

## Formules Geluid

bouwfysicaBK 2 2014

**enkele constanten:**

$\rho c$ ( specifieke akoestische golfweerstand )	= 412 SI
referentie geluiddruk: $p_0$	= $20 \cdot 10^{-6}$ [Pa]
referentie intensiteit: $I_0$	= $10^{-12}$ [W/m <sup>2</sup> ]
referentie vermogen: $W_0$	= $10^{-12}$ [W]
voortplantingssnelheid van geluid in lucht:	340 m/s

**algemeen:**

$L_p \text{ res} = 10 \log( 10^{L_{p1}/10} + 10^{L_{p2}/10} + \dots )$	
Geluiddrukniveau: $L_p = 10 \log (p_{\text{eff}}^2/p_0^2)$	$> p_{\text{eff}} = p_0 \times 10^{L_p/10}$
Intensiteitsniveau: $L_i = 10 \log(I/I_0)$	$> I = I_0 \times 10^{L_i/10}$
Ak. vermogenniveau: $L_w = 10 \log(W/W_0)$	$> W = W_0 \times 10^{L_w/10}$

### formules voor geluidabsorptie in ruimten:

**wet van Sabine:  $T = V/6A$**

A = absorberend oppervlak in m<sup>2</sup> open

$$I = p_{\text{eff}}^2/4\rho c$$

$$W = I \cdot A$$

$$W = I \cdot A \text{ (bij diffuus geluidveld)}$$

$$L_p = L_i + 6 \text{ dB}$$

$$L_w = L_i + 10 \log A$$

$$L_p = L_w + 10 \log 4/A$$

### formules voor geluidsisolatie:

$$R \text{ def} = 10 \log ( I_{\text{invalend}} / I_{\text{doorgelaten}} ) = L_{I \text{ invalend}} - L_{I \text{ doorgelaten}}$$

$$I_{\text{doorgelaten}} = d \times I_{\text{invalend}}$$

$$R = 10 \log (1/d) = -10 \log d$$

$$d = \text{transmissie-coëfficiënt} = 10^{-R/10}$$

$$\text{In ontvangvertrek geldt: } W = I_{\text{doorgelaten}} \times S$$

$$R = L_{\text{zend}} - L_{\text{ontvang}} + 10 \log S/A$$

$$DnT = L_{\text{zend}} - L_{\text{ontvang}} + 10 \log T/T_0$$

### praktische massawet:

$$R'_f = 17,5 \log m + 17,5 \log f/500 + 3 \text{ [dB]}$$

gemiddeld:  $R'_{(100 - 3200)} = R'_{500}$

$$D_{nT,i} = L_{zend} - L_{ontvang} + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right)$$

$$D_{nT,A} = -10 \log \sum_{i=1}^5 10^{(k_i - D_{nT,i})/10}$$

$$D_{nT,A,k} = D_{nT,A} - 10 \log \left( \frac{V}{6 \cdot T_0 \cdot S} \right)$$

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
K <sub>i</sub> spectrum 1	-21	-14	-8	-5	-4
K <sub>i</sub> spectrum 2	-14	-10	-7	-4	-6

**Contactgeluid:**

$$L_{nT,i} = L_i - 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right)$$

$$L_{nT,A} = 10 \log \sum_{i=1}^5 10^{(L_{nT,i} + H_i)/10}$$

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz
Hi stalen hamers	-15	-15	-15	-15	-15
Hi rubber op beton	-15	-14	-12	-5	+11
Hi rubber op hout	-15	-14	-12	-10	-5

**grensfrequentie voor coïncidentie** bij loodrechte inval t.o.v. normaal:

$$f_c; grens = \frac{64 \cdot 10^3}{d \cdot \sqrt{\frac{E}{\rho}}}$$

**grensfrequentie voor coïncidentie:** bij **schuine** inval t.o.v. de normaal: **fg\*d / d**

**geluidsisolatie van samengestelde wanden:**

$$R_{eff} = -10 \log [(S1/S) \cdot 10^{-R1/10} + (S2/S) \cdot 10^{-R2/10} + (S3/S) \cdot 10^{-R3/10} + \dots + k_{ier}]$$

**formules voor de geluidsisolatie bij spouwconstructies:**

$$\text{staande golven: } f_{st} = n \times (170 / b)$$

**de resonantiefrequentie:**

$$f_r = 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1 \cdot m_2 \cdot D}}$$

**Geluidsisolatie van gevels:**

ééngetalswaarde  $R_A$ :

$$R_A = -10 \log \sum 10^{\frac{C_i - R_i}{10}} [dB(A)]$$

**De resulterende geluidsisolatie van gevelvlak j:**

$$R_{A,j} = -10 \log \left[ \sum \left( \frac{S_e}{S_{,j}} \times 10^{-\frac{R_{Ae}}{10}} \right) + K \right] [dB(A)]$$

**De geluidwering van gevelvlak j:  $GA_j$  waarin  $C_g$  = gevelstructuurcorrectie**

$$GA_{,j} = R_{A,j} + 10 \log \left( \frac{V}{6 \cdot T_0 \cdot S_{,j}} \right) - 3 + C_{g,j}$$

$$GA_{,k} = GA - 10 \log \left( \frac{V}{6 \cdot T_0 \cdot S} \right) dB(A)$$

**Binnenniveau van een verblijfsruimte:**

$$L_{vr} = 10 \log \left( 10^{\frac{LA_{binnen\ 1}}{10}} + 10^{\frac{LA_{binnen\ 2}}{10}} + enz. \right)$$

**Binnenniveau van een verblijfsgebied:**

$$L_{vg} = 10 \log \left( \frac{V1}{V_{totaal}} \times 10^{\frac{Lvr\ 1}{10}} + \frac{V2}{V_{totaal}} \times 10^{\frac{Lvr\ 2}{10}} + enz. \right)$$

**Het karakteristieke binnenniveau van een verblijfsruimte: Lk,vr:**

$$L_{k,vr} = L_{vr} + 10 \log \left( \frac{V}{6 \times T_0 \times S} \right) \text{ dB (A)}$$

$$L_{k,vr} = L_{\text{invalend}} - RA + 3 - C_g$$

**het karakteristieke niveau van een verblijfsgebied: Lk,vg:**

$$L_{k,vg} = L_{vg} + 10 \log \left( \frac{V_{\text{totaal}}}{6 \times T_0 \times S_{\text{totaal}}} \right) \text{ dB (A)}$$

**de isolatiecomponent van een suskast in de  $R_A$ -waarde van gevelvlak j:**

$$= \left( \dots \frac{S_{\text{fictief}}}{S_{,j}} \times 10^{\frac{-D_{ne,A}}{10}} \dots \right)$$

waarin:  $S_{\text{fictief}} = \text{lengte suskast} \times 10 \text{ m}$

**RECHTSTREEKSE BEREKENING WERKELIJK BINNENNIVEAU (L)**

$$RA_{,j} = -10 \log \left[ \Sigma \left( \frac{S_e}{S_{,j}} \times 10^{\frac{-RA_e}{10}} \right) + K \right]$$
$$GA_{,j} = RA_{,j} + 10 \log \left( \frac{V}{6 \cdot T_0 \cdot S_{,j}} \right) - 3 + C_{g,j}$$

$$L_{biA,j} = L_{invA,j} - GA_{,j}$$

$$L_{vr} = 10 \log \left( 10^{\frac{L_{Abinnen 1}}{10}} + 10^{\frac{L_{Abinnen 2}}{10}} + \text{enz.} \right)$$
$$L_{vg} = 10 \log \left( \frac{V1}{V_{\text{totaal}}} \times 10^{\frac{L_{vr 1}}{10}} + \frac{V2}{V_{\text{totaal}}} \times 10^{\frac{L_{vr 2}}{10}} + \text{enz.} \right)$$

## **KARAKTERISTIEK BINNENNIVEAU (Lk):**

$$L_{k, vr} = L_{vr} + 10 \log V / (6 \cdot \text{To} \cdot \text{Su}) \quad [\text{dB(A)}]$$

$$L_{k, vg} = L_{vg} + 10 \log V_{\text{tot}} / (6 \cdot \text{To} \cdot \text{Stot}) \quad [\text{dB(A)}]$$

## **EISEN BOUWBESLUIT:**

tabel 18 Grenswaarden voor geluidwering van buiten

Gebruiksfunctie	G <sub>Ak</sub> Basis- waarde	Maximaal toegestane geluidsbelasting binnen bij een geluidsbelasting buiten, volgens de Wet geluid- hinder of de Tracéwet vastgestelde hogerewaardenbesluit								
		Weg- en spoorweglawaai L <sub>den</sub> <sup>1)</sup>					Industrielawaai L <sub>etmaal</sub> <sup>1)</sup>			
		VG	VG	VR	BG	BR	VG	VR	BG	BR
eenheid:	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
1 Woonfunctie	20	-	-	-	-	-	-	-	-	
- woonwagen	20	33	35	-	-	35	37	-	-	
- andere woonfunctie	20	33	35	28	30	35	37	30	32	
2 Bijeenkomstfunctie voor kinderopvang	20	33	35	28	30	35	37	30	32	
4 Gezondheidszorgfunctie	20	33	35	28	30	35	37	30	32	
8 Onderwijsfunctie	20	33	35	-	-	35	37	-	-	






VG = verblijfsgebied VR = verblijfsruimte BG = bedgebied BR = bedruimte




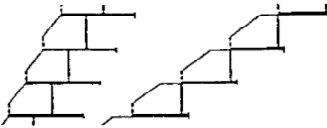
G<sub>Ak</sub> = karakteristieke geluidwering van de uitwendige scheidingsconstructie

<sup>1)</sup> De geluidwering tegen belastingen in L<sub>den</sub> en L<sub>etmaal</sub> hebben een gelijke beschermingsgraad

## **VERKLARING SYMBOLEN**

RA <sub>e</sub>	=	ééngetalswaarde van element e [dB(A)]
Se	=	oppervlak element e [m <sup>2</sup> ]
S <sub>j</sub>	=	totaal oppervlak gevelvlak j [m <sup>2</sup> ]
RA <sub>j</sub>	=	ééngetalswaarde RA van gevelvlak j [dB(A)]
GA <sub>j</sub>	=	geluidwering van gevelvlak j [dB(A)]
Cg <sub>j</sub>	=	gevelstructuurterm van gevelvlak j
B	=	invalend geluidsniveau op het referentievlak [dB(A)]
GAK, vr	=	karakteristieke geluidwering van de verblijfsruimte [dB(A)]
GAK, vg	=	karakteristieke geluidwering van het verblijfsgebied [dB(A)]
V	=	volume van de verblijfsruimte [m <sup>3</sup> ]
V <sub>tot</sub>	=	volume van het verblijfsgebied [m <sup>3</sup> ]
S <sub>u</sub>	=	totaal oppervlak van de gevels per verblijfsruimte [m <sup>2</sup> ]
S <sub>tot</sub>	=	totaal oppervlak van de gevels van het verblijfsgebied [m <sup>2</sup> ]
L <sub>biA,j</sub>	=	binnenniveau t.g.v. geluidafstraling gevelvlak j [dB(A)]
L <sub>invA,j</sub>	=	invalend geluidsniveau op gevelvlak j [dB(A)]

Geveltype	Vlakke gevel	Vlakke gevel met overstek	Gevel met galerij			
Doorsnede van de gevel	1 	2 	3a 	3b 	3c 	
Bijzonderheden van de gevelstructuur	Geheel vlakke gevel (diepte - variaties minder dan 0,40 m)	Overstek of uitkragend deel breder dan 1 m boven de gevel	Galerij	Galerij	Hoge borstwering (10% open aan de bovenzijde)	
Borstwering	n.v.t.	n.v.t.	open	gesloten	gesloten	
Absorptiecoëfficiënt van het plafond in %	n.v.t.	0   50   100	0   50   100	0   50   100	0   50   100	
Waarde van $C_p$ in dB(A)	Algemeen geldende waarde (trefpunt zichtlijn lager dan 1,5 m)	0	-1   -1   0	-1   -1   0	0   0   1	n.v.t.
	Indien trefpunt zichtlijn ligt tussen 1,5 en 2,5 m	0	n.v.t.	-1   0   2	0   1   3	n.v.t.
	Indien trefpunt zichtlijn hoger ligt dan 2,5 m	0	n.v.t.	1   1   2	2   2   3	3   4   6

Geveltype	Gevel met balkon			Terrasgevel			
Doorsnede van de gevel	4a 	4b 	4c 	5a/b 			
Bijzonderheden van de gevelstructuur	Half inspringend balkon of hoekbalkon	Half inspringend balkon of hoekbalkon	Geheel inspringend balkon (loggia)	Terrasgevel met of zonder plafond	Terrasgevel met of zonder plafond		
Borstwering	open	gesloten	open/gesloten	open	gesloten		
Absorptiecoëfficiënt van het plafond in %	0   50   100	0   50   100	0   50   100	0   50   100	0   50   100		
Waarde van $C_p$ in dB(A)	Algemeen geldende waarde (trefpunt zichtlijn lager dan 1,5 m)	-1   -1   0	0   0   1	1   1   2	1   1   1	3   3   3	
	Indien trefpunt zichtlijn ligt tussen 1,5 en 2,5 m	-1   1   3	0   2   4	1   1   2	3   4   5	5   6   7	
	Indien trefpunt zichtlijn hoger ligt dan 2,5 m	1   2   3	2   3   4	1   1   2	4   4   5	6   6   7	