

EUROVENT 8/1-1981

**ACOUSTIC MEASUREMENTS ON
MACHINES AND EQUIPMENT
IN THE FREE FIELD OR LARGE ROOMS
ON A HARD REFLECTING PLANE**

EUROVENT 8/1-1981

Published by EUROVENT/CECOMAF

15 rue Montorgueil

F-75001 PARIS

Tel 33 1 40 26 00 85

Fax 33 1 40 13 75 44

TABLE OF CONTENTS

I	PURPOSE	3
2.	FIELD OF APPLICATIONS	3
3.	STANDARDS	3 - 4
4.	DEFINITIONS	5
	4.1 Sound pressure level	5
	4.2 Sound power level	5
	4.3 Noise spectrum	5
	4.4 Measurement surface	5
	4.5 Background noise	6
5.	INSTRUMENTATION	6
6.	MEASURING CONDITIONS	6
7.	TEST PERFORMANCE	7
	7.1 Détermination of measurement surface	7
	7.2 Microphone positions	7 - 8
	7.3 Number of measuring pos.	9
	7.4 Sound pressure measurement	9
	7.5 Sound pressure spectrum	9
	7.6 Corrections of measured values	10
8.	EVALUATION OF TEST RESULTS	11
	8.1 Calculation of surface sound pressure level	11
	8.2 Calculation of sound power level	11
	8.3 Measurement uncertainty	12
9.	TEST REPORT	13
	9.1 Description of equipment	13
	9.2 Acoustic conditions	13
	9.3 Instrumentation	13
	9.4 Acoustical data	13
<i>Annex :</i>	Test example - Air cooler, cooling tower	14 à 20

1. PURPOSE

This specification, issued by EUROVENT, has the intention to assist the buyers of air handling equipment such as cooling towers, air cooled liquid coolers, air cooled condensers, warm air generators, etc. in a clearly and easily to determine and evaluate the noise radiated by the equipment.

2. FIELD OF APPLICATION

This specification is applicable for all machines and equipment which - due to their size - cannot be conveniently measured in anechoic or reverberant test rooms. The measurements are performed at site outdoors or in large rooms over a hard reflecting plane, whereby the room noise is to be taken into account and considered according to ISO 3744, Appendix A.

The level and composition of the noise spectrum is not limited for the measuring procedure.

The sound pressure level is measured in dBA and the frequency spectrum preferably in octave bands.

The sound pressure levels recorded on a pre-determined measurement surface are converted to the A-weighted sound power level.

The sound power levels for the respective equipment determined according to these prescribed methods can be used for comparing equipment of the same or similar output.

These sound power levels may also be used to determine the sound pressure levels at a certain distance from the equipment.

3. STANDARDS

The following table contains the valid International Standards for determining the sound power levels, where ISO 3744 is especially relevant for this specification.

TABLE I

International Standards specifying various methods for determining the sound power levels of machines and equipment

1 Internat. Standard.	2 Classification of method	3 Test environment	4 Volume of source	5 Character of noise	6 Sound power levels obtainable	7 Optional information available
3741	Precision	Reverberation room meeting specified requirements	Preferably less than 1 % of test room volume	Steady, broad-band	In one third octave or octave bands	A-weighted sound power level
3742				Steady, discrete frequency or narrow-band		
3743	Engineering	Special reverberant test room		Steady, broadband narrowband discrete frequency	A-weighted and in octave bands	Other weighted sound power levels
3744	Engineering	Outdoors or in large room	Largest dimension less than 15,0 m	Any	A-weighted and in one third octave or octave bands	Directivity information and sound pressure levels as a function of time other weighted sound power levels
3745	Precision	Anechoic or semi-anechoic room	Preferably less than 0.5 % of test room volume	Any		
3746	Survey	No special test environment	No restrictions limited only by available test environment	Steady, broad-band, narrow-band discrete frequency	A-weighted	Sound pressure levels as a function of time other weighted sound power levels

4. DEFINITIONS

4.1 Sound pressure level

$$L_P = 20 \lg \frac{P}{P_0} \text{ in dB}$$

Reference sound pressure level : $P_0 = 20 \mu Pa$

4.2 Sound power level

$$L_W = 10 \lg \frac{W}{W_0} \text{ in dB}$$

Reference sound power level : $W_0 = 1 \text{ pW } (10^{-12} \text{ W})$

4.3 Noise spectrum

The frequency range of interest in this document includes the octave bands with centre frequencies between 63 Hz and 8000 Hz.

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
----	-----	-----	-----	------	------	------	------	----

Measurements in the one-third octave bands should only be performed in special cases.

4.4 Measurement surface

The surface S should be determined of simple geometrical shape at a distance of approximately 1 m from the outside of the equipment to be measured. The sound measuring positions should be equally distributed over this surfaces.

The surface should be arranged in such a way that all measuring positions have approximately the same sound pressure level (*difference less than 5 dB*).

When determining the measurement surfaces, any influences of reflecting walls have to be avoided. For compact equipment, a hemispherical surface $S = 2 \pi R^2$ can be applied.

For simpler measuring, the sectioning into plane surfaces is recommended (*see Annex*).

4.5 Background noise

Prior to starting a measurement, the background noise shall be determined without the equipment in operation. This background noise is to include any ancillary equipment necessary for the main equipment's operation.

The measurement shall only be carried out when the background sound pressure level is lower by at least 6 dB in each corresponding octave band.

Corrections for background shall be carried out according to ISO 3744/7.3.4.

5. INSTRUMENTATION

A precision sound level meter with octave filters and free field incidence microphone according to CEI publications 179 and 225 is to be used, and calibrated prior to each measurement.

Outdoors the microphone is to be provided with a windshield, in order to minimize any wind noise interference.

Additional information can be found in ISO 3744, section 5, and Appendix C. Table 3 of para. 5.3 is to be observed with regards to instrument tolerances.

6. MEASURING CONDITIONS

During the measurements, the equipment has to be operated continuously at design output. Control measurements such as discharged air rate, power consumption, etc. are required.

Any deviation should be recorded in the test report.

Noise not directly resulting from the equipment being tested is to be eliminated for the measuring period, or to be considered separately as background noise (*section 4.5*).

When performing measurements in the free field, any wind noises are to be noted. The wind velocity during the measurements is to be recorded in the test report and should not exceed 5 m/s.

7. TEST PERFORMANCE

7.1 Détermination of measurement surface

In general, with larger equipment which cannot be measured in test rooms, the microphone positions are arranged on the surface of a parallelepiped (7.2.1).

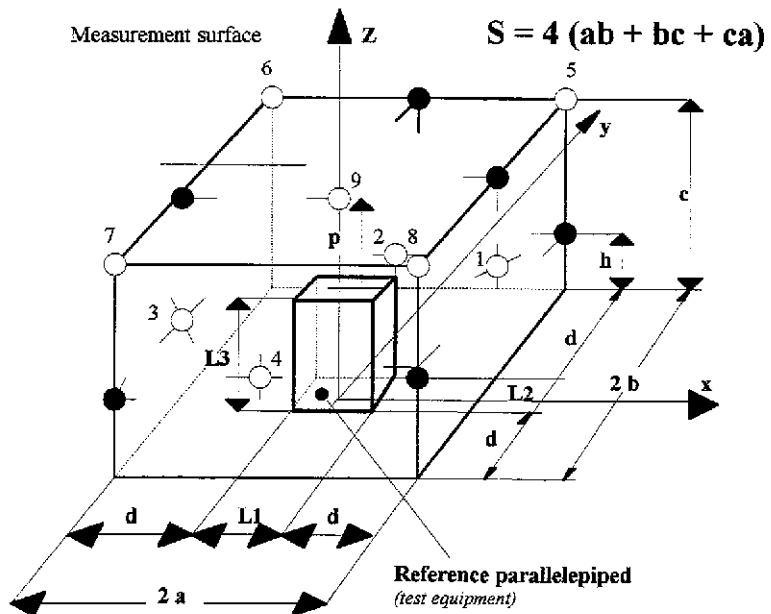
The measuring distance d to the equipment shall preferably be 1 m.

Distances of 2, 4 or 8 m are acceptable.

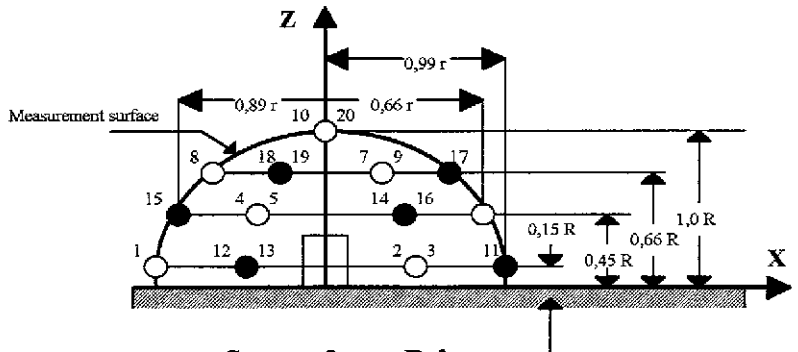
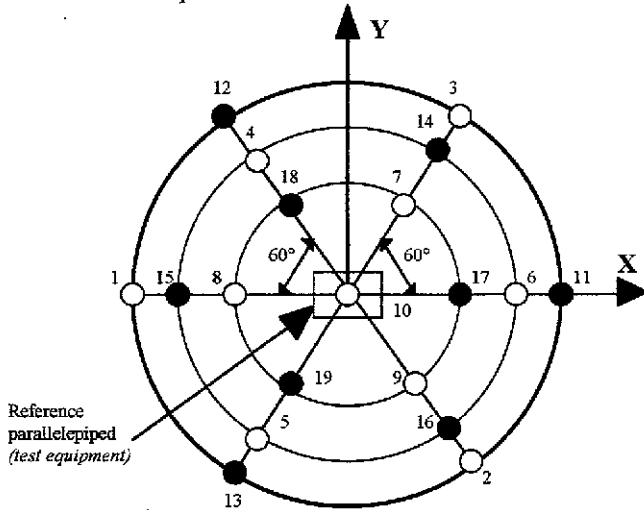
When using a hemisphere as measuring surface (7.2.2), the radius R shall be at least two times the greatest linear dimension of the equipment to be tested.

7.2 Microphone positions

7.2.1 On a parallelepiped



7.2.2 On an hemisphere



$$S = 2 \pi R^2$$

Co-ordinates of key measurement points

N°	$\frac{X}{R}$	$\frac{Y}{R}$	$\frac{Z}{R}$
1	-0,99	0	0,15
2	0,50	-0,86	0,15
3	0,50	0,86	0,15
4	-0,45	0,77	0,45
5	-0,45	-0,77	0,45
6	0,89	0	0,45
7	0,33	0,57	0,75
8	-0,66	0	0,75
9	0,33	-0,57	0,75
10	0	0	1,0

○ Key measurement positions

● Additional measurement positions

7.3 Number of measuring positions

For equipment with a lateral length of 2 m or less, the number of measuring positions indicated in fig. 7.2 is sufficient. In case of larger dimensions dimensions or greater variations between the measuring positions, additional positions as shown are to be provided.

With very large units, further measuring positions have to be equally distributed on the measuring surfaces. As a guide, a distance of at least 2 m between the measuring positions usually applies. This distance can be increased considerably if there are only slight differences (approx. 1 - 2 dB) between the sound pressure levels on the measurement surface provided.

7.4 Sound pressure measurement - dBA

Each measurement position shall produce the time average of the A-weighted sound pressure level - dBA. Using the "slow" position of the precision sound level meter, the measurements shall be performed for at least 10 seconds.

In case of level fluctuations of less than or equal to ± 3 dB, the average value can be determined by eye.

In case of major deviations, sound level meters with impulsive response are to be used (*see ISO 3744, Annex C*).

The measurements include the sound pressure levels with the equipment under operating conditions at all provided measuring positions, as well as the background noise with the equipment not in operation. If this background level remains constant, two or three control measurements of this background level are sufficient.

7.5 Sound pressure spectrum

Each octave band of noise is to be measured unweighted according to 4.3. For the octave bands of 63 and 125 Hz the time of measurement shall be at least 30 seconds at each measuring position. For ranges employing the 250 Hz octave band and higher octave bands, a measurement time of 10 seconds is sufficient.

Additionally to the sound pressure spectrum for the equipment under operating conditions, the background spectrum level shall be recorded without the test equipment in operation.

N.B *Ancillary equipment necessary for the operation of the main test equipment must be left operating during this background noise evaluation.*

7.6 Correction of measured values

Prior to evaluation of surface sound pressure levels and calculation of the A-weighted sound power levels, the measured values are to be corrected for background against the correction data according to ISO 3744 - tabulated below.

7.6.1 Background noise : see ISO 3744/7.3.4

Level difference Total level Background level	6	7	8	9	10	dB
Correction : subtracted from total level	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	

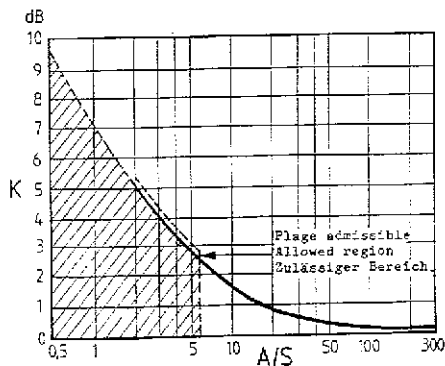
7.6.2 Environmental influence K :

When measurements have been made in a large room, more exact values can reliably be determined by means of calibration with a reference sound source. In order to minimize the effect from reflecting surfaces, the ratio of the room's absorptive surface A to the measurement surface S shall be greater than 6.

The room's absorptive surface may be determined from a reverberation time or reference sound source measurement.

The correction factor K to compensate for the room acoustics, may be obtained from the following graph when A/S is greater than 6.

See also ISO 3744/Annex A.



Correction factor K for environmental influence

8. EVALUATION OF TEST RESULTS

8.1 Calculation of surface sound pressure level \overline{L}_p

After correction for background noise of the time averaged sound pressure levels, all individual values determined on the measurement surface are averaged to the surface sound pressure level \overline{L}_p according to the following equations :

$$\overline{L}_p = 10 \lg \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N 10^{0.1 L_{pi}} \right] - K$$

\overline{L}_p = Surface sound pressure level - average

L_{pi} = A-weighted surface sound pressure level of the *i*th measurement

N = number of measurements

K = correction factor for environmental influence

The above calculation method can be omitted and a simple arithmetic average can be made if the single value L_{pi} do not differ by more than 5 dB (see also 4.4).

8.2 Calculation of sound power level L_W

L_W = A-weighted sound power level

\overline{L}_p = A-weighted surface sound pressure level

S = Area of measurement surface in m^2

S_0 = Reference surface $1 m^2$

C = Correction factor for atmospheric influences.
This factor has to be observed if the conditions are significantly different from $t = 20^\circ C$ and $p = 1000 \text{ mbars}$ (see ISO 3745/8.1).

8.3 Measurement uncertainty

For a sound source with an essentially flat spectrum between 63 and 8000 Hz, a standard deviation uncertainty of approximately 2 dBA can be assumed for the evaluated and calculated dBA sound power level - L_W .

For taking into account the different influences on the accuracy of the test results in the various octave band frequency ranges, ISO 3744 gives the following values :

Octave band centre frequencies	Standard deviation of mean value
Hz	dB
63	5,0
125	3,0
250 - 500	2,0
1000 - 4000	1,5
8000	2,5

Nota : *Measurements close to the equipment (less than 1/3 of the length, width or height) give a slightly higher sound power level than those measurements performed at larger distances.*

In critical cases, a reference measurement at larger distances is recommended.

9. TEST REPORT

The following information shall be recorded in the test report, advantageously with the aid of sketches where appropriate.

9.1 Description of equipment

Output, dimensions and type of equipment.

9.2 Acoustic conditions

Test environment, including potentially reflecting surfaces.

Weather conditions, such as air temperature, barometric pressure, relative humidity and wind speed.

9.3 Instrumentation

Manufacturer and type of all instruments.

Date and method of calibration

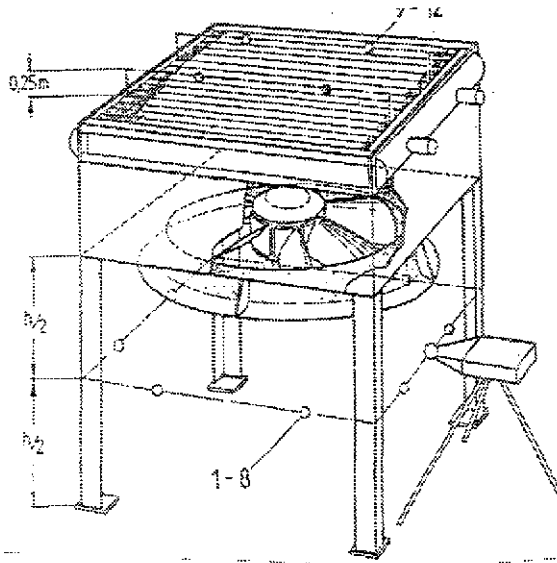
9.4 Acoustical data

- Arrangement of measuring positions (sketch) with measuring distance.
- Shape and size of measurement surface S.
- A-weighted sound pressure level for each measuring position.
- A-weighted sound pressure level of background noise.
- Noise spectrum in the octave bands.
- Correction values for background noise, microphone, etc.
- Correction factor K for environmental influence.
- Surface sound pressure level $\overline{L_p}$ in dBA
- Sound power level L_W in dBA.
- Remarks on the subjective impression of the noise, i.e. discrete tones, impulsive character, etc.

TEST EXAMPLES

A.1 Air cooler

For equipment with obvious sound emitting surfaces the arrangement of the microphone is recommended on these surfaces.

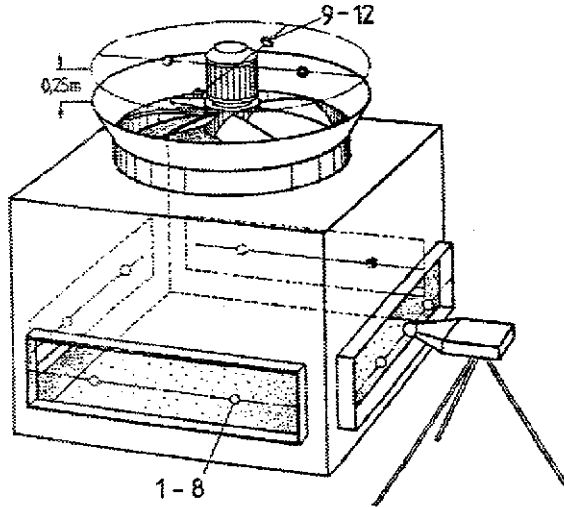


$$S_1 \text{ (MP 1 - 8)} = 13 \text{ m}^2$$

$$S_2 \text{ (MP 9 - 12)} = 6 \text{ m}^2$$

Note: The number of microphone positions on the surface S_1 and S_2 should nearly correspond to the ratio of surface areas.

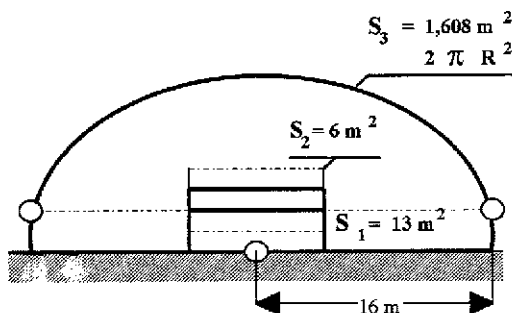
A2. Microphone positions on cooling tower surfaces



$$\begin{aligned} S_1 \text{ (MP 1 - 8)} &= 8\text{m}^2 \\ S_2 \text{ (MP 9 - 12)} &= 3\text{m}^2 \end{aligned}$$

Note: *A cross-reference measurement on a larger measurement surface (see 7.2.1) is recommended for comparison, if in the near field any interferences due to reflections or higher air speeds are suspected.*

A3. Measurement procedure



Near field measurement :

Measurement surface : S1 MP 1-8
S2 MP 9-12

Far field measurement

Measurement surface : S3 MP 13-16

Note: *The far field measurement can be considered as being correct, if by doubling the distance to the sound source the sound pressure level is reduced by 6 ± 1 dB (control measurement to be performed at half distance).*

A3.1 Near field measurement

Measurement surface	$S_1 = 13 \text{ m}^2$								$S_2 = 6 \text{ m}^2$			
Measuring points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sound pressure level L_{pi} - dBA	72	73	75	73	72	73	74	76	71	72	72	73
Background noise level L_{pi} - dBA	47				45			46				47
Correction value (acc. to 7.6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Corrected value	72	73	75	73	72	73	74	76	71	72	72	73
Surface sound pressure level $\overline{L_p}$ - dBA	73											

- As all measuring positions are differing by less than 5 dB, the arithmetic average value could be established. Otherwise, the formula according to 8.1 had to be used.

A3.1.1. Sound power level

$$\begin{aligned}
 L_w &= \overline{L_p} + 10 \lg \frac{S_1 + S_2}{S_0} + C \\
 &= 73 + 10 \lg \frac{13 + 6}{1} + C \\
 &= 73 + 12,8 + C \\
 &= \underline{85,8 \text{ dBA}} + C
 \end{aligned}$$

A3.2 Far field measurement

Measurement surface	$S_3 = 2 R_2 = 1,608 \text{ m}^2$			
Measuring points	13	14	15	16
Sound pressure level L_{pi} - dBA	54	52	55	53
Background noise level L_{pi} - dBA	46	45	47	46
Correction value acc. to 7.6	1	1	1	1
Corrected value L_{pi} - dBA	53	51	54	52
Surface sound pressure level \bar{L}_p - dBA	52,5			

A3.2.1 Sound power level

$$\begin{aligned}
 L_w &= 52,5 + 10 \lg \frac{1608}{1} \quad C \\
 &= 52,5 + 32 + \quad C \\
 &= \underline{84,5 + C}
 \end{aligned}$$

A3.3 Correction factor c (ISO 3745/8.1)

$$C = - 10 \lg \left[\left(\frac{293}{273+t_L} \right)^{0,5} \cdot \frac{p}{1000} \right]$$

Measuring conditions

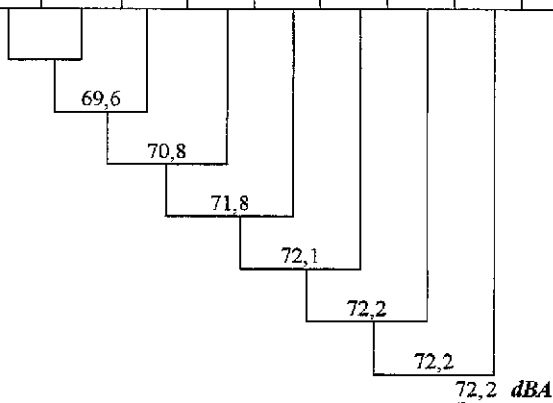
$$\begin{aligned}
 t_L &= 10^\circ\text{C} \\
 p &= 970 \text{ m bar} \\
 C &= - 10 \lg \left[\left(\frac{293}{283} \right)^{0,5} \cdot \frac{970}{1000} \right] \\
 &= - 10 \lg 0,987 \\
 &= - 10 \cdot (-0,00568) \\
 &= \underline{+ 0,0568 \text{ dB}}
 \end{aligned}$$

In this case, the influence of the atmospheric conditions is negligible.

A4. Sound pressure spectrum

Recorded at measuring

Octave band	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Unweighted sound pressure level	92	83	74	68	61	57	51	43	dB
Background sound	38	40	42	40	38	36	39	37	dB
Corrected sound pressure level	92	83	74	68	61	57	51	42	dB
Pondération A	- 26,	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	+ 1,2	+ 1,0	- 1,1	dB
A-weighted	65,8	66,9	65,4	64,8	61	58,2	52	41,9	dBA



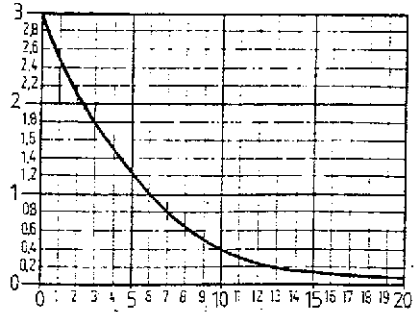
Hence the dBA sound pressure level computed from the sound pressure spectrum is 72,2 dBA at position 5.

The directly measured value was recorded as 72 dBA.

This procedure must be repeated for each measuring position if the dBA sound pressure level is being calculated from the sound pressure spectrum.

The a-weighted sound pressure levels in the octave band can be summed to the total sound level either by calculation or by means of the following cumulative curve. *(This cumulative curve has been employed in the tabulated example above).*

Level increase (dB)



Level difference (dB)



For the arithmetic determination, the following equation will apply :

$$\begin{aligned}
 L_p &= 10 \lg \sum_{i=1}^8 10^{0,1 \cdot L_{pi}} \\
 &= 10 \lg (10^{0,1 \cdot 65,8} + 10^{0,1 \cdot 66,9} + 10^{0,1 \cdot 65,4} + \dots) \\
 &= 10 \lg 17280595 \\
 &= \underline{\underline{72,3 \text{ dBA}}}
 \end{aligned}$$

Both methods are in good agreement.

A5 Evaluation of test results

All results of the near and far field comply in such a manner that in the present case the sound power level can positively be indicated as :

$$\underline{\underline{L_w = 85 \text{ dBA}}}$$

(see A3.1.1 and A3.2.1)

TABLE I International Standards specifying various methods for determining the sound power levels of machines and equipment

1 Internal Standard.	2 Classification of method	3 Test environment	4 Volume of source	5 Character of noise	6 Sound power levels obtainable	7 Optional information available
3741	Precision	Reverberation room meeting specified requirements	Preferably less than 1 % of test room volume	Steady, broad-band	In one third octave or octave bands	A-weighted sound power level
3742				Steady, discrete frequency or narrow-band		
3743	Engineering	Special reverberant test room		Steady, broadband narrowband discrete frequency	A-weighted and in octave bands	Other weighted sound power levels
3744	Engineering	Outdoors or in large room	Largest dimension less than 15,0 m	Any	A-weighted and in one third octave or octave bands	Directivity information and sound pressure levels as a function of time other weighted sound power levels
3745	Precision	Anechoic or semi-anechoic room	Preferably less than 0.5 % of test room volume	Any		
3746	Survey	No special test environment	No restrictions limited only by available test environment	Steady, broad-band, narrow-band discrete frequency	A-weighted	Sound pressure levels as a function of time other weighted sound power levels

**MESURES DE BRUIT DE MACHINES ET
D'INSTALLATIONS EN CHAMP LIBRE OU
DANS DE GRANDES SALLES SUR UN PLAN
REFLECHISSANT**

TABLE DES MATIERES

I	BUT	3
2.	DOMAINE D'APPLICATION	3
3.	NORMES	3 - 4
4.	DEFINITIONS	5
	4.1 Niveau de pression acoustique	5
	4.2 Niveau de puissance acoustique	5
	4.3 Spectre acoustique	5
	4.4 Surface de mesure	5
	4.5 Bruits de fond	6
5.	INSTRUMENTS DE MESURE	6
6.	CONDITIONS DE MESURE	6
7.	EXECUTION DE L'ESSAI	7
	7.1 Détermination de la surface de mesure	7
	7.2 Positions du microphone	7 - 8
	7.3 Nombre de points de mesure	9
	7.4 Mesure de la pression acoustique	9
	7.5 Spectre de pression acoustique	9
	7.6 Corrections des valeurs mesurées	10
8.	EVALUATION DES RESULTATS D'ESSAI	11
	8.1 Calcul du niveau de pression acoustique de la surface	11
	8.2 Calcul du niveau de puissance acoustique	11
	8.3 Incertitude de mesure	12
9.	RAPPORT D'ESSAI	13
	9.1 Description de l'appareil	13
	9.2 Conditions acoustiques	13
	9.3 Appareillage	13
	9.4 Données acoustiques	13
<i>Annexe :</i>	Exemple d'essai - refroidisseur d'air, tour de refroidissement	14 à 20

1. BUT

Le présent document, édité par EUROVENT a pour d'aider les acheteurs de matériel aéraulique (*tel que tours de refroidissement, refroidisseurs de liquide refroidis par air, générateurs d'air chaud*) sous une forme claire et aisément compréhensible, à déterminer et évaluer les bruits émis par les appareils.

2. DOMAINE D'APPLICATION

Le présent document est applicable pour toutes les machines et installations qui, vu leur taille, ne peuvent pas être essayées dans des salles d'essai anéchoïques ou réverbérantes. Les mesures sont effectuées in situ à l'extérieur ou dans de grandes au-dessus d'un plan réfléchissant.

Dans ce dernier cas, il est important de tenir compte de l'influence de la salle et de la prendre en considération conformément à la norme ISO 3744, Annexe A.

Il n'y a pas de limites concernant le niveau et la composition du spectre de bruit pour l'exécution de l'essai.

Le niveau de pression acoustique est mesuré en dBA et le spectre de séquence de préférence en bandes d'octave.

Les niveaux de pression acoustique déterminés sur une surface de mesure définis sont convertis en niveaux de puissance acoustique pondérés A.

Les niveaux de puissance acoustique pour le matériel respectif, déterminés suivant les méthodes prescrites peuvent être utilisés pour faire des comparaisons avec d'autres appareils de même rendement ou de rendement similaire ou pour déterminer le niveau de pression acoustique à une certaine distance du matériel.

3. NORMES

Le tableau ci-après indique les normes internationales en vigueur pour la détermination des niveaux de puissance acoustique, dont en particulier la norme ISO 3744 fait autorité pour la présente spécification.

TABLEAU 1 Normes Internationales spécifiant différentes méthodes de détermination des niveaux de puissance acoustique émise par des machines et des équipements.

1 Norme Internat.	2 Classification de la méthode	3 Site d'essai	4 Volume de la source	5 Type du bruit	6 Niveau de puissance pouvant être obtenu	7 Information éventuelle disponible
3741	Laboratoire	Salle réverbérante remplissant les conditions prescrite	De préférence inférieur à 1% du volume de la salle d'essai	Continu à bande large	Par bande de tiers d'octave ou d'octave	Niveau de puissance acoustique pondéré A
3742				Continu à fréquence discrète ou à bande étroite		
3743	Expertise	Salle d'essai spéciale		Continu, à bande large, à bande étroite, à fréquence discrète	Pondéré A et par bande d'octave	Autres niveaux de puissance acoustique pondérés
3744	Expertise	En plein air ou dans de grands locaux	Sans restriction : limité seulement par le site d'essai disponible	Tout type	Pondéré A et par bande de tiers d'octave ou d'octave	Information sur la directivité et niveaux de pression acoustique en fonction du temps autres niveaux de puissance acoustique pondérés
3745	Laboratoire	Salle anéchoïque ou semi-anéchoïque	De préférence inférieur à 0,5 % du volume de la salle d'essai	Tout type		
3746	Contrôle	In situ	Sans restriction : limité seulement par le site d'essai disponible	Continu, à bande large, à bande étroite, à fréquence discrète	Pondéré A	Niveaux de pression acoustique en fonction du temps, autres niveaux de puissance acoustique pondérés

4. DEFINITIONS

4.1 Niveau de pression acoustique

$$L_p = 20 \lg \frac{P}{P_0} \text{ en dB}$$

Niveau de pression acoustique de référence : $P_0 = 20 \mu Pa$

4.2 Niveau de puissance acoustique

$$L_W = 10 \lg \frac{W}{W_0} \text{ en dB}$$

Niveau de puissance acoustique de référence : $W_0 = 1 pW (10^{-12}W)$

4.3 Spectre acoustique

La gamme de fréquences intéressantes dans le présent document inclut les bandes d'octave ayant des fréquences médianes comprises entre 63 et 8000 Hz.

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
----	-----	-----	-----	------	------	------	------	----

Des mesures en bandes de tiers d'octave ne seront effectuées que dans des cas particuliers.

4.4 Surface de mesure

La surface S, si possible de forme géométrique simple, doit être située à une distance d'environ 1 m du bord extérieur de l'installation à essayer. Les points de mesure acoustique doivent être uniformément répartis sur cette surface.

La surface sera disposée de telle sorte que tous les points de mesure ont environ le même niveau de pression acoustique (différence < 5 dB).

Lors de la définition des surfaces de mesure, il faut éviter toutes influences de parois réfléchissantes. Pour des appareils compacts on peut utiliser une surface hémisphérique $S = 2 \pi R^2$

Pour simplifier les mesures, il est recommandé de procéder à un partage en surface droites (*voir annexe*).

4.5 Bruits de fond

Le bruit de fond sera déterminé avant de commencer une mesure, l'appareil étant arrêté. Ce bruit de fond doit tenir compte des bruits émis par l'opération de l'installation principale.

La mesure ne sera effectuée que si le niveau de pression acoustique de l'environnement est inférieur d'au moins 6 dB dans chaque bande d'octave correspondante.

Les corrections pour l'environnement seront effectuées suivant ISO 3744/7.3.4.

5. INSTRUMENTS DE MESURE.

On utilisera un sonomètre de précision avec des filtres à octave et un microphone sphérique conformes aux normes CEI 179 et 225. Les instruments devront être étalonnés avant chaque mesure.

A l'extérieur, le microphone sera muni d'un brise-vent afin de diminuer l'interférence du bruit de vent.

Des instructions complémentaires peuvent être trouvées dans la norme ISO 3744/ chapitre 5 et annexe C. Le tableau 3 du par. 5.3 doit être particulièrement bien observé en ce qui concerne la précision des instruments.

6. CONDITIONS DE MESURE.

Pendant l'exécution des mesures, l'appareil doit fonctionner d'une manière continue à la puissance nominale. Il est nécessaire d'effectuer des mesures de contrôle telles que des mesures du débit d'air, de la consommation d'énergie, etc...

Toute variation doit être notée dans le rapport d'essai.

Les bruits ne provenant pas directement de l'appareil à essayer doivent être éliminés pendant la durée des mesures ou alors considérés séparément comme des bruits de fond (*voir 4.5*).

Dans le cas de mesures en champ libre, il faut tenir compte de l'influence du vent. La vitesse du vent, qui ne doit pas être supérieure à 5 m/s, doit être indiquée dans le rapport d'essai.

7. EXECUTION D'ESSAI

7.1 Détermination de la surface de mesure

Dans le cas d'appareils de grande taille qui ne peuvent pas être essayés dans une salle d'essai, les positions du microphone seront généralement disposées sur la surface d'un parallélépipède (7.2.1).

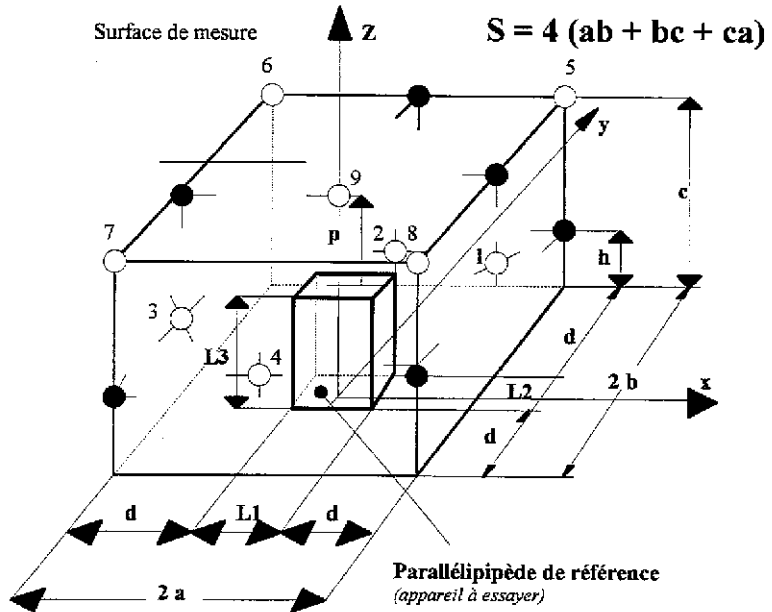
La distance de mesure d à l'appareil sera de préférence 1 m.

Des distances de 2, 4 ou 8 m sont acceptables.

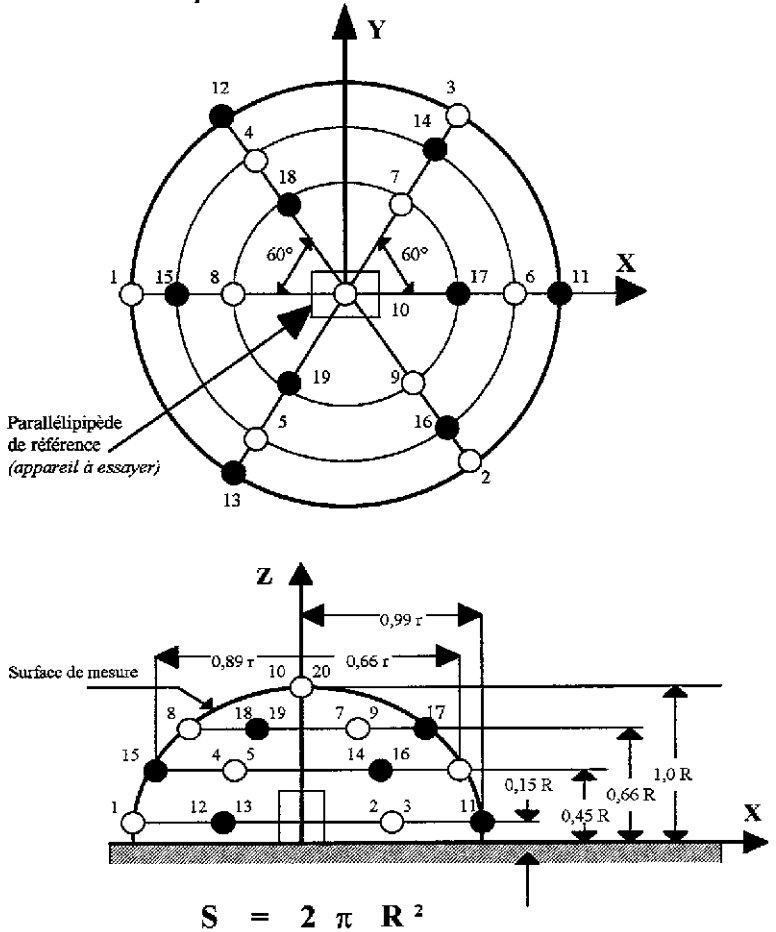
Lorsqu'on utilise une hémisphère comme surface de mesure (7.2.2), le rayon R sera au moins égal au double de la plus grande dimension linéaire de l'appareil en essai.

7.2 Positions du microphone

7.2.1 Sur un parallélépipède



7.2.2 Sur une hémisphère



Coordonnées des points de mesure principaux

N°	$\frac{X}{R}$	$\frac{Y}{R}$	$\frac{Z}{R}$
1	-0,99	0	0,15
2	0,50	-0,86	0,15
3	0,50	0,86	0,15
4	-0,45	0,77	0,45
5	-0,45	-0,77	0,45
6	0,89	0	0,45
7	0,33	0,57	0,75
8	-0,66	0	0,75
9	0,33	-0,57	0,75
10	0	0	1,0

○ Positions principales de mesure

● Positions de mesure supplémentaires

7.3 Nombre de points de mesure.

Pour le matériel ayant une longueur latérale de ≤ 2 m, le nombre de points de mesure indiqué au par. 7.2 est suffisant. Dans le cas de plus grandes dimensions ou de plus fortes variations entre les points de mesure, il faut prévoir des points supplémentaires comme représentés sur le schéma.

Dans le cas d'appareils de très grande taille, d'autres points de mesure doivent être uniformément répartis sur les surfaces. Comme directive, on peut indiquer une distance d'au moins 2 m entre les points de mesure. Cependant, cette distance peut être considérablement augmentée si les valeurs de pression acoustique de la surface de mesure prévue ne diffèrent que légèrement entre elles (*environ 1 à 2 dB*).

7.4 Mesure de la pression acoustique - dBA.

Chaque point de mesure doit fournir la valeur moyenne dans le temps du niveau de pression acoustique pondéré A - dBA -. La mesure en position "lente" du sonomètre de précision doit durer au moins 10 secondes.

Lorsque les fluctuations du niveau ne dépassent pas 3 dB, on peut établir la valeur moyenne arithmétique.

Lorsque les fluctuations sont plus importantes, il faut avoir recours à des sonomètres à impulsion (*cf. ISO 3744/Amexex C*).

L'essai comprend la mesure des niveaux de pression acoustique en tous les points de mesure prévus, l'appareil étant en fonctionnement, ainsi que la mesure du bruit de fond, l'appareil étant à l'arrêt. Si ce niveau reste constant, deux ou trois mesures de contrôle suffisent.

7.5 Spectre de pression acoustique.

Le bruit doit être mesuré dans toutes les bandes d'octave sans pondération conformément au par. 4.3. Pour les bandes d'octave de 63 et 125 Hz, la durée de mesure doit être d'au moins 30 secondes en chaque point de mesure. Pour les bandes d'octave de 250 Hz et plus, une durée de mesure de 10 secondes est suffisante.

En plus du spectre de pression acoustique pour l'appareil en fonctionnement, il faut également mesurer le spectre du bruit de fond, l'appareil étant à l'arrêt.

Nota : *Les appareils auxiliaires nécessaires à l'opération ultérieure de l'appareil en essai, doivent rester en fonctionnement pendant la mesure des bruits de fond.*

7.6 Correction des valeurs mesurées

Avant d'évaluer les niveaux de pression acoustique de la surface et de calculer le niveau de puissance acoustique pondéré A, il faut corriger les valeurs mesurées au moyen des valeurs de correction suivant ISO 3744.

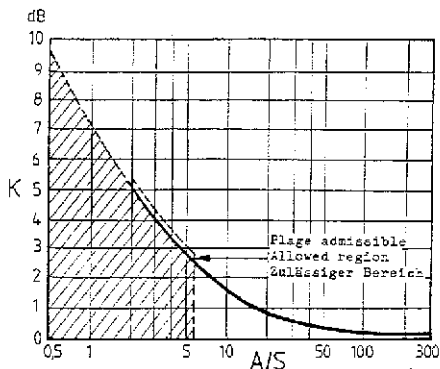
7.6.1 Bruit de fonds cf. ISO 3744/7.3.4

Différence entre le niveau total et le bruit de fond	6	7	8	9	10	dB
Correction à déduire du niveau total	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	

7.6.2 Influence de l'environnement K :

Lorsque les mesures ont été faites dans une grande salle, le plus sûr moyen d'obtenir des valeurs précises est l'étalonnage avec une source sonore de référence. Afin de minimiser l'influence de surface réfléchissante à un minimum, le rapport de la surface d'absorption de la salle A à la surface de mesure S doit être supérieur à 6. La surface d'absorption de la salle peut être déterminée par la mesure du temps de réverbération soit à l'aide de la source sonore de référence.

Le facteur de correction K pour compenser les influences acoustiques de la salle peut être déterminé à l'aide du tableau ci-après, si A/S est supérieur à 6. Voir également ISO 3744/Annexe A.



Facteur de correction K pour l'influence de l'environnement.

8. EVALUATION DES RESULTATS D'ESSAI

8.1 Calcul du niveau de pression acoustique de la surface $\overline{L_p}$

Après avoir corrigé les valeurs de pression acoustique mesurées et moyennées dans le temps avec le bruit de fond, toutes les valeurs individuelles déterminées sur la surface de mesure sont additionnées de façon à obtenir le niveau de pression acoustique moyenné de la surface suivant l'équation ci-après :

$$\overline{L_p} = 10 \lg \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N 10^{0,1 L_{pi}} \right] - K$$

$\overline{L_p}$ = niveau de pression acoustique moyenné de la surface

L_{pi} = niveau de pression acoustique pondéré A de la surface de la i-ième mesure

N = nombre de mesures

K = Facteur de correction pour l'influence de l'environnement

On peut se passer de la méthode de calcul ci-dessus et établir une simple moyenne arithmétique si les valeurs individuelles L_{pi} ne diffèrent pas de plus de 5 dB entre elles (cf. également 4.4).

8.2 Calcul du niveau de puissance acoustique L_W

L_W = niveau de puissance acoustique pondéré A

$\overline{L_p}$ = niveau de pression acoustique pondéré A de la surface

S = aire de la surface de mesure en m^2 (suivant 7.2)

S_0 = surface de référence $1 m^2$

C = facteur de correction pour les influences atmosphériques.
Ce facteur doit être pris en compte si les conditions diffèrent sensiblement de $t = 20^\circ C$ et $p = 1000 \text{ mbars}$ (cf. ISO 3745/8.1).

8.3 Incertitude de mesure

Pour une source sonore d'un spectre presque plat compris entre 63 et 8000 Hz, on peut supposer un écart-type de ± 2 dBA pour le niveau de puissance acoustique évalué et calculé dBA - L_W.

Pour prendre en compte les différentes influences sur la précision des résultats d'essai dans les diverses gammes de fréquences de la bande d'octave, la norme ISO 3744 donne les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

Fréquences médianes de bande d'octave	Ecart-type correspondant à la valeur moyenne
Hz	dB
63	5,0
125	3,0
250 - 500	2,0
1000 - 4000	1,5
8000	2,5

Nota : *Les mesures effectuées à proximité de l'appareil ($\geq 1/3$ de la longueur, largeur et hauteur de l'appareil en essai) fournissent des niveaux de puissance acoustique légèrement plus élevés que ceux obtenus avec des mesures faites à une plus grande distance.
Dans des cas critiques, il est recommandé d'effectuer une mesure de comparaison à des distances plus grandes.*

9. RAPPORT D'ESSAI

Le rapport d'essai doit comporter les données suivantes, avec des dessins correspondants, si possible.

9.1 Description de l'appareil

Puissance, dimensions et type de l'appareil.

9.2 Conditions acoustiques

Environnement de l'essai y compris les parois éventuellement réfléchissantes.

Les conditions atmosphériques telles que température de l'air, pression barométrique, humidité relative et vitesse du vent.

9.3 Appareillage

Constructeur et type des appareils utilisés.

Méthode et date d'étalonnage.

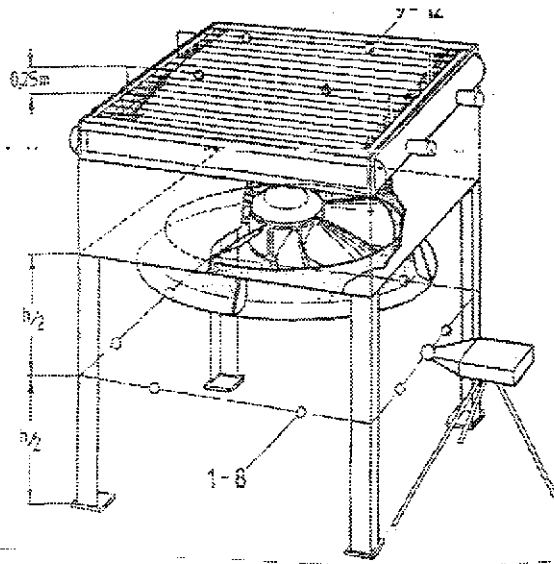
9.4 Données acoustiques

- Disposition des points de mesure (*dessin*) avec la distance de mesure.
- Forme et taille de la surface de mesure S.
- Niveau de pression acoustique pondéré A pour chaque point de mesure.
- Niveau de pression acoustique pondéré A des bruits de fond.
- Spectre de bruit dans les bandes d'octave.
- Valeurs de correction pour les bruits de fond, le microphone etc...
- Facteur de correction K pour l'influence de l'environnement.
- Niveau de pression acoustique de la surface $\overline{L_p}$ en dBA.
- Niveau de puissance acoustique L_{Wp} en dBA.
- Remarques concernant l'impression subjective du bruit (*sons discrets, caractère impulsif etc...*)

EXEMPLES D'ESSAI

A.1 Refroidisseur d'air

Pour les installations avec des surfaces émettrices évidentes, il est recommandé de placer les microphones sur ces surfaces.

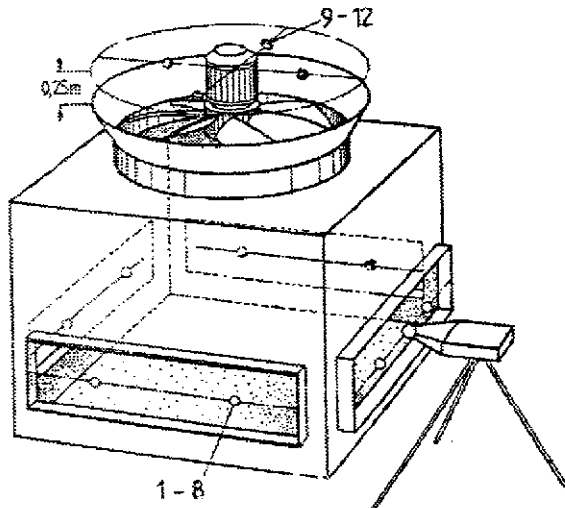


$$S_1 \text{ (MP 1 - 8)} = 13 \text{ m}^2$$

$$S_2 \text{ (MP 9 - 12)} = 6 \text{ m}^2$$

Nota : La répartition des positions des microphones sur les surfaces S_1 et S_2 doit correspondre approximativement au rapport des aires de ces surfaces.

A2. Positions du microphone sur les surfaces d'une tour de refroidissement

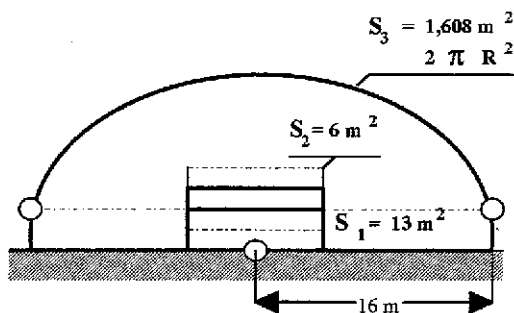


$$S_1 \text{ (MP 1 - 8)} = 8\text{m}^2$$

$$S_2 \text{ (MP 9 - 12)} = 3\text{m}^2$$

Nota : Une mesure de comparaison sur une surface plus grande (voir 7.2.1) est recommandée si l'on peut s'attendre dans le champ proche à une interférence due aux réflexions et aux vitesses d'air élevées.

A3. Procédure de mesure



Mesure en champ proche

Surface de mesure : S1 MP 1-8
S2 MP 9-12

Mesure en champ lointain

Surface de mesure : S3 MP 13-16

Nota : Les mesures en champ lointain peuvent être considérées comme étant correctes si en doublant la distance de la source, le niveau de pression diminue de 6 ± 1 dB (une mesure de contrôle doit être effectuée à mi-distance).

A3.1 Mesure en champ proche

Surface de mesure	$S_1 = 13 \text{ m}^2$								$S_2 = 6 \text{ m}^2$			
Points de mesure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Niveau de pression acoustique L_{pi} - dBA	72	73	75	73	72	73	74	76	71	72	72	73
Niveau du bruit de fond L_{pi} - dBA	47				45			46				47
Correction (d'après 7.6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valeur corrigée	72	73	75	73	72	73	74	76	71	72	72	73
Niveau de pression de surface \bar{L}_p - dBA	73											

- Etant donné que l'écart entre les mesures ne dépasse pas 5 dB, on a pu établir la moyenne arithmétique. Sinon, la formule indiquée au paragraphe 8.1 aurait dû être utilisée.

A3.1.1. Niveau de puissance acoustique

$$\begin{aligned}
 L_w &= \bar{L}_p + 10 \lg \frac{S_1 + S_2}{S_0} + C \\
 &= 73 + 10 \lg \frac{13 + 6}{1} + C \\
 &= 73 + 12,8 + C \\
 &= \underline{85,8 \text{ dBA}} + C
 \end{aligned}$$

A3.2 Mesure en champ lointain

Surface de mesure	$S_3 = 2 R_2 = 1,608 \text{ m}^2$			
Points de mesure	13	14	15	16
Niveau de pression acoustique L_{pi} - dBA	54	52	55	53
Niveau du bruit de fond L_{pi} - dBA	46	45	47	46
Correction (d'après 7.6)	1	1	1	1
Valeur corrigée L_{pi} - dBA	53	51	54	52
Niveau de pression de surface \bar{L}_p - dBA	52,5			

A3.2.1 Niveau de puissance acoustique

$$\begin{aligned}
 L_w &= 52,5 + 10 \lg \frac{1608}{1} \quad C \\
 &= 52,5 + 32 + \quad C \\
 &= \underline{84,5 + C}
 \end{aligned}$$

A3.3 Facteur de correction C (ISO 3745/8.1)

$$C = - 10 \lg \left[\left(\frac{293}{273+t_L} \right)^{0,5} \cdot \frac{p}{1000} \right]$$

Conditions de mesure :

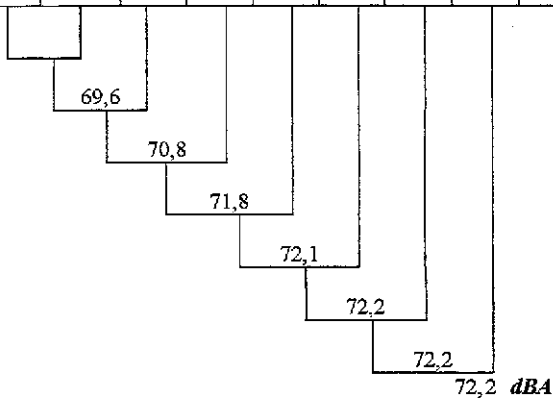
$$\begin{aligned}
 t_L &= 10^\circ\text{C} \\
 p &= 970 \text{ m bar} \\
 C &= - 10 \lg \left[\left(\frac{293}{283} \right)^{0,5} \cdot \frac{970}{1000} \right] \\
 &= - 10 \lg 0,987 \\
 &= - 10 \cdot (- 0,00568) \\
 &= \underline{+ 0,0568 \text{ dB}}
 \end{aligned}$$

Dans ce cas, l'influence des conditions atmosphériques est négligeable.

A4. Spectre du niveau de pression acoustique

Enregistré au point de mesure 5.

Bande d'octave	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Niveau de pression pondéré	92	83	74	68	61	57	51	43	dB
Niveau du bruit de fond	38	40	42	40	38	36	39	37	dB
Niveau de pression corrigé	92	83	74	68	61	57	51	42	dB
Pondération A	- 26,	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	+ 1,2	+ 1,0	- 1,1	dB
Niveau de pression pondéré A	65,8	66,9	65,4	64,8	61	58,2	52	41,9	dBA



Au point de mesure 5, le niveau de pression acoustique calculé à partir du spectre du niveau de pression acoustique est égal à 72,2 dBA.

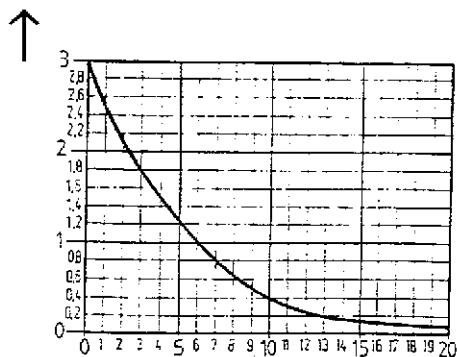
La valeur mesurée directement était de 72 dBA.

Ce procédé doit être répété pour chaque point de mesure, lorsque le niveau de pression acoustique dBA est calculé à partir du spectre du niveau de pression acoustique.

Les niveaux de pression acoustique pondérés A en bande d'octave peuvent être additionnés au niveau total, soit par le calcul, soit à l'aide de la courbe cumulée ci-dessous.

(Cette courbe cumulée a été utilisée dans le tableau ci-dessus).

Augmentation du niveau (dB)



Différence des niveaux (dB)

Pour la détermination par le calcul, il faut appliquer la formule suivante :

$$\begin{aligned}
 L_p &= 10 \lg \sum_{i=1}^8 10^{0,1 \cdot L_{pi}} \\
 &= 10 \lg (10^{0,1 \cdot 65,8} + 10^{0,1 \cdot 66,9} + 10^{0,1 \cdot 65,4} + \dots) \\
 &= 10 \lg 17280595 \\
 &= \underline{\underline{72,3 \text{ dBA}}}
 \end{aligned}$$

Les deux méthodes donnent le même résultat.

A5 Evaluation des résultats d'essai

Tous les résultats obtenus en champ propre et en champ lointain montrent un si bon accord que dans le cas présent, le niveau de puissance acoustique peut, avec une grande certitude être indiqué comme étant égal à :

$$\underline{\underline{L_w = 85 \text{ dBA}}}$$

(cf. A3.1.1 et A3.2.1)

**AKUSTISCHE MESSUNGEN AN ANLAGEN
UND MASCHINEN IM FREIFELD ODER
IN GROSSEN RÄUMEN AUF EINER
REFLEKTIERENDEN EBENE**

INHALT

I	ZWECK	3
2.	ANWENDUNGSBEREICH	3
3.	NORMEN	3 - 4
4.	BEGRIFFE	5
	4.1 Schalldruckpegel	5
	4.2 Shalleistungspegel	5
	4.3 Shallspektrum	5
	4.4 Meßfläche	5
	4.5 Fremdgeräusche	6
5.	MEBGERÄTE	6
6.	MEBBEDINGUNGEN	6
7.	MEBDURCHFÜHRUNG	7
	7.1 Bestimmung der Meßfläche	7
	7.2 Mikrophananordnung	7 - 8
	7.3 Anzahl der Meßpunkte	9
	7.4 Schalldruckmessung	9
	7.5 Schalldruckspektrum	9
	7.6 Meßwertkorrektur	10
8.	MEBAUWERTUNG	11
	8.1 Berechnen des Schalldruckpegels	11
	8.2 Berechnen des Shalleistungspegels	11
	8.3 Meßunsicherheit	12
9.	MEBBERICHT	13
	9.1 Beischreibung des Aggregates	13
	9.2 Akustische Bedingungen	13
	9.3 Meßinstruments	13
	9.4 Akustische Daten	13
	<i>Anhang</i> : Mebeispiele - Luftkühler, Kälturm	14 à 20

1. ZWECK

Diese von EUROVENT herausgegebene Vorschrift soll in übersichtlicher und leicht zu handhabender Form den Käufern von lufttechnischen Anlagen (z.B. *Kühltürmen, luftgekühlten Flüssigkeitskühlern, luftkühlten Kondensatoren, Heiluftgeneratoren usw.*) helfen, die von den Aggregaten abgestrahlten Geräusche zu ermitteln und zu beurteilen.

2. ANWENDUNGSBEREICH

Diese Vorschrift gilt für alle Maschinen und Anlagen, die aufgrund ihrer Größe nicht in schalltoten oder reflektierenden Prfrumen gemessen werden können. Die Messungen werden am Aufstellungsort im Freifeld oder großen Räumen über einem reflektierenden Boden durchgeführt, wobei der Raumeinfl zu beachten und nach ISO 3744, Anhang A, ZU Berücksichtigen ist.

Höhe und Zusammensetzung des Geruschspektrums sind für die Meßdurchführung nicht beschränkt.

Gemessen wird der Schalldruckpegel in dBA und das Frequenzspektrum vorzugsweise in Oktavbändern.

Die auf einer festgelegten Meßfläche ermittelten Schalldruckpegel werden zum A-bewerteten Schalleistungspegel umgerechnet.

Die nach diesen vorgeschriebenen Methoden ermittelten Schalleistungspegel für das betreffende Aggregat können benutzt werden, um Vergleiche mit Aggregaten gleiche oder ähnlicher Leistung zu ziehen. Diese Schalleistungspegel können ebenfalls zur Bestimmung der Schalldruckpegel an einem vorgegebenen Punkt im Abstand zum Aggregat verwendet werden.

3. NORMEN

Die nachstehende Tabelle zeigt die gültigen internationalen Standards zur Bestimmung von Schalleistungspegeln, wovon für diese Vorschrift insbesondere ISO 3744 maßgebend ist.

TAFEL 1

Internationale Normen, in denen verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Schalleistungspegel von Maschinen und Anlagen beschrieben werden.

1 Internationale Norm	2 Klasseneinteilung des Verfahrens	3 Messumgebung	4 Volumen der Quelle	5 Geräuschart	6 Erhaltbarer Schalleistungspegel	7 Verfügbare zusätzliche Information
3741	Labor	Hallaum entsprechend den vorgeschriebenen Bedingungen	Vorzugsweise weniger als 1 % des Volumens des Prüfraumes	Stationär breitbandig	In Terzbändern oder Oktavbändern	A-bewerteter Schalleistungspegel
3742				Stationär, einzeltöne oder schmalbandig		
3743	Expertise	Spezieller Prüfraum		Stationär, breitbandig, schmalbandig, Einzeltöne	A-bewertet und in Oktavbändern	Sonstige bewertete Schalleistungspegel
3744	Expertise	Im Freien oder in großen Räumen	Unbeschränkt : allein durch die verfügbare Messumgebung begrenzt	Alle arten	A-bewertet und in Terz- oder Oktavbändern	Auskunft über die Richtungsabhängigkeit und Schalldruckpegel in Abhängigkeit von der Zeit ; sonstige bewertete Schalleistungspegel
3745	Labor	Reflexionsarmer oder halbreflexionsarmer Raum	Vorzugsweise weniger als 0,5 % des Volumens des Prüfraumes	Alle Arten		
3746	Kontrolle	Im Einbauzustand	Unbeschränkt : allein durch die verfügbare Messumgebung begrenzt	Stationär, breitbandig schmalbandig, einzeltöne	A-bewertet	Schalldruckpegel in Abhängigkeit von der Zeit ; sonstige bewertete Schalleistungspegel

4. BEGRIFFE

4.1 Schalldruckpegel

$$L_P = 20 \lg \frac{P}{P_0} \text{ in dB}$$

Bezugsschalldruck : $P_0 = 20 \mu \text{ Pa}$

4.2 Schalleistungspegel

$$L_W = 10 \lg \frac{W}{W_0} \text{ in dB}$$

Bezugsschalleistung : $W_0 = 1 \text{ pW } (10^{-12} \text{ W})$

4.3 Shallspektrum

Der für dieses Dokument in Frage kommende Frequenzbereich umfaßt die Oktavbänder mit Mittenfrequenzen zwischen 63 und 8000 Hz.

63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
----	-----	-----	-----	------	------	------	------	----

Messungen in den Terzbändern sollten nur in speziellen Fällen durchgeführt werden.

4.4 Meßfläche

Die Fläche S sollte mit möglichst einfacher geometrischer Form im Abstand von ca. 1 m zur Außenkante der zu messenden Anlage festgelegt werden. Die Schallmeßpunkte sollten gleichmäßig auf dieser Fläche verteilt werden.

Die Fläche ist so anzuordnen, daß alle Meßstellen etwa den gleichen Schalldruckpegel aufweisen (*Différenz < 5 dB*).

Bei der Festlegung der Meßflächen ist der Einfluß von reflektierenden Wänden zu vermeiden. Für kompakte Aggregate ist die Verwendung einer Halbkugelfläche $S = 2 \pi R^2$ möglich.

Für eine einfachere Meßdurchführung empfiehlt sich die Aufteilung in gerade Flächen (*siehe Anhang*).

4.5 Fremdgeräusche

For Beginn einer Messung soll bei abgestelltem Aggregat der Geräuschpegel der Umgebung festgestellt werden. Diese Fremdgeräusche sollen alle die Zusatzgeräte einschließen, die für den Betrieb der Testanlage erforderlich sind. Die Messung soll nur durchgeführt werden, wenn der Schalldruckpegel der Umgebung in jedem entsprechenden Oktavband um mindestens 6 dB niedriger liegt.

Korrekturen der Umgebung sind nach ISO 3744/7.3.4 durchzuführen.

5. MEBGERÄTE

Ein Präzisionsschallpegelmessers mit Oktavfiltern und Freifeldmikrophon, die der Norm IEC 179 und 225 entsprechen, sind zu verwenden und vor jeder Messung zu eichen.

Im Freien ist zur Eingrenzung von Windgeräuschen das Mikrophon mit einem Windschirm zu versehen.

Weitere Hinweise sind der ISO 3744/Abschnitt 5 und Anhang C zu entnehmen. Dabei ist besonders Tabelle 3 unter 5.3 hinsichtlich der Gerätetoleranzen zu beachten.

6. MEBBEDINGUNGEN

Während der Messungen muß das Aggregat konstant mit seiner Auslegungsleistung betrieben werden. Kontrollmessungen, wie z.B. Luftmengenförderung, Stromaufnahme etc. sind durchzuführen. Abweichungen sind im Protokoll zu vermerken. Geräusche, die nicht direkt von dem Testaggregat ausgehen, sind für die Meßzeit auszuschalten oder gesondert als Fremdgeräusche zu berücksichtigen (*siehe 4.5*).

Bei Messungen im Freifeld ist der Windeinfluß zu beachten.

Die Windgeschwindigkeiten, die während der Messungen nicht größer als 5 m/s sein sollten, sind im Protokoll zu vermerken.

7. MEBDURCHFÜHRUNG

7.1 Bestimmung der Meßfläche

In der Regel wird man für größere Aggregate, die nicht in Prüfräumen gemessen werden können, die Mikrofonpositionen auf der Fläche eines Quaders anorden (7.2.1).

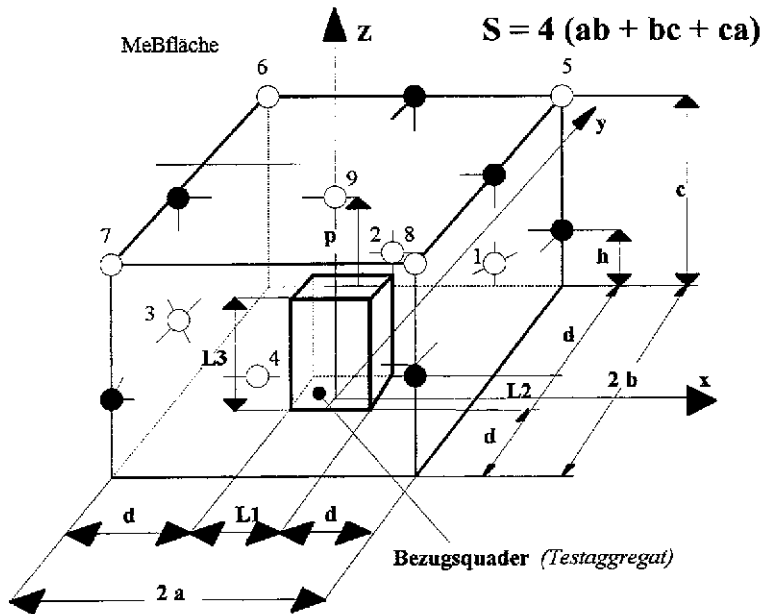
Der Meßabstand d vom Aggregat soll bevorzugt 1 m betragen.

Abstände von 2, 4 oder 8 m sind erlaubt.

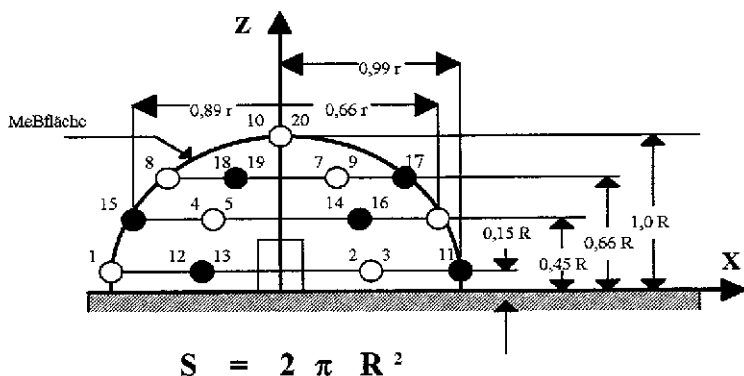
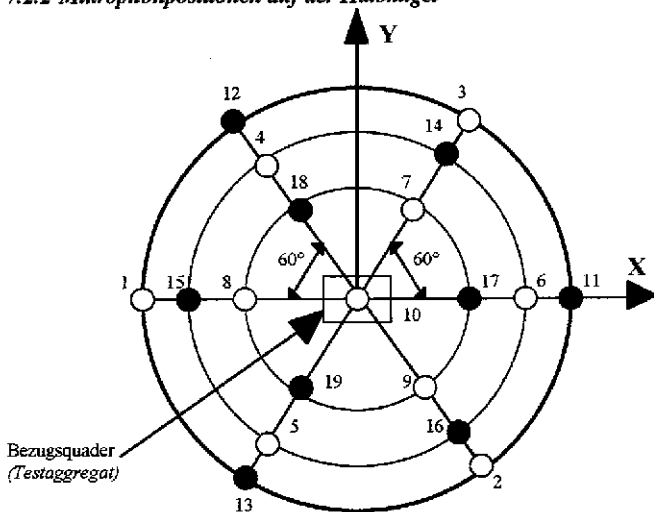
Bei Verwendung einer Halbkugel als Meßfläche (7.2.2) soll der Radius R mindestens doppelt so groß sein wie die größte lineare Abmessung des zu prüfenden Aggregates.

7.2 Mikrofonanordnung

7.2.1 Mikrofonpositionen auf der quaderförmigen Meßfläche



7.2.2 Mikrofonpositionen auf der Halbkugel



Koordinaten der Mikrofonpositionen

N ^o	$\frac{X}{R}$	$\frac{Y}{R}$	$\frac{Z}{R}$
1	-0,99	0	0,15
2	0,50	-0,86	0,15
3	0,50	0,86	0,15
4	-0,45	0,77	0,45
5	-0,45	-0,77	0,45
6	0,89	0	0,45
7	0,33	0,57	0,75
8	-0,66	0	0,75
9	0,33	-0,57	0,75
10	0	0	1,0

○ Grundanordnung der MeBpunkte

● Zusätzliche MeBpunkte

7.3 Anzahl der Meßpunkte

Für Aggregate mit einer Seitenlänge von ≤ 2 m ist die Anzahl der unter 7.2 dargestellten Meßpunkte ausreichend. Bei größeren Abmessungen oder stärkeren Schwankungen zwischen den Meßpunkte, wie dargestellt, vorzusehen.

Für sehr große Einheiten müssen weitere Meßpunkte gleichmäßig über den Flächen verteilt werden. Als Anhaltspunkt gilt ein Abstand von mindestens 2 m zwischen den Meßpunkten, der wesentlich erhöht werden kann, wenn die Schalldruckwerte auf der vorgesehenen Meßfläche nur wenig voneinander abweichen (ca. 1 - 2 dB).

7.4 Schalldruckmessung - dBA.

Jeder Meßpunkt soll den zeitlichen Mittelwert des A-Schalldruckpegels - dBA - erbringen. In der Stellung "langsam" des Präzisionsschalldruckmessers soll mindestens 10 s gemessen werden.

Bei Pegelschwankungen von $\leq \pm 3$ dB kann der arithmetische Mittelwert gebildet werden.

Bei größeren Schwankungen sind Impulsschalldruckmesser zu verwenden (siehe ISO 3744/Anhang C).

Gemessen werden die Schalldruckpegel unter Belastung des Aggregates an allen vorgesehenen Meßpunkten und die Fremdgeräusche im Stillstand der Anlage. Wenn dieser Pegel konstant bleibt, genügen zwei oder drei Kontrollmessungen.

7.5 Schalldruckspektrum

Das Geräusch ist in allen Oktavbändern entsprechend 4.3 unbewertet zu messen. In den Oktavbändern 63 und 125 Hz soll die Meßzeit mindestens 30 s an jedem Meßpunkt betragen.

Für die Bereiche ab 250 Hz aufwärts reichen 10 s Meßzeit.

Außer dem Schalldruckspektrum für das belastete Aggregat ist auch das Spektrum der Umgebung im Stillstand aufzunehmen.

Anmerkung: Zusatzgeräte, die für den späteren Betrieb der Testanlage erforderlich sind, müssen während der Fremdgeräuschemessung in Betrieb bleiben.

7.6 Meßwertkorrektur

Vor Auswertung der Meßflächenschalldruckpegel und Berechnung der A-Schalleistungspegel sind die gemessenen Werte mit den Korrekturdaten ISO 3744 zu berichtigen.

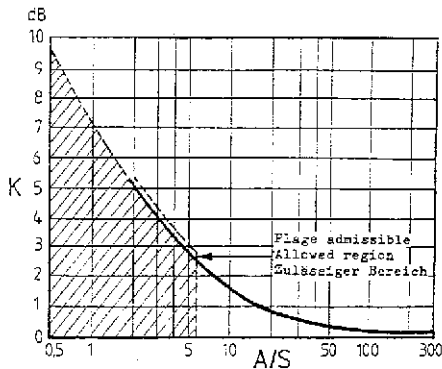
7.6.1 Fremdgeräusche : siehe. ISO 3744/7.3.4

Pegeldifferenz Gesamtpegel Fremdpegel	6	7	8	9	10	dB
Korrektur : Abzug vom Gesamtpegel	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	

7.6.2 Raumeinfluß K :

Wenn Messungen in einem großen Raum durchgeführt wurden, können genauere Werte am sichersten durch Kalibrierung mit einer Vergleichsschallquelle ermittelt werden. Um den Einfluß von reflektierenden Flächen so gering wie möglich zu halten, soll das Verhältnis der Absorptionsfläche des Raumes A zur Meßfläche S größer als 6 sein. Die Absorptionsfläche des Raumes kann durch Messung der Nachhallzeit oder mit Hilfe der Vergleichsschallquelle ermittelt werden.

Der Korrekturfaktor K zum Ausgleich der Akustischen Raumeinflüsse kann nach folgender Tabelle bestimmt werden, wenn A/S größer als 6 ist.
Siehe auch ISO 3744/Anhang A.



Korrekturfaktor K für Raumeinfluß

8. MEßAUSWERTUNG

8.1 Berechnen des Meßflächen-Schalldruckpegels $\overline{L_p}$

Nach Korrektur der gemessenen und zeitlich gemittelten Schalldruckwerte mit dem Fremdgeräusch werden alle auf der Meßfläche ermittelten Einzelwerte nach folgender Beziehung zum gemittelten meßflächen-Schalldruckpegel zusammengefaßt :

$$\overline{L_p} = 10 \lg \frac{1}{N} \left[\sum_{i=1}^N \cdot 10^{0,1 L_{pi}} \right] - K$$

$\overline{L_p}$ = gemittelter Meßflächen-Schalldruckpegel

L_{pi} = A-bewerteter Meßflächen-Schalldruckpegel der i-ten Messung

N = Anzahl der Messungen

K = Korrekturwert für Raumeinfluß

Auf das obige Berechnungsverfahren kann verzichtet werden und eine einfache Mittelwertberechnung erfolgen, wenn die Einzelwerte L_{pi} nicht mehr als 5 dB auseinanderliegen (siehe auch 4.4).

8.2 Berechnen des Schalleistungspegels L_W

Hierin bedeuten :

L_W = A-bewerteter Schalleistungspegel

$\overline{L_p}$ = A-bewerteter Meßflächen-Schalldruckpegel

S = Meßflächeninhalt in m^2 (nach 7.2)

S_0 = Bezugsfläche $1 m^2$

C = Korrekturfaktor für atmosphärische Einflüsse.

Dieser Faktor ist zu beachten, wenn die Verhältnisse wesentlich von $t = 20^\circ C$ und $p = 1000 \text{ mbars}$ abweichen (siehe ISO 3745/8.1).

8.3 Messunsicherheit

Bei einer Schallquelle mit einem annähernd flachen Spektrum zwischen 63 und 8000 Hz kann eine Standardabweichung ± 2 dBA für den ausgewerteten und errechneten dBA - Schalleistungspegel $L_{W, \text{angenommen}}$ angenommen werden.

Für die Berücksichtigung der verschiedenen Einflüsse auf die Genauigkeit der Messergebnisse in den einzelnen Oktavband-Frequenzbereichen gibt ISO 3744 die in nachstehender Tabelle aufgeführten Werte an :

Oktavband Mittelfrequenzen	Abweichungen vom Mittelwert
Hz	dB
63	5,0
125	3,0
250 - 500	2,0
1000 - 4000	1,5
8000	2,5

Anmerkung : Messungen im Nahfeldbereich (etwa $\leq 1/3$ der Länge, Breite oder Höhe des Testaggregats) führen zu etwas höheren Schalleistungspegeln als solche, die in größerem Abstand durchgeführt wurden.

In kritischen Fällen wird eine Vergleichsmessung im Fernfeld empfohlen.

9. MEßBERICHT

Folgende Informationen sollen schriftlich festgehalten werden, wenn möglich mit entsprechenden Skizzen.

9.1 Beschreibung des Aggregates

Leistung, Abmessung und Art des Aggregates.

9.2 Akustische Bedingungen

Meßumgebung einschließlich eventuell reflektierender Wände.

Witterungsverhältnisse, wie Lufttemperatur, Barometerstand, relative Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit.

9.3 Meßinstrumente

Hersteller und Typ der benutzten Geräte.

Datum und Art der Kalibrierung.

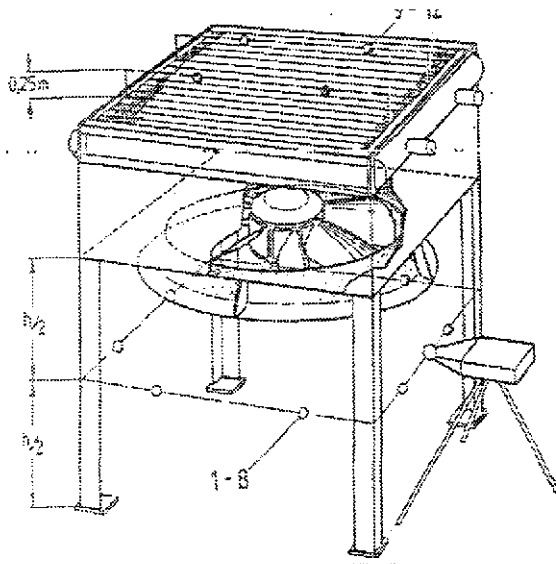
9.4 Akustische Daten

- Anordnung der Meßpunkte (*Skizze*) mit Meßabstand.
- Form und Größe der Meßfläche S.
- A-Schalldruckpegel für jeden Meßpunkte.
- A-Schalldruckpegel der Fremdgeräusche.
- Schallspektrum in den Oktavbändern.
- Korrekturwerte für Fremdgeräusche, Mikrophon etc.
- Korrekturwert K für Raumeinfluß.
- Meßflächen-Schalldruckpegel $\overline{L_p}$ in dBA.
- Schalleistungspegel L_W in dBA.
- Bemerkungen über den subjektiven Geräuscheindruck (*Einzelöne, Impulshaltigkeit etc...*)

MESSBEISPIELE

A.1 Luftkühler

Bei Anlagen mit eindeutigen Schallaustrittsfläche wird die Anordnung der Mikrophone auf diesen Flächen empfohlen.

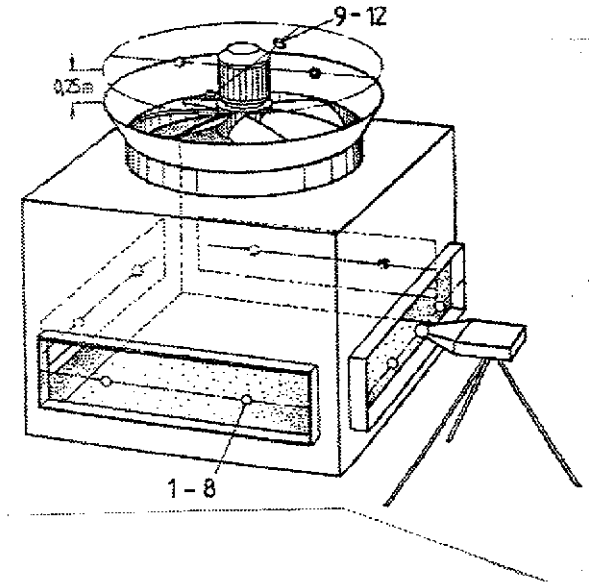


$$S_1 \text{ (MP 1 - 8)} = 13 \text{ m}^2$$

$$S_2 \text{ (MP 9 - 12)} = 6 \text{ m}^2$$

Anmerkung: Die Verteilung der Mikrofonpositionen auf den Flächenteilen S1 und S2 sollte etwa dem Größenverhältnis dieser Flächen entsprechen.

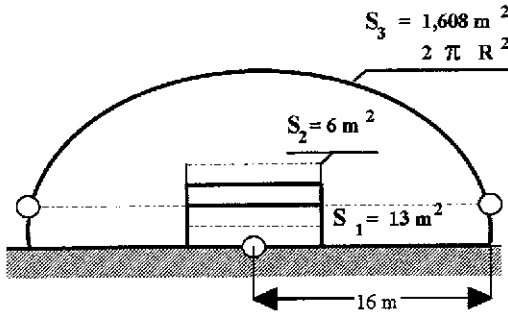
A2. Mikrophananordnung bei einer Kühlturm-messung



$$\begin{aligned} S_1 \text{ (MP 1 - 8)} &= 8\text{m}^2 \\ S_2 \text{ (MP 9 - 12)} &= 3\text{m}^2 \end{aligned}$$

Anmerkung : Eine Vergleichsmessung auf einer größeren Meßfläche (siehe 7.2.1) wird empfohlen, wenn im Nahfeld Störungen durch Reflektionen und höhere Luftgeschwindigkeiten vermutet werden.

A3. Meßdurchführung



Nahfeldmessung

Meßfläche : S1 MP 1-8
S2 MP 9-12

Fernfeldmessung

Meßfläche : S3 MP 13-16

Anmerkung : Die Fernfeldmessungen können als korrekt angesehen werden, wenn bei Verdoppelung des Abstandes zur Schallquelle der Schalldruckpegel um 6 ± 1 dB abnimmt (Kontrollmessung bei halbiertem Abstand durchführen).

A3.1 Nahfeldmessung

Messfläche	$S_1 = 13 \text{ m}^2$								$S_2 = 6 \text{ m}^2$			
Messpunkte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Schalldruckpegel L_{pi} - dBA	72	73	75	73	72	73	74	76	71	72	72	73
Fremgeräuschpegel L_{pi} - dBA	47				45			46				47
Korrekturwert (nach 7.6)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Korrigierter Wert L_{pi} - dBA	72	73	75	73	72	73	74	76	71	72	72	73
Messflächen- Schalldruckpegel \bar{L}_p - dBA	73											

- Da alle Messstellen um wenige als 5 dB voneinander abweichen, konnte der arithmetische Mittelwert gebildet werden. Anderenfalls hätte die Formel nach 8.1 benutzt werden müssen.

A3.1.1. Schalleistungspegel

$$\begin{aligned}
 L_w &= \bar{L}_p + 10 \lg \frac{S_1 + S_2}{S_0} + C \\
 &= 73 + 10 \lg \frac{13 + 6}{1} + C \\
 &= 73 + 12,8 + C \\
 &= \underline{85,8 \text{ dBA}} + C
 \end{aligned}$$

A3.2 Fernfeldmessung

Meßfläche		$S_3 = 2 \quad R_2 = 1,608 \text{ m}^2$			
Meßpunkte		13	14	15	16
Schalldruckpegel	$L_{pi} - \text{dBA}$	54	52	55	53
Fremdgeräuschpegel	$L_{pi} - \text{dBA}$	46	45	47	46
Korrekturwert nach 7.6		1	1	1	1
Korrigierter Wert	$L_{pi} - \text{dBA}$	53	51	54	52
Meßflächen-Schalldruckpegel	$\bar{L}_p - \text{dBA}$	52,5			

A3.2.1 Schalleistungspegel

$$\begin{aligned}
 L_w &= 52,5 + 10 \lg \frac{1608}{1} \quad \text{C} \\
 &= 52,5 + 32 \quad \text{C} \\
 &= \underline{84,5 + \text{C}}
 \end{aligned}$$

A3.3 Korrekturfaktor C (ISO 3745/8.1)

$$C = - 10 \lg \left[\left(\frac{293}{273+t_f} \right)^{0,5} \cdot \frac{p}{1000} \right]$$

Meßbedingungen :

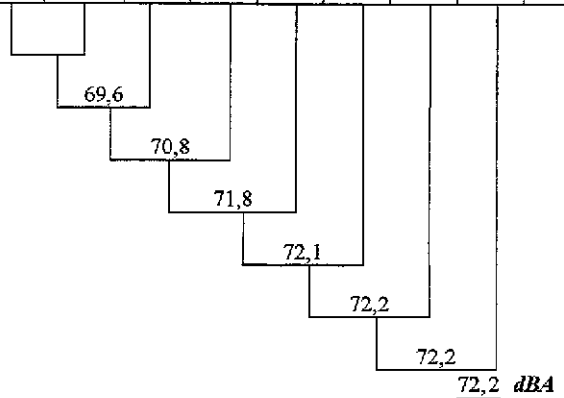
$$\begin{aligned}
 t_L &= 10^\circ\text{C} \\
 p &= 970 \text{ m bar} \\
 C &= - 10 \lg \left[\left(\frac{293}{283} \right)^{0,5} \cdot \frac{970}{1000} \right] \\
 &= - 10 \lg 0,987 \\
 &= - 10 \cdot (-0,00568) \\
 &= \underline{+ 0,0568 \text{ dB}}
 \end{aligned}$$

Der Einfluß der atmosphärischen Bedingungen ist hier vernachlässigbar.

A4. Schalldruckspektrum

Aufgenommen im Messpunkt 5.

Oktavband	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Unbewerteter Schalldruckpegel	92	83	74	68	61	57	51	43	dB
Fremdgeräusch-Schalldruckpegel	38	40	42	40	38	36	39	37	dB
Korrigierter Schalldruckpegel	92	83	74	68	61	57	51	42	dB
A-Bewertung	- 26,	- 16,1	- 8,6	- 3,2	0	+ 1,2	+ 1,0	- 1,1	dB
A-Schalldruckpegel	65,8	66,9	65,4	64,8	61	58,2	52	41,9	dBA



Der vom Schalldruckspektrum errechnete Schalldruckpegel ist 72.2 dBA im Messpunkt 5.

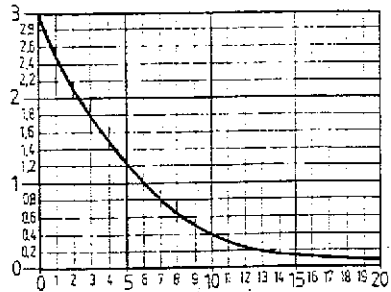
Der direkt gemessene Wert war mit 72 dBA ermittelt worden.

Dieses Verfahren muß für jeden Messpunkt wiederholt werden, wenn der dBA-Schalldruckpegel aus dem Schalldruckspektrum errechnet wird.

Die A-bewerteten Schalldruckpegel im Oktavband können rechnerisch oder auf einfache Weise mit Hilfe der nachstehenden Summenkurve zum Gesamtpegel zusammengefasst werden.

(Diese Summenkurve wurde in obiger Tabelle angewendet).

Pegelerhöhung (dB)



Pegeldifferenz (dB)



Für die rechnerische Ermittlung gilt nachstehende Beziehung :

$$\begin{aligned}
 L_p &= 10 \lg \sum_{i=1}^8 10^{0,1 \cdot L_{pi}} \\
 &= 10 \lg (10^{0,1 \cdot 65,8} + 10^{0,1 \cdot 66,9} + 10^{0,1 \cdot 65,4} + \dots) \\
 &= 10 \lg 17280595 \\
 &= \underline{\underline{72,3 \text{ dBA}}}
 \end{aligned}$$

Beide Verfahren stimmen gut überein.

A5 Beurteilung der Meßergebnisse

Alle Auswertungen im Nah- und Fernfeld zeigen so gute Übereinstimmung, daß im vorliegenden Fall mit großer Sicherheit der Schalleistungspegel mit

$$\underline{\underline{L_w = 85 \text{ dBA}}}$$

(Siehe. A3.1.1 und A3.2.1)

LIST OF THE MEMBER ASSOCIATIONS

BELGIUM

FABRIMETAL

21 rue des Drapiers -
B-1050 BRUXELLES
Tel. 32/2/5102518 - Fax : 32/2/5102563

GERMANY

FG ALT im VDMA

Postfach 71 08 64 - D-60498 FRANKFURT AM
MAIN
Tel. 49/69/6603 1227 - Fax : 9/69/6603 1218
E-mail: Lorenz_ALT@VDMA.org

SPAIN

AFEC

Francisco Silvela, 69-1°C - E-28028 MADRID
Tel. 34/1/4027383 - Fax : 34/1/4027638

FINLAND

AFMAHE

Etaläranta 10 - FIN-00130 HELSINKI
Tel. 358/9/19231 - Fax : 358/9/624462

FINLAND

FREA

P.O. Box 118
FIN-00811 HELSINKI
Tel : 358/9/759 11 66 - Fax : 358/9/755 72 46

FRANCE

UNICLIMA

F-92038 PARIS LA DEFENSE CEDEX
Tel : 33/1/47176292 - Fax : 33/1/47176427

GREAT BRITAIN

FETA (HEVAC and BRA)

Sterling House - 6 Furlong Road - Bourne
End
GB-BUCKS SL 8 5DG
Tel : 44/1628/531186
Fax : 44/1628/810423
E-mail: info@feta.co.uk

ITALY

ANIMA - CO.AER

Via Battistotti Sassi, 11 - I-20133 MILANO
Tel : 39/2/73971 - Fax : 39/2/7397316

NETHERLANDS

NKI

Postbus 190 - NL-2700 AD ZOETERMEER
Tel: 31/79/353 12 59 - Fax : 31/79/353 11 15
E-mail: nki@fme.nl

NETHERLANDS

VLA

Postbus 190 - NL-2700 AD ZOETERMEER
Tel. 31/79/353 11 00 - Fax : 31/79/353 13 85
E-mail: vla@fme.nl

NORWAY

NVEF

Postboks 6697, St Olavs Plass -
0129 OSLO
Tel. 47/22202790 - Fax : 47/22202875

SWEDEN

KTG

P.O. Box 5510 - S-114 85 STOCKHOLM
Tel. 46/8/782 08 00 - Fax : 46/8/660 33 78
E-mail: bo.gostring@isab.postnet.se

SWEDEN

SWEDVENT

P.O. Box 175 37 - S-118 91 STOCKHOLM
Tel : 46/8/762 75 00 - Fax : 46/8/668 11 80

TURKEY

ISKID

ARCELIK A.S.

Klima Isletmesi
TR-81719 TUZLA ISTANBUL
Tel : 90/216 395 45 15
Fax : 90/216 423 23 59
E-mail: alatli@arcelik.com.tr