

Geluiden uit het Laboratorium

**Theo Scheers
t.scheers@peutz.nl**

Datum 1 december 2021

Inhoudsopgave



Verschil laboratorium versus in-situ metingen

- Flankerende nevenwegen
- Diffusiteit van de meetruimten
- Verhogen van de Signaal/Ruis verhouding
- Maximaliseren van de herhaalbaarheid

Bij de toepassing van het test object blijven

- Te openen deuren en ramen
- Contactgeluidisolatie verbetering van een zwevende dekvloer
- Geluidabsorbende materialen en objecten
- Geluidvermogen van apparaten en toestellen
- Sanitairmetingen

Waarom Laboratoriummetingen?

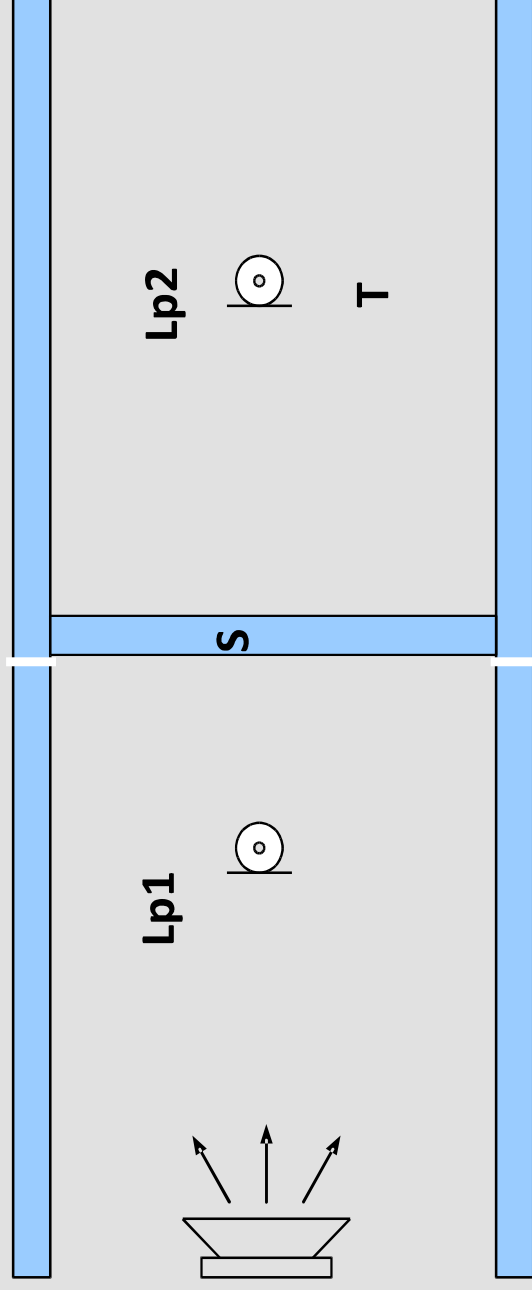
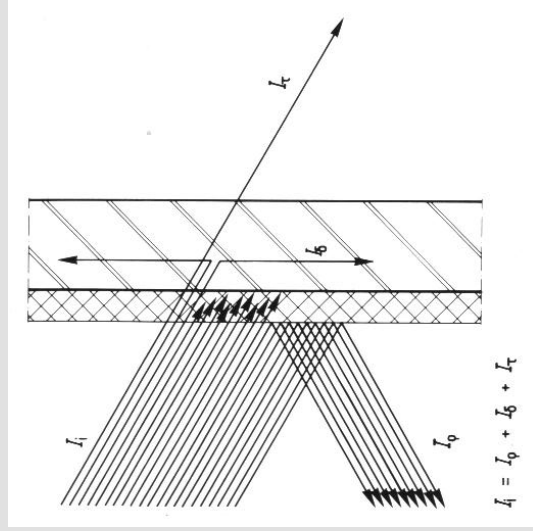
- Startpunt voor een advies op gebouwniveau is kennis van de toe te passen materialen en constructies op productniveau;
- Objectieve onderlinge vergelijking op productniveau.

Verschil lab-praktijk

PEUTZ

- 1) Geluidisolatiemetingen zonder flankerende nevenwegen
- 2) Diffusiteit van de meetruimten
- 3) Verhogen van de Signaal/Ruis verhouding
- 4) Verhogen van de herhaalbaarheid

Introductie | **lab versus in-situ** | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | sanitair



$$R = D + 10 \lg \left(\frac{S}{A} \right)$$

Flankerende nevenwegen en omloopgeluid



– Meetnorm ISO 10140

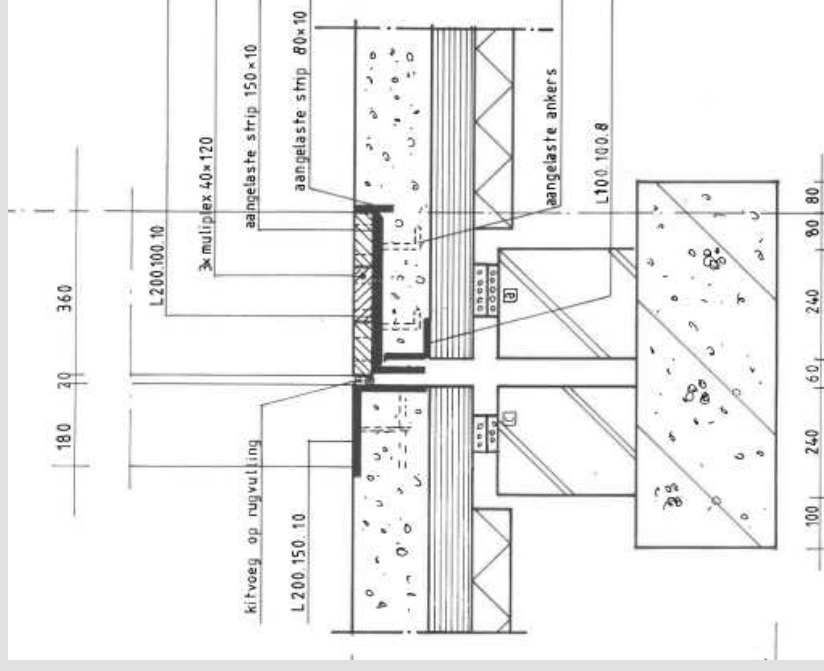
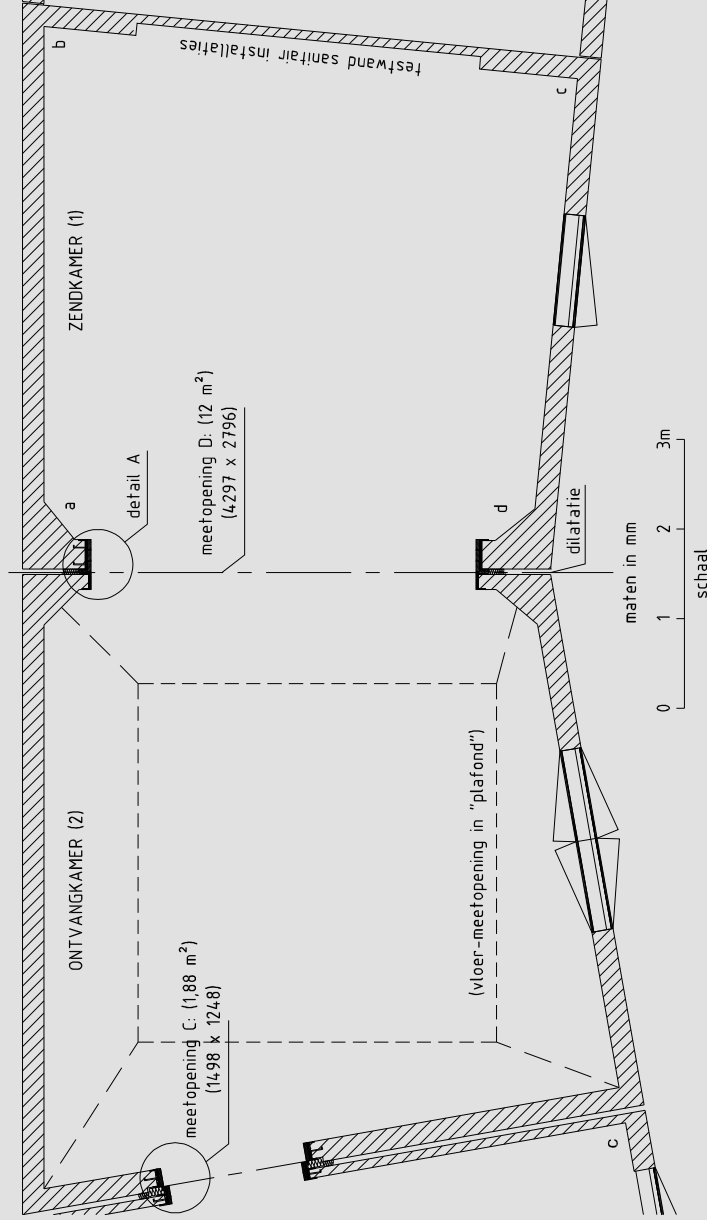
3.2.5 Suppression of flanking transmission

In laboratory test facilities designed for measuring the sound reduction index, the sound transmitted by any indirect path should be negligible compared with the sound transmitted through the test element. One

Introdunctie | **lab versus in-situ** | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | sanitair

Doos-in-doos constructies

PEUTZ



Diffusiteit van de meetruimten

– Meetnorm ISO 10140

Clause 6). In the source room, a diffuse sound field is generated by a moving loudspeaker or loudspeakers at two or more fixed positions. The average sound pressure levels are measured in the source and receiving

- Vorm van de ruimte
- Toepassen van diffusoren
- Nagalmtijd realiseren van: $1 < T < 3$ seconde

Introductie | **lab versus in-situ** | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | sanitair

Geluidbron en bronposities

Eisen

- Random stralend
- Dodecaëder (regelmatig twaalfvlak),
- Hoog geluidniveau

Posities

- 0,7 m van de wand
- 1,5 m van de testopening
- 1,0 m van de microfoon
- Posities volgens meetprocedure



Bronposities

- Kiezen van geschikte validatie-posities, op basis van minimaal te hanteren afstanden;
- Bepalen van D_{ij} voor de validatie posities (9);
- Bepalen van de afwijking ten opzichte van het gemiddelde;
- Kleinste verschillen S_j worden als bronposities gekozen;
- Door de uitbreiding van het frequentiebereik naar de lage tonen gebruiken we nu 3 bronposities per meetruimte.

PEUTZ

Bepaling meet-posities in meetruimte 1, t.b.v. isolatie wand

tabel II.1 Validatie-posities in meetruimte 1

Positie Nr.	X [cm]	Y [cm]	hoogte [cm]
1	435	490	78
3	485	340	58
4	475	260	158
5	465	185	128
6	455	105	118
7	375	75	88
9	425	415	68

tabel II.2 Meetresultaten en berekeningen

Positie Nr.	100	125	160	200	250	315	S_j
1	13.9	11.6	10.1	10.9	13.3	13.9	2.8
3	12.1	13.6	11.7	10.7	11.2	13.1	12.4
4	15.8	10.1	11.7	12.8	13.4	14.8	9.5
5	15.6	11.9	12.3	12.8	14.4	15.4	8.2
6	13.9	14.1	10.3	11.5	13.3	15.7	6.3
7	12.1	10.7	10.4	13.2	13.7	15.1	7.4
9*	12.6	12.5	11.5	11.2	12.3	14.2	2.8
S_i	1.55	1.45	0.86	1.03	1.04	0.92	
μ_i	13.71	12.07	11.14	11.87	13.09	14.60	
$N \geq (S_i/\sigma_i)^2$	1.3	1.5	0.7	1.7	1.7	1.3	
$N \geq (\Sigma S_i/4.8)^2$	2.0						
$N \geq 2$	2.0						

Microfoon en microfoonposities

- Simultaan meten van zend- en ontvangniveau
- Energetisch gemiddelde over ruimte en tijd
- Microfoon op een molen; 1,0 m van reflecterende vlakken en ruisbronnen
- Meettijd 60 s

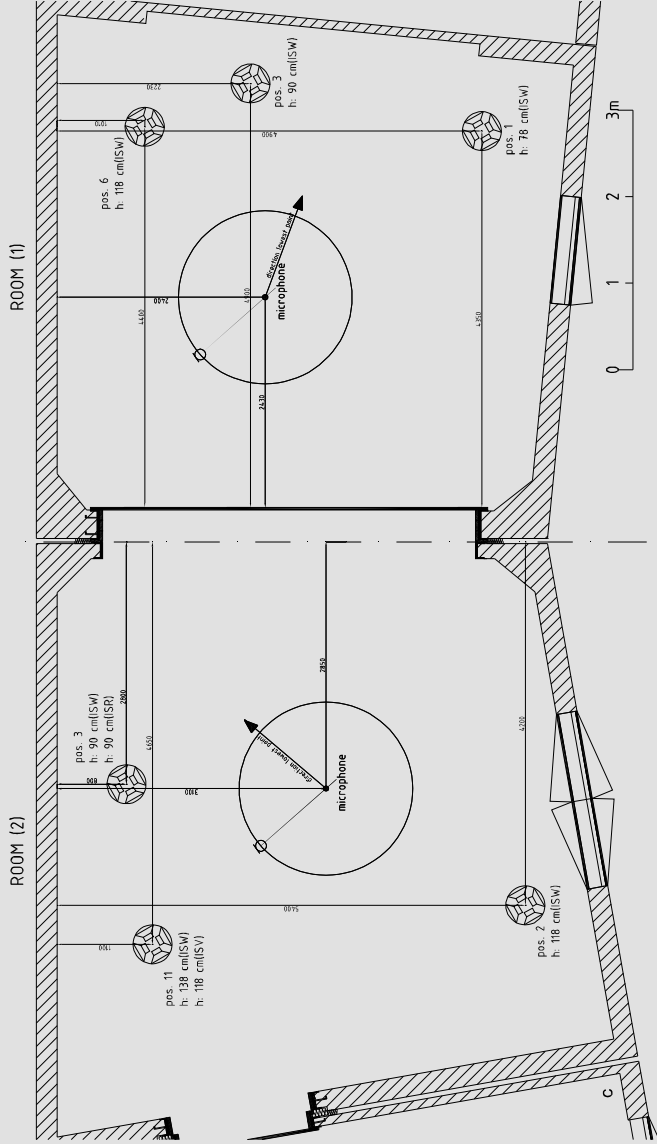
PEUTZ



Introductie | **lab versus in-situ** | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | sanitair

Meetruimten

PEUTZ



Introductie | **lab versus in-situ** | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | sanitair

Voorbeeld van een meetresultaat: meetnorm ISO 10140-2

PEUTZ

Resultaat is het gemiddelde van 2 meetrichtingen

Eéngetalsaanduiding conform ISO 717-1

- $R_w = 27 \text{ dB}$
- $R_A = R_w + C = 26 \text{ dB}$ (kenmerkend buurgeluid)
- $R_{Atr} = R_w + C_{tr} = 24 \text{ dB}$ (kenmerkend verkeersgeluid)

volume meetruimte: 102 m³

volume meetruimte: 115 m³

oppervlakte proefwand: 2,2 m²

gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

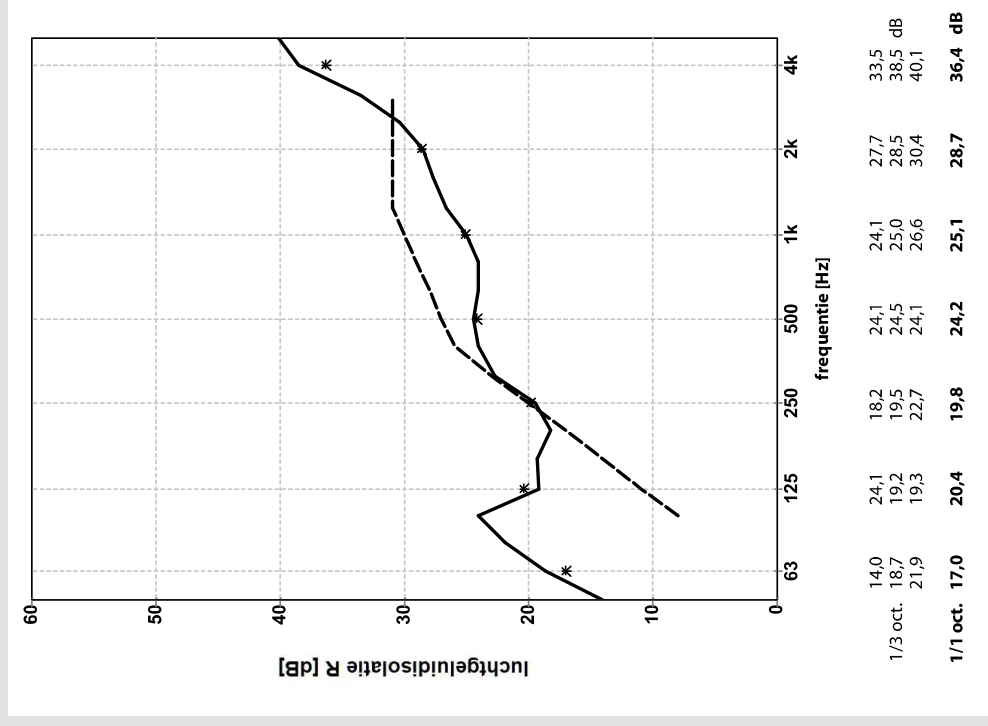
ISO 717-1:2013

$R_w(C;C_{tr}) = 27(-1;-3) \text{ dB}$

$C_{100-5000} \cdot C_{tr,100-5000} = (0;-3) \text{ dB}$

$C_{50-3150} \cdot C_{tr,50-3150} = (-1;-3) \text{ dB}$

$C_{50-5000} \cdot C_{tr,50-5000} = (0;-3) \text{ dB}$



Herhaalbaarheid & Reproduceerbaarheid

- Meetserie herhalen
- Deelnemen aan Round Robin onderzoeken

Standard Uncertainty u [dB]		ISO 12999-1: Bepaling en toepassing van meetonzekerheden in de bouwakoestiek-deel1: Geluidisolatie	EN 16703: Test code for drywall systems of plasterboard with steel studs. Round-Robin test in 2010 19 labs / 9 EU-landen
herhaalbaarheid	R_w	0,4 dB	R_w
	R_w	1,2 dB	R_w
	$R_w + C$	1,3 dB	$R_w + C$
	$R_w + C_{tr}$	1,5 dB	$R_w + C_{tr}$
reproduceerbaarheid			
			0,2 dB
			0,7 dB
			0,7 dB
			1,1 dB

$$U = k u$$

in which:

u = the standard uncertainty see table 1

k = the coverage factor (in the present case fixed at 2)

$$Y = y \pm U$$

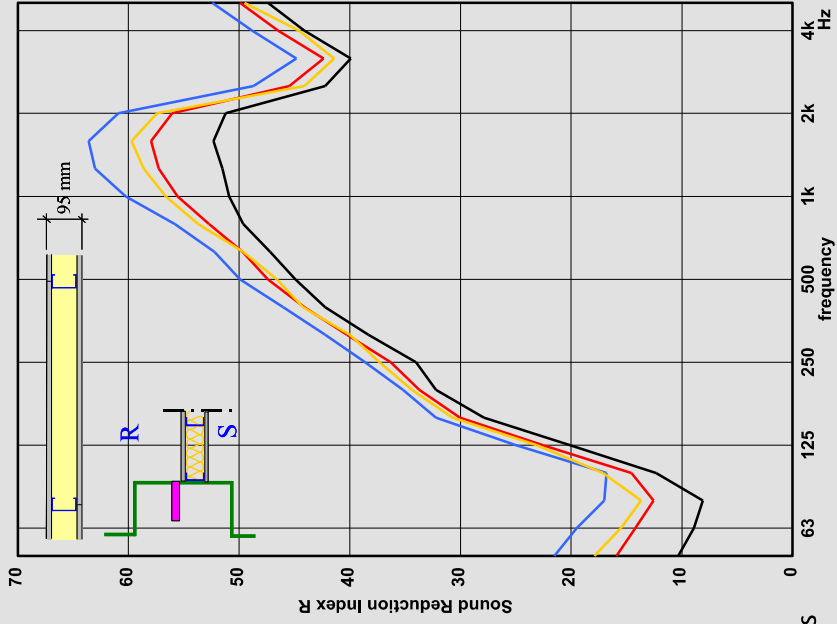
Y = the measurand, y the best estimate found by the measurement; and

U = the expanded uncertainty calculated for a given confidence level. For a normal distribution of measured values, there is a 95% confidence that the true value lies within the range (y-U) to (y+U). This corresponds to a coverage factor of k=2

EXAMPLE

The airborne sound insulation of will be designated as: $R_w + C_{tr} = (28,3 \pm 3,0)$ dB (k = 2).

PEUTZ



min value EN 16703
average value EN 16703
max value EN 16703
Partition 1: measurement Peutz

$R_w = 42,4$ dB
 $R_w = 44,8$ dB
 $R_w = 47,0$ dB
 $R_w = 45,1$ dB

Uitgangspunt lab metingen

- Bij het bepalen van de akoestische eigenschappen in het lab is het leidend uitgangspunt dat we zo dicht mogelijk bij de praktijk toepassing van het product blijven
- Dit uitgangspunt wordt hierna toegelicht bij een aantal voorbeelden van meetopstellingen

Geluidisolatie van een deur; Productspecifiek: te openen

PEUTZ

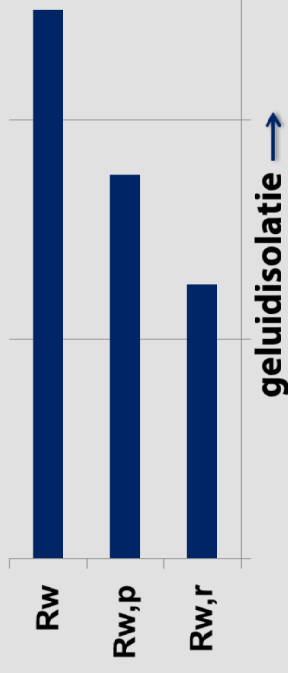


Door de GND gehanteerde terminologie:

R_w de in het laboratorium gemeten geluidisolatie van het deur blad

$R_{w,p}$ de in het laboratorium gemeten geluidisolatie van een functionele deur set

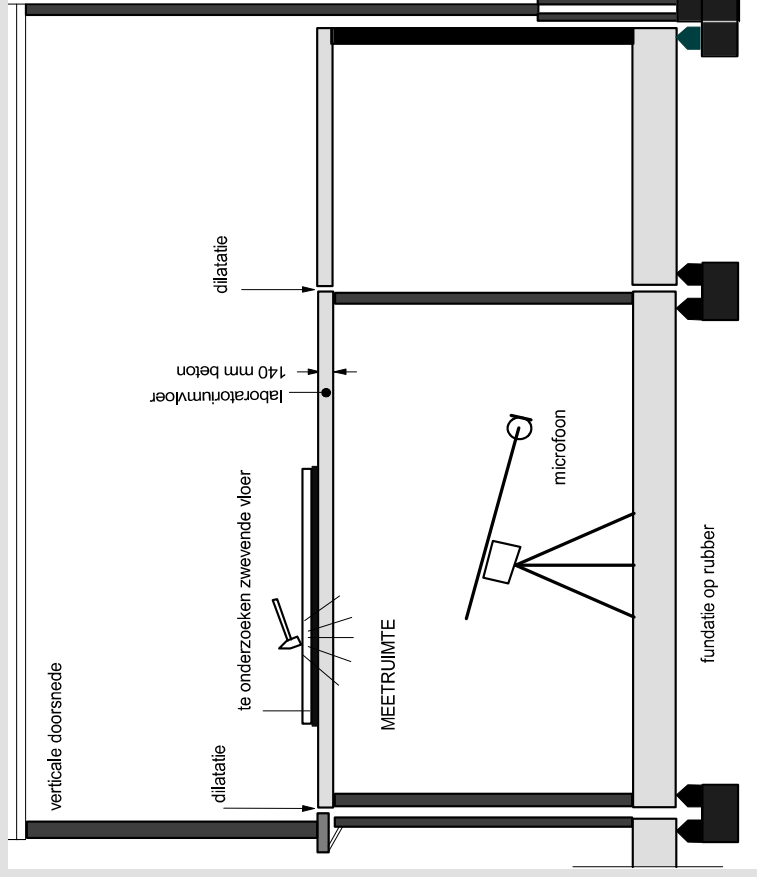
$R_{w,r}$ de in de praktijk bereikbare geluidisolatie van de deur set



Introductie | lab versus in-situ | **luchtgeluidisolatie** | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | sanitair

Contactgeluidisolatie(verbetering); meetnorm ISO 10140-3 voorbeeld van een meetopstelling

PEUTZ

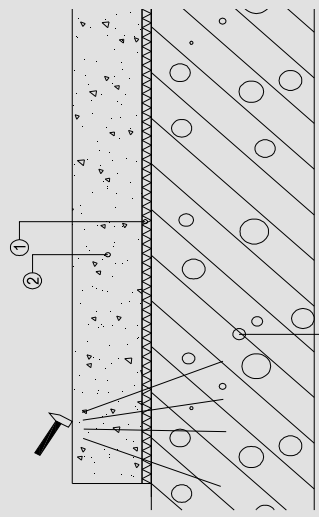


$$L_n = L_i - 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right)$$

Introdunctie | lab versus in-situ | luchtgeluidisolatie | **contactgeluidisolatie** | geluidabsorptie | vermogen | sanitair

Eéngetelsaanduiding ISO 717-2

- $\Delta L_{lin} = 13 \text{ dB}$
- $\Delta L_w = 24 \text{ dB}$



—	25mm rubbergranulaat + 70 mm zandcement; belast	$\Delta L_{lin} = 13 \text{ dB} \mid \Delta L_w = 24 \text{ dB}$
—	25mm rubbergranulaat + 70 mm zandcement; onbelast	$\Delta L_{lin} = 11 \text{ dB} \mid \Delta L_w = 23 \text{ dB}$

volume meetruimte: 94 m³

gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek

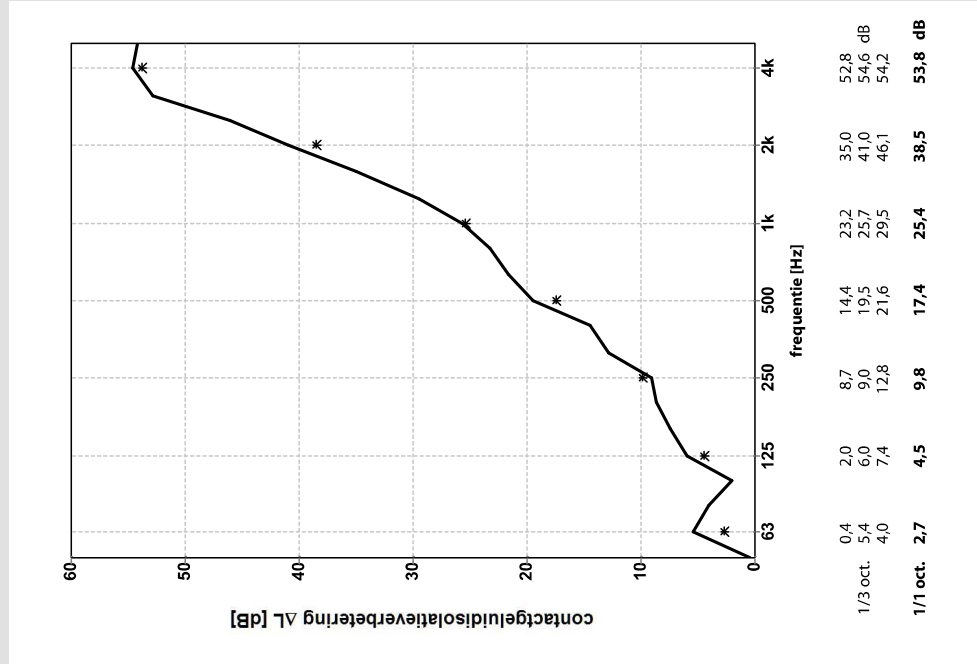
signaal: hamerapparaat

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-2:2020

$\Delta L_{lin} = 13 \text{ dB}$

$\Delta L_w = 24 \text{ dB}$



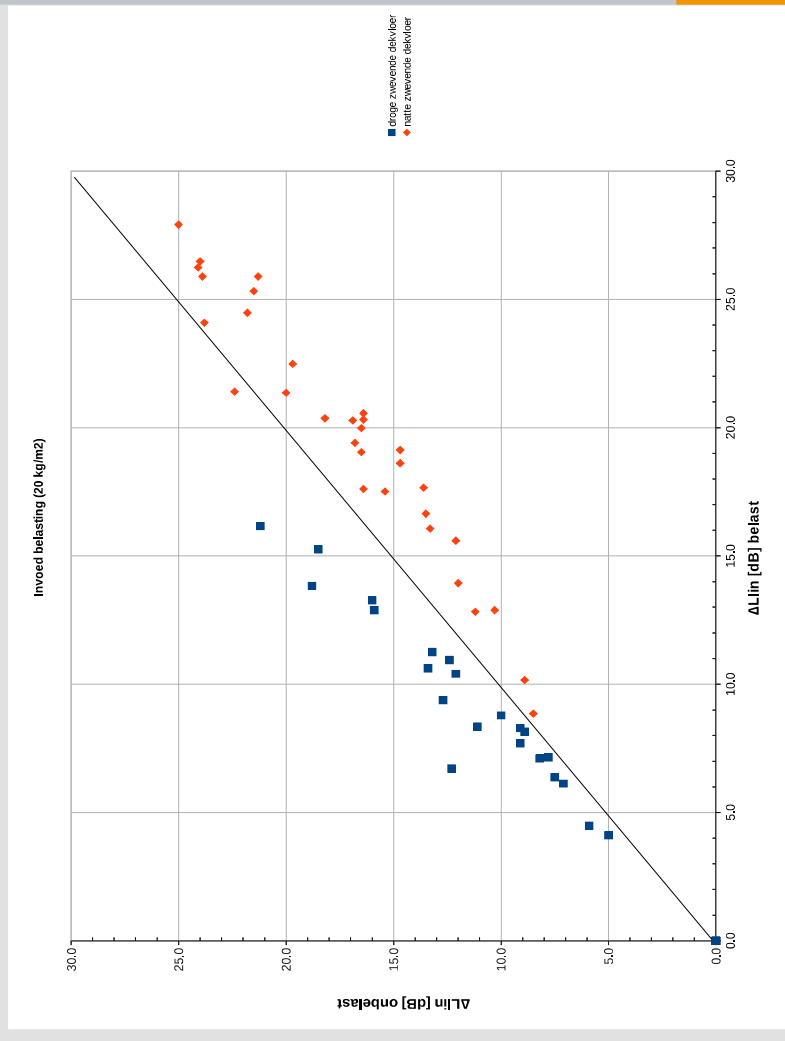
Productspecifiek: Invloed van de belasting

PEUTZ

H.4.1 Load

The assembled floor covering (category II materials) may be tested under load. A normal furnishing should be simulated with a uniformly distributed load of 20 kg/m² to 25 kg/m². The distributed load should be arranged with at least one weight per square metre of the flooring area.

- 20 loodbroodjes van 11,0 kg verdeeld volgens een vast patroon over een vloeroppervlak van ca. 10 m² resulterend in 22 kg/m²



Geluidabsorptie volgens de nagalmkamermethode



Meetnorm: ISO 354

- Voorbeeld van een meetresultaat
- Voorbeeld van meetopstellingen
- Meetnauwkeurigheid

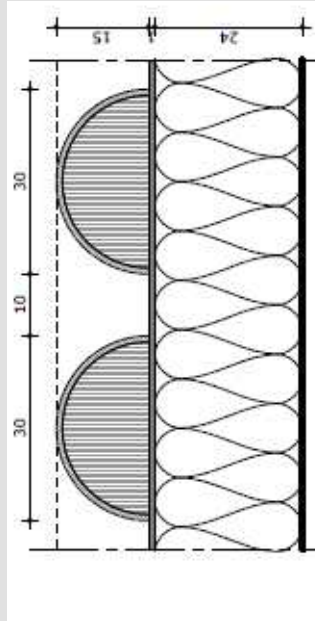
Voorbeeld van een meetresultaat: meetnorm ISO354



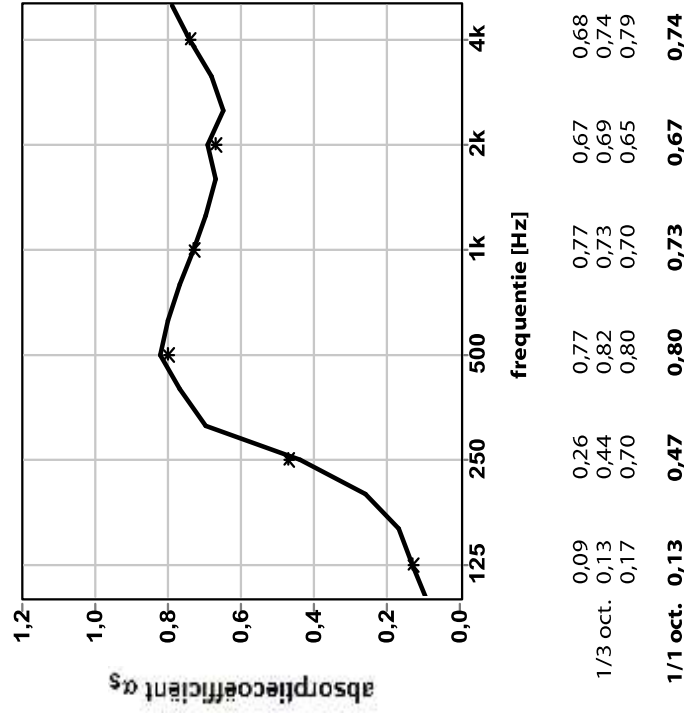
- Eéngetalsaanduidingen:
- ISO 11654: $\alpha_w = 0,70$ | class C
 - ASTM C423: NRC 0,65 | SAA 0,67



volume nagalmkamer: 214 m³
oppervlak monster: 10,8 m²
opbouwhoogte: 0,04 m
gemeten in:
Peutz Laboratorium voor Akoestiek
signaal: breedband ruis
bandbreedte: 1/3 octaaf



α_w (ISO 11654) = 0,70
NRC (ASTM - C423) = 0,65
SAA (ASTM - C423) = 0,67



- Meetserie herhalen
- Deelnemen aan Round Robin onderzoeken

Standard Uncertainty u [dB]	ISO 12999-2 Bepaling en toepassing van meetonzekerheden in de bouwakoestiek-deel 2: Geluidabsorptie		EN 13964: Test code for suspended ceilings 3 products at E 200 mounting Round-Robin test in 2010 in 22 labs Selected group:	
herhaalbaarheid	α_w	0,020	α_w	0,007
reproduceerbaarheid	α_w	0,035	α_w	0,029

$$U = k u$$

in which:

u = the standard uncertainty see table 1

k = the coverage factor (in the present case fixed at 2)

$$Y = y \pm U$$

Y = the measurand, y the best estimate found by the measurement; and
 U = the expanded uncertainty calculated for a given confidence level. For a normal distribution of measured values, there is a 95% confidence that the true value lies within the range $(y-U)$ to $(y+U)$. This corresponds to a coverage factor of $k=2$

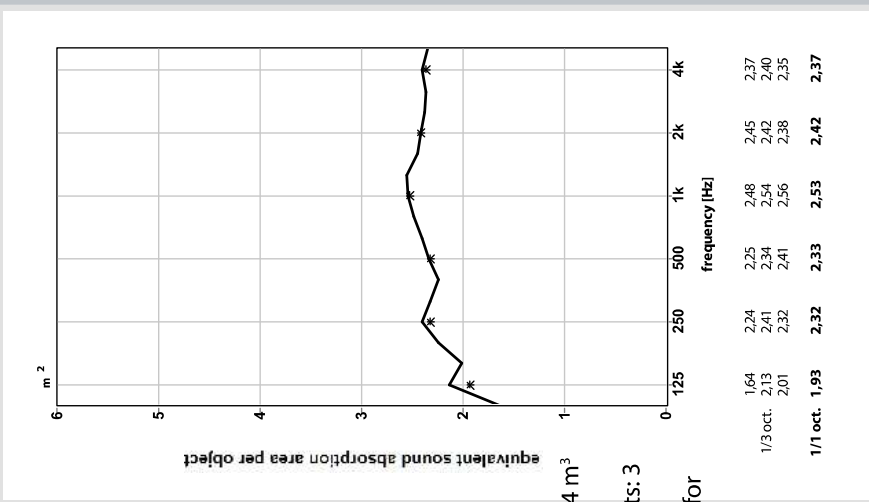
EXAMPLE

The weighted sound absorption coefficient of will be designated as: $\alpha_w = 0,70 \pm 0,07$ ($k = 2$).

Absorptie van objecten



PEUTZ



volume reverberation room: 214 m³

number of elements during tests: 3

measured at: Peutz Laboratory for Acoustics

signal: broad-band noise

bandwidth: 1/3 octave

Absorptie van objecten

- α_{object} conform ISO 20189:2018
- Absorptiecoëfficiënt in octaafbanden voor 3D simulaties
- Geen α_w op basis van α_{object}

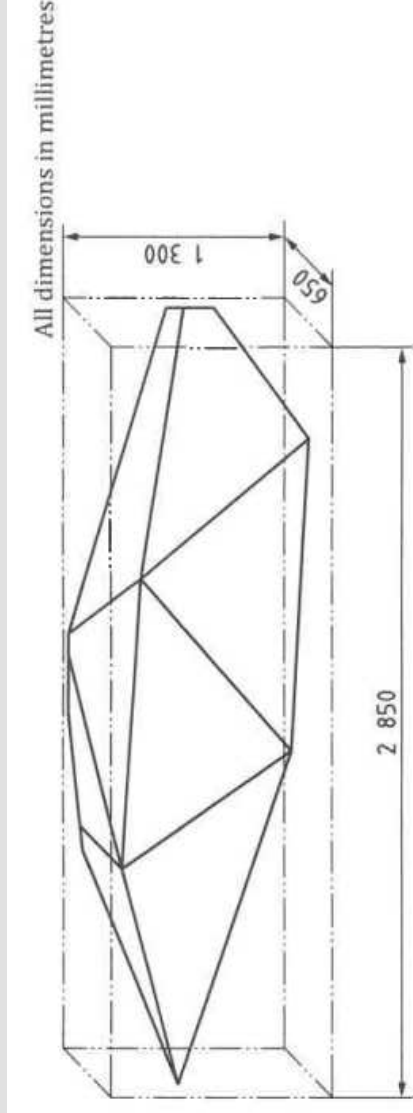
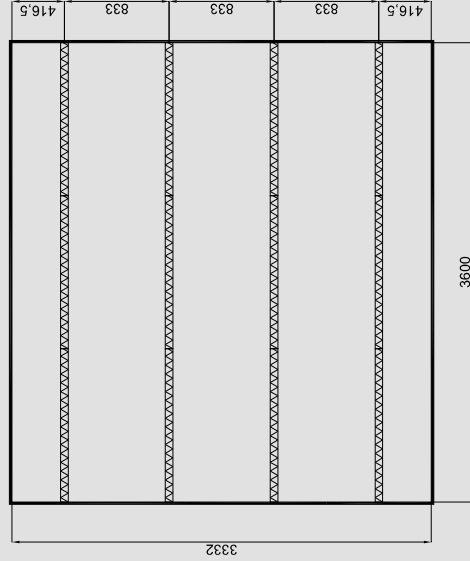
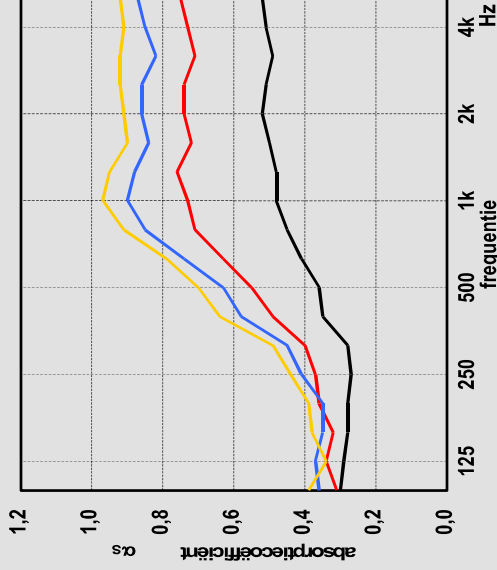
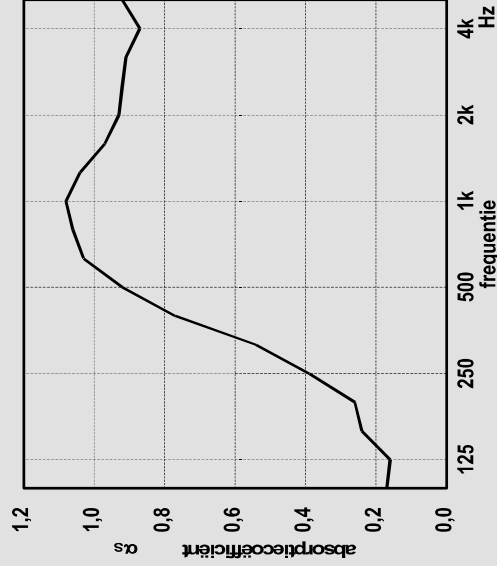


Figure B.4 — Example for a volume element

To evaluate α_{obj} the total exposed surface of the smallest cuboid, S , is then calculated according to the following:

$$S = 2 \times 2,85 \times 0,65 + 2 \times 1,30 \times 0,65 + 2 \times 1,3 \times 2,85 = 12,8 \text{ m}^2$$

Productspecifiek: Absorptie van baffles



PEUTZ

OMSCHRIJVING

Baffle (15+25+15); 0,5 baffle/m ²	$\alpha_w = 0,45$	NRC = 0,40
Baffle (15+25+15); 1,0 baffle/m ²	$\alpha_w = 0,60$	NRC = 0,60
Baffle (15+25+15); 1,5 baffle/m ²	$\alpha_w = 0,65$	NRC = 0,70
Baffle (15+25+15); 2,0 baffle/m ²	$\alpha_w = 0,70$	NRC = 0,75

Afmetingen baffle: 1200 x 600 mm
 6/12 m² » Rijafstand: 1666 mm
 12/12 m² » Rijafstand: 833 mm
 18/12 m² » Rijafstand: 555 mm
 24/12 m² » Rijafstand: 416 mm



Introductie | lab versus in-situ | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | **geluidabsorptie** | vermogen | sanitair

Geluidvermogen volgens de nagalmkamermethode

- Meetnorm: ISO 3741
- Voorbeeld van een meetresultaat
- Voorbeeld van een meetopstelling
- Meetnauwkeurigheid

Voorbeeld van een meetresultaat: meetnorm ISO 3741



Metingen in de nagalmkamer (214 m³); gemeten wordt

- Het equivalente geluidniveau in de meetruimte
- De nagalmtijd in de meetruimte
- Temperatuur, R.V. en atmosferische druk



Type: S315a

specimen: 2

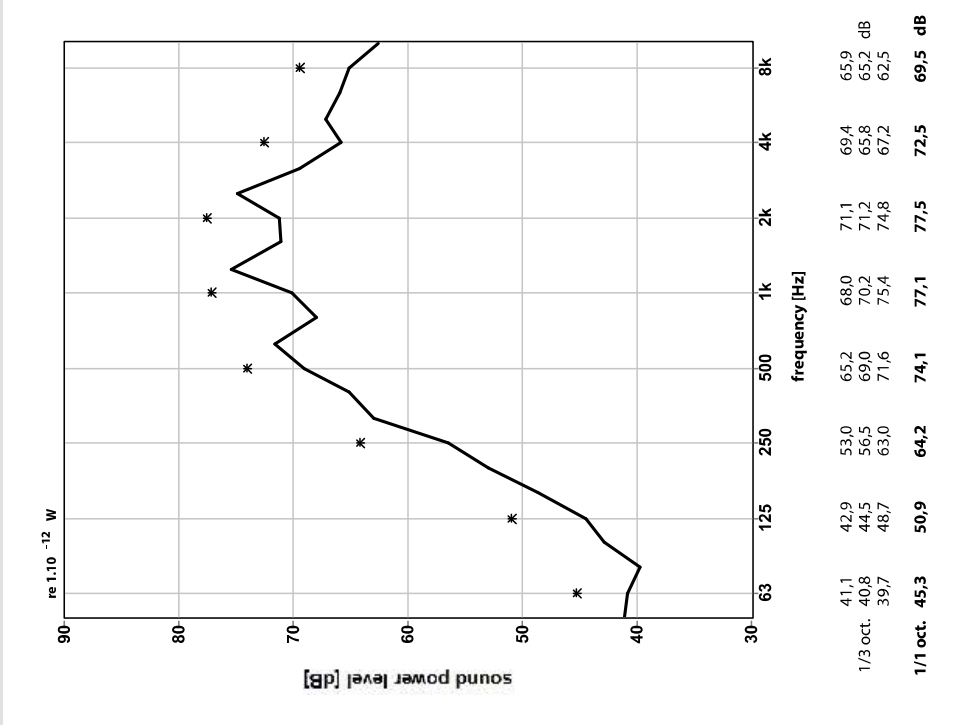
U [V] I [A] P [W]
229 7,9 1805

volume: 214 m³

measured at: Peutz
Laboratory for Acoustics

bandwidth: 1/3 octave

L_{WA} = 82,5 dB(A)



Band width	midband frequencies [Hz]	upper values of standard deviation of reproducibility of the method σ_{R0} [dB]
1/3 octaaf	50 ^a to 80	3,9 ^c
	100 to 160	3
	200 tot 315	2
	400 to 5000	1.5
	6300 to 10000	3
A-weighted per Annex F: ISO 3741		
^a Recommendations for frequencies below 100 Hz are given in Annex E		
^b Applicable to a source which emits noise with a relatively “flat” spectrum in the frequency range 100 Hz to 10000 Hz		
^c Values taken from Annex E, table E.1		

$$\sigma_{tot} = \sqrt{\sigma_{RO}^2 + \sigma_{omc}^2}$$

in which:

- σ_{RO} the standard uncertainty of the method see table 1
- σ_{omc} the machinery specific standard uncertainty (stable: 0,5)

$$U = k u$$

$$Y = y \pm U$$

in which:

- u = the standard uncertainty see table 1
- k = the coverage factor (in the present case fixed at 2)

Y = the measurand, y the best estimate found by the measurement; and
U = the expanded uncertainty calculated for a given confidence level. For a normal distribution of measured values, there is a 95% confidence that the true value lies within the range (y-U) to (y+U). This corresponds to a coverage factor of k=2

EXAMPLE

The sound power level of will be designated as: $L_{WA} = 82,5 \pm 1,4$ dB (k = 2).

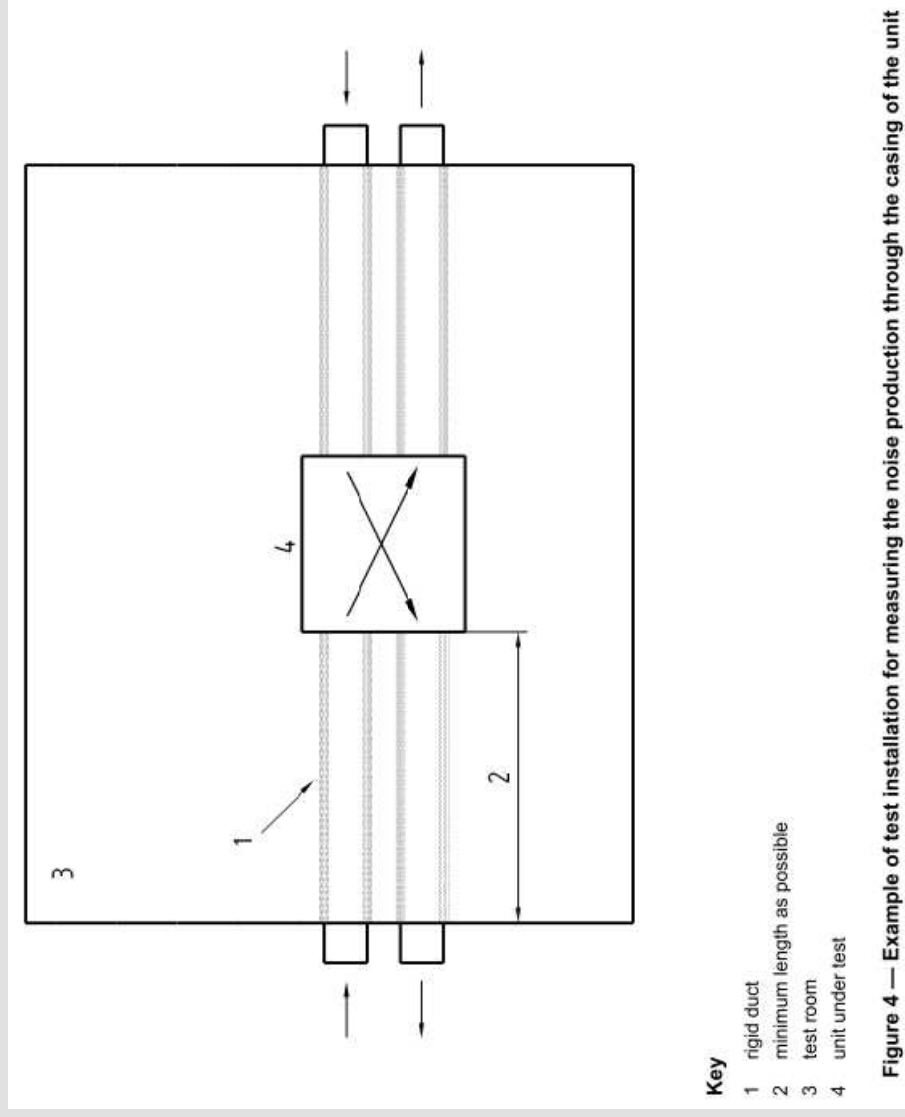
Productspecificiek: Geluidvermogen van een WTW-unit

- Doel: bepalen van het geluidvermogniveau cf ISO 3741
- NEN-EN 13147-7
- EN ISO 5135

Productspecifiek: Geluidvermogen van een WTW-unit



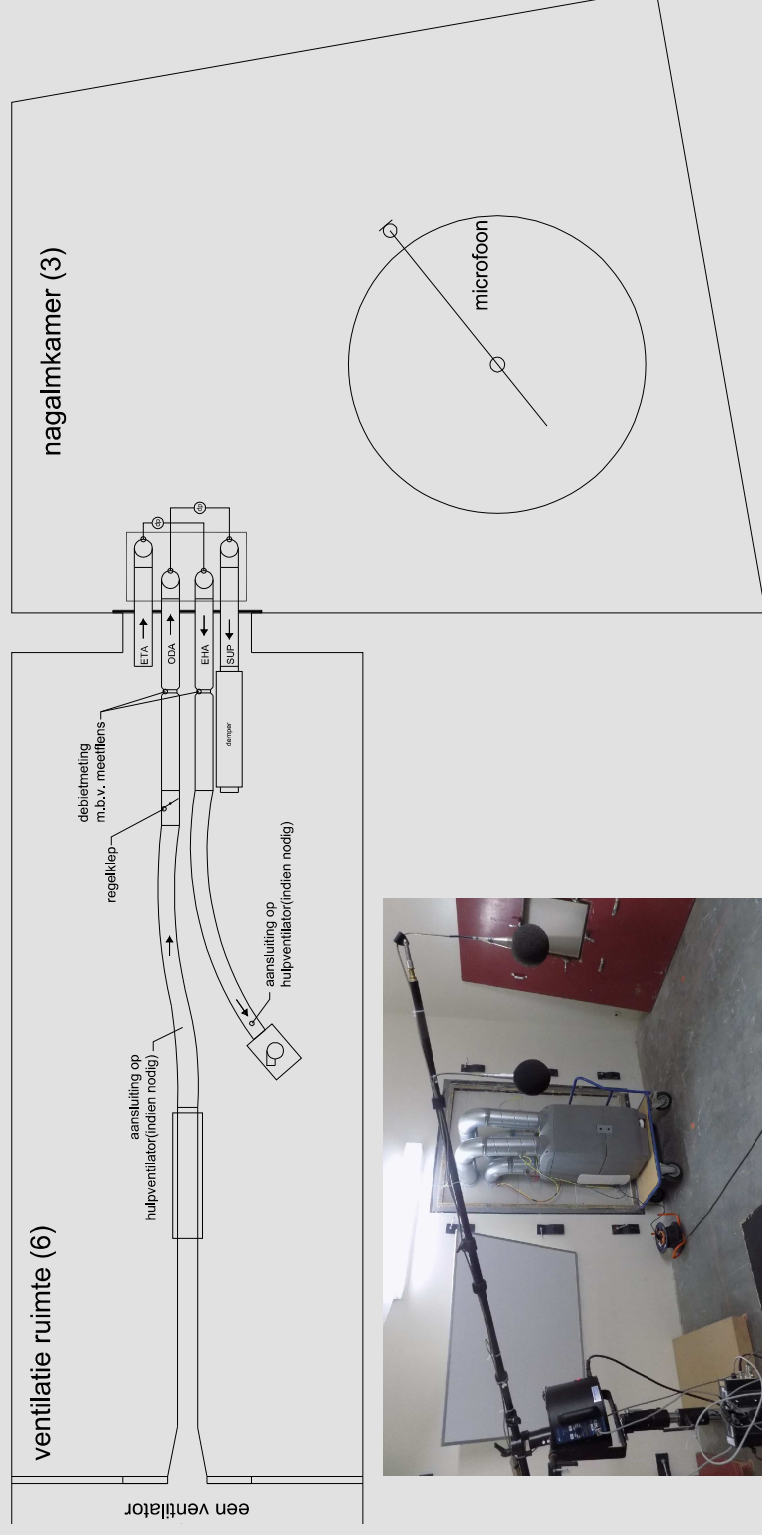
- Geluidafstaling van de omkasting
- Instellen en vastleggen van de onderzochte werkpunten



Productspecifiek: Geluidvermogen van een WTW-unit

PEUTZ

- Geluidafstaling van de omkasting
- Instellen en vastleggen van de onderzochte werkpunten; drukval / debiet / elektrisch



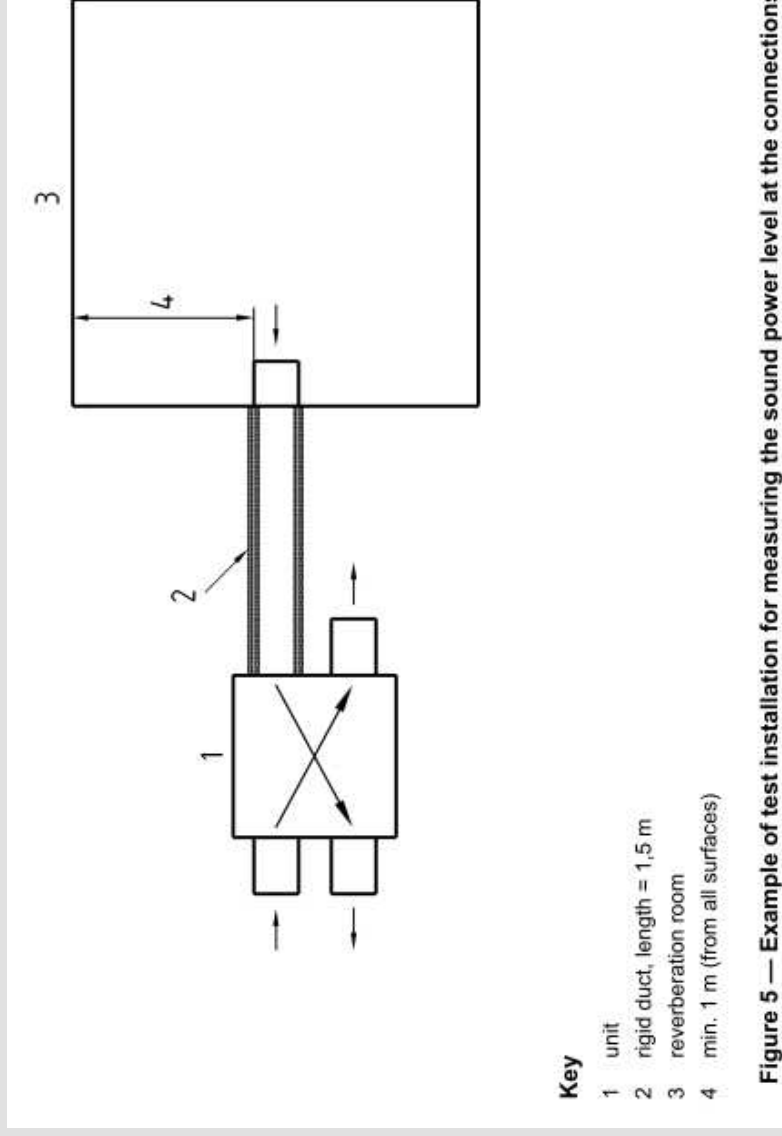
Productspecifiek: Geluidvermogen van een WTW-unit

- Geluidafstraling van een kanaalaansluiting
- Instellen en vastleggen van de onderzochte werkpunten

$$L_{Wduct} = L_W + E_{1(n)}$$

$$E_{1(n)} = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{c}{4\pi f_n} \right)^2 \frac{\Omega}{S} \right]$$

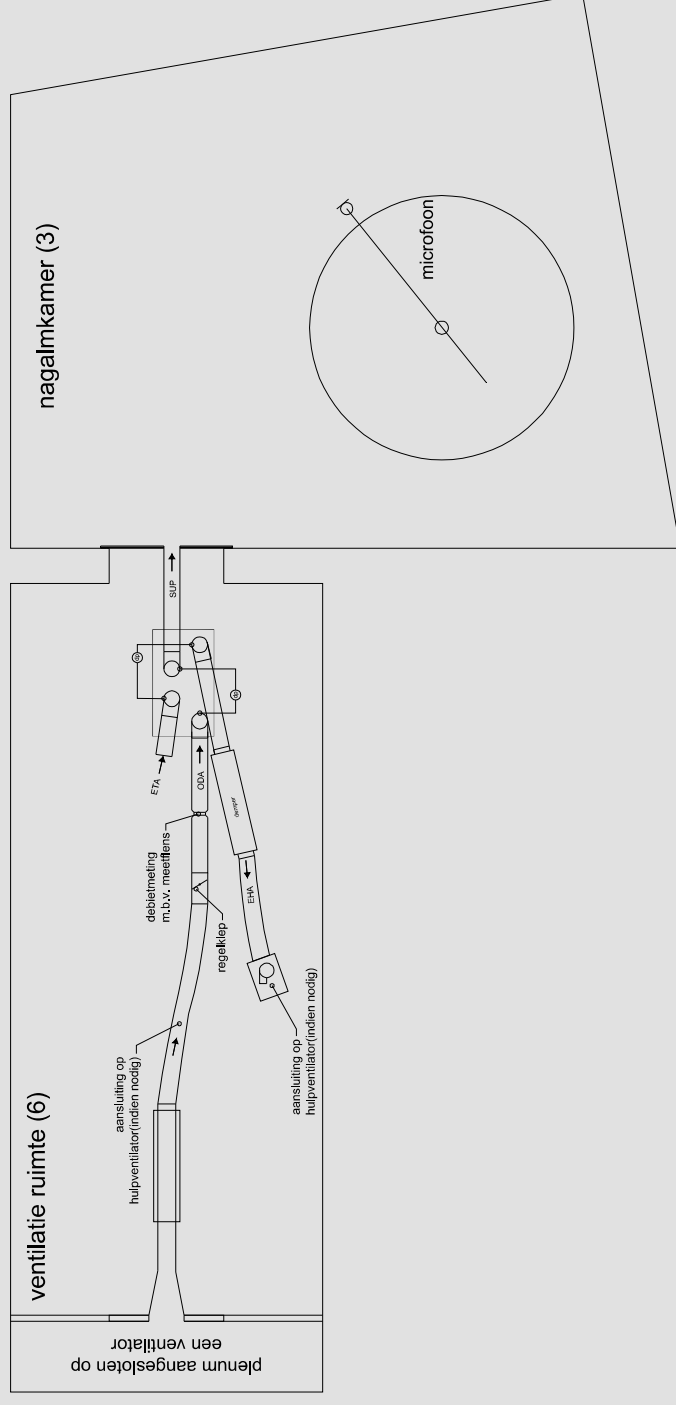
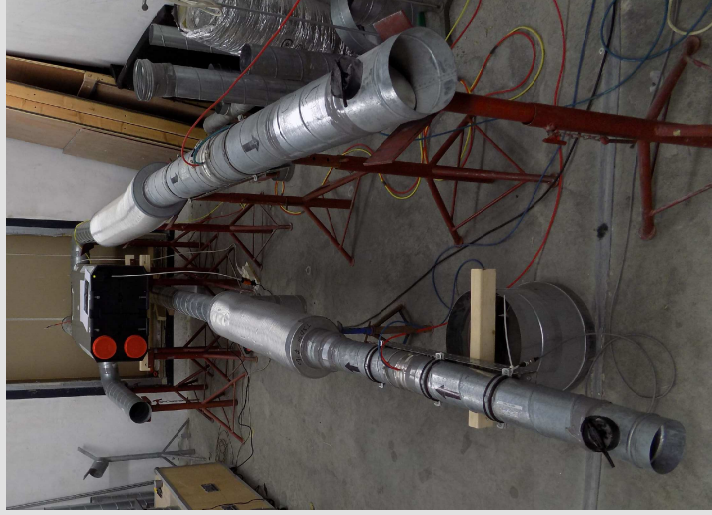
$E_{1(n)}$ = duct end reflection loss [dB], calculated
 Ω = is the solid angle of radiation, equal to 2π for a flush termination applied here
 c = is the speed of sound in air, in metres per second, at the temperature, θ , in degrees Celsius, of the air in the reverberation test room at the time of test,
 $c = 20,05 (273 + \theta)^{0.5}$
 f_n = band centre frequency [Hz]
 S = is the area of the duct opening in the room [m²]



Productspecifiek: Geluidvermogen van een WTW-unit



- Geluidafstraling van een kanaalaansluiting
- Instellen en vastleggen van de onderzochte werkpunten



Introductie | lab versus in-situ | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | **vermogen** | sanitair

Productspecifiek: Geluidvermogen van een WTW-unit

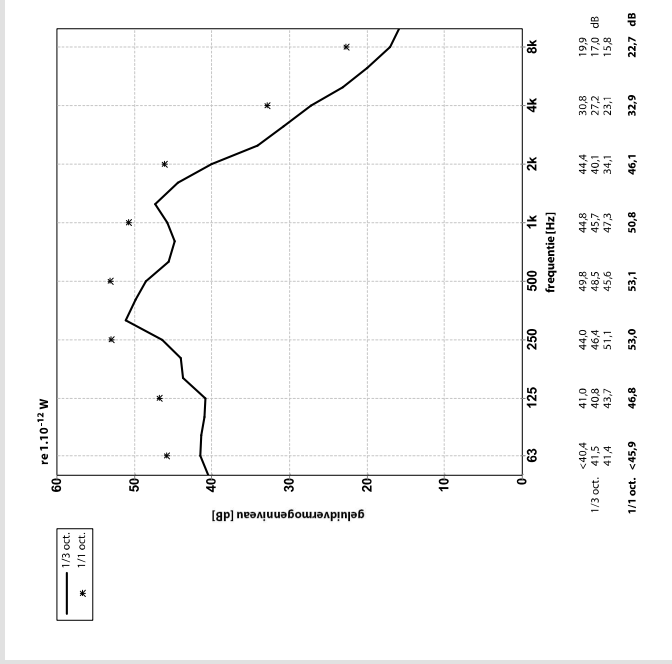
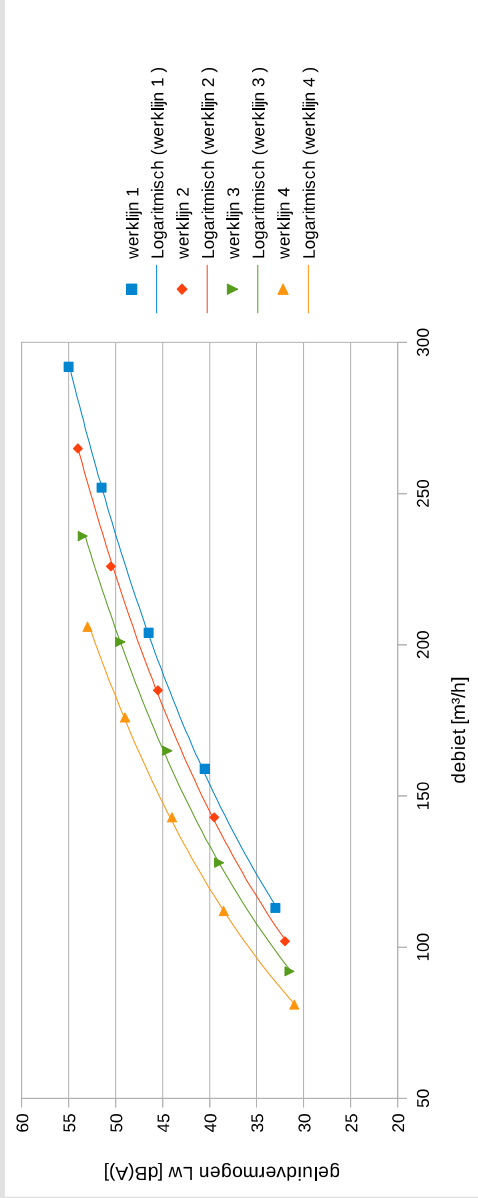
PEUTZ

- Afstraling van de omkasting
- Instellen en vastleggen van de onderzochte werkpunten
- toerentallen / volumestromen / drukvallen / elektrische randvoorwaarden

volume: 214 m³

gemeten in: Peutz
Laboratorium voor Akoestiek
bandbreedte: 1/3 octaaf

$L_{WA} = 55,0 \text{ dB(A)}$

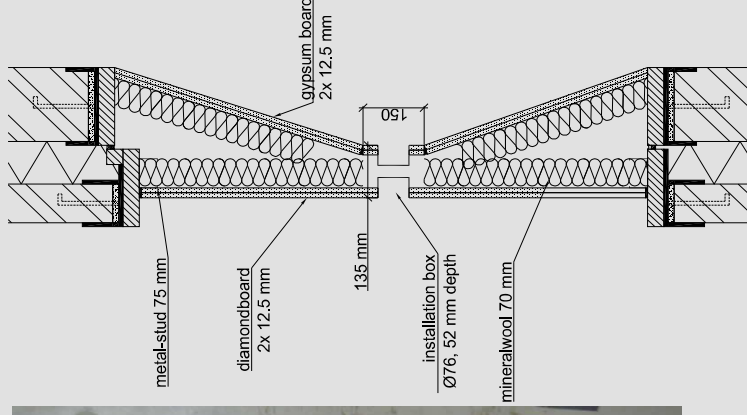


Afstraling; lijn 1; 96,4 W; 2060 rpm
MEETFLENS 1 ID-nummer : 315
FLENS DIAMETER : 125 mm / C-factor : 31,1 / DP : 91 Pa; DEBIET = 292 m³/h
DRUKVAL OVER OBJECT (2) DP : 100 Pa

Geluidisolatie van een inblaasrooster; Productspecifiek: onderdeel van een scheidingsconstructie

PEUTZ

- Bepaling luchtgeluidisolatie R of D_{ne} conform ISO 10140-2



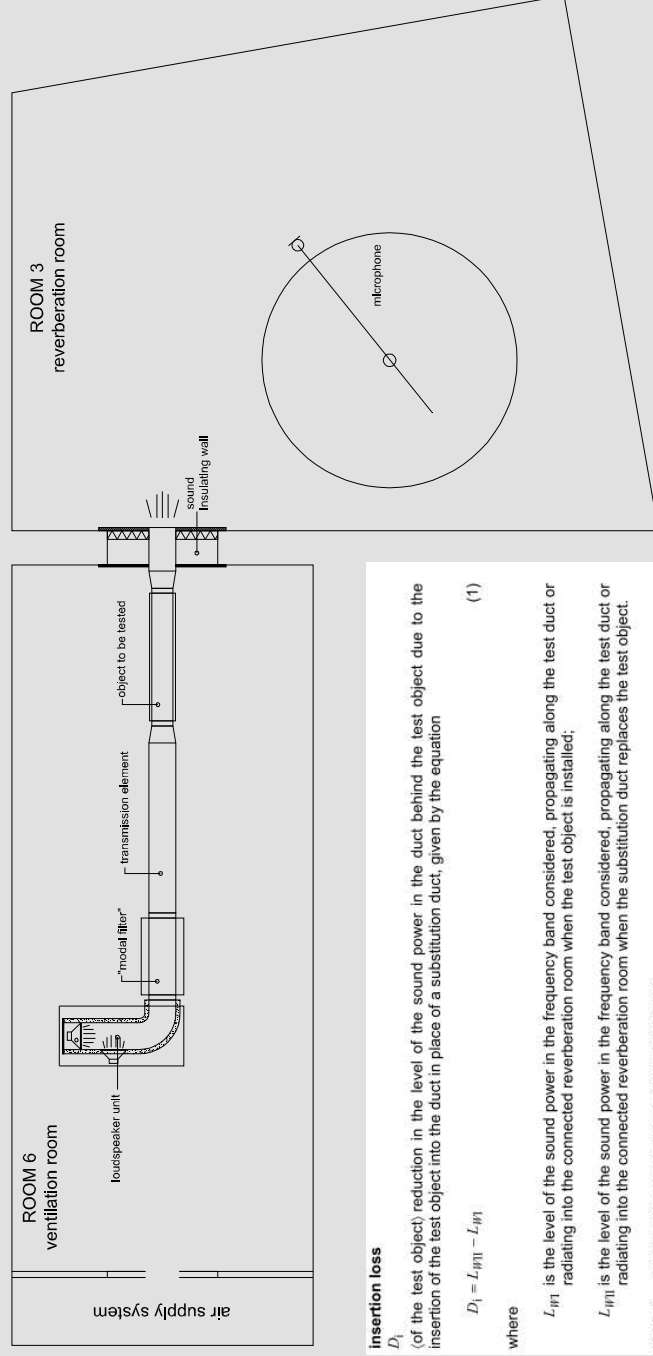
Introductie | lab versus in-situ | **luchtgeluidisolatie** | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | sanitair

Geluidisolatie van een inblaasrooster

Productspecifiek: afsluiting van een ventilatiesysteem

- Bepaling invoegverlies conform EN ISO 7235

PEUTZ



Insertion loss

D_i
(of the test object) reduction in the level of the sound power in the duct behind the test object due to the insertion of the test object into the duct in place of a substitution duct, given by the equation

$$D_i = L_{HII} - L_{HI} \quad (1)$$

where

L_{HI} is the level of the sound power in the frequency band considered, propagating along the test duct or radiating into the connected reverberation room when the test object is installed;

L_{HII} is the level of the sound power in the frequency band considered, propagating along the test duct or radiating into the connected reverberation room when the substitution duct replaces the test object.

NOTE 1 The insertion loss is expressed in decibels (dB).

NOTE 2 For measurements according to this International Standard, the insertion loss of a silencer equals its transmission loss.

3.2 transmission loss

D_t
(of an air-terminal unit) difference between the levels of the sound powers incident on and transmitted through the test object

NOTE 1 The transmission loss is expressed in decibels (dB).

Insertion loss

$$D_i = L_{WII} - L_{WI}$$

Transmission loss

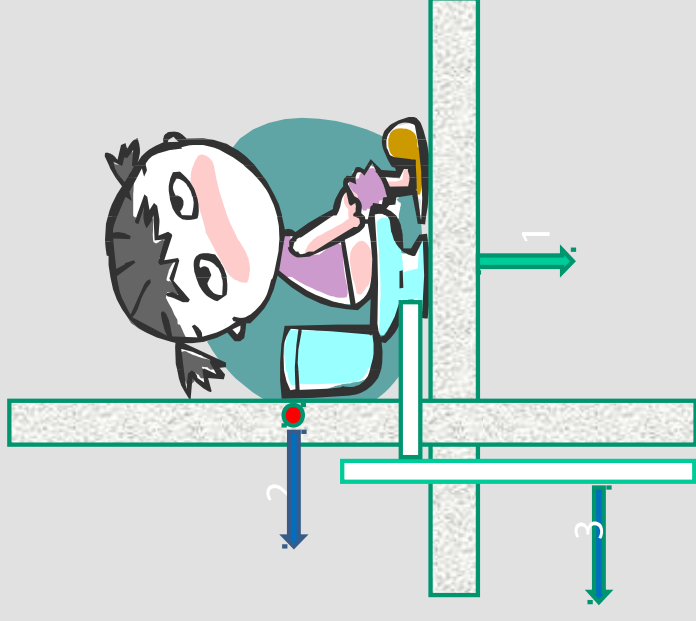
$$D_t = D_i - D_{td}$$

Sanitaire Installaties

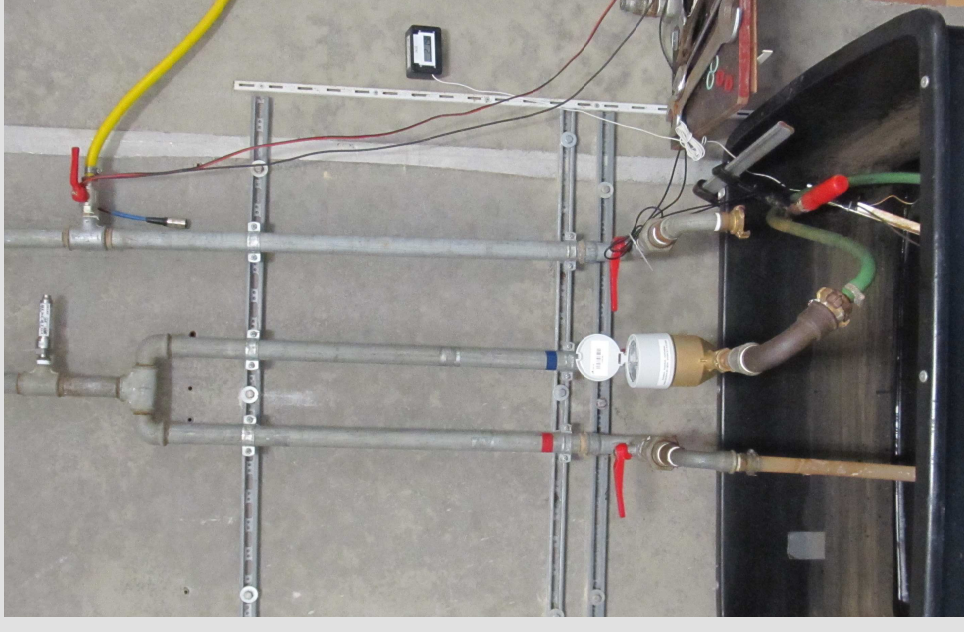
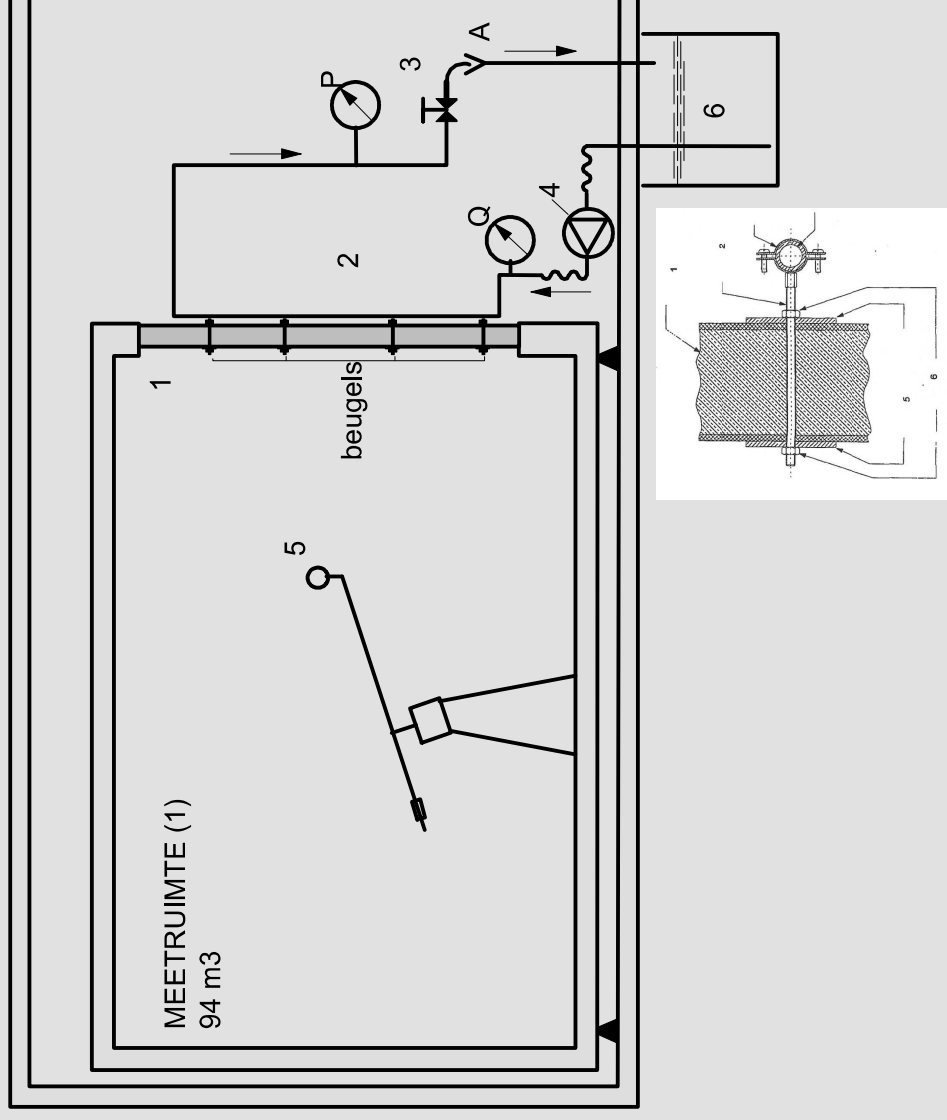
Te onderscheiden geluidbronnen

- Geluidafstraling van de toevoerleiding
- Geluidafstraling van de afvoerleiding
- Afstraling van gebruiksgeluiden via de betonvloer
- Splitsen van bouwkundige en installatie technische invloedsfactoren

PEUTZ



Introductie | lab versus in-situ | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | **sanitair**

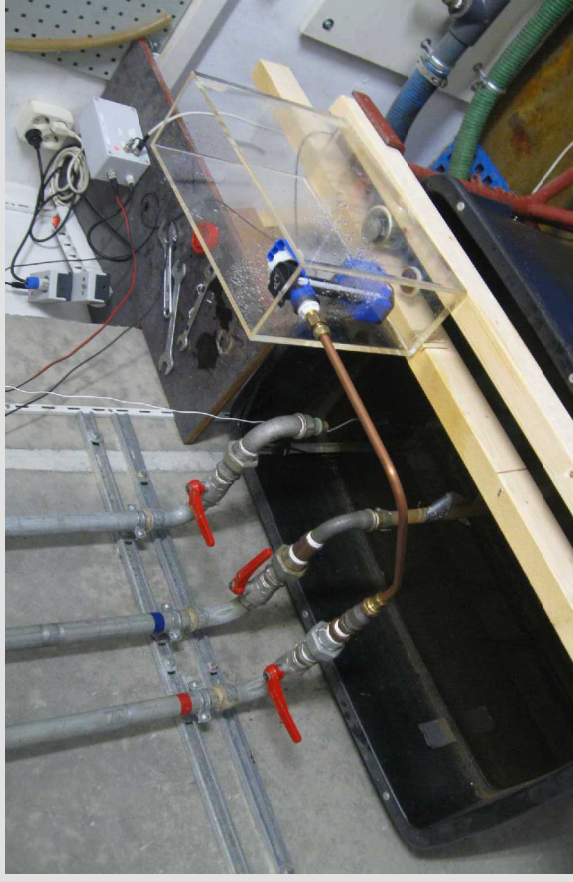


Sanitaire appendages – productspecifiek – een vulkraan

PEUTZ

Gemeten wordt:

- Het doorstroomvolume
- De druk voor de appandage
- Het geluidniveau in de meetruimte
- De nagalmtijd in de meetruimte



Introductie | lab versus in-situ | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | **sanitair**

Voorbeeld van een meetresultaat

- Meetnorm: ISO 3822
- Productnorm: EN 14124:2004 Inlet valves for flushing cisterns with internal overflow
- Instellen en vastleggen van de onderzochte werkpunten

$$L_n = L_i - 10 \lg \left(\frac{A}{A_0} \right)$$

$$L_{apn} = L_n + (L_{sn} - L_{srn})$$

volume: 94 m³

measured at: Peutz
Laboratory for
Acoustics

bandwidth: 1/3 octave

waarin:

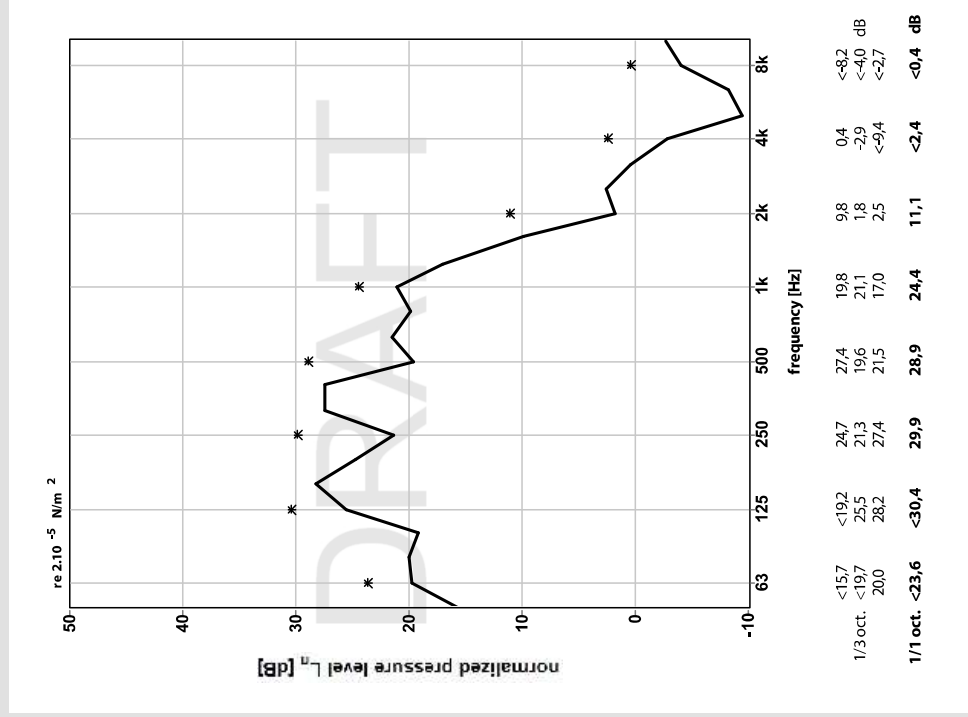
L_n = gemeten geluidniveau in de meetruimte, veroorzaakt door de onderzochte appendage [dB]

L_{sn} = referentie niveau van de INS (45 dB(A))

L_{srn} = gemeten geluidniveau in de meetruimte, veroorzaakt door de INS bij 0,3 MPa (3 bar)

$L_{nA} = 29,0 \text{ dB(A)}$

$L_{ap} = 13 \text{ dB(A)}$



Herhaalbaarheid & Reproduceerbaarheid

Standard Uncertainty u [dB]	ISO 3822/A1:2008	
herhaalbaarheid	Lap	0,5 dB(A)
reproduceerbaarheid	Lap	1,5 dB(A)

in which:

u = the standard uncertainty see table 1

k = the coverage factor (in the present case fixed at 2)

Y = the measurand, y the best estimate found by the measurement; and

U = the expanded uncertainty calculated for a given confidence level. For a normal distribution of measured values, there is a 95% confidence that the true value lies within the range (y-U) to (y+U).

This corresponds to a coverage factor of k=2

EXAMPLE

The appendage sound pressure level will be designated as: Lap = 25,0 ± 3 dB(A) (k = 2).

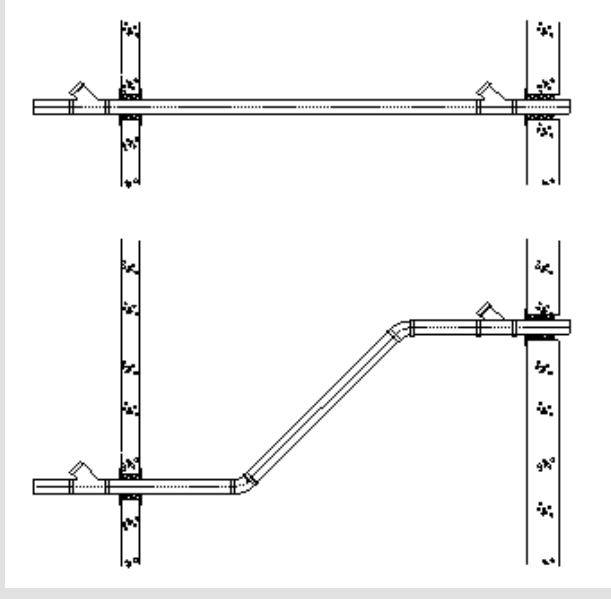
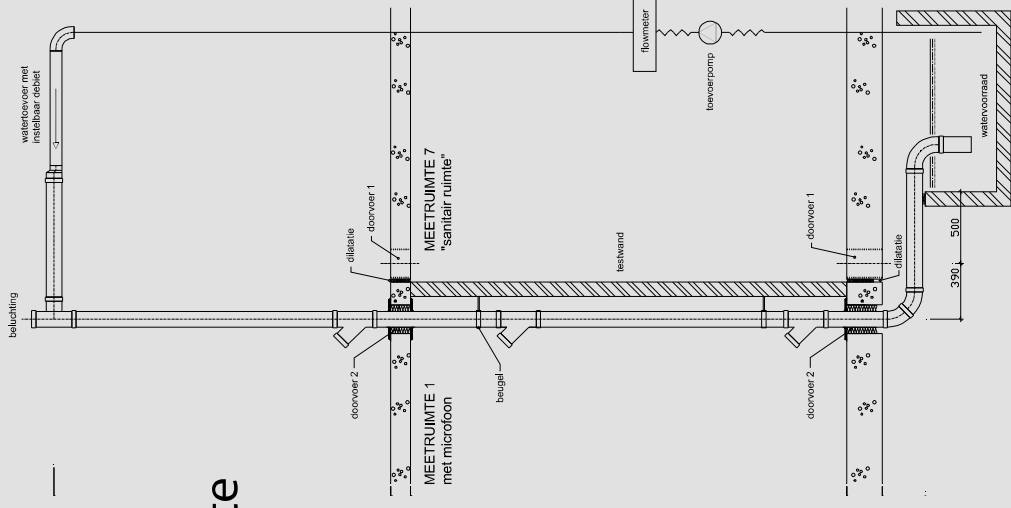
Geluidafstraling van de afvoerleiding

- Meetnorm: EN 14366:2004
- Voorbeeld van een meetopstelling
- Voorbeeld van een meetresultaat

Afvoerleidingen meetopstellingen

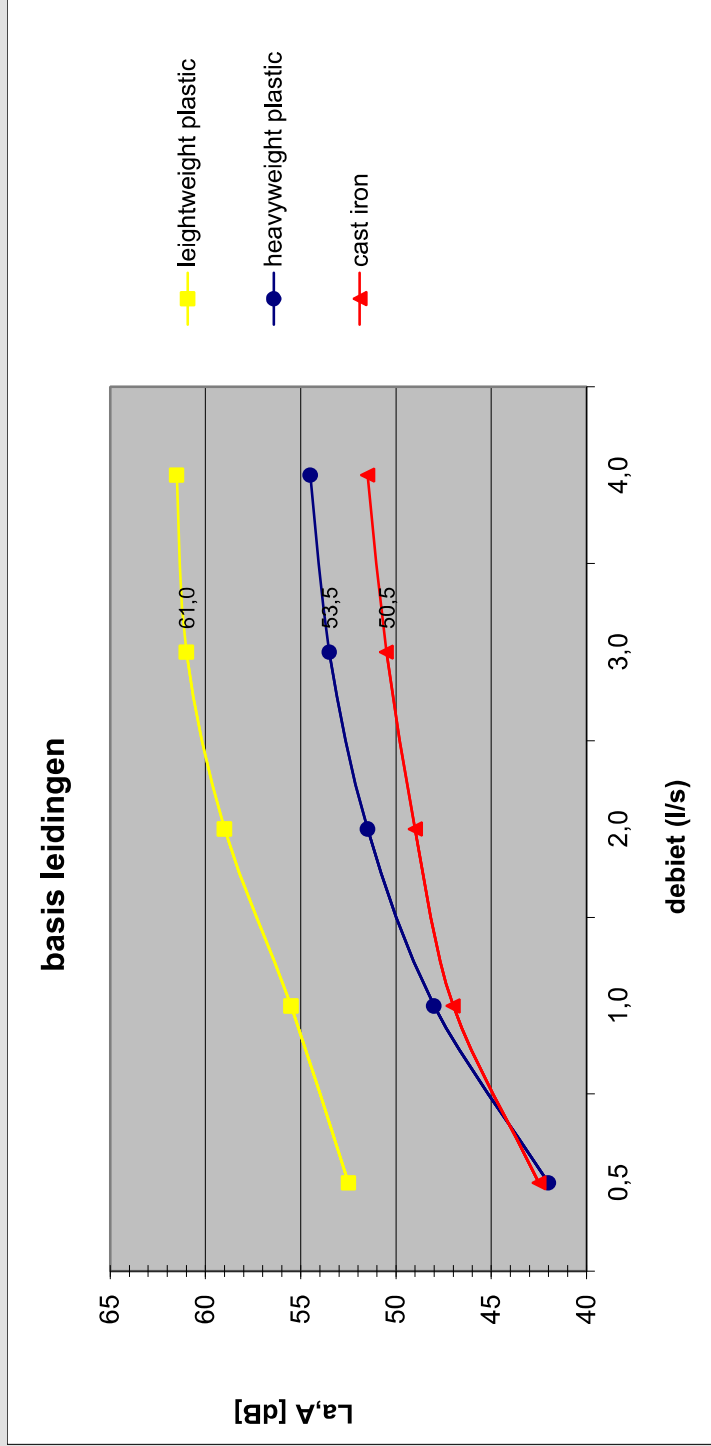
Gemeten wordt:

- Het doorstroomvolume
- Het geluidniveau in de meetruimte
- De nagalmtijd in de meetruimte



Productspecifiek: Afvoerleidingen

- Voorbeeld van een meetresultaat



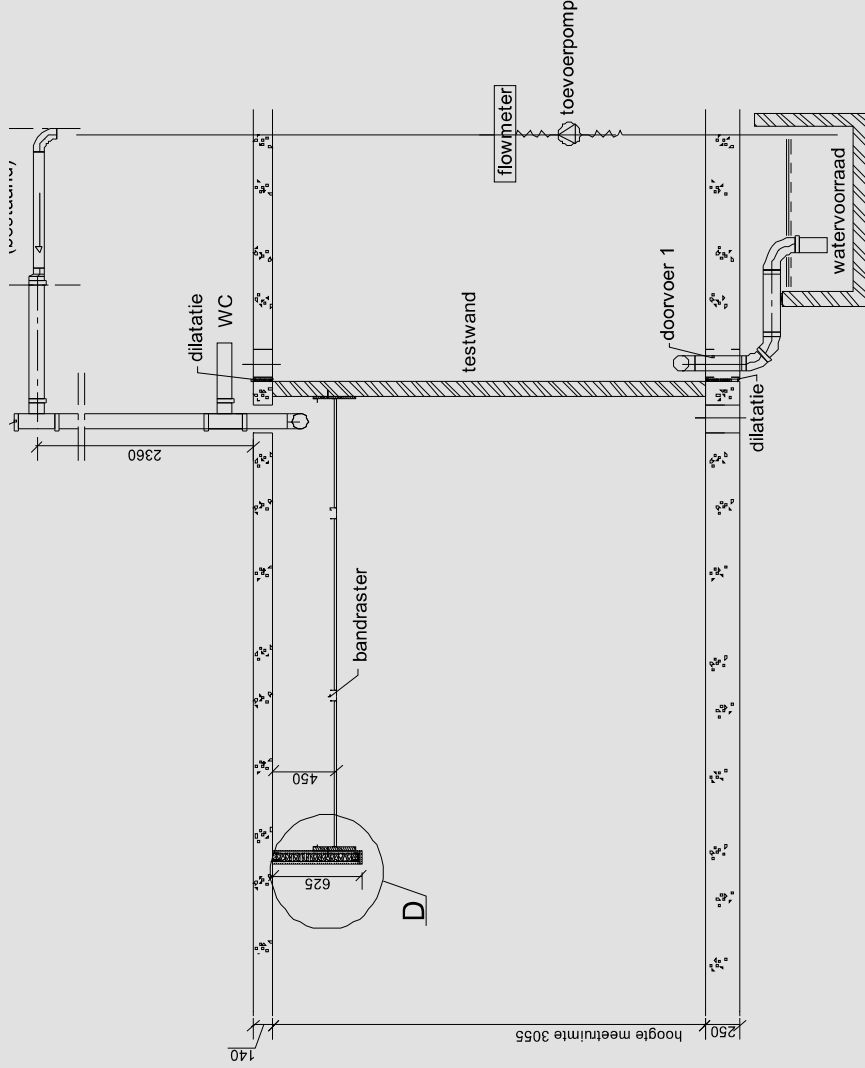
PEUTZ



Special: afvoerleiding boven een verlaagd plafond

PEUTZ

- Voorbeeld van een meetresultaat



type A1



type A2



type B1



type C1



type C2



Glaswol oplage

Introdunctie | lab versus in-situ | luchtgeluidisolatie | contactgeluidisolatie | geluidabsorptie | vermogen | **sanitair**

Special: afvoerleiding boven een verlaagd plafond



- Voorbeeld van een meetresultaat

