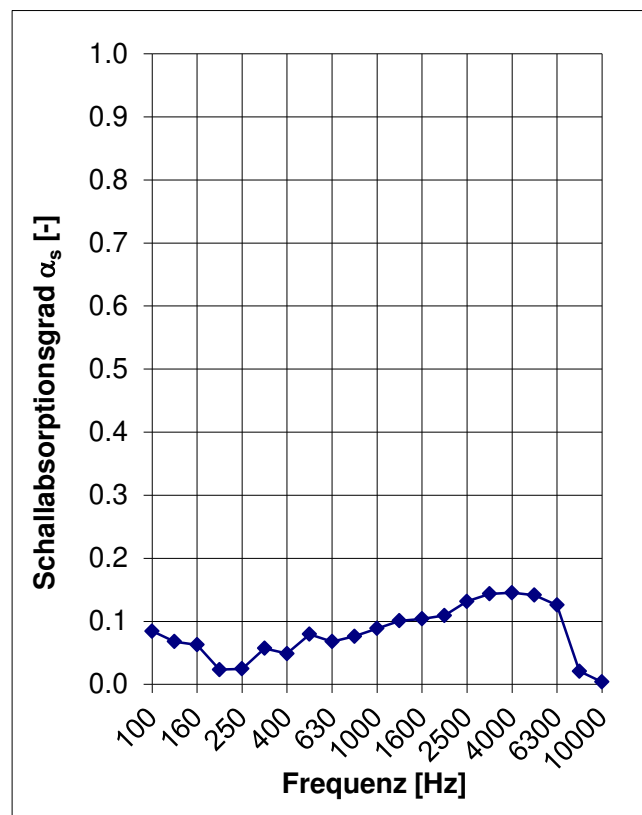
Die Messungen werden an 12 verschiedenen Mikrofonpositionen und 3 verschiedenen Schallquellenpositionen durchgeführt. Die in jeder Terz angegebene Nachhallzeit ist der arithmetische Mittelwert von 36 Messungen. Es werden die Nachhallzeiten mit und ohne Prüfling bei gleichen klimatischen Bedingungen bestimmt.

## 5. Messergebnisse

Bezeichnung Prüfobjekt	Naturbo therm Endplatte 115 mit HAGA Lehm Color-Deckputz
Fläche des Prüfobjekts	10.7 m <sup>2</sup>
Lufttemperatur	18.6 °C
relative Feuchte	50 % r. F.
barometrischer Druck	95807 Pa



Frequenz Hz	T <sub>1</sub> s	T <sub>2</sub> s	A <sub>T</sub> m <sup>2</sup>	α <sub>s</sub> -
100	14.1	10.3	0.9	0.08
125	17.5	12.8	0.7	0.07
160	11.8	9.6	0.7	0.06
200	11.2	10.4	0.3	0.02
250	8.6	8.0	0.3	0.02
315	8.0	7.0	0.6	0.06
400	8.4	7.5	0.5	0.05
500	6.2	5.4	0.9	0.08
630	5.8	5.2	0.7	0.07
800	5.7	5.0	0.8	0.08
1000	5.3	4.6	1.0	0.09
1250	4.7	4.1	1.1	0.10
1600	4.5	3.9	1.1	0.10
2000	4.2	3.7	1.2	0.11
2500	3.8	3.2	1.4	0.13
3150	3.2	2.8	1.5	0.14
4000	2.6	2.3	1.6	0.15
5000	2.0	1.9	1.5	0.14
6300	1.5	1.5	1.3	0.13
8000	1.23	1.22	0.2	0.02
10000	1.2	1.2	0.0	0.00



## 6. Schlussbemerkung

Es wurden alle Anforderungen des Messumfanges des Kunden erfüllt.

*Die Messresultate gelten ausschliesslich für das gemessene Prüfobjekt.*

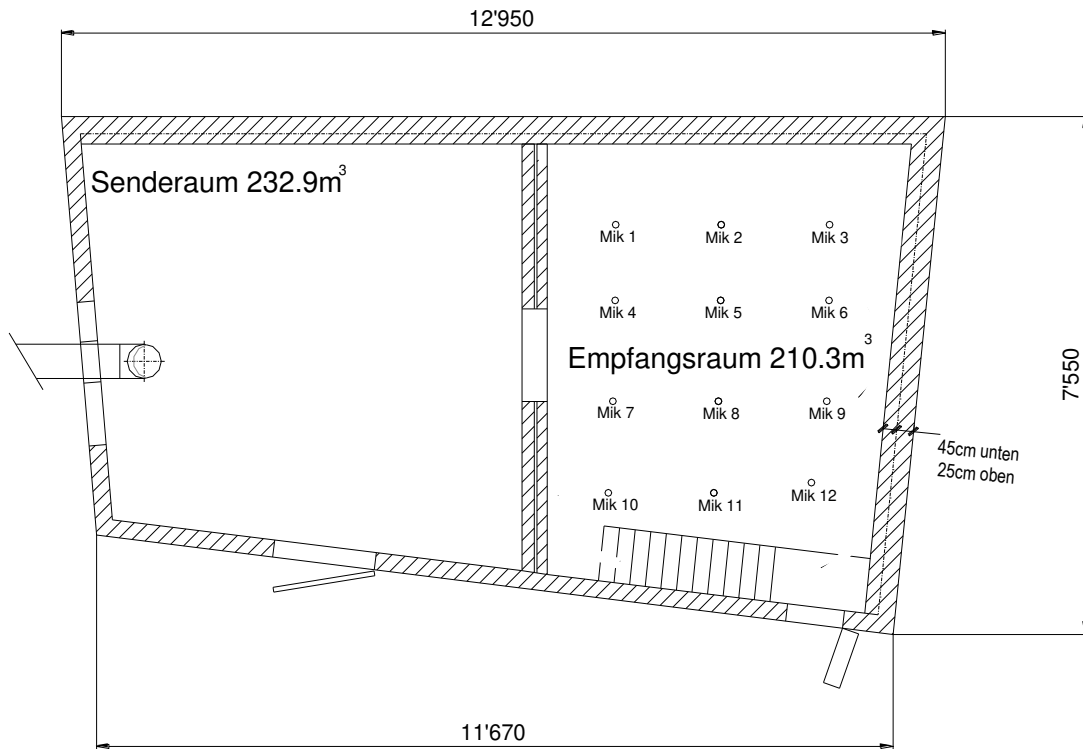
*Die elektronisch erfassten Daten werden während 3 Jahren gespeichert. Der Prüfbericht und die zugehörigen Dokumente werden bei uns an der Prüfstelle während 10 Jahren archiviert.*

*Der Auftraggeber kann während dieser Zeit die Dokumente einsehen. Der Aufwand beim Erstellen von Kopien wird dem Kunden verrechnet.*

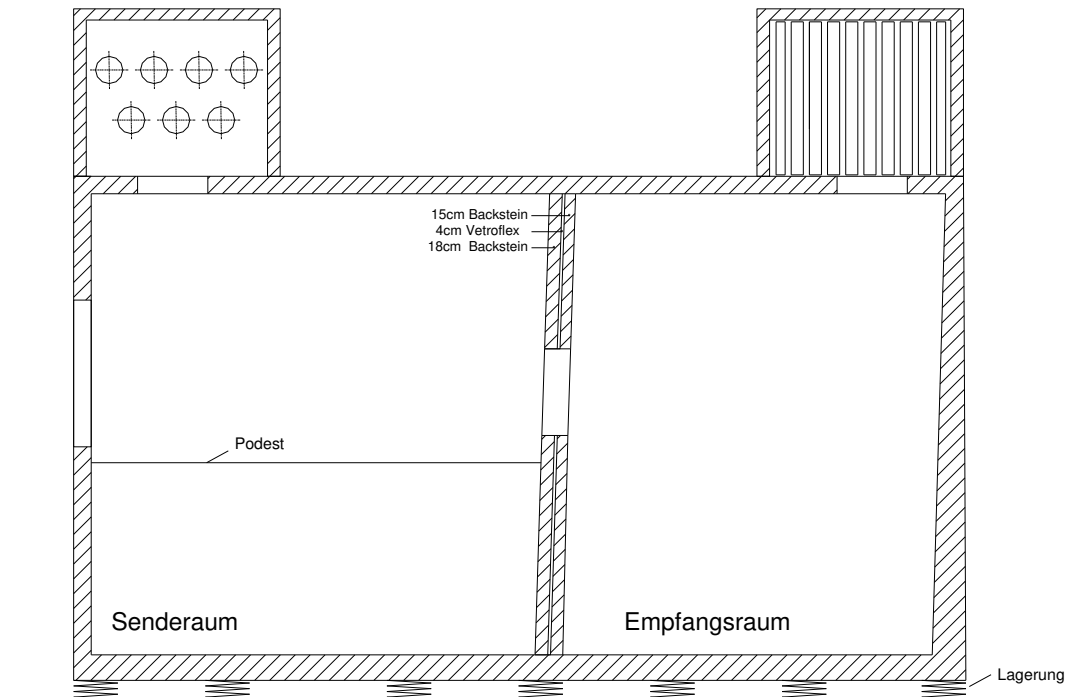
Horw, 2014-04-03

## 7. Anhang 1 Prüfeinrichtung

### 7.1. Grundriss Schallmessräume

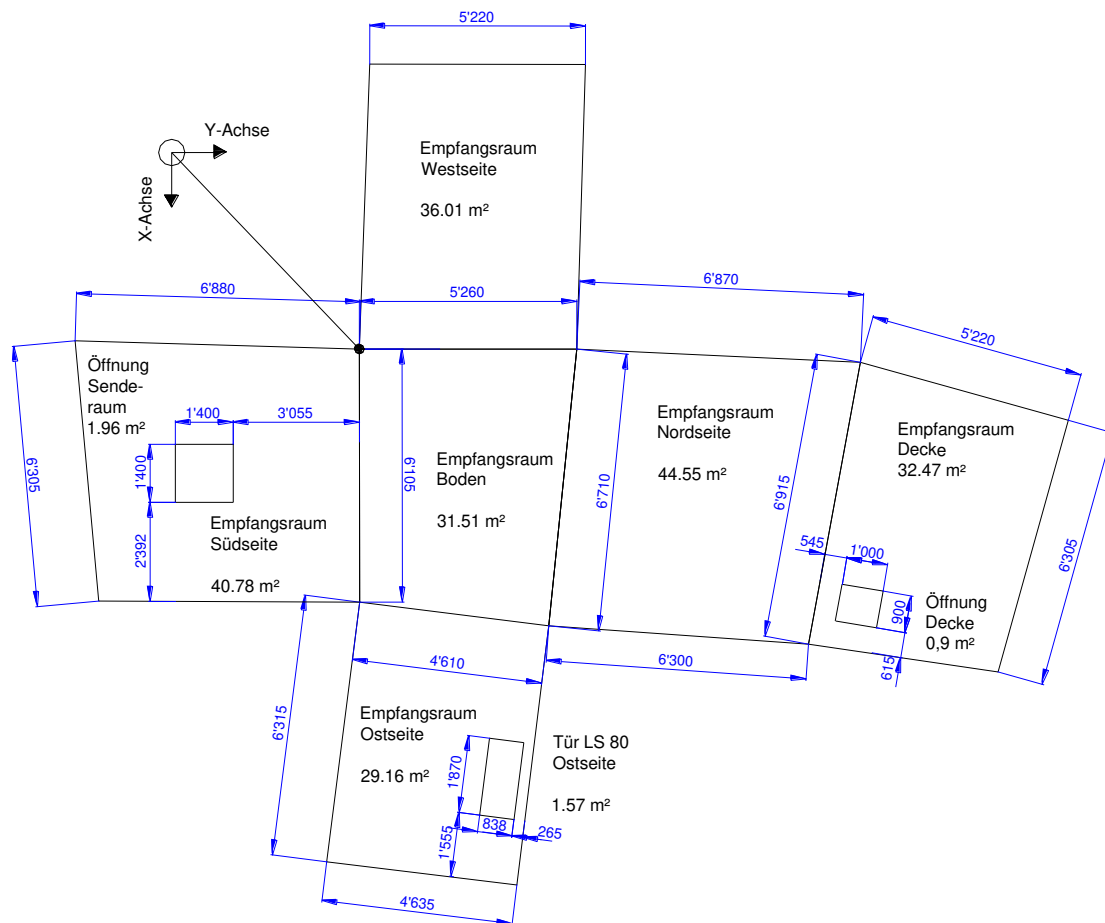


### 7.2. Schnitt Schallmessräume



### 7.3. Empfangsraum

#### Abwicklung Empfangsraum



#### Abmessungen

kleinste Längenabmessung	4'610 mm
Grösste Raumdiagonale	10'912 mm
Türöffnung	838 x 1'870 mm
Öffnung Senderaum	1'400 x 1'400 mm
Öffnung Decke	900 x 1'000 mm
Raumvolumen	210.32 m <sup>3</sup>
Raumoberfläche	214.48 m <sup>2</sup>

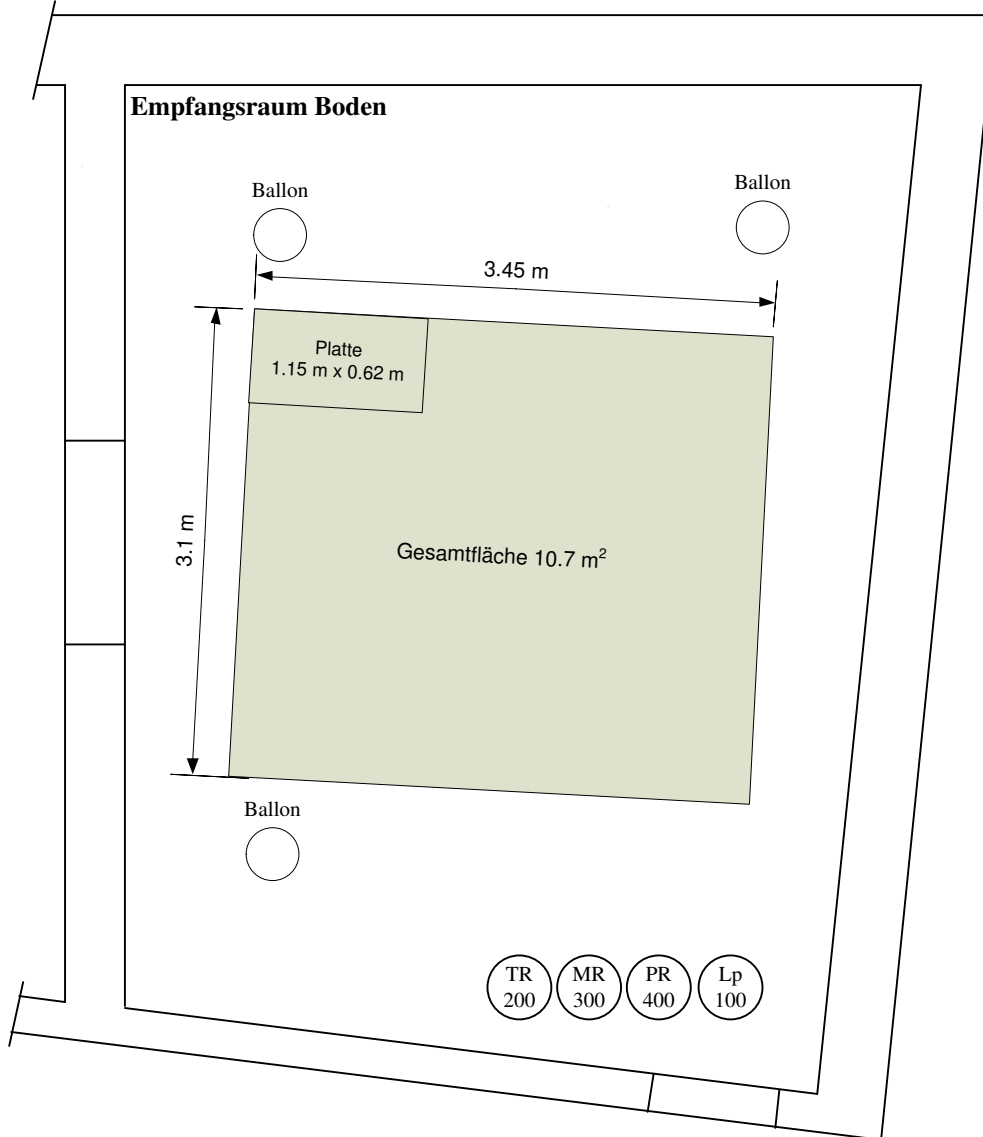
#### Mikrofone

Anzahl	12
Standorte	unregelmässig im Raum verteilt

	Mik1	Mik2	Mik3	Mik4	Mik5	Mik6	Mik7	Mik8	Mik9	Mik10	Mik11	Mik12
Position X:	1.02	1.04	1.03	2.26	2.26	2.26	3.77	3.79	3.80	5.25	5.24	4.89
Position Y:	1.18	2.78	4.38	1.18	2.71	4.23	1.17	2.68	4.10	1.10	2.66	3.93
Position Z:	4.25	2.17	4.20	4.85	3.89	2.25	5.30	3.45	3.80	4.20	5.18	2.72

## 7.4. Versuchsaufbau

### Prüfeinrichtung



### Gemessene Grössen

Lp	Schalldruckpegel	TR	Temperatur
MR	Feuchte	PR	abs. Druck



## 8. Anhang 2, Spezifikationen Messgeräte

Die Log.-Nr. sind die internen Messmittelbezeichnungen der Prüfstelle Gebäudetechnik an der HSLU.

Wenn Hinweise auf Kalibrierscheine angegeben sind, beziehen sich die Angaben auf ein Vertrauensniveau von 95%.

### PC

Fabrikat Maxdata, FHZ-D0002394

### Hallraum

Messbereich 100 Hz bis 10'000 Hz

Log Nr. 1.14 HP 022

### 100 – 111 Mikrofone

Fabrikat G.R.A.S Sound & Vibration

Typ 1-inch Low-noise measuring system type 40HF  
mit Power Modulen 12HM und 12HF

Log Nr.: 1.14 HP 026, Mikrophon 1 bis 12

### Datenlogger und Analyzer Software

Fabrikat 01 dB-Metravib

Typ NetdB12-PRO

Log Nr. 1.14 HP 026

### Datenlogger

Fabrikat Agilent

Typ 34970A

Log Nr. 1.16 HP114

### 200 Temperatur

Fabrikat Moser

Typ PT100, Klasse B DIN 1/5

Messbereich -100°C / 250°C

Genauigkeit DIN 1/5

Log. Nr. 1.03 HP 072

### 300 rel. Feuchtefühler

Fabrikat Rotronic

Typ M23D5HT-4X

Messbereich  $\varphi$ : 0 bis 100 % r. F.  
 $\vartheta$ : -30 bis +70 °C

Log Nr. 1.09 HP 082

### 400 Luftdruck

Fabrikat Endress + Hauser AG

Typ Cerabar S PMC 71

Messbereich 0 bis 2 bar absolut

Messunsicherheit  $\pm 8$  Pa (Kalibration vom Juni 2012)

Log Nr. 1.07 HP 202

## 9. Anhang 3, Formelzusammenstellung

### Mittlere Nachhallzeiten

T	S	mittlere Nachhallzeit in einem bestimmten Frequenzband
		$T = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^n (T_i)$
N	-	Anzahl Nachhallzeitmessungen in einem bestimmten Frequenzband

### Äquivalente Schallabsorptionsfläche

$A_T$	$m^2$	Äquivalente Schallabsorptionsfläche des Prüfobjekts, wenn die Klimabedingungen während der Messung konstant sind
		$A_T = A_2 - A_1 = \frac{55.3 \cdot V}{c} \cdot \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$
$A_1$	$m^2$	Äquivalente Schallabsorptionsfläche des leeren Hallraumes
$A_2$	$m^2$	Äquivalente Schallabsorptionsfläche des Hallraumes mit Prüfling
c	m/s	Schallgeschwindigkeit der Luft, für Temperaturen im Bereich von 15°C bis 30°C gilt $c = (331 + 0.6 \cdot t)$
V	$m^3$	mit t = Temperatur der Luft in °C Raumvolumen
$T_1$	S	Nachhallzeit des leeren Hallraumes
$T_2$	S	Nachhallzeit des Hallraumes mit Prüfling

### Schallabsorptionsgrad

$\alpha_s$	-	Schallabsorptionsgrad
		$\alpha_s = \frac{A_T}{S}$
$A_T$	$m^2$	Äquivalente Schallabsorptionsfläche des Prüflings
S	$m^2$	Vom Prüfling überdeckte Fläche

## 10. Anhang 4, Messunsicherheit

Die Gesamtunsicherheit des Schallabsorptionsgrades  $\alpha_s$  resultierend aus der Standardabweichung der Nachhallzeitmessung beträgt in Abhängigkeit der Frequenzen:

Tiefenbereich 100 - 250 Hz:  $\pm 0.07$ , Mitteltonbereich 315 - 800 Hz:  $\pm 0.06$ , Hochtonbereich 1000 - 5000 Hz:  $\pm 0.02$

EN ISO 354: 2003 Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen