

Empa  
Überlandstrasse 129  
CH-8600 Dübendorf  
T +41 58 765 11 11

www.empa.ch



Materials Science & Technology

GABAG  
Produktions- und Vertriebs AG  
Alte Zugerstrasse 12  
CH-6403 Küssnacht am Rigi

**Untersuchungsbericht Nr. 5'214'000'443.1** (intern 642.5942)

**Prüfauftrag:** **Messungen Geräusche haustechnischer Anlagen**

Auftraggeber: GABAG Produktions- und Vertriebs AG, CH-6403 Küssnacht a. R.

Objekt: **Whirlbox mit Bitumen Schwerfolie**

Ihr Auftrag vom: 09.01.2013

Ausführung der Prüfung: 19.03.2013

Anzahl Seiten: 11

---

Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, Abteilung Akustik  
Dübendorf, 14. Juni 2013

Prüfleiter:  
M. Würzer

Stv. Abteilungsleiter:  
R. Bütikofer



STS 068

---

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

## Inhalt

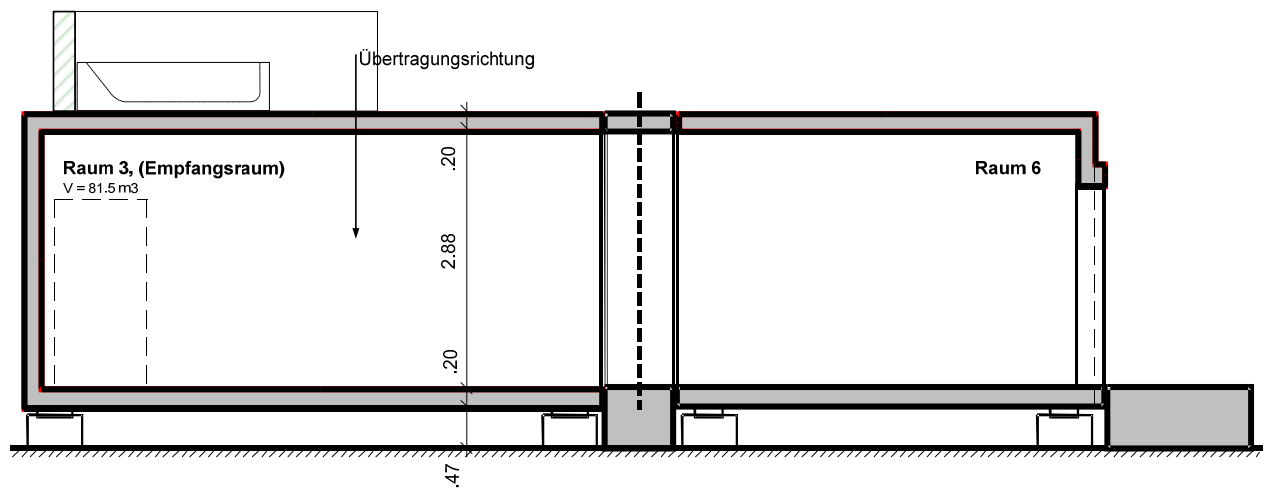
1	Auftrag .....	3
2	Baukonstruktion .....	3
3	Durchgeführte Messungen.....	3
4	Mess- und Auswerteverfahren.....	4
5	Messergebnisse .....	5
6	Vergleich mit Normanforderungen .....	5
7	Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude .....	6
8	Ergebnisse der Geräusche von haustechnischen Anlagen.....	7
9	Ergebnisse der Geräusche von haustechnischen Anlagen.....	8
10	Ergebnisse der Geräusche von haustechnischen Anlagen.....	9
11	Ergebnisse der Geräusche von haustechnischen Anlagen.....	10
12	Messausrüstung für bauakustische Untersuchungen .....	11

## 1 Auftrag

Mit Mail vom 09.01.2013 erteilte die Firma GABAG der EMPA den Auftrag, Untersuchungen zum Schallschutz von Geräuschen haustechnischer Anlagen an der Whirlbox Bitumen in den Labors der Empa durchzuführen. Die Messergebnisse sollen Beurteilungen zum Schallschutz nach Norm SIA 181 (Ausgabe 2006) ermöglichen.

## 2 Baukonstruktion

Die nachfolgenden Angaben zur Baukonstruktion sind den Unterlagen der Empa entnommen.



### GABAG-Whirlbox Bitumen Schwerfolie mit mehrschichtiger Isolation



## 3 Durchgeführte Messungen

Die Untersuchungen fanden am 19.03.2013 statt. Die Messungen (Funktions- und Benutzungsgereusche zu haustechnischen Anlagen) wurden durch die EMPA - Mitarbeiter M. Würzer und R. Bütikofer im Labor 3 des Schallhauses 1 der Empa durchgeführt.

**Angaben zur Montage:****Montage:**

- durch Auftraggeber
- auf roher Betondecke (20 cm), mittels verstellbaren Füßen justiert.

**Anzahl:**

1 Einheit

**Betriebszustand:**

- Sprudeln mit höchster Leistung:
  - Luft
  - Wasser
  - Luft- und Wasser
- Wanne gefüllt mit Wasser (voll im Sinne der Betriebsanleitung des Herstellers)
- Temperatur  $\sim 16^\circ$

**Pendelfallhammer:**

- Anregungsorte verteilt auf Boden und Wand der Wanne (je 4 Positionen), Wanne leer

#### **4 Mess- und Auswerteverfahren**

Die Messung, Auswertung und Beurteilung zum Schallschutz erfolgen nach Norm SIA 181 "Schallschutz im Hochbau" (Ausgabe 2006).

Für die Geräusche haustechnischer Anlagen wurde nach Weisungen der Norm SIA 181 vorgegangen. Für die auftretenden jeweils messbaren Geräusche wurde der volumenkorrigierte Beurteilungspegel " $L_{H,tot}$ " bestimmt. Das Bedienen des Pendelfallhammers auf dem entsprechenden Prüfobjekt erfolgte durch einen Mitarbeiter der Empa. Ein Kurzbeschrieb des Messverfahrens findet sich im Abschnitt 7. Detaillierte Informationen zur Messung von Geräuschen haustechnischer Anlagen sind in der Messdokumentation SOP 177-7 (Nr. 1670) der EMPA enthalten. Bei den Geräuschen haustechnischer Anlagen unterscheidet man zwischen Funktionsgeräuschen (welche von den Benutzern nicht beeinflusst werden können) und Benutzungsgeräuschen (welche von den Benutzern beeinflusst werden können). Nach der Wirkungsdauer wird zwischen Einzel- und Dauergeräuschen unterschieden. Bei den angegebenen Werten wurde der Einfluss des Grundgeräusches berücksichtigt.

**Messunsicherheiten:**

Die Messergebnisse der Geräusche haustechnischer Anlagen weisen folgende Messunsicherheiten im Sinne einer Standardabweichung auf:

Dauergeräusche

 $\pm 2$  dB

Einzelgeräusch, Benutzergeräusch

bis  $\pm 2$  dB bei Anregung mit Empa-Pendelfallhammer

Nach der Norm SIA 181 (Ausgabe 2006), Ziffer 2.1.3 gelten die Anforderungen ohne Toleranzen, d.h. die Messunsicherheiten sind bei der Beurteilung der Messergebnisse im Vergleich zu den Schallschutzanforderungen nicht zu berücksichtigen.

## 5 Messergebnisse

Die Resultate der Messungen von Geräuschen haustechnischer Anlagen sind in den Abschnitten 8 bis 11 zusammengefasst und den Grenzwerten gegenübergestellt.

Die für die Schallmessungen eingesetzten Messgeräte sind auf der Geräteliste (Abschnitt 12) aufgeführt.

## 6 Vergleich mit Normanforderungen

Die Messergebnisse werden nach der Norm SIA 181 "Schallschutz im Hochbau" beurteilt. Gemäss dieser Norm (Absatz 2.2.2) gelten für neu gebaute Doppel- und Reiheneinfamilienhäuser sowie Stockwerkeigentum automatisch die erhöhten Anforderungen. Für die nachfolgenden Vergleiche wird die üblicherweise verwendete Einstufung "*Lärmempfindlichkeit: mittel*" herangezogen.

Bei den Benutzungsgeräuschen (Abschnitt 8) gelten für "*Lärmempfindlichkeit: mittel*" die folgenden Grenzwerte gemäss Norm SIA 181 (2006):

Mindestanforderungen =	38 dB(A)
erhöhte Anforderungen =	35 dB(A)

Die Mindest- und die erhöhten Anforderungen sind jeweils dort nicht eingehalten, wo auf den Beilagen die Messwerte (graue Säulen) die zugehörigen Grenzwerte übersteigen.

Bei den Funktionsgeräuschen (Abschnitte 9 bis 11) gelten für "*Lärmempfindlichkeit: mittel*" die folgenden Grenzwerte gemäss Norm SIA 181 (2006):

Mindestanforderungen =	28 dB(A)
erhöhte Anforderungen =	25 dB(A)

Die ermittelten Resultate gelten nur für die baulichen Verhältnisse im Prüfstand. Im Zweifelsfall ist der Nachweis des Schallschutzes im jeweiligen Bauobjekt zu führen.

## 7 Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude

nach Norm SIA 181 (2006) "Schallschutz im Hochbau"

### Benutzungsgeräusche

Die Intensität und der zeitlicher Ablauf hängen stark von der Art der Benutzung ab. Beispiele: Duschen in der Badewanne, Rutschen in der Badewanne, Klosettsitz fallen lassen, Abstellen von Pfannen, Betätigen von Schrankauszügen und Türen (ohne Schliessautomat), Cheminée-Füllen, -Reinigen usw.

### Dauergeräusche (Funktions- oder Benutzungsgeräusche)

Geräusche, die über eine gewisse Zeit (> 3 min.) andauern oder häufig in einer Tag- bzw. Nachtphase auftreten. Sie können zusätzliche Eigenschaften wie Tonhaltigkeit und Impulshaltigkeit aufweisen, die bei der Beurteilung berücksichtigt werden. Beispiele: Lüftungs- und Klimaanlage, Geschirrspüler, Waschmaschine, Tumbler, Whirlpool, Kühlanlage, Heizanlage, Kompressor, andauerndes Hämmern, Klopfen usw.

### Nachweise zur Einhaltung der Anforderungswerte $L_H$ nach Tab. 6, Norm SIA 181

Der Gesamtwert  $L_{H,tot}$  [dB(A)] dient der Beurteilung der Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude mit  $L_{H,tot} = L_{r,H} + C_V$  [dB(A)].

$L_{r,H}$  Beurteilungspegel für Geräusche haustechnischer Anlagen

$C_V$  Volumenkorrektur nach Tab.2, Norm SIA 181

Der Nachweis gilt jeweils als erfüllt, wenn gilt:  $L_{H,tot} \leq L_H$  [dB(A)]

Gemessen wird an Orten, an denen sich normalerweise Personen aufhalten. Die Werte mehrerer Geräuschwiederholungen werden für Benutzungsgeräusche arithmetisch und für Funktionsgeräusche energetisch gemittelt.

### $L_{H,tot}$ für Einzelgeräusche

$$L_{H,tot} = L_{A,F} + K_1 + K_4 + C_V \text{ [dB(A)]}$$

$L_{A,F}$  mittlerer Wert des A-bewerteten maximalen Schalldruckpegels, gemessen mit der Zeitkonstante „Fast“.

$K_1$  Berücksichtigung der Schallabsorption im Empfangsraum

(0: stark absorbierende, -2: gering absorbierend, -4: ohne absorbierende Ausstattung)

$K_4$  Pegelkorrektur zur Berücksichtigung der Geräuschsimulation mit dem Empa-Pendelfallhammer nach

Tab. 12, Norm SIA 181 (entfällt bei manueller Betätigung).

### $L_{H,tot}$ für Dauergeräusche, genauere Messmethode

$$L_{H,tot} = L_{nT/A} + K_2 + K_3 + C_V \text{ [dB(A)]}$$

$L_{nT/A}$  A-bewerteter Standardpegel: Mit dem Drehmikrophon werden die Terzbandpegel  $L$  von 50 Hz bis 5000 Hz über 3 Minuten erfasst und mit der im Raum pro Terz gemessenen Nachhallzeit standardisiert auf 0.5 s:  $L_{nT} = L - 10 \lg(T/0.5)$ . Daraus wird der A-bewertete Summenpegel  $L_{nT/A}$  berechnet.

$K_2$  Pegelkorrektur zur Berücksichtigung der Tonhaltigkeit des Geräusches (0, 2, 4 oder 6)

$K_3$  Pegelkorrektur zur Berücksichtigung der Impulshaltigkeit des Geräusches (0, 2, 4, oder 6)

### Bedeutung

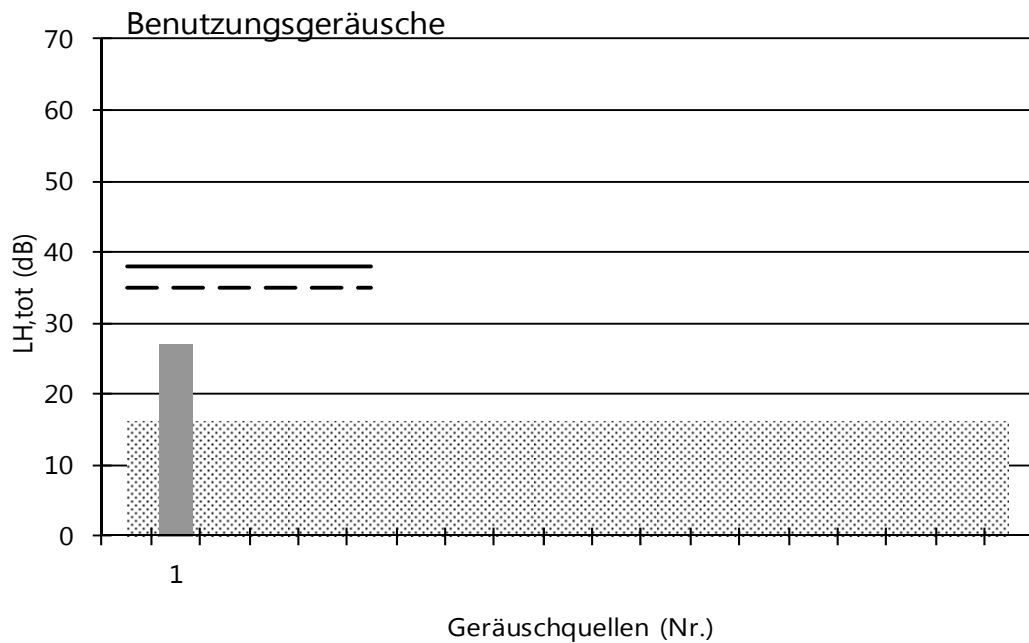
Der Gesamtwert  $L_{H,tot}$  [dB(A)] ist ein Qualitätsmass für die Behinderung von Körperschall- (akustische Entkoppelung vom übrigen Baukörper) und Luftschallübertragungen haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude.

Der Schutz gegen Geräusche haustechnischer Anlagen ist umso besser je **kleiner** der Gesamtwert  **$L_{H,tot}$  [dB(A)]** zur Beurteilung haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude ist.

## 8 Ergebnisse der Geräusche von haustechnischen Anlagen

HT 1

**Datum** : 19.03.2013  
**Senderraum** : auf Decke Prüfraum 3  
**Empfangsraum** : Prüfraum 3



— Mindestanforderungen  
 - - erhöhte Anforderungen

Geräuschquellen Empa-Pendelfallhammer (Pfh) wo nicht manuell (man)	Nr.	<b>L<sub>H,tot</sub></b> <b>dB(A)</b>	L <sub>H</sub> mindest dB(A)	L <sub>H</sub> erhöht dB(A)	K1 dB	K4 dB
--	-----	--	------------------------------------	-----------------------------------	----------	----------

### Benutzungsgeräusche

Whirlbox Bitumen Schwerfolie	1	<b>27</b>	38	35	-4	-12
------------------------------	---	-----------	----	----	----	-----

Grundgeräusch



16

### 9 Ergebnisse der Geräusche von haustechnischen Anlagen

**Senderraum:** auf Decke Raum 3      **Empfangsraum:** Raum 3      **Messdatum :** 19.03.2013

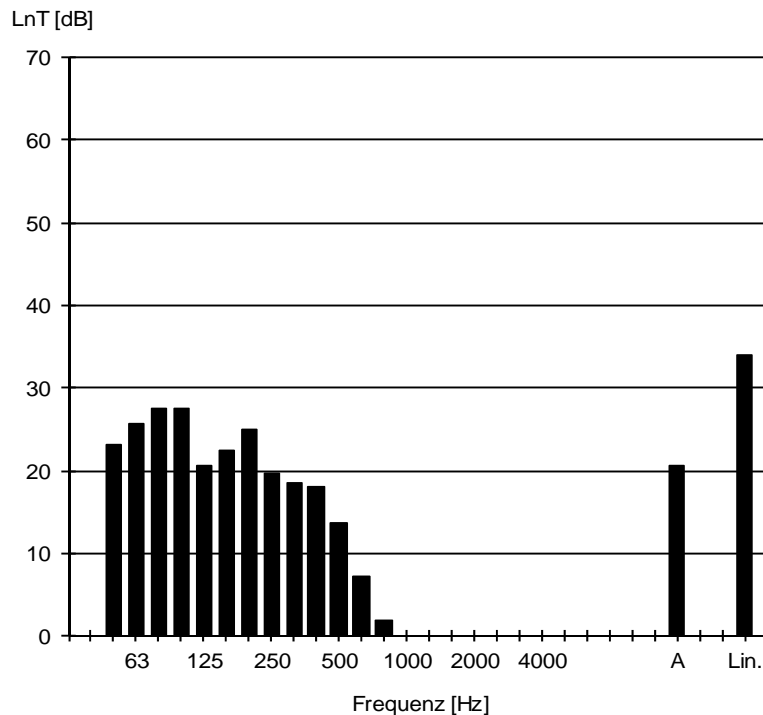
**Quelle :** Whirlbox Bitumen Schwerfolie, Luft-Sprudeln höchste Stufe

$C_v$             0  
 $K_2$              0  
 $K_3$              0

■ Messung nach SIA 181

$L_{H,tot}$	=	21 dB(A)
-------------	---	----------

#### Geräusche haustechnischer Anlage / genauere Methode



Frequenz [Hz]	$L_{nT}$ [dB]	
	Oktav	Terz
50		23
63	31	26
80		28
100		27
125	29	21
160		22
200		25
250	27	20
315		18
400		18
500	20	14
630		7
800		2
1000	2	
1250		
1600		
2000		
2500		
3150		
4000		
<b>A</b>		<b>20.5</b>
<b>Lin.</b>		<b>34.1</b>



### 10 Ergebnisse der Geräusche von haustechnischen Anlagen

**Senderraum:** auf Decke Raum 3      **Empfangsraum:** Raum 3      **Messdatum :** 19.03.2013

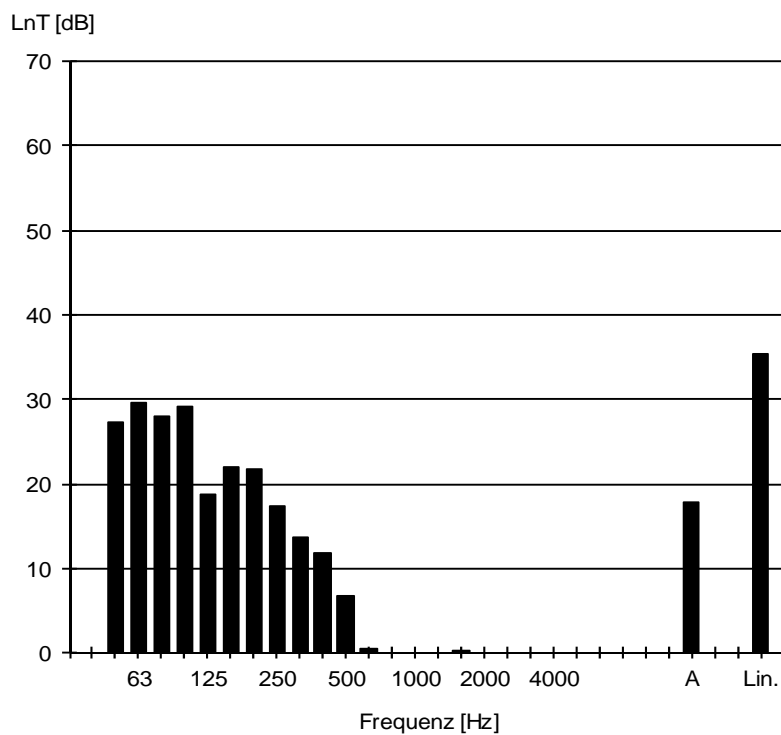
**Quelle :** Whirlbox Bitumen Schwerfolie, Wasser-Sprudeln höchste Stufe

$C_v$             0  
 $K_2$             0  
 $K_3$             0

■ Messung nach SIA 181

$L_{H,tot}$	=	<b>18 dB(A)</b>
-------------	---	-----------------

#### Geräusche haustechnischer Anlage / genauere Methode



Frequenz [Hz]	$L_{nT}$ [dB]	
	Oktav	Terz
50		27
63	33	30
80		28
100		29
125	30	19
160		22
200		22
250	24	17
315		14
400		12
500	13	7
630		0
800		
1000		
1250		
1600		
2000	0	0
2500		
3150		
4000		
<b>A</b>		<b>17.8</b>
<b>Lin.</b>		<b>35.3</b>

### 11 Ergebnisse der Geräusche von haustechnischen Anlagen

**Senderraum:** auf Decke Raum 3      **Empfangsraum:** Raum 3      **Messdatum :** 19.03.2013

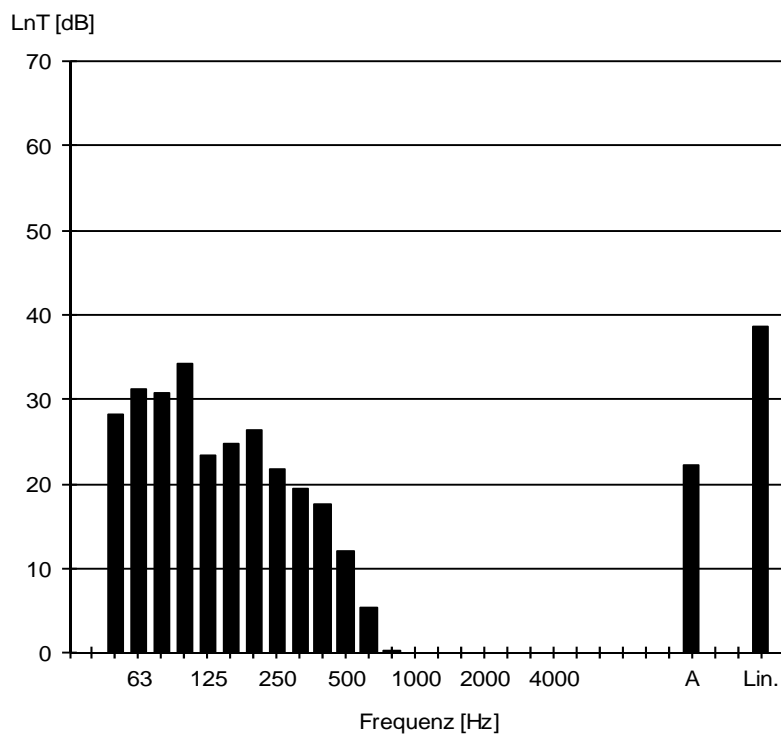
**Quelle :**      **Whirlbox Bitumen Schwerfolie,**  
**Luft- und Wasser-Sprudeln höchste Stufe**

**C<sub>v</sub>**      0  
**K<sub>2</sub>**      0  
**K<sub>3</sub>**      0

■ Messung nach SIA 181

<b>L<sub>H,tot</sub></b>	<b>=</b>	<b>22 dB(A)</b>
--------------------------	----------	-----------------

#### Geräusche haustechnischer Anlage / genauere Methode



Frequenz [Hz]	L <sub>nT</sub> [dB]	
	Oktav	Terz
50		28
63	35	31
80		31
100		34
125	35	23
160		25
200		26
250	28	22
315		19
400		18
500	19	12
630		5
800		0
1000	0	
1250		
1600		
2000		
2500		
3150		
4000		
<b>A</b>		<b>22.2</b>
<b>Lin.</b>		<b>38.5</b>

## 12 Messausrüstung für bauakustische Untersuchungen



Gerätebezeichnung	Typ	Int.-Nr.	Serie-Nr.	Bemerkungen	eingesetzte Geräte
Terzbandanalysator Norsonic	840	1	16017		<input checked="" type="checkbox"/>
Kalibrator B & K	4231	13	2'314'025		<input checked="" type="checkbox"/>
Drehgalgen B&K	3923	5	847673		<input checked="" type="checkbox"/>
Empa-Pendelfallhammer		1	1/07		<input checked="" type="checkbox"/>