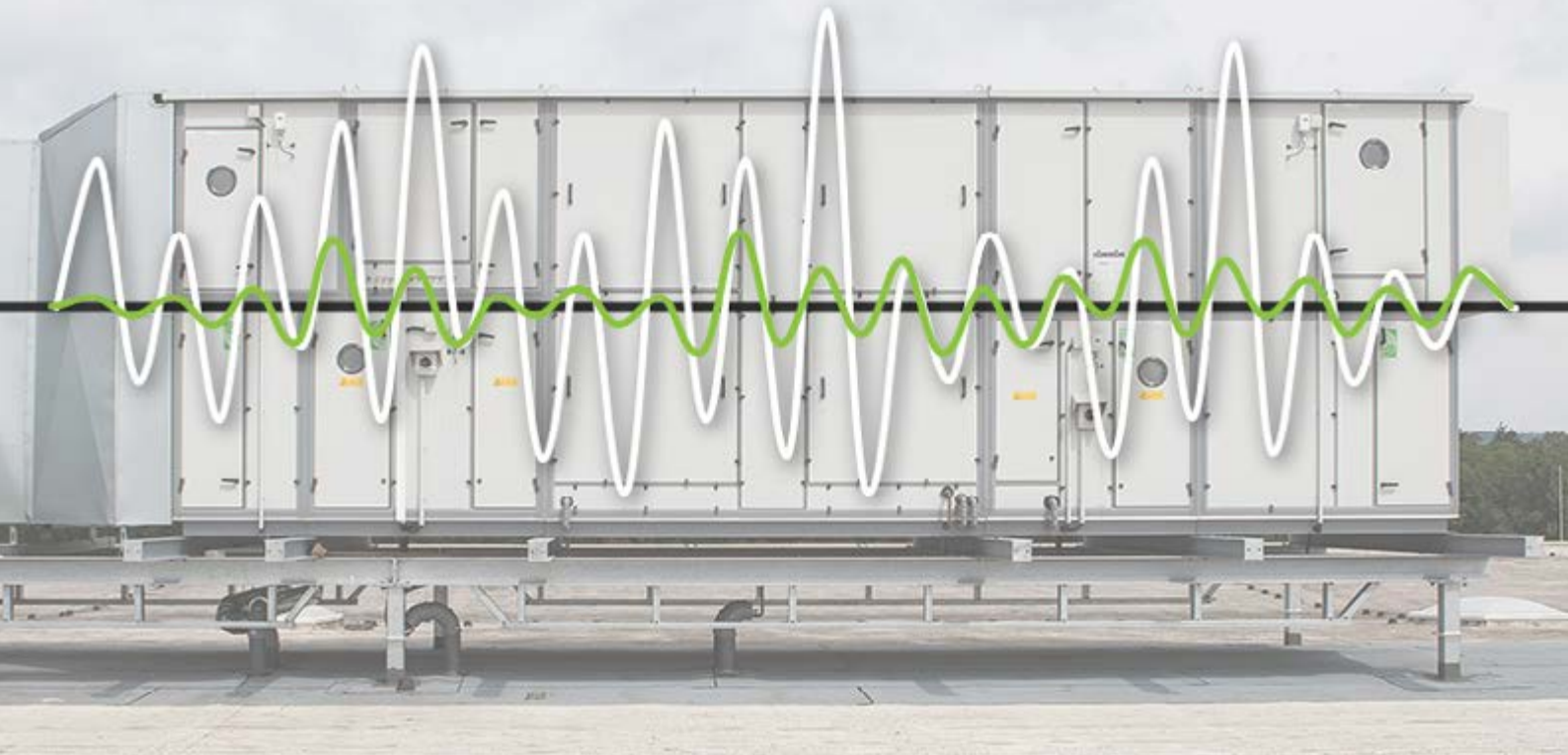


Geluid en geluiddemping



Naast de voorschriften over energie-efficiëntie worden vereisten aan geluidswering steeds belangrijker. Permanent hoge geluidsbelastingen beperken de levenskwaliteit en kunnen naast storingen en overlast ook relevante gezondheidsrisico's tot gevolg hebben.

De technische handleiding ter bescherming tegen geluid, in het Duits afgekort met TA Lärm, is een administratieve regeling in de Bondsrepubliek Duitsland die de bescherming van het openbare leven en van de omgeving tegen schadelijke milieu-invloeden door geluiden dient.

Zo worden constructeurs en exploitanten van technische installaties steeds weer geconfronteerd met de gerechtigde eis van bewoners aan geluidswering dan wel geluidsvermijding.

Bekende vorderingen van de TA Lärm:

Overzicht geluidsvereisten		
	Overdag (06.00-22.00 uur)	's Nachts (22.00-06.00 uur)
In gebouwen (VDI 2081)		
Woonruimtes	35dB(A)	25dB(A)
Radiostudio's	15dB(A)	
Kantoorruimtes	40dB(A)	
Fabriekshallen	<85dB(A)	
In gebouwen (ASR 3.7)		
Functionieclassificatie I*	55dB(A)	
Functionieclassificatie II**	70dB(A)	
Functionieclassificatie III***	zo laag mogelijk	
In het vrije veld (TA-Lärm)		
Recreatiegebieden/ziekenhuizen	45dB(A)	35dB(A)
Gebied alleen voor wonen	50dB(A)	35dB(A)
Woongebied algemeen	55dB(A)	40dB(A)
Gemengd gebied	60dB(A)	45dB(A)
Industriegebied	65dB(A)	50dB(A)
Industriegebied	70dB(A)	

*Categorie I ~ Vergaderingen/controles/ontwikkelingswerk ~ hoge verstaanbaarheid

**Categorie ** ~ Algemene kantoorwerkzaamheden/afwikkeling/bediening van installaties ~ gemiddelde verstaanbaarheid

***Categorie III ~ Algemene industriële en commerciële bezigheden ~ geringe verstaanbaarheid

De bestrijding van geluid ter waarborging van een bevredigende geluidswering moet als meest efficiënte en duurzame strategie altijd bij de geluidsbron beginnen.

De belangrijkste begrippen, samenhangen en berekeningen willen we hieronder nader toelichten.

VUISTREGELS

1. Halvering geluid = -6 dB (geluidsdruk niveau) maar waarneming tussen 6 en 10 dB (psycho-akoestisch)
2. Verdubbeling afstand = -6 dB
3. Vuistwaarde voor het omrekenen van geluidsvermogen naar geluidsdruk = -10 dB

GELUIDSDRUK

Het geluidsdrukniveau (Engels: Sound Pressure Level, vaak afgekort tot SPL) is een logaritmische waarde om de sterkte van een geluid te beschrijven. Het is één van de geluidsveldgrootheden. Vaak wordt het geluidsdrukniveau, hoewel dit fysisch niet eenduidig is, ook gewoon geluidsniveau genoemd.

GELUIDSVERMOGENSNIVEAU

Het geluidsvermogensniveau (L_w) is voor een geluidsbron de kenmerkende geluidstechnische eenheid. In tegenstelling tot het geluidsdrukniveau L_p is het geluidsvermogensniveau L_w volkomen onafhankelijk van het geluidsveld, dus van de grootte en de vorm van de ruimte en de afstand tot aan de bron.

Het geluidsvermogen beschrijft de totale daadwerkelijke geluidsenergie die van een geluidsbron uitgaat. Het uitgestraalde geluidsvermogen van een geluidsbron kan door de meting van de geluidsdruk op meerdere punten van een gesloten omhuld oppervlak worden vastgesteld. Als de geluidsdruk niveaus op een bepaalde afstand van de bron bekend zijn, kan hieruit het geluidsvermogen van een bron worden berekend of bij een bekend geluidsvermogen daaruit het geluidsdrukniveau op een bepaalde afstand.

SAMENHANG VAN GELUIDSVERMOGEN/ GELUIDSVERMOGENSNIVEAU

Het geluidsvermogen (W) is een eenheid die onafhankelijk is van de afstand en de ruimte en die geschikt is als uitgangspunt van alle geluidstechnische berekeningen. De eenheid kan niet direct worden gemeten, maar uitsluitend via bepaalde meetprocessen worden vastgesteld.

Het geluidsvermogensniveau L_w is als volgt gedefinieerd.

$$L_w = 10 \cdot \log (W/W_0)$$

L_w = geluidsvermogensniveau (dB)

W = geluidsvermogen (W)

W_0 = referentiegeluidsvermogen = $1 \cdot 10^{-12}$ (W)

Geluidsvermogen en geluidsvermogensniveau van verschillende geluidsbronnen:

Samenhang geluidsvermogen en geluidsvermogensniveau		
Geluidsbron	Geluidsvermogen (W)	Geluidsvermogensniveau (dB)
Straalmotor	10000	160
Sirene	1000	150
Orkest	70	138
Machinengeweer	10	130
Persluchthamer	1	120
Piano	0,5	117
Graafmachine	0,3	115
Motorzaag	0,1	110
Hard spreken	0,001	90
Conversatie	0,00001	70

MEETOPPERVLAK – OMHULSELMETHODE

Bij de bepaling van het geluidsvermogen volgens de omhulselmethode wordt over de geluidsbron een omhullend meetoppervlak in een vaste afstand van het geometrisch vereenvoudigd geluidsoppervlak gelegd. Via het totale geluidsdrumniveau op de verschillende meetpunten van het meetoppervlak kan het geluidsvermogen worden berekend.

Al naar gelang het geometrische type van de geluidsbron kan één van de volgende geschikte geometrieën voor meetoppervlakken worden gebruikt.

AFMETING MEETOPPERVLAK BIJ EEN PUNTVORMIGE GELUIDSBRON

Bij puntvormige geluidsbronnen moet een bolvormig meetoppervlak worden gebruikt. Al naar gelang de plaatsing in de ruimte zijn er de volgende boldelen:

Volledige bol - geluidsbron vrij in de ruimte

$$LP = LW - 11 - 20 \cdot \log(r)$$

Halve bol - geluidsbron op de bodem

$$LP = LW - 8 - 20 \cdot \log(r)$$

Kwart bol - geluidsbron aan de wand

$$LP = LW - 5 - 20 \cdot \log(r)$$

Achtste bol - geluidsbron in de hoek

$$LP = LW - 2 - 20 \cdot \log(r)$$

$$LS = \text{abs}[10 \cdot \log(Q / 4 \cdot \pi \cdot r^2)]$$

Abs = absolute waarde

L_s = meetoppervlakwaarde (dB)
 r = meetafstand (m) - standaard 1 m
 Q = richtingsfactor
 1 = volledige bol
 2 = halve bol
 4 = kwart bol
 8 = achtste bol
 L_p = geluidsdruk niveau op afstand r (dB)
 L_w = geluidsvermogen (dB)

MEETOPPERVLAKWAARDE BIJ EEN RECHTHOEKIGE GELUIDSBRON (BIJV. RLT-APPARAAT)

Bij geluidsbronnen die naar alle kanten uitzenden, is het meetoppervlak hierbij het oppervlak van een over de geluidsbron geplaatste rechthoek, waarvan de afzonderlijke vlakken een afstand van 1 m ten opzichte van de geluidsbron hebben. De bodem moet hierbij buiten beschouwing worden gelaten.

$$L_s = 10 \cdot \log [2 \cdot (H_k + d) \cdot (L_k + B_k + 4 \cdot d) + (L_k + 2 \cdot d) \cdot (B_k + 2 \cdot d)]$$

L_s = meetoppervlakwaarde (dB)
 L_k = lengte van de component (m)

H_k = hoogte van de component (m)
 B_k = breedte van de component (m)

d = meetafstand (m) standaard 1 m

Bij NOVA wordt dit omhullend oppervlak gebruikt.

BEREKENINGSVOORBEELD

Totale of afzonderlijke geluidsdrukwaarden nemen toe met de meetoppervlakwaarde L_s . De meetoppervlakwaarde wordt bepaald uit het oppervlak op een afstand van 1 m tot aan de behuizing van de geluidsbron.

Formule geluidsvermogen: $L_w = L_f + L_s$

$$L_s = 10 \cdot \log [2 \cdot (H_k + d) \cdot (L_k + B_k + 4 \cdot d) + (L_k + 2 \cdot d) \cdot (B_k + 2 \cdot d)]$$

Vergelijking geluidsvermogensniveau			
Apparaat		A	B
Afmetingen			
Breedte	m	8,0	13,0
Hoogte	m	2,5	3,5
Diepte	m	4,0	6,0
Buitenoppervlak	m ²	124	289
Meetoppervlak	m ²	188	385
LP	dB(A)	55,0	55,0
LS	dB(A)	22,4	25,1
LW	dB(A)	77,4	80,1
Afstand	m	1,0	1,0

$$L_s = 10 \cdot \log [2 \cdot (2,5 + 4) \cdot (8 + 4 + 4 \cdot 4) + (8 + 2 \cdot 4) \cdot (4 + 2 \cdot 4)] = \mathbf{22,4 \text{ dB(A)}}$$

Hoewel het hoorbare volume gelijk is, is het grotere apparaat rekenkundig gezien bijna twee keer zo luid (3 dB komt overeen met een dubbel volume).

Hier komt ook de moeilijkheid bij de omhulselmethode aan het licht: 55 dB(A) is bij normaal omgevingsgeluid moeilijk waarneembaar, maar leidt tot een geluidsvermogensniveau LW van ongeveer 80 dB(A). Daarmee wordt duidelijk dat een waarde van 69 dB(A) bij een apparaat met een buitenoppervlak van 234 m² niet zonder meer kan worden gerealiseerd.

GELUIDDEMPING IN NOVA-APPARATEN

NOVA geeft het geluid van het apparaat normaal gesproken volgens de omhulselmethode aan, zodat de klant over de best mogelijke informatie aangaande de te verwachten geluidsemissies beschikt. Hiervoor worden de geluidsemissies van het apparaat volgens DIN 45635 berekend (DIN 45635 is afkomstig uit 1984, maar nog altijd geldig). De inhoud is overgenomen in ISO 3746 en wordt daar verder bijgehouden. De geluidsgegevens worden in de hoogste leverklasse volgens DIN 24166 gemeten om een zo hoog mogelijke planningsbetrouwbaarheid te waarborgen.

Leverklassen volgens DIN 24166 (ISO 13348)					
Omschrijving	Symbol	0	1	2	3
Volumestroom	qv	+/- 1%	+/- 2,5%	+/- 5%	+/- 10%
Drukverhoging	psF	+/- 1%	+/- 2,5%	+/- 5%	+/- 10%
Aandrijfvermogen	psF	+ 2%	+ 3%	+ 8%	+ 16%
Rendement	eta	- 1%	- 2%	-5%	- (-12%*)
A-geluidsvermogensniveau	LwA	+ 3,0dB (+2 dB(A)*)	+ 3d,0dB	+ 4d,0dB	+ 6d,0dB

*ISO 13348

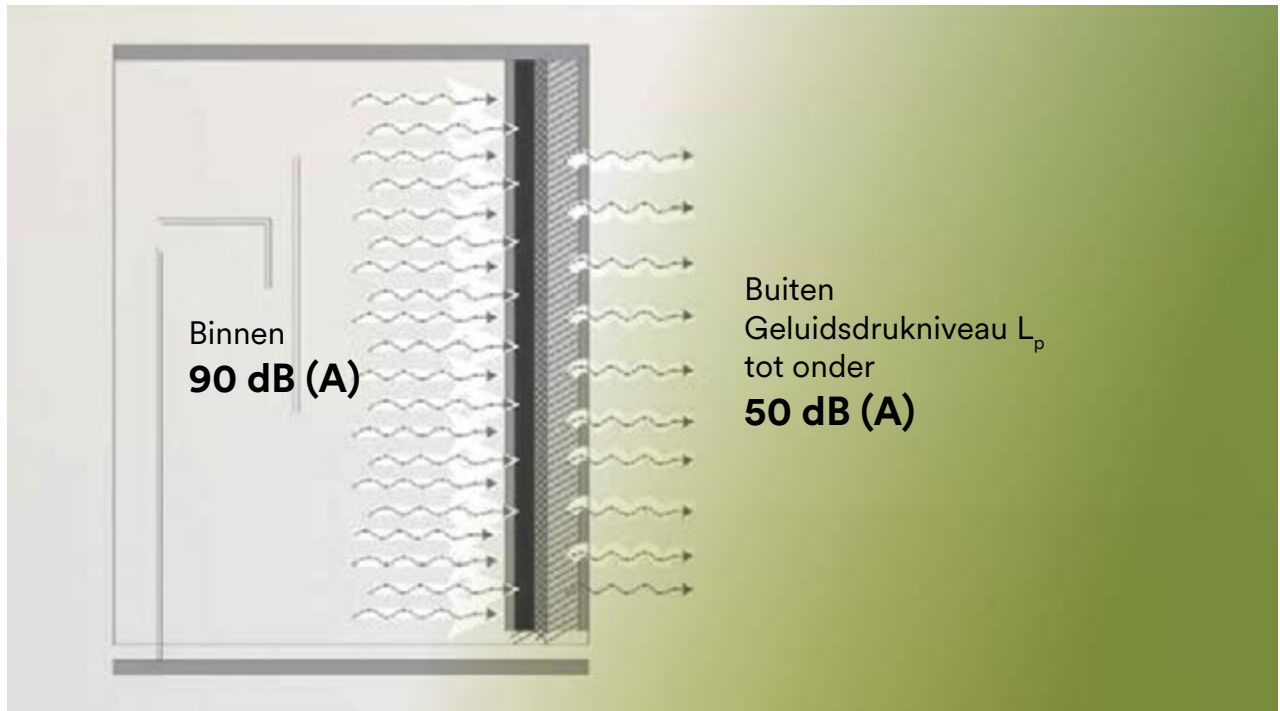
Hieronder staat een overzicht van de verschillende gebruikte panelen en hun geluidsabsorptie.

Overzicht geluidsabsorptie							
Frequentie [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000
40mm	15,4	14,1	15,8	21,7	28,0	34,7	38,3
55mm	17,0	15,5	16,0	25,4	32,0	36,7	44,7
SilenceLine	27,4	33,9	34,7	29,4	27,9	33,6	38,9
Marktvolger	11,9	19,0	28,6	32,7	33,3	39,9	44,1

SILENCELINE-APPARATEN IN DETAIL

De NOVA SilenceLine is speciaal ontwikkeld voor geluidskritieke toepassingen, bijv. van dakapparaten. Door de toepassing van deze speciale NOVA RLT-apparaten kunnen opdrachtgevers kosten besparen voor geluiddempende maatregelen, bijv. behuizingen van de RLT-apparaten.

Door een meerlaagse behuizingsconstructie die vergelijkbaar is met moderne kogelvrije vesten, kan deze extreem hoge demping worden bereikt.



GELUIDDEMPERS

Geluiddempers hebben als doel de reductie van geluidsemisies in het luchtbehandelingsapparaat. Die worden meestal door de ventilatoren, maar ook door ingebouwde compressoren of pompen veroorzaakt.

Voor de beoordeling van het geluidsniveau achter een geluiddemper wordt de demping van het oorspronkelijke geluidsniveau afgetrokken.

$$L_{Pm} = L_{Po} - D_e$$

L_{Pm} = geluidsdrukniveau met geluiddemper

L_{Po} = geluidsdrukniveau zonder geluiddemper

D_e = dempingswaarde [dB]

Geluiddempers worden voornamelijk gedefinieerd door hun spleetbreedte, totale lengte en doorsnede. De samenhangen worden in de volgende tabel toegelicht.

Eigenschappen coulissendemper		
Eigenschap	Demping	Drukverlies
Spleet -	+	+
Spleet +	-	-
Lengte +	+	+
Lengte -	-	-
Doorsnede +	=	-
Doorsnede -	=	+

SOORTEN GELUIDDEMPERS

1. Absorptiedemper

- Demping door absorptiemassa
- Goede dempingswaarden bij gemiddelde en hoge frequenties
- Niet effectief bij lage frequenties, omdat de absorptielaag onrendabel dik zou moeten zijn

2. Resonantiedemper

- Demping door resonatoren
- Goede demping bij lage frequenties
- Demping per resonator slechts tot één frequentie beperkt
- Combineerbaar met absorptie-elementen

3. Kamerabsorptiedemper

- Combinatie van absorptie en resonantie
- Meestal op 250 Hz geoptimaliseerd

4. Actieve geluiddempers

- Elektroakoestische demping (anti-geluid/elektronisch versterkte resonatoren)
- Zeer goede demping bij lage frequenties
- Voorbereidende meting vereist, daarom slechts zelden in de praktijk toegepast

5. Onderdelen van de installatie

- Geringe dempingsbijdrage
- Demping van gemiddelde tot hoge frequenties

gebruikelijke niveauperlapping door onderdelen van de installatie									
Component/frequentie	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	[Hz]
Groffilter	0	0	1	2	4	5	6	6	[dB]
Fijnfilter	1	1	3	5	7	12	15	16	[dB]
Warmte-overdrager	3	3	3	3	3	3	3	3	[dB]
Weerbestendig rooster	3	3	3	3	3	3	3	3	[dB]
Boogkanaal	0	0	0	1	2	3	3	3	[dB]
Aftakking 90°	5	5	5	5	5	5	5	5	[dB]
Kanaal (s=1 mm)	0,45	0,3	0,15	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	[dB/m]
Buis/muurkanaal	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	[dB/m]

BEORDELING VAN GELUID

Het menselijke oor ervaart geluiden met dezelfde geluidsdruk op verschillende toonhoogtes verschillend luid.

Omdat de kromming van curves van hetzelfde volumeniveau en dus het frequentiekanaal van het gehoor van het geluidsdruk niveau afhankelijk is, zijn voor geluidsdruk niveaus van verschillende hoogte verschillende beoordelingscurves gedefinieerd:

A-beoordeling:

Komt overeen met curves van hetzelfde volumeniveau bij ca. 20-40 phon

B-beoordeling:

Komt overeen met curves van hetzelfde volumeniveau bij ca. 50-70 phon

C-beoordeling:

Komt overeen met curves van hetzelfde volumeniveau bij ca. 80-90 phon

Beoordeelde niveaus worden door de bijbehorende letters van de frequentiebeoordeling als index van de gemeten grootte gekenmerkt.

Geluidsbeoordeling aan de hand van filters								
Frequentie [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A - Beoordeling [dB]	-26,2	-16,2	-8,7	-3,3	0,0	1,2	1,0	-1,2
B - Beoordeling [dB]	-9,4	-4,2	-1,4	-0,3	0,0	-0,1	-0,7	-2,9
C - Beoordeling [dB]	-0,8	-0,2	0,0	0,0	0,0	-0,2	-0,8	-3,1
Kanaal (s=1mm)	0,45	0,3	0,15	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05
Buis/muurkanaal	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Voor de beoordeling van geluidsniveaus zijn in de akoestiek nog andere grootheden van belang, zoals nagalmtijden, geluidsabsorptie door objecten/ personen of de geluidsabsorptiegraad van een ruimte.

Benaderingswaarden voor de gemiddelde geluidsabsorptiegraad volgens DIN EN ISO 3746		
Gemiddelde geluidsabsorptiegraad	Beschrijving van de ruimte	Voorbeeld
0,05	Een vrijwel lege ruimte met gladde, harde wanden en oppervlakken van beton, baksteen, gips of tegels	Een lege hal
0,10	Een deels lege ruimte; een ruimte met gladde wanden	Een hotelkamer
0,15	Een gemeubileerde rechthoekige ruimte; een rechthoekige machinekamer of industriële ruimte	Een vergaderruimte
0,20	Een onregelmatig gevormde, gemeubileerde ruimte; een onregelmatig gevormde machinekamer of industriële ruimte	Een winkel
0,25	Een ruimte met gestoffeerde meubels; een machinekamer of industriële ruimte met geluidsabsorberend materiaal aan delen van de wanden of het plafond	Een woonkamer
0,30	Een ruimte met een geluidsabsorberend plafond, maar zonder geluidsabsorberend materiaal aan de wanden	Een geoptimaliseerde vergaderruimte
0,35	Een ruimte met geluidsabsorberend materiaal aan het plafond en aan de wanden	Een akoestisch geoptimaliseerde hoorzaal
0,50	Een ruimte met veel geluidsabsorberend materiaal aan het plafond en aan de wanden	-