

DIGITEL ELEKTRONIK AG  
alte Gasse 18  
CH-8604 Hegnau

**Prüfbericht**  
**Nr. 429'755**  
**int. 541.2180**

*Wir forschen und prüfen für Sie*

**Prüfauftrag:**                    **Messung der Schalleistung**  
   **EN ISO 9614-2:1996**

**Prüfobjekt:**                    **Schwebstaubprobensammler**  
   **Typ HVS, Modell DHA 80**

Ihr Auftrag vom:                    2003-04-16  
Ausführung der Prüfung:        2003-04-22  
Anzahl Seiten:                    11 inkl. Beilagen

### **Inhalt**

1. Zusammenfassung
  2. Internationale Normen und Standardarbeitsanweisung der EMPA
  3. Beschreibung des Prüflings
  4. Akustische Umgebung bei der Messung
  5. Eingesetzte Messgeräte
  6. Messung
  7. Messresultate
  8. Messgenauigkeit
- Beilagen

---

Dübendorf, 18. August 2003  
Der Prüfleiter:

Abteilung Akustik  
Der Abteilungsleiter:



STS 068

M. Studer

K. Eggenschwiler

## 1. Zusammenfassung

Im Auftrag der Firma Digital Elektronik AG wurde der Schallleistungspegel eines Schwebestaubprobensammlers, Typ HVS, Modell DHA80, Serie Nr. 838 gemäss der Norm EN ISO 9614-2:1996 gemessen. Der gemessene A-bewertete Schallleistungspegel  $L_{W,A}$  beträgt:

$L_{W,A}$ Normalbetrieb	=	68 dB
$L_{W,A}$ Volllast	=	77 dB

Es wurde die Genauigkeitsklasse 2 (Engineering) mit einer geschätzten Standardabweichung von 1.5 dB erreicht<sup>1</sup>.

## 2. Internationale Normen und EMPA-Standardarbeitsanweisung

**Internationale Normen:** Die Prüfung basiert auf folgenden internationalen Normen:

EN ISO 9614-2:1996.

Akustik - Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen durch Schallintensitätsmessung. Teil 2: Messung mit kontinuierlicher Abtastung.

**EMPA Standard Arbeitsverfahren:**

Die Prüfung wurde gemäss folgender Standardarbeitsanweisung der EMPA durchgeführt:

SOP-Nr. 2694, Abt.-int. Nr. 177-9

Bestimmung des Schallleistungspegels von Geräuschquellen: Intensitätsmethode

## 3. Beschreibung des geprüften Elements

**Art des Prüflings:** Schwebestaubprobensammler  
Digital Elektronik AG, alte Gasse 18, CH-8604 Hegnau  
Typ HVS, Modell DHA 80  
Serie Nr. 838

**Betriebsbedingungen:** Normalbetrieb: Turbinenleistung 50%  
Volllast: Turbinenleistung 95-97%

**Aufstellung:** Schallhaus 2, Raum 332  
(siehe Beilage 2, Messanordnung).

<sup>1</sup>Die Norm EN ISO 9614-2:1996 ermöglicht die Messung der Schallleistung für die Genauigkeitsklassen 2 (Engineering) und 3 (Survey).

## 4. Akustische Umgebung bei der Messung

<b>Lufttemperatur:</b>	20° C während der Kalibration, 20° C während der Messung.
<b>Luftdruck:</b>	963 hPa
<b>Windgeschwindigkeit:</b>	Kleiner als 1m/s

## 5. Eingesetzte Messgeräte

<b>Messgeräte:</b>	Siehe Beilage 1.
<b>Kalibrierverfahren:</b>	Schalldruckpegel und Schallintensitätspegel wurden mit dem Schallintensitätskalibrator Brüel & Kjaer Typ 3541 gemäss Anleitung und Kalibrationszeugnis kalibriert.
<b>Restintensität <math>\delta_{pI_0}</math>:</b>	Die Restintensität wurde mit dem Schallintensitätskalibrator Brüel & Kjaer Typ 3541 gemessen. Sie ist in Beilage 3 und 4 eingetragen (Lk).
<b>Letzte Kalibration der Messeinrichtung:</b>	Siehe Beilage 1, unten.

## 6. Messung

<b>Datum:</b>	2003-04-22
<b>Vorgehen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Festlegen einer Messoberfläche mit den Segmenten.</li><li>- Messung der Schalldruck- und Schallintensitätspegel auf den einzelnen Segmenten durch kontinuierliche Abtastung (Scanning). Die Ebenen der Segmente wurden durch einen Rotationslaser markiert. Der gegenseitige Abstand der Sondenmikrofone betrug 12 mm.</li><li>- Messung des Schalldruckspektrums im Bereich 20 Hz bis 10 kHz an einem repräsentativen Punkt eines Segmentes.</li><li>- Berechnung der Feldindikatoren, A-Bewertung, Berechnung des A-bewerteten Schallleistungspegels mit Excel-Tabellenkalkulations-Programm.</li></ul>
<b>Messoberfläche:</b>	Total 9 Segmente mit einem totalen Flächeninhalt von $S = 7.65 \text{ m}^2$
	Segmente:
	I, II, V, VI $S = 0.69 \text{ m}^2$
	III, IV, VII, VIII $S = 1.06 \text{ m}^2$
	IX $S = 0.65 \text{ m}^2$
	Skizze: siehe Beilage 2, Messanordnung.

	Die kontinuierliche Abtastung wurde gemäss Abschnitt 7.1 der Norm EN ISO 9614-2:1996 durchgeführt (manuelle Führung der Schallintensitäts-sonde, zwei unterschiedliche Abtastpfade).
<b>Mittelungszeit:</b>	Die Mittelungszeiten bei den Abtastvorgängen betragen jeweils 21 bis 36 Sekunden.
<b>Frequenzbereich:</b>	Eine Kontrollmessung über den Frequenzbereich 20 Hz - 20 kHz an einem repräsentativen Messpunkt ergab, dass der durch die Norm EN ISO 9614-2:1996 vorgeschriebene Frequenzbereich von 50 Hz - 6.3 kHz für die Ermittlung des A-bewerteten Schalleistungspegels genügte.
<b>Schritte die notwendig waren um die Messgenauigkeit zu verbessern:</b>	Es wurden keine zusätzlichen Schritte unternommen.

## 7. Messresultate

### Feldindikatoren $F_{pI}$ und $F_{+/-}$ gemäss

**EN ISO 9614-2:1996:** Siehe Beilage 3 und 4.

### Erfüllung der Kriterien gemäss

**EN ISO 9614-2:1996:** Detaillierte Aufstellung: Siehe Beilage 3 und 4.

### Terzband-Schalleistungspegel:

Siehe Beilage 3 und 4, zweite Spalte ( $L_W$ ). Die Werte der einzelnen unbewerteten Terzbandpegel liegen nur dann in der Genauigkeitsklasse 2 (Engineering), wenn alle Kriterien erfüllt sind (siehe Spalte "Alle erfüllt?"). Die Terzband-Schalleistungspegel sind in Beilage 5 und 6 grafisch dargestellt.

### Berechnung des A-bewerteten Schalleistungspegels:

Der A-bewertete Schalleistungspegel wurde gemäss EN ISO 9614-2:1996 Abschnitte 3.6 und 4.3 berechnet.

### A-bewerteter Schalleistungspegel Normalbetrieb

$$L_{W,A} = 68 \text{ dB}$$

### A-bewerteter Schalleistungspegel Vollast

$$L_{W,A} = 77 \text{ dB}$$

## 8. Messunsicherheit

**Messunsicherheit gemäss  
EN ISO 9614-2:1996:**

Terzbandmitten-Frequenz [Hz]	Standardabweichung <sup>1</sup> , s [dB]	
	Genauigkeitsklasse 2 (Engineering)	Genauigkeitsklasse 3 (Survey)
50 – 160	3	
200 – 630	2	
800 - 5'000	1.5	
6'300	2.5	
A-bewertet	1.5	4

<sup>1</sup> Der wahre Wert des Schallleistungspegels liegt mit 95% Wahrscheinlichkeit in einem Intervall von  $\pm 2s$  um den gemessenen Wert

Anmerkung:

Die angegebene Unsicherheit für den A-bewerteten Messwert trifft nicht zu, wenn die gesamte A-bewertete Schallleistung in den Terzbändern ausserhalb des Bereiches 400 Hz - 5000 Hz die Gesamtschallleistung dieses Bereiches übersteigt; dabei treten Messunsicherheiten in den einzelnen Terzbändern auf.

**Messunsicherheit der Terzbandpegel:**

Siehe Beilage 3 und 4, zweite Spalte ( $L_w$ ): Wenn alle Kriterien erfüllt sind (siehe Spalte "Alle erfüllt?"), dann ist die Genauigkeitsklasse 2 erreicht, und es gilt die in der obigen Tabelle angegebene Messunsicherheit.

**Messunsicherheit des A-bewerteten Schallleistungspegels  $L_{w,A}$ :**

Es wurde eine Analyse der Messresultate gemäss den Abschnitten 4.3 und Anhang A der Norm EN ISO 9614-2:1996 vorgenommen und diejenigen Regeln angewendet welche gelten, wenn der **A-bewertete Schallleistungspegel  $L_{w,A}$**  berechnet werden soll.

Für die Bestimmung der erreichten Genauigkeit des A-bewerteten Schallleistungspegels gelten für bestimmte Fälle andere Kriterien als für die einzelnen Terzbänder. Eine Genauigkeitsklasse kann deshalb auch dann erreicht werden, wenn nicht bei allen Terzbändern alle Kriterien erfüllt sind.

Um die Genauigkeitsklasse 2 zu erreichen, müssen nur bei den Terzbändern alle Kriterien erfüllt sein, deren Pegel  $\leq 10$  dB unter dem gesamten A-bewerteten Schallleistungspegel liegen.

Für beide Messungen (Beilage 3 und 4) sind für die Genauigkeitsklasse 2 in diesen Terzbändern alle Kriterien erfüllt.

Als Grundlage zur Ermittlung der Messunsicherheit wurde die am Anfang dieses Abschnittes aufgeführte Tabelle verwendet.

Die **geschätzte Messunsicherheit** im Sinne einer Standardabweichung beträgt damit für den **A-bewerteten Schalleistungspegel  $L_{w,A}$**

$$s = 1.5 \text{ dB}$$

Der wahre Wert des A-bewerteten Schalleistungspegel liegt mit 95% Wahrscheinlichkeit im Intervall von  $\pm 2s$  um den gemessenen Wert.

**Beilage 1****Verwendete Messgeräte**

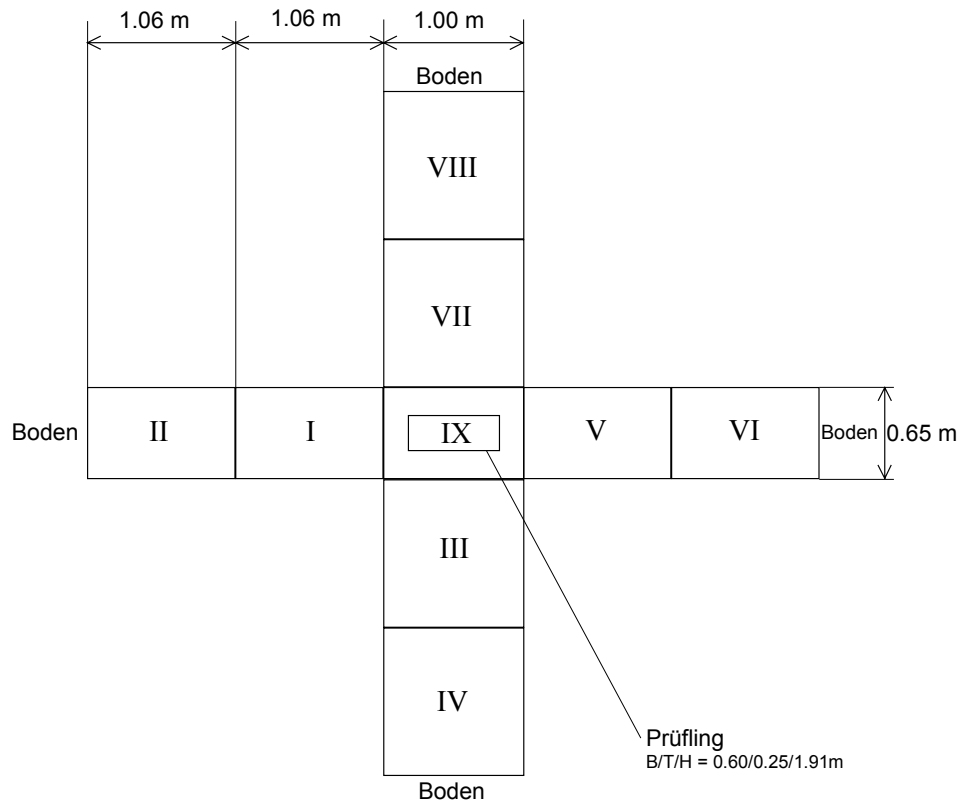
Real Time Analyzer	Norsonic 840 (Gerät Nr. 3)	Serie Nr. 18733
Auswertesoftware	Excel Arbeitsblatt	Version 3.0/KE
Intensitätssonde Mikrofonpaar Vorverstärker Zuordnung: zugehöriger Windschirm (Ellipsoid) Kabel 5 m + 25 m	G. R. A. S. Typ 40 AI Typ 26AA Kanal A - Vorverstärker 4611 - Mikrofon 17839 Kanal B - Vorverstärker 4610 - Mikrofon 11277 SN 4480	- Serie Nr. 17839 Serie Nr. 11277 Serie Nr. 4610 Serie Nr. 4611
Schallintensitätskalibrator Pistonphon Rauschquelle Kuppler-Stück Barometer	Brüel & Kjaer Typ 3541 Typ 4228 Typ ZI 0055 Typ UA 0914 Typ UZ 0004	Serie Nr. 1564.403 Serie Nr. 1570.734 - Serie Nr. 1564.403 -
Rotationslaser	Wild Typ LNA 10	Serie Nr. 674257
Thermometer/Hygrometer	Rotronic A1	Serie Nr. 876 34

**Letzte Kalibration/Überprüfung:**

Schallintensitätskalibrator Pistonphon	2001-08-07	Eidg. Amt für Messwesen, Wabern
Real Time Analyzer Norsonic RTA 840	2002-05-06	Norsonic Brechbühl AG, Grünenmatt

## Messanordnung

## Beilage 2



Abstand der Hüllfläche vom Prüfling: 0.20m



## Messresultate Genauigkeitsklasse 2 Normalbetrieb

## Beilage 3

Typ: Schwebstaubprobensammler Digital, Typ HVS , Modell DHA 80, **Normalbetrieb**  
 Serie-Nr. 838  
 Datum der Prüfung: 2003-04-22

Genauigkeitsklasse 2: Engineering											Anzahl Segmente N = 9		für Genauigkeit des L <sub>W,A</sub>
Terzband [Hz]	L <sub>w</sub>	Kriterium 1					Kriterium 2		Krit. 3	Alle erfüllt?	A-Bew.		
		Fpl	Lk	K	Ld=Lk-K	Ld>Fpl	F+/-	F+/-<=3			A-Bew	LW	
50	<b>48.6</b>	2.1	14.4	10	4.4	ok	0.4	ok	-	-	-30.2	<b>18.4</b>	W
63	<b>48.0</b>	3.0	16.2	10	6.2	ok	0.0	ok	-	-	-26.2	<b>21.8</b>	W
80	<b>52.6</b>	2.8	18.9	10	8.9	ok	0.1	ok	ok	ok	-22.5	<b>30.1</b>	W
100	<b>56.4</b>	2.5	23.9	10	13.9	ok	0.0	ok	ok	ok	-19.1	<b>37.3</b>	W
125	<b>55.4</b>	1.9	29.0	10	19.0	ok	0.0	ok	ok	ok	-16.1	<b>39.3</b>	W
160	<b>55.4</b>	1.8	22.8	10	12.8	ok	0.0	ok	ok	ok	-13.4	<b>42.0</b>	W
200	<b>53.3</b>	1.9	21.6	10	11.6	ok	0.0	ok	ok	ok	-10.9	<b>42.4</b>	W
250	<b>56.8</b>	2.5	21.1	10	11.1	ok	0.0	ok	ok	ok	-8.6	<b>48.2</b>	W
315	<b>57.5</b>	2.7	21.0	10	11.0	ok	0.0	ok	ok	ok	-6.6	<b>50.9</b>	U
400	<b>55.5</b>	2.7	21.1	10	11.1	ok	0.0	ok	ok	ok	-4.8	<b>50.7</b>	U
500	<b>58.0</b>	2.2	21.9	10	11.9	ok	0.0	ok	ok	ok	-3.2	<b>54.8</b>	U
630	<b>67.7</b>	2.1	24.0	10	14.0	ok	0.0	ok	ok	ok	-1.9	<b>65.8</b>	<<<<< ok
800	<b>56.4</b>	2.7	24.7	10	14.7	ok	0.0	ok	ok	ok	-0.8	<b>55.6</b>	U
1k	<b>57.6</b>	2.4	21.0	10	11.0	ok	0.0	ok	ok	ok	0.0	<b>57.6</b>	U
1.25k	<b>58.6</b>	2.7	21.1	10	11.1	ok	0.0	ok	ok	ok	0.6	<b>59.2</b>	<<<<< ok
1.6k	<b>53.6</b>	3.1	21.6	10	11.6	ok	0.0	ok	ok	ok	1.0	<b>54.6</b>	U
2k	<b>49.2</b>	2.7	21.9	10	11.9	ok	0.0	ok	ok	ok	1.2	<b>50.4</b>	W
2.5k	<b>45.2</b>	2.4	21.8	10	11.8	ok	0.0	ok	ok	ok	1.3	<b>46.5</b>	W
3.15k	<b>42.6</b>	2.1	22.3	10	12.3	ok	0.0	ok	ok	ok	1.2	<b>43.8</b>	W
4k	<b>38.9</b>	2.5	21.2	10	11.2	ok	0.0	ok	ok	ok	1.0	<b>39.9</b>	W
5k	<b>36.5</b>	3.1	19.9	10	9.9	ok	0.0	ok	ok	ok	0.5	<b>37.0</b>	W
6.3k	<b>35.2</b>	3.1	18.6	10	8.6	ok	0.0	ok	ok	ok	-0.1	<b>35.1</b>	W
Version 3.0											<b>L<sub>w,A</sub> = 68.0</b>		

### Legende

- <<<< o. k      Terzbänder mit dieser Bezeichnung sind für die Genauigkeit des A-bewerteten Gesamtschallleistungspegels L<sub>W,A</sub> bedeutend. "o.k." steht dafür, dass in diesem Terzband alle Kriterien erfüllt sind.  
 Die Genauigkeitsklasse wurde erreicht, wenn neben allen Terzbändern mit dem Zeichen <<<< auch ein "o.k." steht.
- <<<< nicht erfüllt!      Terzbänder mit dieser Bezeichnung sind für die Genauigkeit des A-bewerteten Gesamtschallleistungspegels L<sub>W,A</sub> bedeutend. "nicht erfüllt" bedeutet dass in diesem Terzband nicht alle Kriterien erfüllt sind. Die Genauigkeitsklasse wurde deswegen nicht erreicht.
- u      Terzbänder mit dieser Bezeichnung sind für die Genauigkeit des A-bewerteten Gesamtschallleistungspegels L<sub>W,A</sub> unbedeutend. Die entsprechenden Terzbandpegel werden aber bei der Berechnung des L<sub>W,A</sub> berücksichtigt.
- w      Terzbänder mit dieser Bezeichnung müssen bei der Berechnung des A-bewerteten Gesamtschallleistungspegels L<sub>W,A</sub> nicht berücksichtigt werden.

## Messresultate Genauigkeitsklasse 2 Volllast

## Beilage 4

Typ: Schwebestaubprobensammler Digital, Typ HVS , Modell DHA 80, **Volllast**  
 Serie-Nr. 838  
 Datum der Prüfung: 2003-04-22

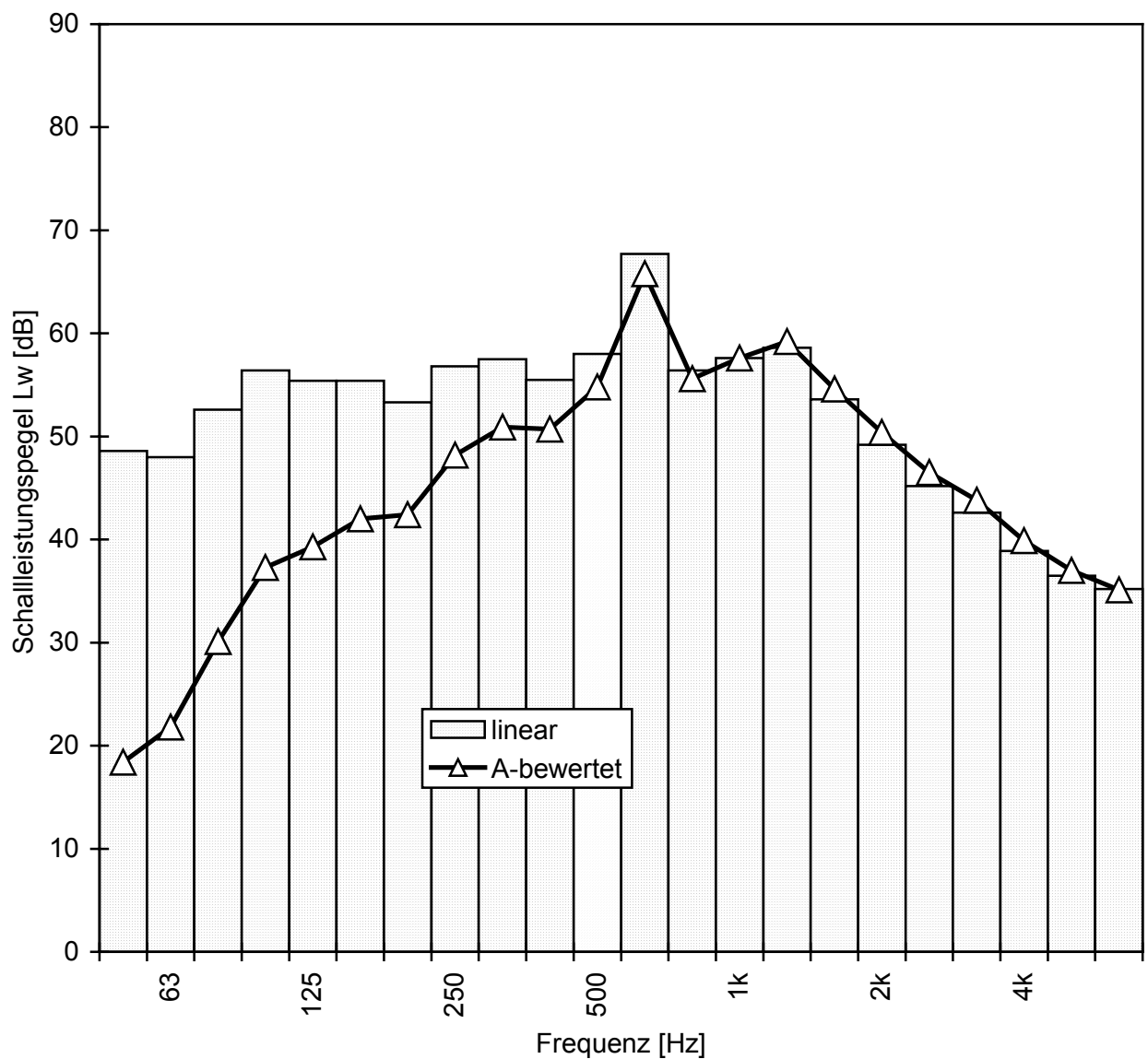
Genauigkeitsklasse 2: Engineering											Anzahl Segmente N = 9		für Genauigkeit des L <sub>W,A</sub>
Terzband [Hz]	L <sub>w</sub>	Kriterium 1					Kriterium 2		Krit. 3	Alle erfüllt?	A-Bew.		
		Fpl	Lk	K	Ld=Lk-K	Ld>Fpl	F+/-	F+/-<=3			A-Bew	LW	
50	<b>54.7</b>	4.9	14.4	10	4.4	-	0.0	ok	ok	-	-30.2	<b>24.5</b>	W
63	<b>64.5</b>	3.0	16.2	10	6.2	ok	0.0	ok	ok	ok	-26.2	<b>38.3</b>	W
80	<b>64.7</b>	2.2	18.9	10	8.9	ok	0.0	ok	ok	ok	-22.5	<b>42.2</b>	W
100	<b>62.4</b>	2.3	23.9	10	13.9	ok	0.1	ok	ok	ok	-19.1	<b>43.3</b>	W
125	<b>67.8</b>	1.7	29.0	10	19.0	ok	0.0	ok	ok	ok	-16.1	<b>51.7</b>	W
160	<b>61.3</b>	1.6	22.8	10	12.8	ok	0.0	ok	ok	ok	-13.4	<b>47.9</b>	W
200	<b>60.8</b>	1.6	21.6	10	11.6	ok	0.0	ok	ok	ok	-10.9	<b>49.9</b>	W
250	<b>66.0</b>	2.4	21.1	10	11.1	ok	0.0	ok	ok	ok	-8.6	<b>57.4</b>	U
315	<b>68.9</b>	2.9	21.0	10	11.0	ok	0.0	ok	ok	ok	-6.6	<b>62.3</b>	U
400	<b>67.5</b>	2.8	21.1	10	11.1	ok	0.0	ok	ok	ok	-4.8	<b>62.7</b>	U
500	<b>70.0</b>	2.3	21.9	10	11.9	ok	0.0	ok	ok	ok	-3.2	<b>66.8</b>	U
630	<b>72.8</b>	2.1	24.0	10	14.0	ok	0.0	ok	ok	ok	-1.9	<b>70.9</b>	<<<<< ok
800	<b>67.3</b>	2.5	24.7	10	14.7	ok	0.0	ok	ok	ok	-0.8	<b>66.5</b>	U
1k	<b>67.6</b>	2.4	21.0	10	11.0	ok	0.0	ok	ok	ok	0.0	<b>67.6</b>	<<<<< ok
1.25k	<b>69.8</b>	2.6	21.1	10	11.1	ok	0.0	ok	ok	ok	0.6	<b>70.4</b>	<<<<< ok
1.6k	<b>63.4</b>	3.1	21.6	10	11.6	ok	0.0	ok	ok	ok	1.0	<b>64.4</b>	U
2k	<b>60.0</b>	2.5	21.9	10	11.9	ok	0.0	ok	ok	ok	1.2	<b>61.2</b>	U
2.5k	<b>58.4</b>	2.3	21.8	10	11.8	ok	0.0	ok	ok	ok	1.3	<b>59.7</b>	U
3.15k	<b>57.0</b>	2.1	22.3	10	12.3	ok	0.0	ok	ok	ok	1.2	<b>58.2</b>	U
4k	<b>55.0</b>	2.3	21.2	10	11.2	ok	0.0	ok	ok	ok	1.0	<b>56.0</b>	W
5k	<b>51.9</b>	3.1	19.9	10	9.9	ok	0.0	ok	ok	ok	0.5	<b>52.4</b>	W
6.3k	<b>50.2</b>	3.4	18.6	10	8.6	ok	0.0	ok	ok	ok	-0.1	<b>50.1</b>	W
Version 3.0											<b>L<sub>w,A</sub> = 76.8</b>		

### Legende

- <<<< o. k      Terzbänder mit dieser Bezeichnung sind für die Genauigkeit des A-bewerteten Gesamtschallleistungspegels L<sub>W,A</sub> bedeutend. "o.k." steht dafür, dass in diesem Terzband alle Kriterien erfüllt sind.  
 Die Genauigkeitsklasse wurde erreicht, wenn neben allen Terzbändern mit dem Zeichen <<<< auch ein "o.k." steht.
- <<<< nicht erfüllt!      Terzbänder mit dieser Bezeichnung sind für die Genauigkeit des A-bewerteten Gesamtschallleistungspegels L<sub>W,A</sub> bedeutend. "nicht erfüllt" bedeutet dass in diesem Terzband nicht alle Kriterien erfüllt sind. Die Genauigkeitsklasse wurde deswegen nicht erreicht.
- u      Terzbänder mit dieser Bezeichnung sind für die Genauigkeit des A-bewerteten Gesamtschallleistungspegels L<sub>W,A</sub> unbedeutend. Die entsprechenden Terzbandpegel werden aber bei der Berechnung des L<sub>W,A</sub> berücksichtigt.
- w      Terzbänder mit dieser Bezeichnung müssen bei der Berechnung des A-bewerteten Gesamtschallleistungspegels L<sub>W,A</sub> nicht berücksichtigt werden.

## Spektrum des Schalleistungspegels Normallast

## Beilage 5



## Spektrum des Schalleistungspegels Vollast

## Beilage 6

