

AKOESTIEK

Boek: §10.4 - §10.5

Stef Voermans

Ch

Inhoud

Paragraaf 10.4

- Akoestiek van de ruimte
 - ◆ Nagalmtijd
 - ◆ Geluiddrukkniveau
 - ◆ Diffusiteit

Ch

Inhoud

Paragraaf 10.5

■ Geluidisolatie

- ◆ overdrachtswegen
- ◆ verschillende soorten geluid
- ◆ massawet
- ◆ coïncidentie
- ◆ spouwconstructie
- ◆ samengestelde constructie

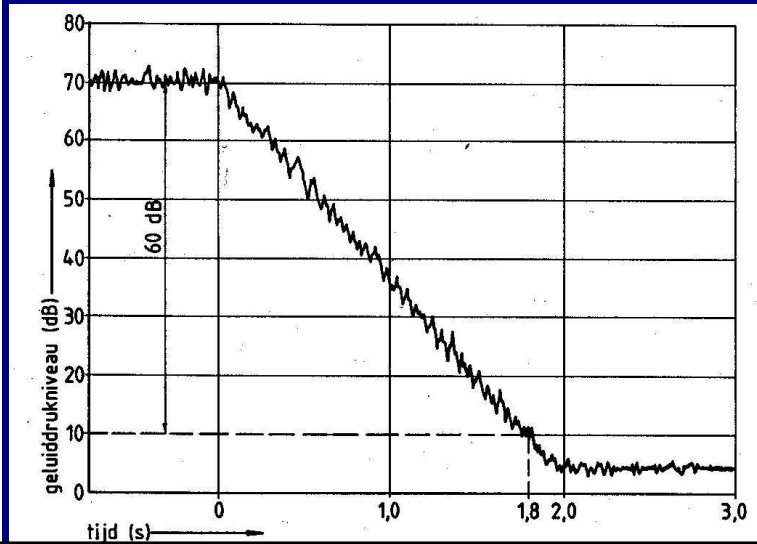
Ch

Akoestiek van de ruimte



Ch

Nagalmtijd



Nagalmtijd

- Formule Sabine:

$$T = \frac{1}{6} \cdot \frac{V}{A}$$

[s]

Volume [m³]

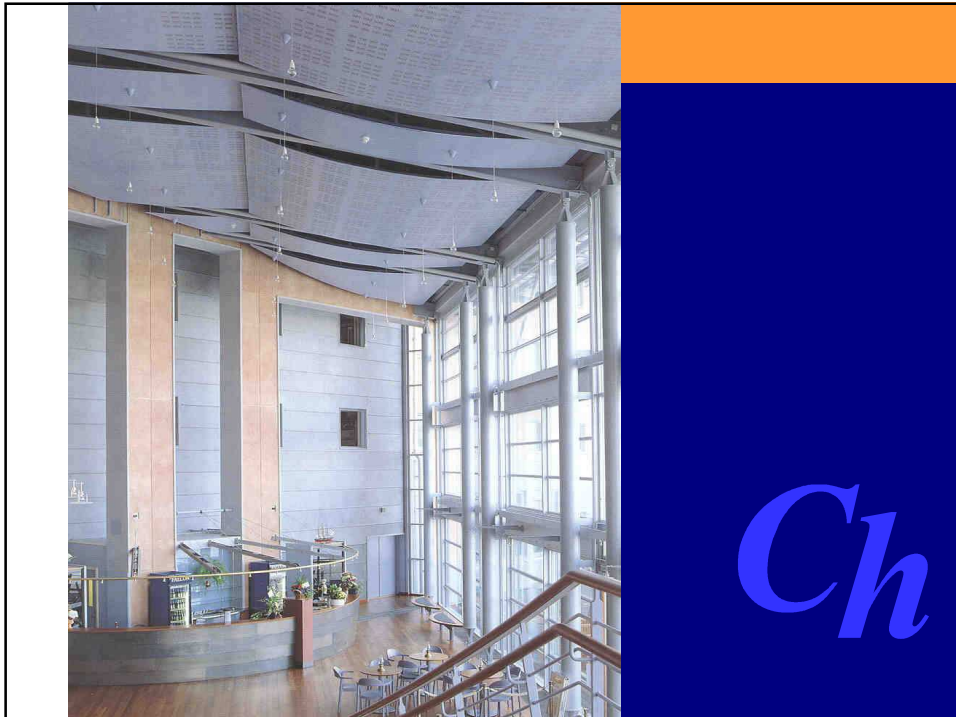
A

$$A = a_1 \times S_1 + a_2 \times S_2 + a_3 \times S_3 + \dots \text{ [m}^2 \text{ o.r.]}$$

Nagalmtijd

Berekening

		frequentie (Hz)											
		125		250		500		1000		2000		4000	
vlak	S (m ²)	a	a·S	a	a·S	a	a·S	a	a·S	a	a·S	a	a·S
plafond	28,0	0,25	7,0	0,29	8,1	0,79	22,1	0,76	21,3	0,74	20,7	0,93	26,0
vloer	28,0	0,02	0,6	0,02	0,6	0,03	0,8	0,03	0,8	0,04	1,1	0,04	1,1
pleisterwerk	43,4	0,01	0,4	0,01	0,4	0,02	0,9	0,02	0,9	0,02	0,9	0,04	1,7
glas	16,0	0,10	1,6	0,04	0,6	0,03	0,5	0,02	0,3	0,02	0,3	0,02	0,3
A (m ² o.r)		9,6		9,7		24,3		23,3		23,0		29,1	
$T = \frac{1}{6} \cdot \frac{V}{A} = \frac{1}{6} \times \frac{75,6}{A}$		1,3		1,3		0,5		0,5		0,5		0,4	



Geluiddrukkniveau in een ruimte

- Diffuse geluidveld:

$$L_p = L_w + 10 \log \frac{4}{A}$$

- Directe geluidveld:

$$L_p = L_w - 10 \log \left(\frac{4 \cdot \pi \cdot r^2}{Q} \right)$$

Afstand tot
geluidbron

Richtingsfactor

Geluiddrukkniveau in een ruimte

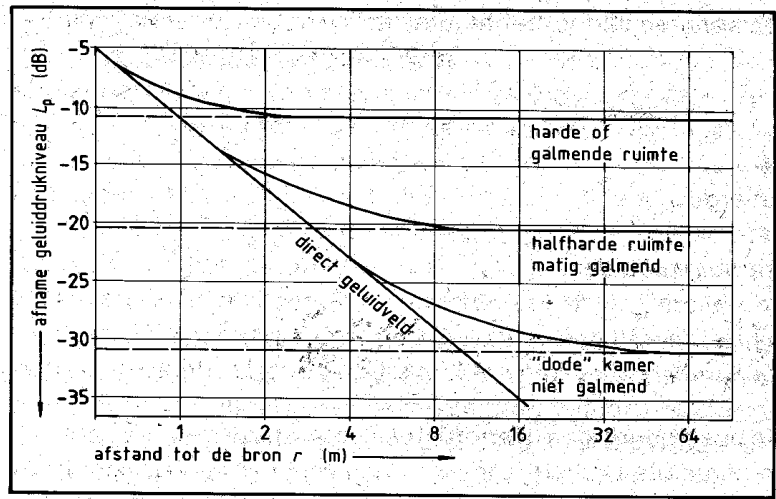
- Resultierend geluiddrukkniveau:

$$L_p = L_w + 10 \log \left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A} \right)$$

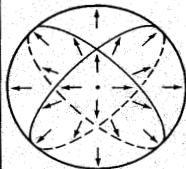
- Galmstraal:

$$r_{galm} = \sqrt{\frac{Q \cdot A}{16 \cdot \pi}}$$

Geluiddrukkniveau in een ruimte



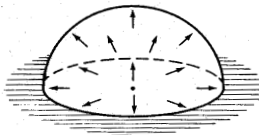
in het vrije veld



$\frac{1}{4}$ bol: $S = 4\pi r^2$

$Q = 1$

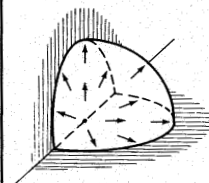
tegen een vlak



$\frac{1}{2}$ bol: $S = 2\pi r^2$

$Q = 2$

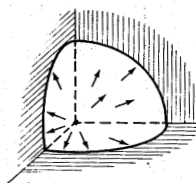
in een 2-vlaks hoek



$\frac{1}{4}$ bol: $S = \pi r^2$

$Q = 4$

in een 3-vlaks hoek



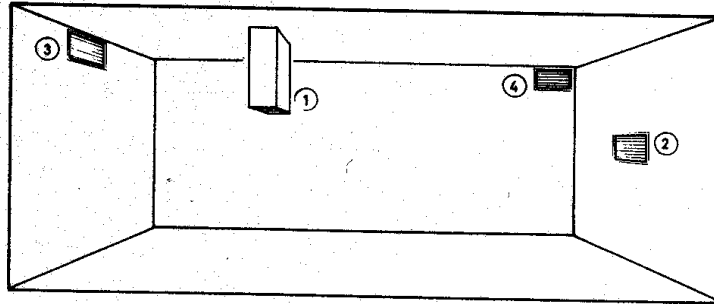
$\frac{1}{8}$ bol: $S = \frac{1}{2}\pi r^2$

$Q = 8$

$Q =$
richtingsfactor

Ch

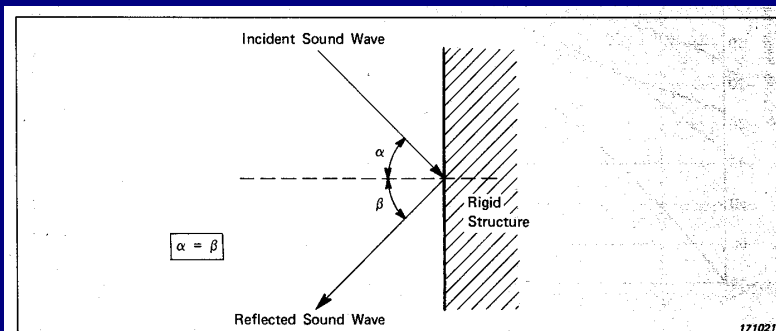
Figuur 11. Geluiduitbreiding van een puntbron.



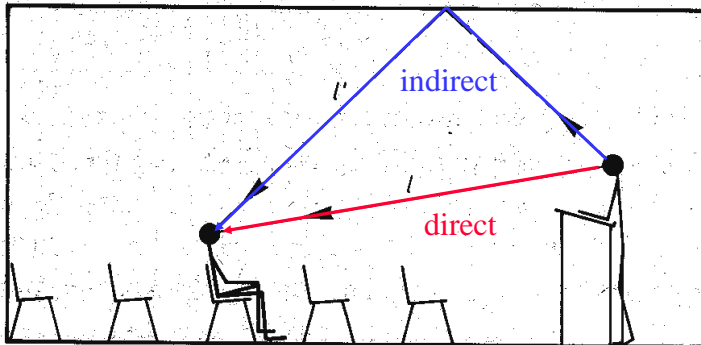
- Situatie 1: $Q = 1$ (in de ruimte)
Situatie 2: $Q = 2$ (in een vlak)
Situatie 3: $Q = 4$ (in een 2-vlaks hoek)
Situatie 4: $Q = 8$ (in een 3-vlaks hoek)

Diffusiteit van een ruimte

- Diffusiteit = mate waarin het geluid regelmatig over de ruimte wordt verdeeld.



Diffusiteit van een ruimte

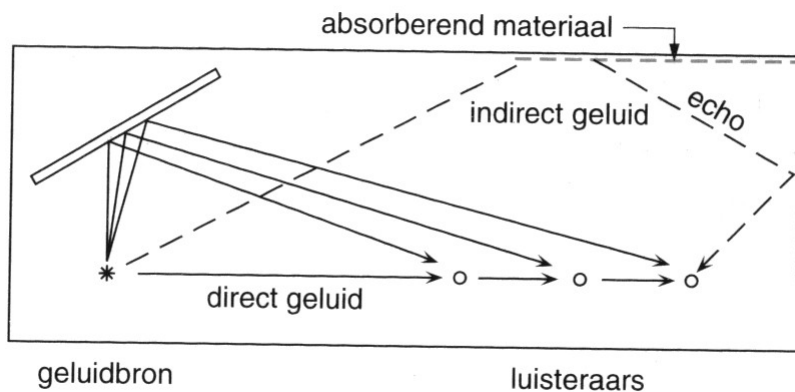


$$\Delta l = l' - l$$

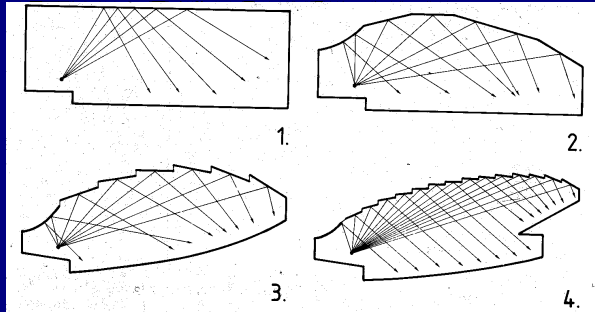
voor spraak
 $\Delta l \leq 17 \text{ m}$
50 ms

voor muziek
 $\Delta l \leq 27 \text{ m}$
80 ms

Diffusiteit van een ruimte



Diffusiteit van een ruimte

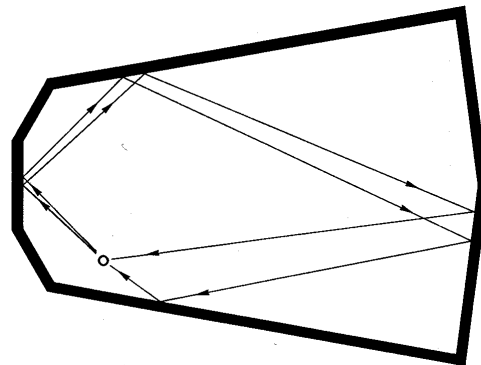
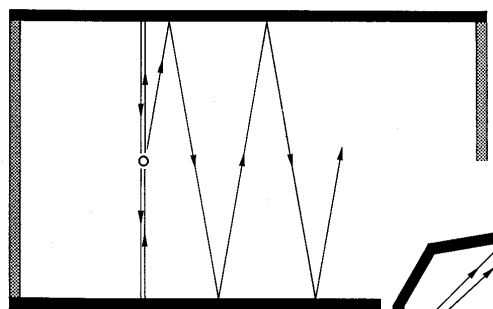


teiden tot deze plattegrond 6. s
wanden moeten vermeden worden 4.
een brede zaal ongewenst 2.

Ch

Diffusiteit van een ruimte

Flutter



Inhoud

Paragraaf 10.5

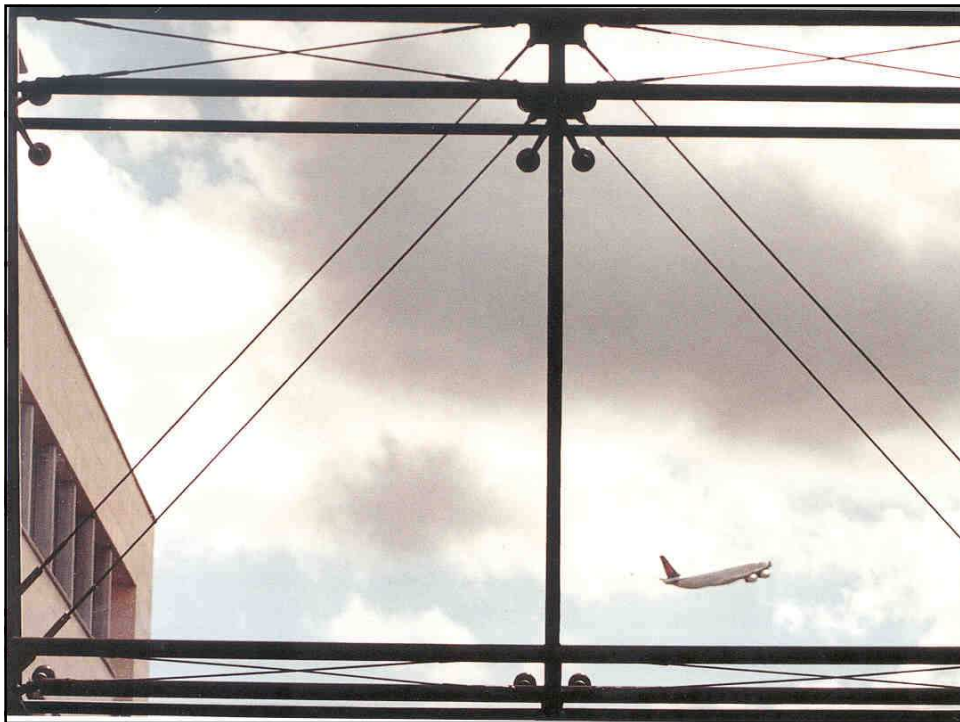
■ Geluidisolatie

- ◆ overdrachtswegen
- ◆ verschillende soorten geluid
- ◆ massawet
- ◆ coïncidentie
- ◆ spouwconstructie
- ◆ samengestelde constructie

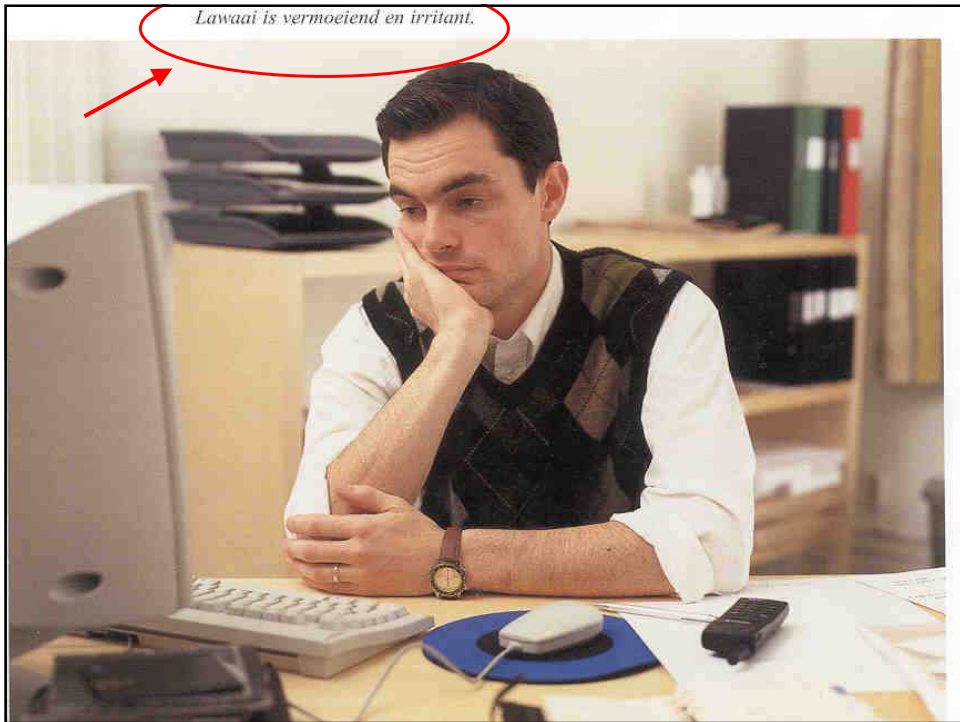
Ch

Geluidisolatie

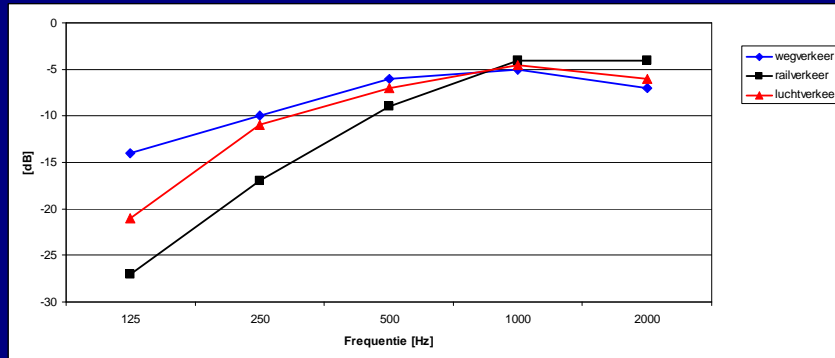
Ch



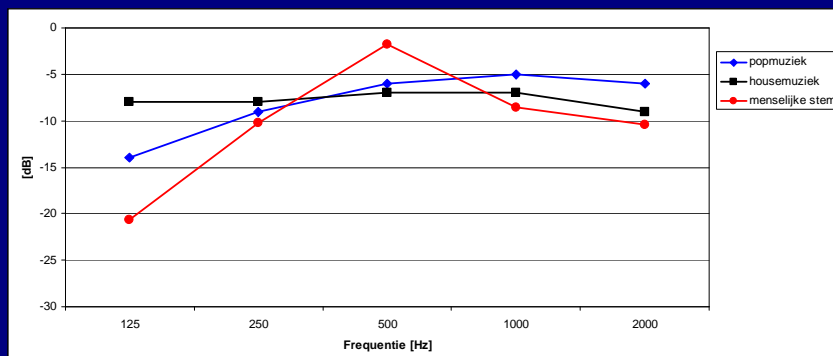




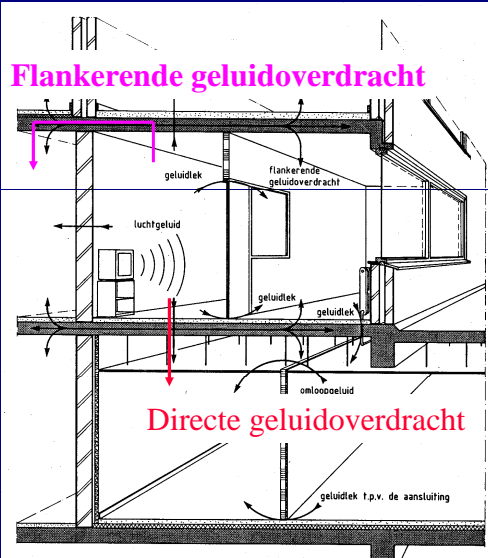
Geluidisolatie – type bron



Geluidisolatie – type bron



Geluidisolatie



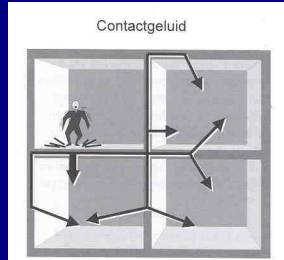
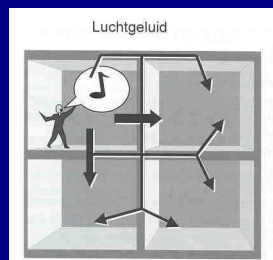
Mogelijke overdrachtswegen van geluid

Ch

Geluidisolatie

verschillende soorten geluid

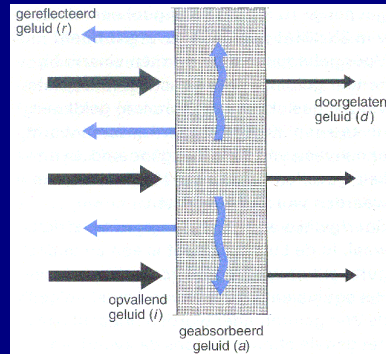
- Luchtgeluid:
bron → lucht → constructie → lucht
- Contactgeluid:
bron → constructie → lucht



Ch

Geluidisolatie

$$R = 10 \log \left(\frac{1}{d} \right)$$



d = doorgelaten deel van opvallend geluid.

halfsteens muur: $d = 0,0001 \rightarrow R = 40$ dB

Massawet

Praktische massawet:

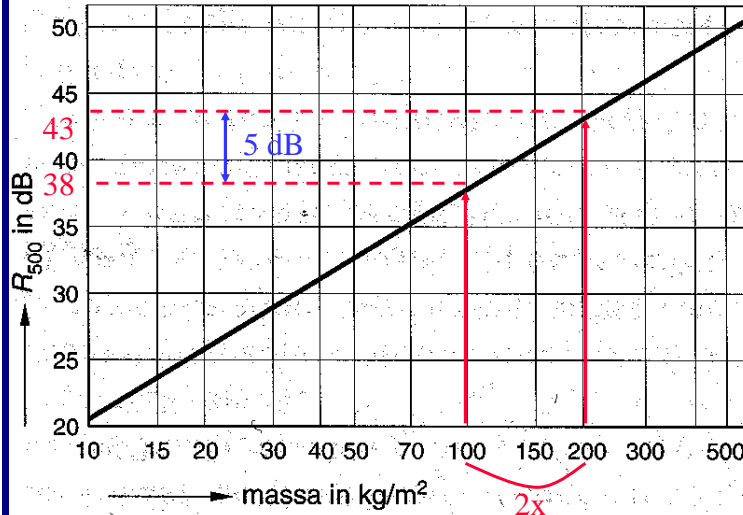
$$R' = 17,5 \log m + 17,5 \log \left(\frac{f}{500} \right) + 3$$

m = massa [kg/m^2] f = frequentie [Hz]

- hogere massa \longrightarrow hogere isolatie
- hogere frequentie \longrightarrow hogere isolatie

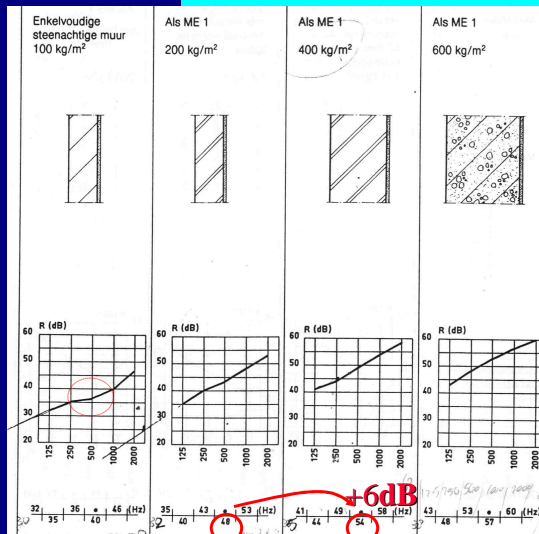
Massawet

$$R' = 17,5 \log m + 17,5 \log \left(\frac{f}{500} \right) + 3$$



Massawet

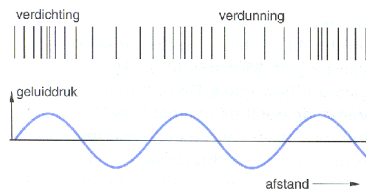
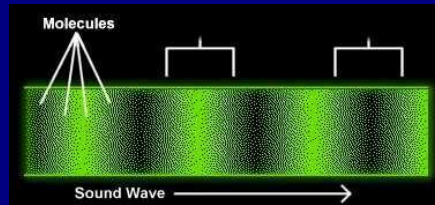
$$R' = 17,5 \log m + 17,5 \log \left(\frac{f}{500} \right) + 3$$



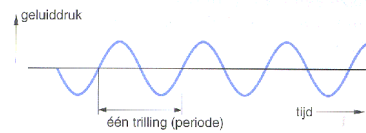
Coïncidentie

Geluid:

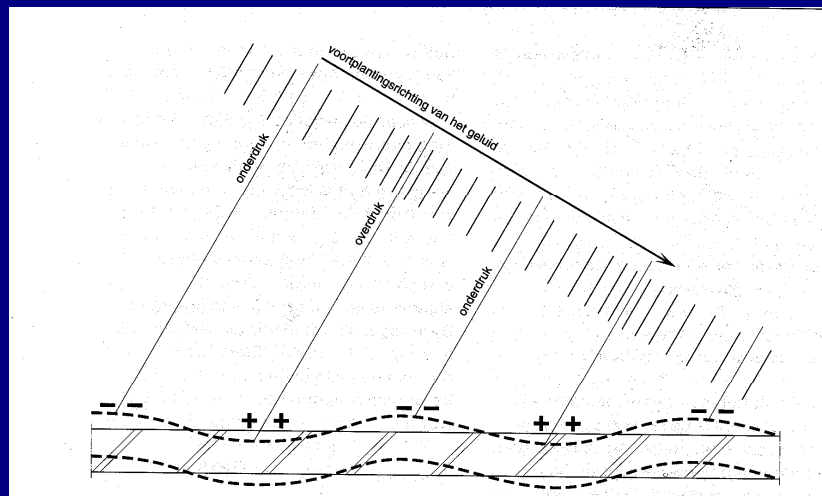
longitudinale golfbeweging



Figuur 10.3
Voortplanting van een geluidsgolf in de lucht



Coïncidentie



Figuur 10.31
Opwekken van een gedwongen buiggolf in een plaat-
vormige constructie door opvallend geluid

Coïncidentie

Grensfrequentie voor coïncidentie:

$$f_g = \frac{f_g \cdot d}{d}$$

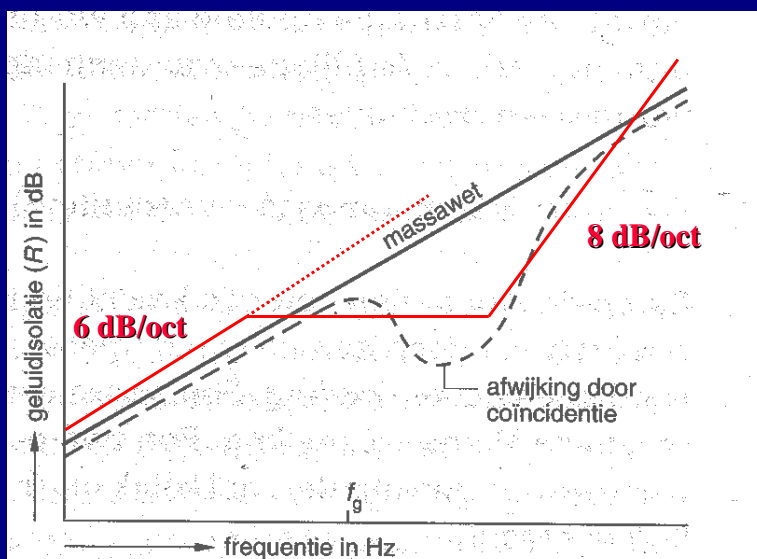
[Hz]

Dikte van de constructie [mm]

Een van het materiaal
afhankelijke constante

Ch

Coïncidentie



Spouwconstructies

- Betere isolatie door ontbreken rechtstreekse trillingsoverdracht;
- Nadeel: - spouwresonantie
- massa-veer resonantie



Ch

Spouwconstructies

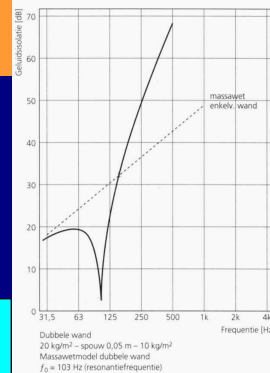
Resonantiefrequentie
massa-veer resonantie:

$$f_0 = 60 \cdot \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1 \cdot m_2} \cdot \frac{1}{d}}$$

[Hz]

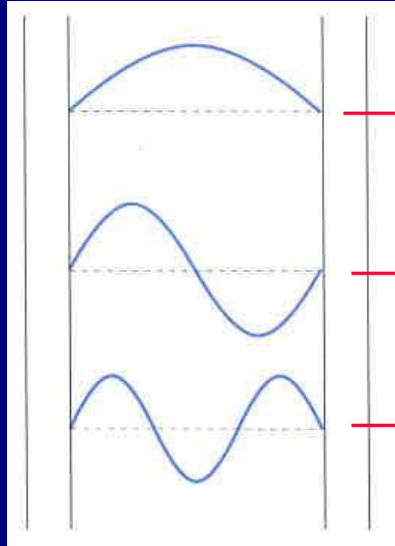
Massa spouwblad 2 [kg/m²]
Massa spouwblad 1 [kg/m²]

Spouwdiepte [m]



Ch

Spouwconstructies spouwresonanties

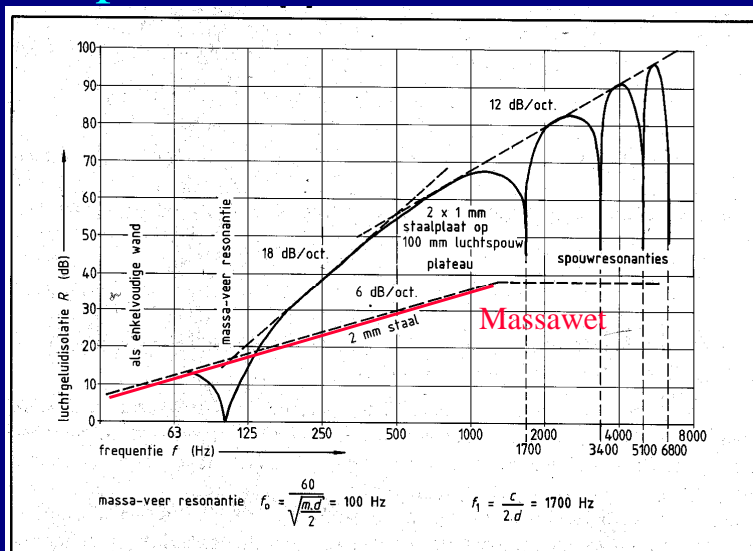


$$f_{sp} = \frac{1 \cdot 170}{d}$$

$$f_{sp} = \frac{2 \cdot 170}{d}$$

$$f_{sp} = \frac{3 \cdot 170}{d}$$

Spouwconstructies



Samengestelde constructies

Gemiddelde geluidisolatie:

$$R_{res} = -10 \log \left(\frac{S_1}{S_{tot}} \cdot 10^{\left(\frac{-R_1}{10}\right)} + \frac{S_2}{S_{tot}} \cdot 10^{\left(\frac{-R_2}{10}\right)} + \dots \right)$$

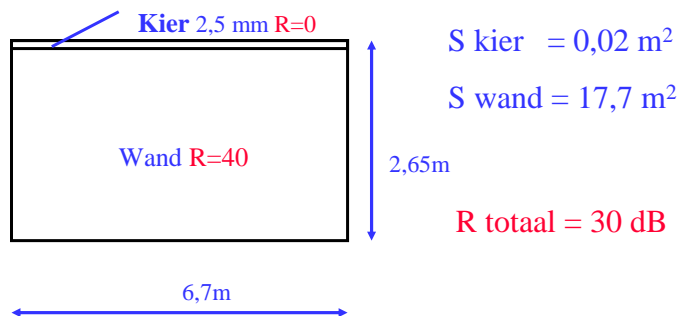
Geluidisolatie constructie 1 [dB]

Oppervlakte constructie 1 [m²]

Ch

Geluidlek

Samengestelde geluidisolatie



$$R_{res} = -10 \log \left(\frac{0,02}{17,72} \cdot 10^{\left(\frac{-0}{10}\right)} + \frac{17,7}{17,72} \cdot 10^{\left(\frac{-40}{10}\right)} \right) = 30dB$$

Samengestelde constructies

