



Geluid 2: Praktische toepassingen bouwakoestiek

H1: Bouwbesluit, woningbouw

H2: Bouwakoestiek utiliteitsgebouwen

H3: Geluidisolatie scheidingswanden utiliteit

H4: Geluidbelasting en geluidwering

H5: Installatie-akoestiek

H6: Horeca-lawaai

Post HBO Bouwfysica

Geluidisolatie

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

R = de luchtgeluidisolatie in octaafbanden [dB];

L_z = het geluidsdrukniveau in de zendruimte [dB];

L_o = het geluidsdrukniveau in de ontvangruimte [dB];

S = de totale oppervlakte van het bouwelement [m²];

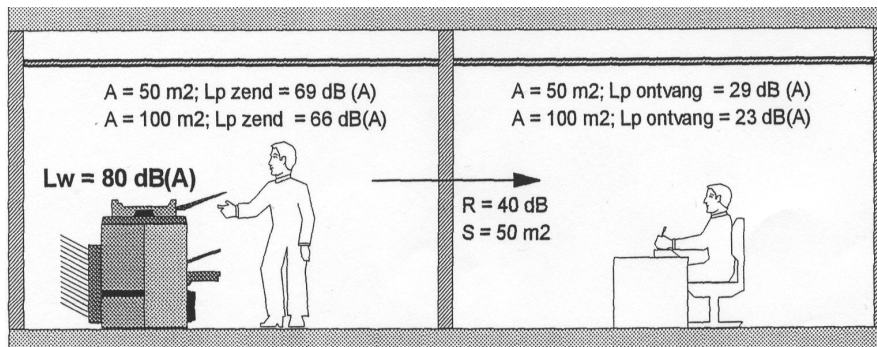
A = de totale absorptie in de ontvangruimte [m²]; berekend volgens de formule van **Sabine**:

$$A = \frac{0.16 \times V}{T}$$

V = het volume van de ontvangruimte [m³];

T = de nagalmtijd in de ontvangruimte [s];

$$L_{p0} = L_{pz} - R + 10 \log S/A$$



Post HBO Bouwfysica

4

In ruimten waar geluidproducerende apparaten staan opgesteld kan het van belang zijn om voldoende absorptie aan te brengen. Hierdoor wordt niet alleen het geluidniveau in de opstelruimte beperkt, hetgeen gunstig is voor de mensen die in deze ruimte werken, maar wordt ook de geluidreductie naar een naastgelegen ruimte hoger.

rekenvoorbeeld:

$$L_{p0} = (L_w - 10 \log A/4) - R + 10 \log S/A$$

stel: A = 50 m2
vertrekken

in beide vertrekken

stel: A = 100 m2 in beide

$$L_{p0} = (80 - 10 \log 50/4) - 40 + 10 \log 50/50$$

$$L_{p0} = (80 - 10 \log 100/4) - 40 + 10 \log 50/100$$

$$L_{p0} = (80 - 11) - 40 + 0$$

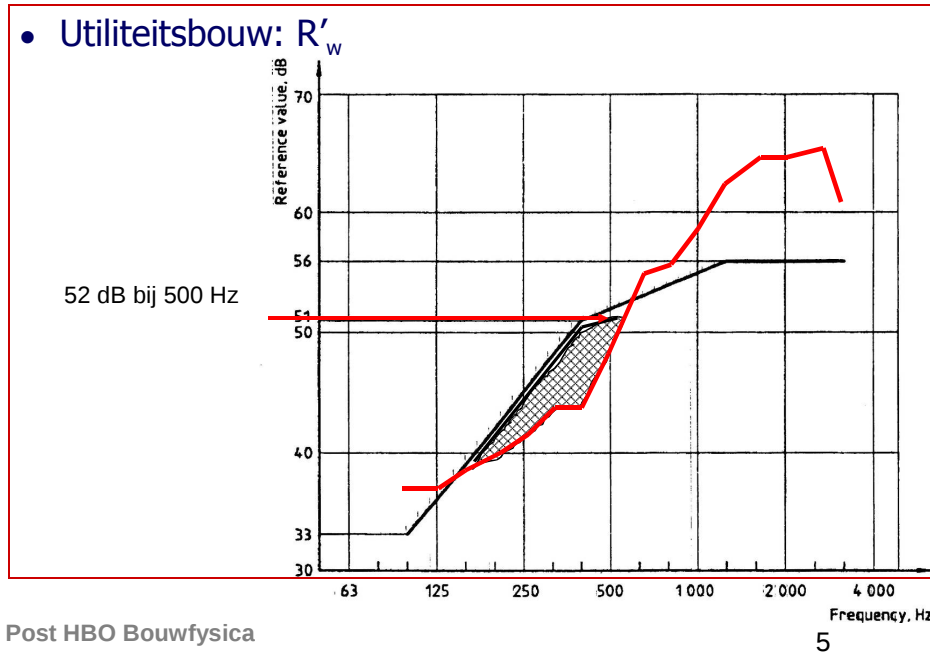
$$L_{p0} = (80 - 14) - 40 - 3$$

$$L_{p0} = 69 - 40 = \mathbf{29 \text{ dB}}$$

$$L_{p0} = 66 - 40 = \mathbf{23 \text{ dB}}$$

Uit dit rekenvoorbeeld blijkt dat een 6 dB lager ontvanggeluidniveau kan worden bereikt in een naastgelegen verblijfsruimte, wanneer de hoeveelheid absorptie in zend- en ontvangruimte wordt verdubbeld. De geluidreductie D is alleen afhankelijk van R, S en de absorptie in het ontvangvertrek en neemt in dat geval met 3 dB toe.

- Utiliteitsbouw: R'_w



Post HBO Bouwfysica

5

Een veelgebruikte ééngetalsgrootheid is de R_w . Dit is een gewogen geluidisolatie volgens de bovenstaande weegcurve uit ISO 717-1. Hierbij wordt de weegcurve verschoven, zodanig dat totale onderschrijding (gearceerd) in octaafbanden 10 dB is. De waarde van de weegcurve bij 500 Hz geeft de R_w -waarde weer (Hier dus $R_w=52$ dB).

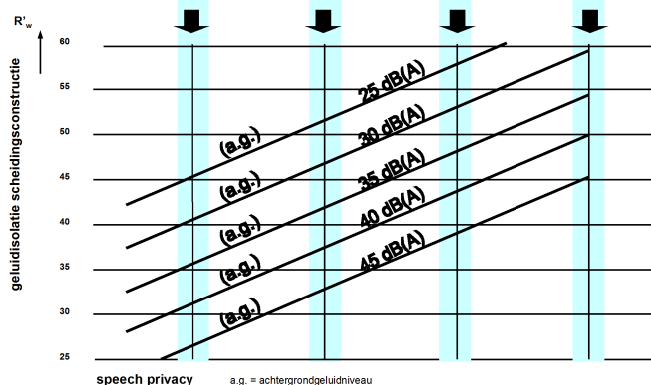
Omdat de R_w gebaseerd is op de geluidisolatie is de R_w als constructie-eigenschap te beschouwen. Als de afmetingen van het ontvangvertrek varieert heeft dit in principe geen invloed op de R_w .

De praktijkwaarde wordt aangeduid met R'_w (met flankerende overdrachtswegen).

Het verschil tussen de R_w en de I_{lu} is afhankelijk van het spectrum en de grootte van het ontvangvertrek. Bij normale vertrekafmetingen (diepte loodrecht op de scheidingswand ca. 3,5 m) wordt veelal gehanteerd: $R_w = I_{lu} + 52$ dB.

Vooraf voor wanden met een sterk oplopend spectrum (bijvoorbeeld gipsmontagewanden) kan de I_{lu} lager zijn dan $R_w - 52$ dB. Dit wordt dan meestal veroorzaakt door de 125 Hz band. Deze frequentieband speelt echter voor bijvoorbeeld spraak een ondergeschikte rol.

Stemvolume	HOORBAARHEID GESPREKKEN			
- LUID	duidelijk verstaanbaar	duidelijk verstaanbaar	met moeite verstaanbaar	hoorbaar, niet verstaanbaar
- VERHOOGD	duidelijk verstaanbaar	met moeite verstaanbaar	hoorbaar, niet verstaanbaar	onhoorbaar
- NORMAAL	met moeite verstaanbaar	hoorbaar, niet verstaanbaar	onhoorbaar	onhoorbaar
SPEECH PRIVACY	marginaal	redelijk	goed	zeer goed



Post HBO Bouwfysica

6

In de sheet is een diagram weergegeven waarin de relatie valt af te lezen tussen de geluidisolatie, het achtergrondgeluidniveau en de mate van verstaanbaarheid van gesprekken bij een bepaald stemvolume. Dit voor een specifieke situatie. Dit diagram is overigens afgeleid van een redelijk nauwkeurige voorspellingsmethode (formule van Young/Beraneek).

Voor de maskerende werking van het achtergrondgeluidniveau moet worden uitgegaan van het continu aanwezige geluid. Voor standaard werkvertrekken wordt veelal een streefwaarde van 35 dB(A) gehanteerd voor het maximaal toelaatbaar achtergrondgeluidniveau t.g.v. installaties en maximaal 40 dB(A) t.g.v. de omgeving (verkeerslawaaï).

Uitgaande van 35 dB(A) à 40 dB(A) als maskerend niveau, is een geluidisolatie van $R'_w = 38$ dB nodig om te komen tot een redelijke speech privacy. Voor een verhoogde Speech-Privacy dient de geluidisolatie R'_w 43 dB te bedragen.

Indien uit het oogpunt van hinder of comfort deze achtergrondgeluidniveaus omlaag worden gebracht, dan dient de geluidisolatie evenredig toe te nemen. Zoals hiervoor aangegeven is de geluidreductie tussen twee vertrekken naast de geluidisolatie van de scheidingsconstructies ook afhankelijk van de ruimte-akoestiek en de vertrekafmetingen.

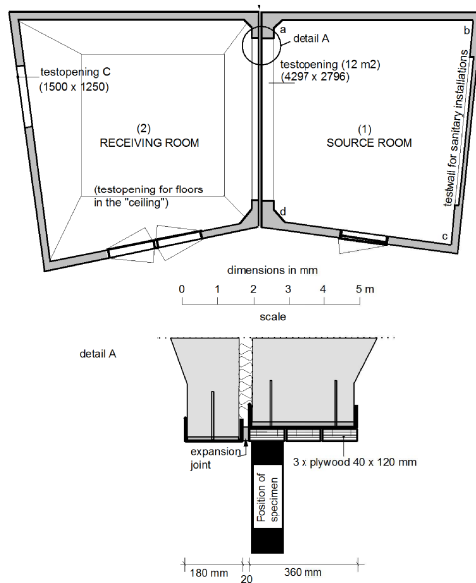
In de praktijk wordt op basis van veelvoorkomende vertrekafmetingen en ruimte-afwerkingen veelal een geluidisolatie-eis gesteld van $R'_w = 38$ dB voor standaard situaties en $R'_w = 43$ dB voor een verhoogde Privacy. Voor zeer vertrouwelijke situaties is tenminste 48 dB nodig (b.v. in de geestelijke gezondheidszorg).

Basiseisen om te komen tot een goede privacy

functie	T	R' _w naar aangrenzend vertrek	R' _w naar gang
kantoorvertrek	0,8 s	38 dB	28 dB
spreek/vergaderkamers	0,8 s	43 dB	33 dB
leslokaal	0,8 s	43 dB	28 dB
kantine	1,0 s		
collegezaal	0,8 s	50 dB	33 dB
muzieklokaal	1,0 s	55 dB	38 dB
bedkamer ziekenhuis	0,8 s	43 dB – 48 dB	28 dB
onderzoekskamers ziekenhuis	0,6 s	43 dB – 48 dB	33 dB – 38 dB

Laboratoriummetingen





Geluidisolatie
 $R = L_1 - L_2 + 10 \log S/A$



Post HBO Bouwfysica

9

Meting laboratorium luchtgeluidisolatie

Hierbij wordt in een van de ruimten, de zendruimte, met behulp van ruisbronnen een breedbandig signaal geproduceerd van voldoende sterkte. In het zend- en het ontvangvertrek wordt het geluidruisniveau gemeten met behulp van een op een draaiarm gemonteerde microfoon. Tevens wordt de nagalmtijd in het ontvangvertrek gemeten. Uit deze meetgegevens wordt de geluidisolatie berekend conform:

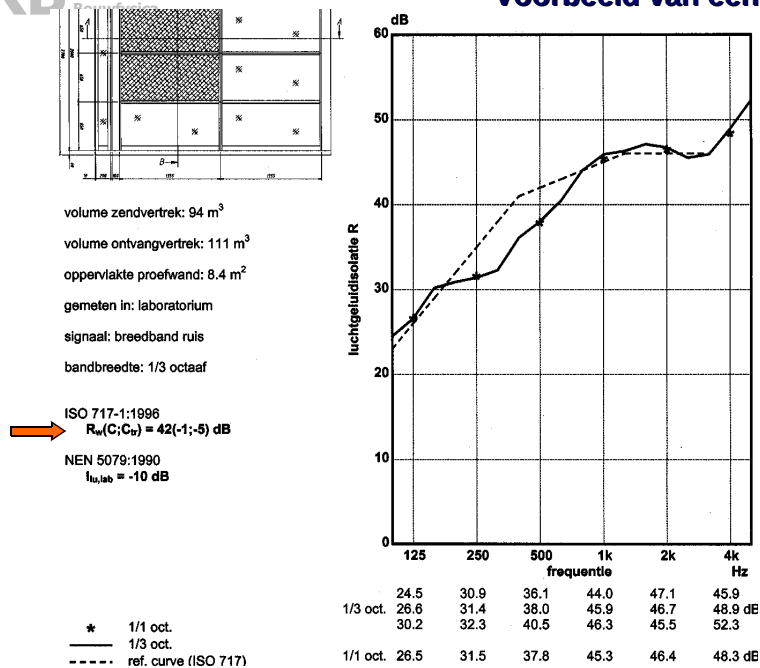
$$R = L_1 - L_2 + 10 \log S/A$$

De meetruimten zijn uitgevoerd met onderdrukte flankerende nevenwegen zodat de geluidsoverdracht tussen de aangrenzende meetruimten alleen kan plaatsvinden via de in de meetopening aangebrachte te onderzoeken constructie.

In het laboratorium voor Akoestiek van Peutz kan afhankelijk van het type te onderzoeken constructie worden gekozen voor:

- 4,3 x 2,8 m² opening voor wanden en gevels
- 4,0 x 4,0 m² opening tussen boven elkaar gelegen ruimten voor daken en vloeren
- 1,5 x 1,25 m² voor ramen, beglazing, panelen en kleine bouwelementen
- 2,0 x 0,8 m² voor deuren.

Voorbeeld van een meetresultaat



Post HBO Bouwfysica

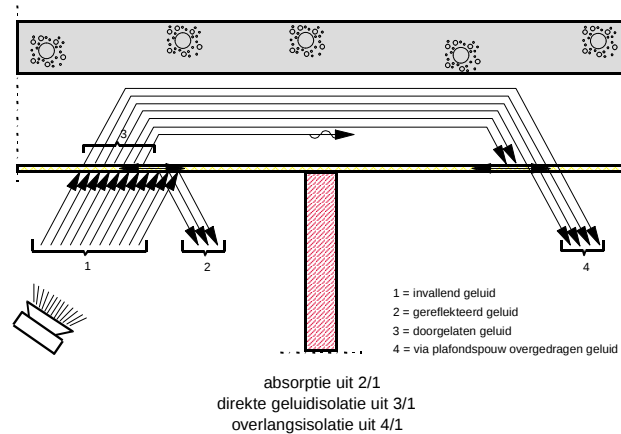
10

In deze figuur is een voorbeeld van een meetresultaat gegeven. Zoals uit de grafiek blijkt worden de metingen uitgevoerd in 1/3 octaafbanden van 100 tot en met 5000 Hz. Uit deze waarden worden de geluidislatiewaarden in 1/1 octaafbanden berekend.

Uit de frequentieafhankelijke tertsgeluidislatiewaarden wordt conform de norm ISO 717-1 de eengetalswaarde R_w berekend (zonder accent = lab waarden exclusief flankerende nevenwegen).

De referentiecurve (gestippelde lijn) schuift in stappen van 1 dB over de geluidislatiecurve tot het totale verschil van negatieve afwijkingen (geluidislatie lager dan referentiecurve) in de 5 octaafbanden (125,250,500,1000,2000Hz) 10 dB is of het totale verschil in de 16 tertsbanden (100 Hz t/m 3150 Hz) 32 dB is.

Akoestische kwaliteit van een plafond op productniveau



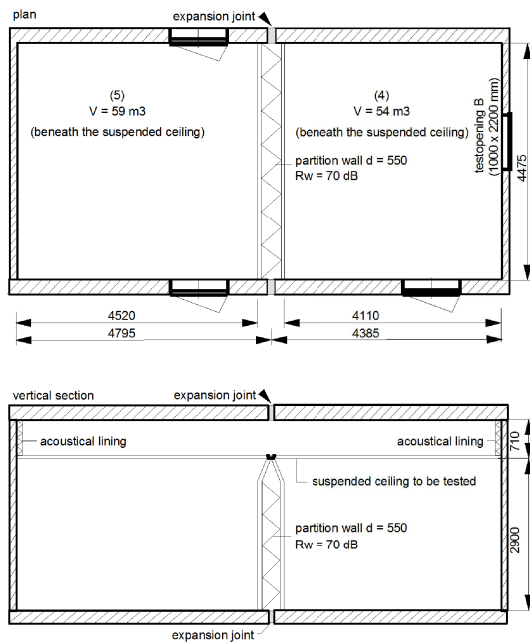
symbol	grootheid	bepaling volgens	eengetalsmaat
α_w	absorptiecoëfficiënt [-]	ISO-354	NRC
$D_{n,c,w}$	overlangsgeluidisolatie [dB]	ISO-140/9	$D_{n,c,w}$

Bij een verlaagd plafond spelen twee akoestische aspecten een belangrijke rol:

- de geluidabsorptie
- de overlangsisolatie

De geluidabsorberende kwaliteit wordt bepaald volgens de nagalmkamer methode.

Bepaling van de geluidisolatie van een verlaagd plafond



Post HBO Bouwfysica

12

Om de geluidisolatie van een verlaagd plafond te meten wordt het te onderzoeken plafond aangebracht in twee naast elkaar gelegen proefruimten.

De resultaten worden uitgedrukt in een Dncw waarde berekend volgens:

$$D_{n,c} = L_1 - L_2 + 10 \lg A_0/A$$

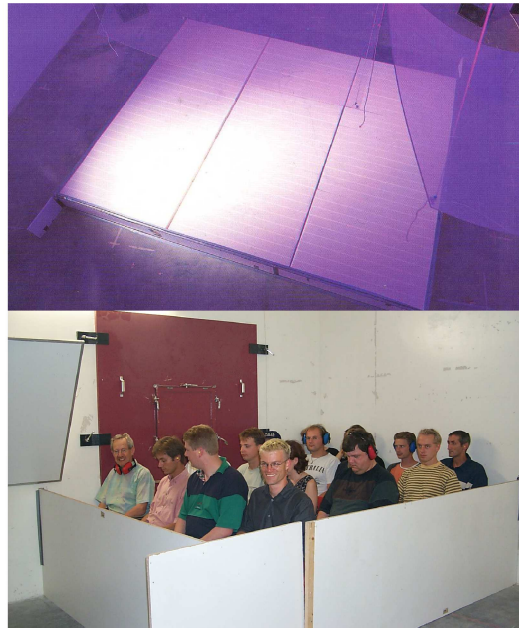
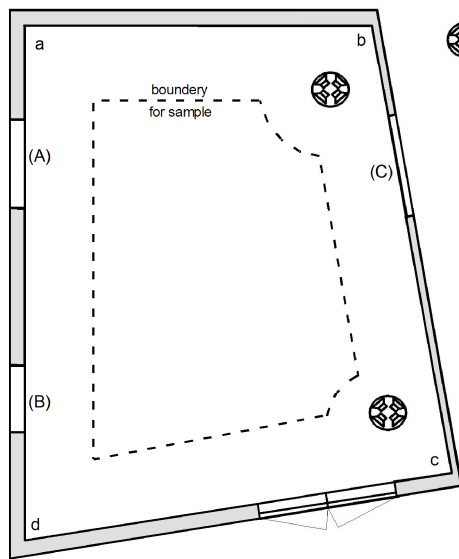
($A_0 = 10 \text{ m}^2$)

De uit de frequentieafhankelijke $D_{n,c,w}$ waarden wordt als eengetalswaarde de Dncw-waarde (the weighted suspended ceiling normalized level difference) berekend.

Ruwweg kan gesteld worden dat de deelgeluidisolatie van het plafond gelijk is aan de Dncw:

$$R_{\text{plafond}} \approx D_{n,c,w}$$

Bepaling van de geluidabsorptie volgens de nagalmkamer methode



Post HBO Bouwfysica

13

De meetruimte, de nagalmkamer, is een ruimte van ca. 200 m³ waar de nodige zorg is besteedt aan de diffusiteit, door het vermijden van parallele vlakken en het aanbrengen van diffusoren.

Allereerst wordt de nagalmtijd gemeten in de lege nagalmkamer en wordt de hoeveelheid absorptie in de uitgangssituatie bepaald. Vervolgens wordt het te onderzoeken monster aangebracht en wordt opnieuw de nagalmtijd gemeten en de absorptie berekend. Uit het verschil wordt de akoestische kwaliteit van het onderzochte monster bepaald.

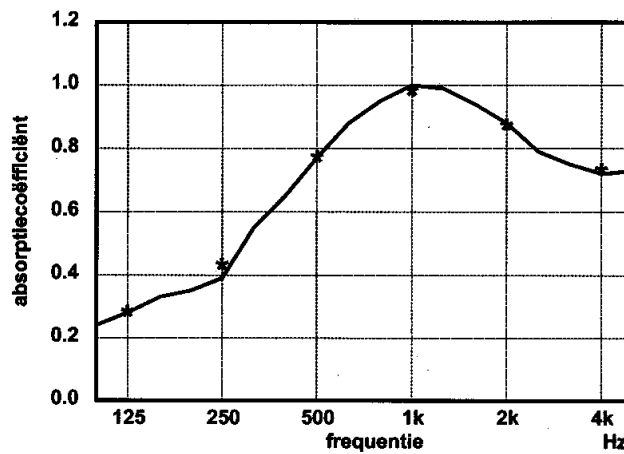
Voorbeelden te onderzoeken constructies:

- afwerkingsmaterialen voor plafonds, wanden en vloeren
- individuele objecten zoals stoelen, personen, kantoorschermen, baffles e.d.

voorbeeld van een meetresultaat

volume nagalmkamer: 214 m³
oppervlak monster: 10.88 m²
hoogte: 0.2 m
gemeten in: laboratorium
signaal: breedband ruis
bandbreedte: 1/3 octaaf
temperatuur: 21 °C
relatieve vochtigheid: 65 %
 α_w (ISO 11654) = 0.75(M)
NRC (ASTM - C423) = 0.75

* 1/1 oct.
— 1/3 oct.



	125	250	500	1k	2k	4k
frequentie	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz
1/3 oct.	0.24	0.35	0.65	0.95	0.94	0.75
1/1 oct.	0.28	0.39	0.77	1.00	0.88	0.72
1/1 oct.	0.33	0.55	0.88	0.99	0.79	0.73

Post HBO Bouwfysica

14

In deze figuur is een meetvoorbeeld gegeven. Overeenkomstig de geluidisolatiemetingen worden ook absorptiemetingen uitgevoerd in 1/3 octaafbanden vanaf 100 Hz tot en met 5000 Hz.

Als eengetalswaarden zijn momenteel de NRC en de α_w waarden in gebruik.

- Eengetalswaarden

- N.R.C

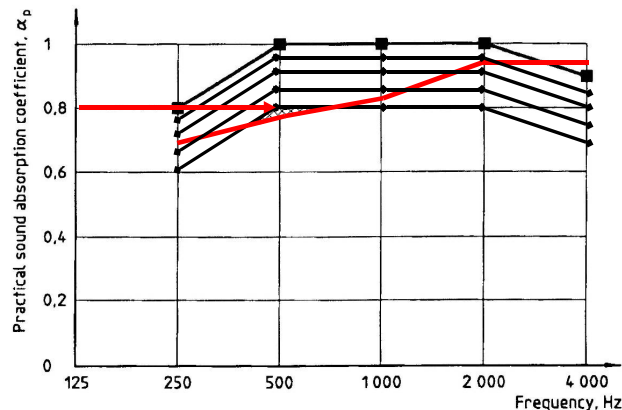
- gemiddelde absorptiecoëfficiënt tertsbanden 250, 500, 1000 en 2000 Hz (afgerond op 0,05)

- α_w

- referentie curve
 - onderschrijding < 0,1

- $\alpha_w \sim \text{N.R.C.} + 0,05$

- poreuze absorbers



Post HBO Bouwfysica

15

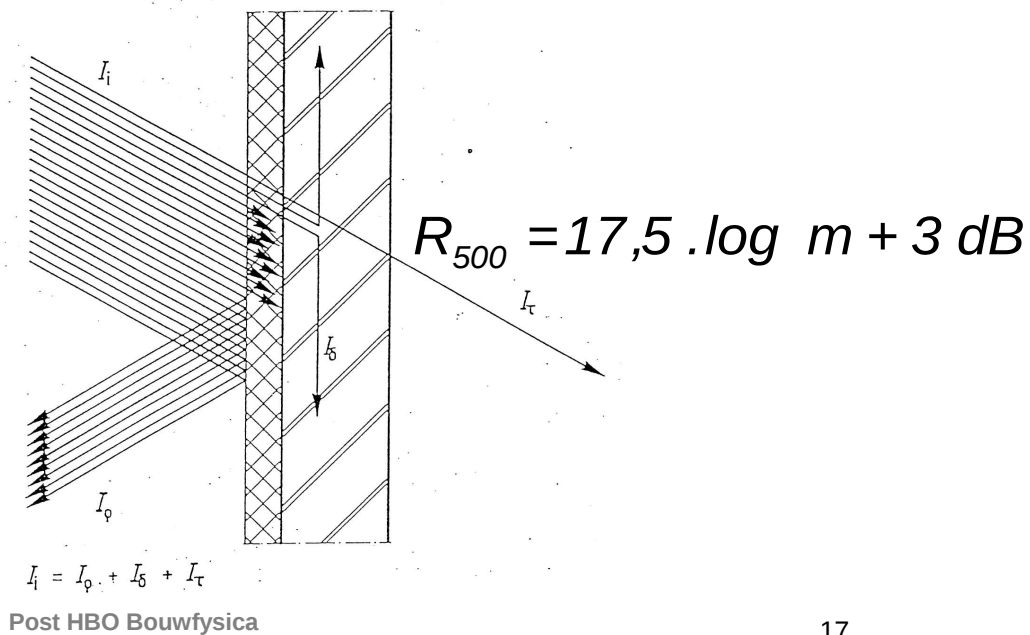
Omdat de geluidabsorptie frequentieafhankelijk is dient deze eigenlijk ook frequentieafhankelijk gepresenteerd te worden. Ook de eisen aan de geluidabsorptie zouden frequentieafhankelijk gespecificeerd moeten worden. Dat is niet altijd even handig. Om praktische redenen zou je de absorptiekwaliteit van een materiaal ook willen kunnen specificeren als één getal. Voor geluidabsorptie worden twee verschillende eengetalswaarden gehanteert: de (Amerikaanse) N.R.C. waarde en de meer recente (ISO-11654 gestandaardiseerde) α_w .

Voor de bepaling van de α_w wordt de referentiecurve:

250 Hz	: 0,8
500 Hz	: 1,0
1000 Hz	: 1,0
2000 Hz	: 1,0
4000 Hz	: 0,9

Met stappen van 0,05 naar beneden geschoven tot het totaal aan negatieve verschillen kleiner of gelijk is aan 0,1

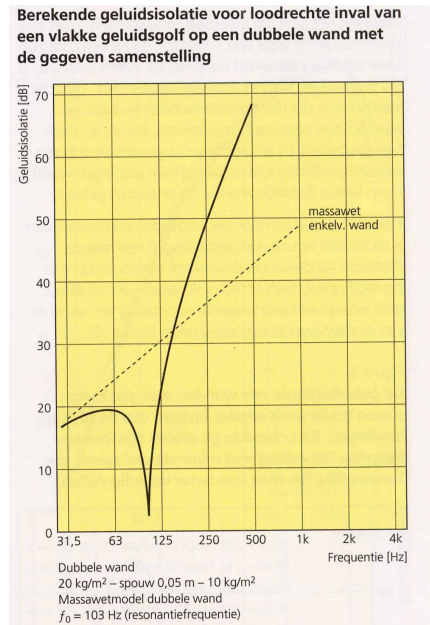
**Theorie in het kort:
Welke invloedsfactoren bepalen de geluidisolatie van een
wand?**



Massawet

Bij een enkelvoudige wand in een niet poreuze uitvoering kan de geluidisolatie berekend worden met de zogenaamde massawet, waarbij theoretisch gezien bij een verdubbeling van de massa de geluidisolatie met circa 6 dB toeneemt.

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



Lichte spouwwallen

In situaties waar een goede geluidsisolatie en een scheidings-constructie met een gering gewicht gewenst is, worden veelal dubbele wandconstructies toegepast. Deze wanden bestaan uit twee spouwbladen aangebracht op een luchtspouw.

De geluidsisolatie van een ideale spouwwand (zonder mechanische koppelingen van de spouwbladen) kan als volgt worden omschreven:

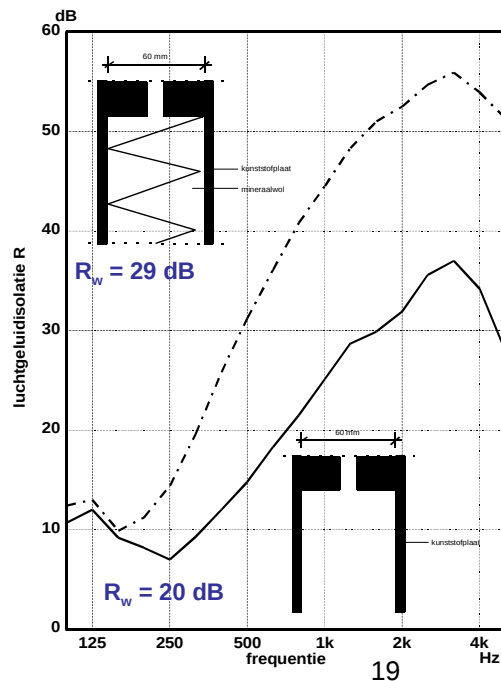
1. de invallende geluidsgolf aan zenzijde stoot het eerste spouwblad met een oppervlakte massa (m_1) aan;
2. ten gevolge van de trillende beweging van het eerste spouwblad wordt de lucht in de spouw aangestoten waardoor een geluidsniveau in de spouw ontstaat;
3. dit geluidsniveau in de spouw brengt het tweede spouwblad met een oppervlakte massa (m_2) in trilling. Hierdoor wordt de lucht aan ontvangzijde in trilling gebracht.

De bereikbare geluidsisolatie van dubbele wanden wordt in belangrijke mate bepaald door de ligging van de resonantie frequentie verband houdende met het massa-veer-massa systeem. Dubbele wanden hebben slechts nut indien de resonantie frequentie voldoende laag ligt.

meetvoorbeeld lichte spouwwand

Samenstelling proefpaneel met gescheiden stijlen:

- kunststof plaat $m = 3,5 \text{ kg/m}^2$
- spouw 60 mm
- kunststof plaat $m = 3,5 \text{ kg/m}^2$
- $f_0 = 278 \text{ Hz}$



Post HBO Bouwfysica

Invloed spouwvulling

Door het aanbrengen van een geluidabsorberend materiaal wordt het geluidniveau in de spouw gedempt waardoor een winst in de totale geluidisolatie wordt gerealiseerd.

In de praktijk zullen de spouwbladen van een wand altijd in meer of mindere mate gekoppeld zijn. Naar mate deze koppeling geringer is, zal de winst door de spouwvulling groter zijn. Bij starre koppelingen (wandtype A) is de winst beperkt.

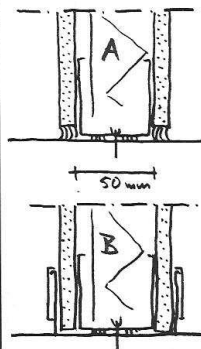
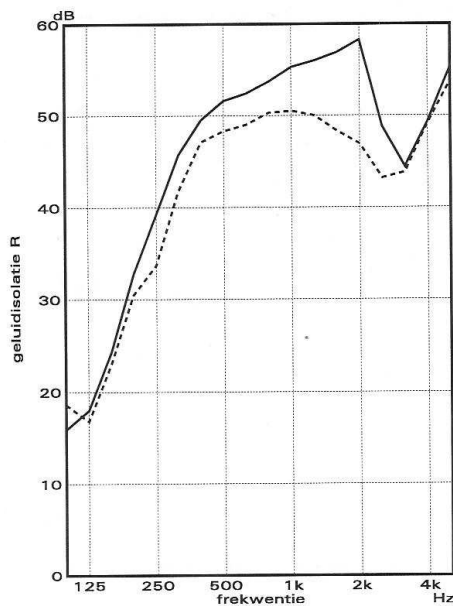
De dikte van het spouwvulling materiaal is wel van invloed op de geluidisolatieverbetering. Het verschil in geluidisolatie tussen geen spouwvulling en de halve spouwdiepte gevuld is het grootst, daarna neemt de geluidisolatie nog beperkt toe.

Meetvoorbeeld

In bovenstaand figuur zijn enkele metingen aan een 'ideale' lichte spouwconstructie gepresenteerd. De spouwbladen zijn niet mechanisch met elkaar gekoppeld.

Het gewicht van de spouwbladen is $3,5 \text{ kg/m}^2$, dit resulteert bij een spouwdiepte van 60 mm in een berekende resonantiefrequentie van 185 Hz. Door de spouw te vullen met mineraalwol neemt de geluidisolatie met 9 dB toe. Deze verbetering, het verschuiven van de resonantiefrequentie naar de lage tonen voldoet aan de gestelde verwachtingen.

Het totale gewicht van de spouwbladen is echter te gering om voor een wand op een bevredigend eindresultaat te kunnen komen.



MS enkel beplaat
Spouwdiepte 50 mm
 $R_w = 44$ dB

Verplaatsbaar
Enkel beplaat
Spouwdiepte 50 mm
 $R_w = 42$ dB

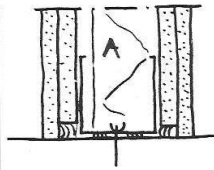
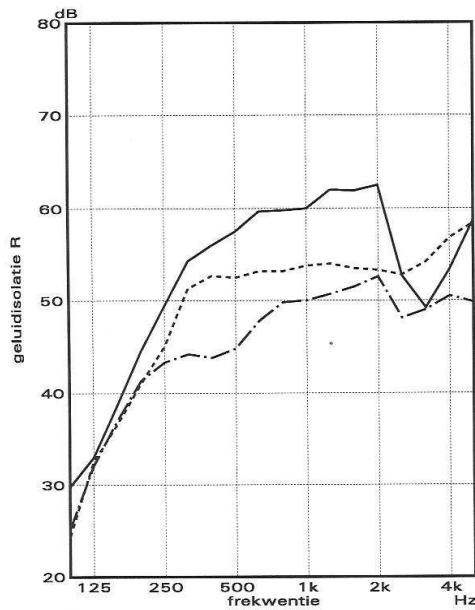
Meetvoorbeeld gipswanden

De hier gemeten geluidisolatie van een enkel beplate gipswand met een met mineraalwol gevulde spouw bedraagt $R_w = 44$ dB. Met een vergelijkbaar wandtype uitgevoerd als verplaatsbare wand is een geluidisolatie van $R_w = 42$ dB gevonden.

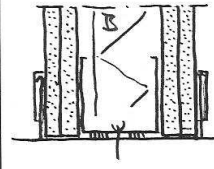
Uit de meetgrafiek blijkt dat voor beide wandtypen de geluidisolatie in de lage tonen zeer beperkt is door de massa-veer frequentie. Hieraan is de spouwdiepte van slechts 50 mm debet.

Als scheidingswand voor toepassing in een situatie waar een normale privacy wordt nagestreefd ($R'_w = 38$ dB) is een wat grotere spouwdiepte gewenst.

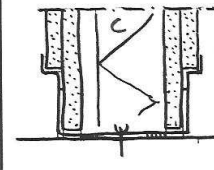
Meetvoorbeeld gipswanden



Metal Stud
dubbel beplaat
Spouwdiepte 50 mm
 $R_w = 54$ dB



Verplaatsbaar
dubbel beplaat
Spouwdiepte 50 mm
 $R_w = 52$ dB



Verplaatsbaar
Alu onderprofiel
dubbel beplaat
Spouwdiepte 50 mm
 $R_w = 48$ dB

Post HBO Bouwfysica

21

Meetvoorbeeld gipswanden

Voor een verhoogde privacy kan bijvoorbeeld een dubbel beplate gipswand worden toegepast. Wandtype B heeft een beperkt verlies in het midden frequente gebied door de akoestisch gunstige uitvoering van het afgeschermdde vloerprofiel.

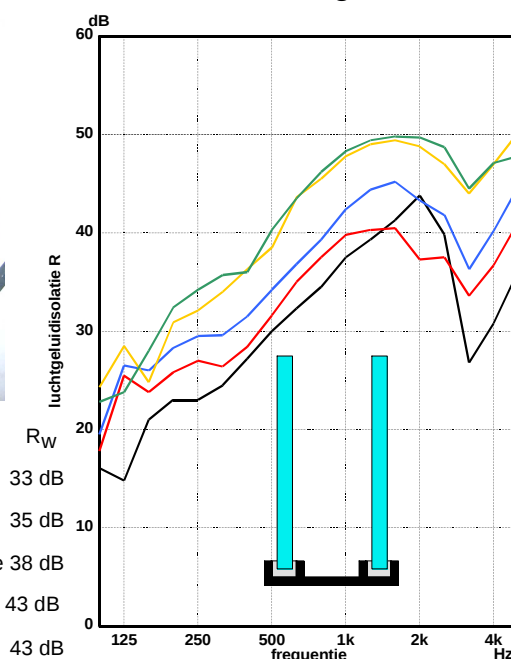
Door de vloeraansluiting uit te voeren in een aluminium vloerprofiel, blijft de geluidisolatie van wandtype C achter bij de gevonden waarden van wandtype A en B.



- float 4 mm – spouw - float 4 mm
- float 4 mm – spouw - float 6 mm
- float 4 mm – spouw - float 6 mm + randabsorptie
- float 4 mm – spouw - 3.3.2 mm geluidwerend
- idem 4 + randabsorptie

Post HBO Bouwfysica

Meetvoorbeeld glaswanden



22

Glaswanden

De geluidisolatie van glaswanden is lager vanwege de beperkte massa en het ontbreken van geluidabsorberend materiaal in de spouw.

Bij gelijke glasdiktes aan weerszijden van een dubbele glasconstructie speelt de beperkte geluidisolatie bij de coïncidentiefrequentie een belangrijke rol in de totale geluidisolatie. Beter is het de glasdikten ongelijk te kiezen zodat deze dip wat wordt uitgesmeerd, zie meetgegevens. Bij ongelijke dikten en het toepassen van randabsorptie is een geluidisolatie van ca. 38 dB bereikbaar. Om een waarde boven de 40 dB te bereiken dient de beglazing aan tenminste één zijde gelaagd te worden uitgevoerd. Onder gelaagd wordt hier verstaan twee ruiten met tussenvoeging van een geluiddempende folie. De folie zoals toegepast bij veiligheidsglas is niet per definitie ook een geluidwerende folie.

Dit zijn laboratoriumwaarden in de praktijk is een geluidisolatie hoger dan 38 dB slechts met zeer zware uitvoeringen te realiseren.

Geluidisolatie: samengestelde wand R_{wand}

$$R_{wand} = -10 \log \left[\frac{1}{S_{wand}} \left(S_1 \cdot 10^{-\frac{R_1}{10}} + S_2 \cdot 10^{-\frac{R_2}{10}} + \dots \right) \right]$$

S_{wand} = oppervlakte totale wandconstructie (m²)
 R_{wand} = geluidisolatie totale wandconstructie (dB)

S_j = oppervlakte van module j (m²)
 R_j = geluidisolatie van module j (dB)

- wat is R totaal van de wand?



Deel 1:

- Vast Glas: $6 + 33.2$ (6 mm glas – spouw – 6 mm gelaagd glas)
- S1: $1,5 \text{ m} * 2,8 \text{ m} = 4,2 \text{ m}^2$
- R1: 41 dB

Deel 2:

- Deur: glas
- S2: $1,0 \text{ m} * 2,8 \text{ m} = 2,8 \text{ m}^2$
- R2: 31 dB

Deel 3:

- Vast Glas: $6 + 33.2$ (6 mm glas – spouw – 6 mm gelaagd glas)
- S3: $2,0 \text{ m} * 2,8 \text{ m} = 5,6 \text{ m}^2$
- R3: 41 dB

$$R_{wand} = -10 \log \left[\frac{1}{S_{wand}} \left(S_1 \cdot 10^{-\frac{R_1}{10}} + S_2 \cdot 10^{-\frac{R_2}{10}} + S_3 \cdot 10^{-\frac{R_3}{10}} \right) \right]$$

$$R_{wand} = -10 \log \left[\frac{1}{12,6} \left(4,2 \cdot 10^{-\frac{41}{10}} + 2,8 \cdot 10^{-\frac{31}{10}} + 5,6 \cdot 10^{-\frac{41}{10}} \right) \right]$$

$$R_{wand} = 36 \text{ dB}$$

Uitwerking: door deelgeluidisolaties van wandvlakken

$$R_{deel1} = -10 \log \left(\frac{S_1}{S_{wand}} \cdot 10^{-\frac{R_1}{10}} \right) = 45,8 \text{ dB}$$

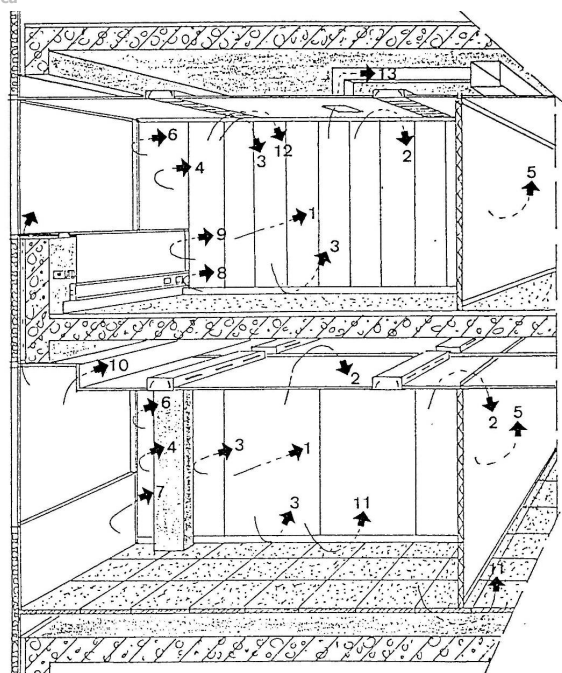
$$R_{deel2} = -10 \log \left(\frac{S_2}{S_{wand}} \cdot 10^{-\frac{R_2}{10}} \right) = 37,5 \text{ dB}$$

$$R_{deel3} = -10 \log \left(\frac{S_3}{S_{wand}} \cdot 10^{-\frac{R_3}{10}} \right) = 44,5 \text{ dB}$$

Bepalende factor is te bepalen
uit deelgeluidisolaties

$$R_{wand} = -10 \log \left(10^{-\frac{R_{deel1}}{10}} + 10^{-\frac{R_{deel2}}{10}} + 10^{-\frac{R_{deel3}}{10}} \right) = 36 \text{ dB}$$

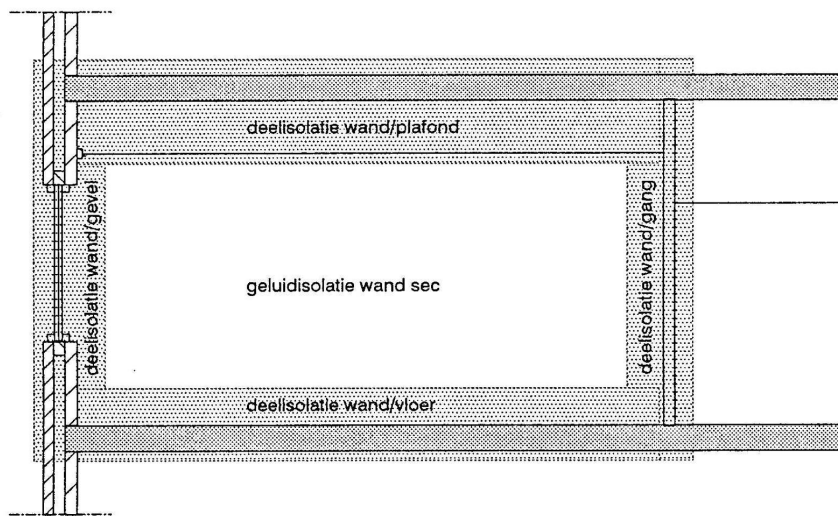
**Geluidisolatie totale scheiding tussen ruimten:
wand + vloer + plafond + flankerende gevel + ...**



Post HBO Bouwfysica

30

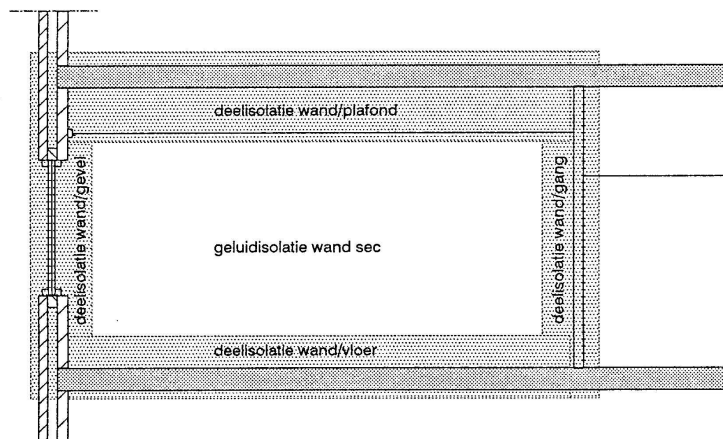
De totale geluidisolatie tussen twee aangrenzende kantoorruimten wordt bepaald door de geluidoverdracht via de *scheidingswand* en via het *verlaagde plafond* maar ook via bijvoorbeeld *passtukken*, *kabelgoten* e.d.



Onder een deelisolatie wordt verstaan die geluidisolatie die zou worden gevonden wanneer alleen dit betreffende bouwelement geluid af zou stralen en alle andere onderdelen zodanig afgeschermd zouden zijn dat zij geen bijdrage leveren in de totale geluidoverdracht. Uiteraard treedt in werkelijkheid de geluidafstraling van alle bouwelementen gelijktijdig op zodat de *totale isolatie lager is dan de laagste deelisolatie*.

Te vaak wordt in bestekken de totale geluidisolatie omschreven voor een deelisolatie, meestal de scheidingswand en wordt geen rekening gehouden met de overige deelisolaties. Om onduidelijkheden achteraf over de verantwoordelijkheden inzake de geluidisolatie te vermijden wordt aanbevolen vooraf de geluidisolatie-eisen eenduidig te formuleren, zowel voor het totaal, als voor de deelisolatie.

Het voordeel van het hanteren van deelisolaties per onderdeel van het inbouwpakket is dat deelisolaties ook middels geluidisolatiemetingen in de praktijk kunnen worden gecontroleerd, zodat per onderdeel kan worden nagegaan of gevraagde akoestische kwaliteit ook is gerealiseerd.

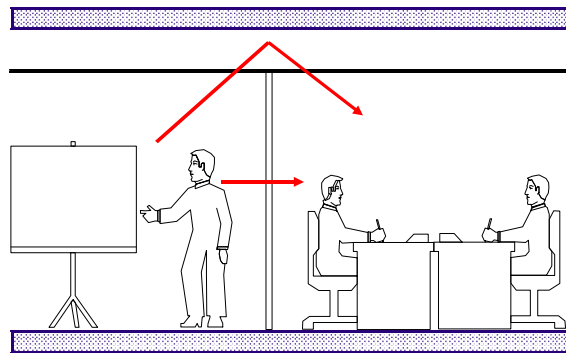


R_{wand} is slechts onderdeel van totale geluidisolatie

$$R_{totaal} = -10 \log \left(10^{\frac{-R_{wand}}{10}} + 10^{\frac{-R_{plafond}}{10}} + 10^{\frac{-R_{vloer}}{10}} + 10^{\frac{-R_{gangwand}}{10}} + 10^{\frac{-R_{gevel}}{10}} + \dots \right)$$

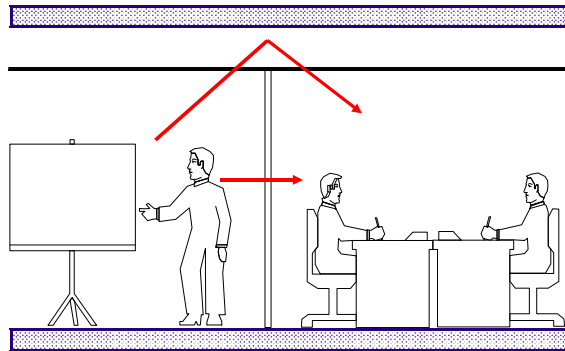
De 5 hoofdcategorieën voor geluidsoverdracht zijn als volgt:

- R1 = geluidisolatie wandconstructie
- R2 = deelisolatie plafond
- R3 = deelisolatie vloer
- R4 = deelisolatie flankerende gangwand
- R5 = deelisolatie flankerende gevel

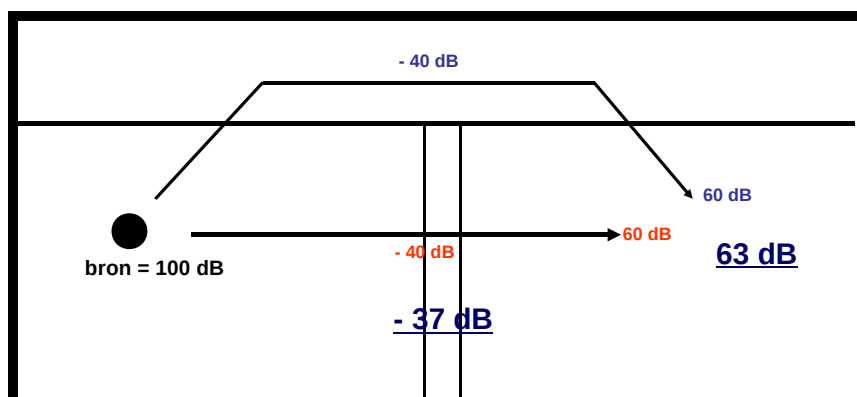


Stel we hebben alleen R_{wand} en $R_{plafond}$:

$$R_{\text{totaal}} = -10 \log \left(10^{\frac{-R_{wand}}{10}} + 10^{\frac{-R_{plafond}}{10}} \right)$$



$$R'_w = -10 \log \left(10^{\frac{-R'_{w,wand}}{10}} + 10^{\frac{-R'_{w,plafond}}{10}} \right)$$



In bestektekst wordt dan opgenomen:

44.41
44.41.21-a

- IN HET WERK AF TE WERKEN SYSTEEMWANDEN**
SYSTEEMWAND, BEPLATING OP SKELET, METALEN WANDPROFIEL
GIPSPLAAT
0. SYSTEEMWAND, BEPLATING OP SKELET
- Skelet:
- enkelvoudig.
 - afstand stijlen: 600 mm h.o.h. af zoveel minder als voor de wandopbouw noodzakelijk is.
- Isolatieplaat: glaswol, dik 50 mm (16 kg/m³).
- Beplating:
- tweelaags.
 - aan twee zijden.
 - breedte (mm): 1200.
 - bevestigingswijze: geschroefd, plaatnaden verspringend t.o.v. elkaar.
- Naadafwerking tussen de beplating: naden en bevestigingspunten d.m.v. glasvliesstrook, voegvuller en voegen finish.
- Vloeraansluiting: met afdichtingsband.
- Zij aansluiting: met afdichtingsband en kit.
- Boven aansluiting tegen onderkant bovenliggende vloer/dak: met afdichtingsband en kit; rekening houden met de dubbel T-liggers in de bestaande situatie, de wanden hier contramallen.
- Bovenaansluiting van de systeemwand moet zodanig zijn dat de wand daardoor niet verticaal belast kan worden.
- Wanden waaraan WBDBO-eisen zijn gesteld aan de bovenaansluiting afkitten volgens hoofdstuk 36, en wel:
- eenzijdig bij 30 minuten WBDBO.
 - tweezijdig bij 60 minuten WBDBO.
- Luchtgeluidisolatie:**
- prestatie-eis in laboratorium: $R_w = 50$ dB (ISO 717).
 - prestatie-eis in praktijk situatie: $R'w = 46$ dB (ISO 717).
- Uitwendige hoeken afwerken met versterkingsstrips.
- Inwendige hoeken afwerken met versterkingsstrips.
- Sparingen en achterhout t.b.v. de in-/opbouw van technische installaties, sanitair en vast meubilair e.d.
- Oppervlaktebeoordelingscriteria overeenkomstig STABU Standaard, hfst. 44, bijlage A:
- groep 1.
- Systeemwanden moeten zijn aangebracht door een bedrijf dat het KOMO-procescertificaat overeenkomstig BRL 2212-00 voert.
1. METALEN WANDPROFIEL
- Materiaal: staal.
- Oppervlaktebehandeling: sendzimir verzinkt.
- Profielen:
- stijl: C-profiel 50x75 mm.
 - regel: U-profiel 50x75 mm.
- Toebehoren:
- bevestigingsmiddelen.
 - afdichtingsband.
 - kitafdichting.
2. GIPSKARTONPLAAT (BRL 1009+W99)
- Type:
- GKF bij normale wanden.
 - GKBI (waterbestendig) bij sanitaire ruimten.
- Materiaal: gipskarton, geïmpregneerd gipskarton.
- Korte zijden: strak gesneden.

ruimte-functie	gevraagde totale isolatie	deelisolatie wand	deelisolatie plafond
tussen werkvertrekken en gangen			
- bij normale privacy	$R'_w = 28 \text{ dB}$	$R'_w = 32 \text{ dB}$	$R'_{Lw} = 32 \text{ dB}$
- verhoogde privacy	$R'_w = 33 \text{ dB}$	$R'_w = 37 \text{ dB}$	$R'_{Lw} = 37 \text{ dB}$
werkvertrek – verblijfsruimte			
- normale privacy	$R'_w = 38 \text{ dB}$	$R'_w = 42 \text{ dB}$	$R'_{Lw} = 42 \text{ dB}$
- verhoogde privacy	$R'_w = 43 \text{ dB}$	$R'_w = 47 \text{ dB}$	$R'_{Lw} = 47 \text{ dB}$
werkvertrek – verblijfsruimte			
- hoge privacy	$R'_w = 48 \text{ dB}$	$R'_w = 52 \text{ dB}$	$R'_{Lw} = 52 \text{ dB}$

Eisen per overdrachtsweg

In standaard kantoor situaties met een voldoende achtergrondniveau (bijvoorbeeld verkeerslawaai) blijkt een totale geluidisolatie van $R'_w = 38 \text{ dB}$ een acceptabel resultaat op te leveren. Vraagt het gebruik van de ruimte om een hogere privacy dan is een minimaal 5 dB hogere waarde vereist. Stel dat in een gegeven situatie een totale geluidisolatie van $R'_w = 38 \text{ dB}$ wordt gevraagd en dat op basis van verschillende leveranciers een onderscheid wordt gemaakt in wanden en plafonds, dan kan met behulp van deelisolaties per leverancier bijvoorbeeld de volgende verdeling worden gemaakt, zoals deze in de sheet zijn weergegeven.

- De deelisolatie van de systeemwanden, inclusief de aansluitingen op het plafond, de gevel, de vloer voorzien van vloerbedekking en inclusief de overdracht via passtukken en de gangwand, dient in de praktijk te voldoen aan $R'_w = 42 \text{ dB}$.
- De deelisolatie van de verlaagde systeemplafonds, inclusief de aansluitingen op de omringende constructie en inclusief de overdracht via de in het plafond opgenomen licht- en luchtarmaturen, dient in de praktijk te voldoen aan $R'_{Lw} = 42 \text{ dB}$.
- De som wordt nu van 1. en 2. 39 dB en is nog 1 dB marge aanwezig, voor de overige transmissiewegen.
- Het gebouwcasco (betonconstructie, gevel) wijkt af van het inbouwpakket in de zin van beïnvloedbaarheid. Zeker bij herinrichting, maar ook bij nieuwbouw, zal de deelisolatie van het gebouwcasco als een gegeven beschouwd worden. In het gegeven voorbeeld is ervan uitgegaan dat de deelisolatie van het gebouwcasco ca. 7 dB boven de totale geluidisolatie om voldoende (akoestische) ruimte te bieden voor het inbouwpakket.

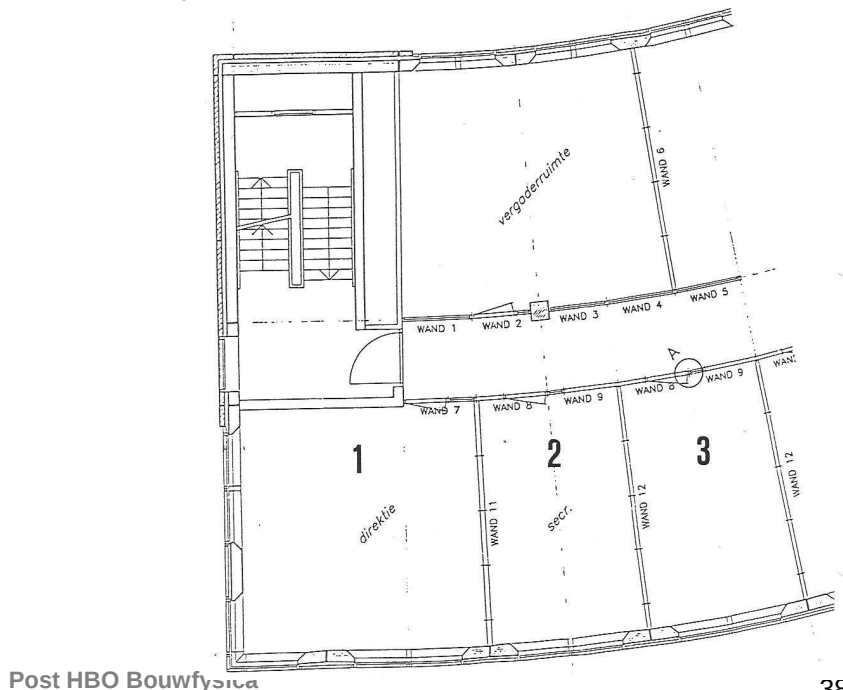
Verdeling kan ook anders...

<i>Gevraagde totale isolatie</i>	<i>Deelisolatie wand</i>	<i>Deelisolatie plafond</i>
R' _w = 38 dB	R' _w = 42 dB	R' _w = 42 dB
R' _w = 38 dB	R' _w = 45 dB	R' _w = 39 dB
R' _w = 38 dB	R' _w = 39 dB	R' _w = 45 dB



Deelisolaties vast leggen in bestek

Ook een ander verdeling is mogelijk zolang het totaal op de R'_w totaal uitkomt



In de hierna gegeven voorbeeldsituaties wordt de berekeningswijze met deelisolaties toegelicht. Belangrijk uitgangspunt hierbij is dat de praktijksituatie door diegene die de berekening uitgevoerd zo goed mogelijk in kaart wordt gebracht zodat alle overdrachtswegen die in de praktijk een rol spelen ook in de berekening wordt meegenomen.

De metingen en berekeningen zijn verricht tussen de kantoorvertrekken 1 en 2. De afmetingen van deze vertrekken zijn:

-diepte loodrecht op de scheidingswand,

vertrek 1 = 5,2 m

vertrek 2 = 3,3 m

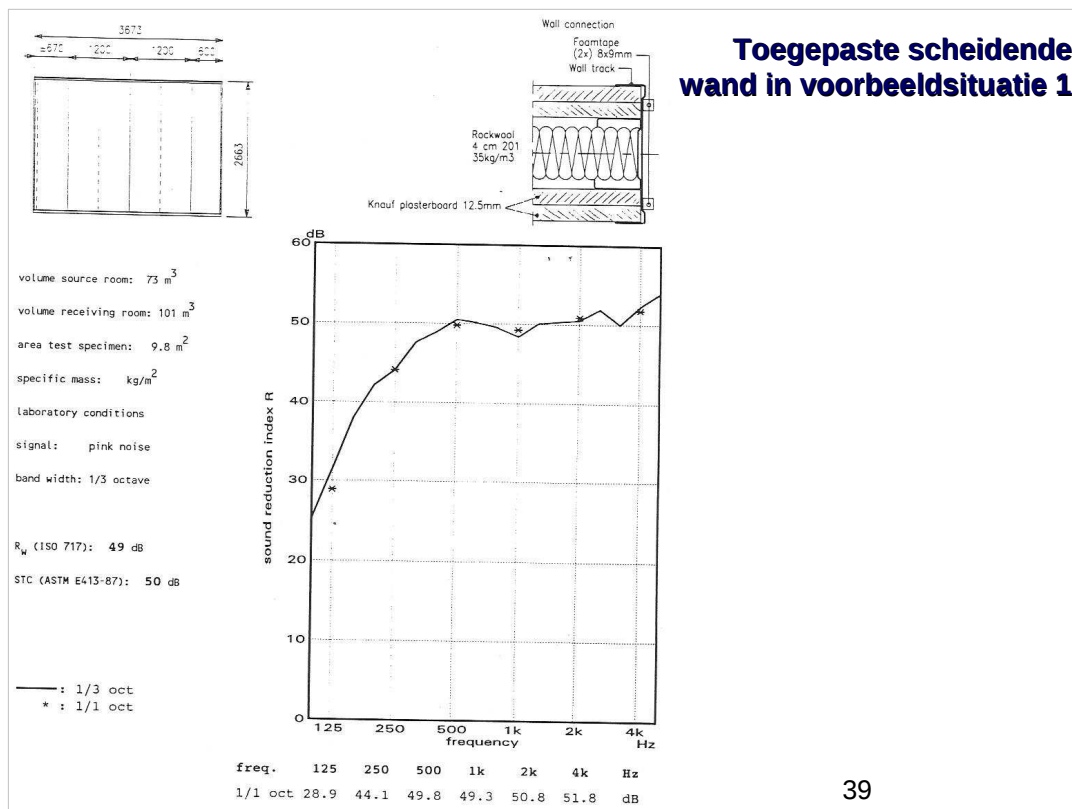
breedte = 5,35 m

hoogte = 2,6 m

hoogte plafondspouw = 0,57 m

oppervlakte scheidingswanden = 13,9 m²

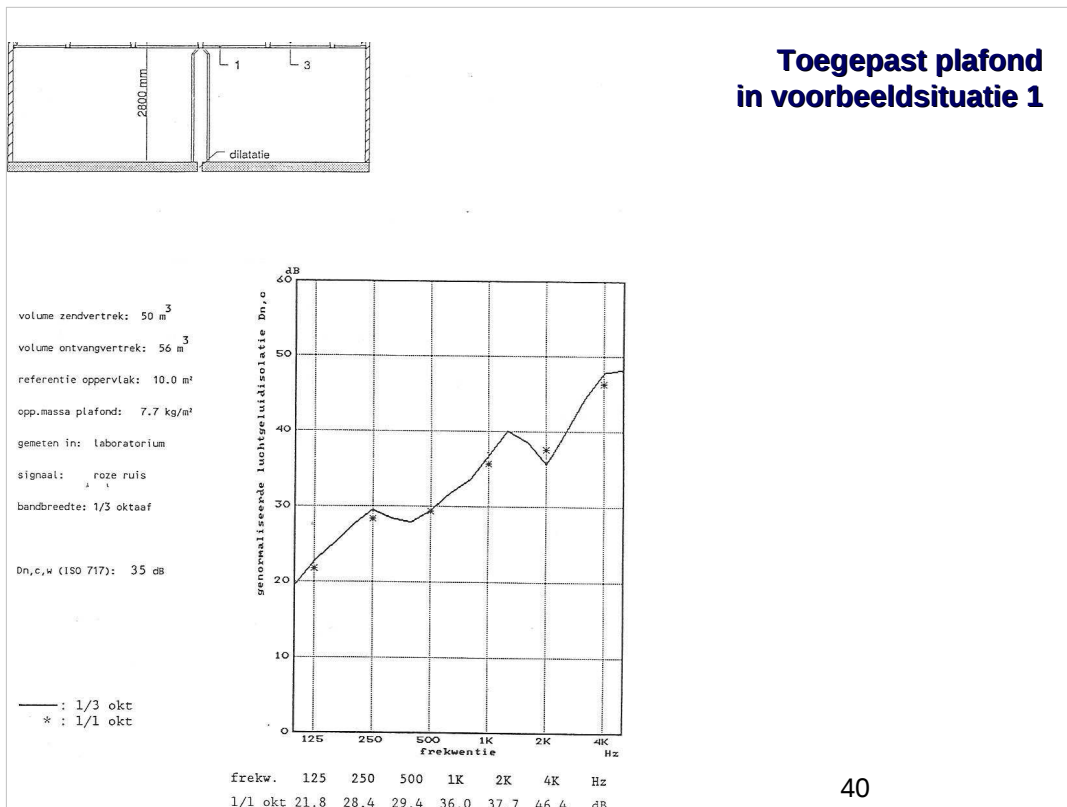
volume van vertrek 1 is 72 m³ en van vertrek 2: 46 m³



39

De kamerscheidende wanden bestaat uit een metalen stijl- en regelwerk aan beide zijden voorzien van een dubbele gipskartonplaat dik $2 \times 12,5$ mm. In de ca. 60 mm diepe spouw zijn 40 mm dikke steenwolplaten met een volumieke-massa van ca. 35 kg/m^3 aangebracht.

De gemeten geluidisolatie in het laboratorium van deze wand bedraagt $R_{w} = 49 \text{ dB}$. Zie figuur voor een frequentieafhankelijke weergave van deze geluidisolatie.



De scheidingswanden sluiten aan op een bandraster. Het verlaagde plafond is samengesteld uit mineraalvezelplaten fabrikaat dik 17 mm, oppervlakte-massa ca. 7.7 kg/m^2 , aangebracht in een semi-verdekt ophangstelsel met een modulmaat van $1800 \times 300 \text{ mm}$. Per stramien van 1,8 m zijn twee verlichtingsarmaturen met plenum afzuigopeningen opgenomen.

De gemeten overlangsgeluidisolatie van het totale plafond (basis-plafond + armaturen) bedraagt $D_{n,c,w} = 35 \text{ dB}$, zie figuur 40. Bij de berekeningen is er van uitgegaan dat kanalen en leidingen die boven het verlaagd plafond door de barrières worden gevoerd kierdicht worden uitgevoerd.

Voor de vloerconstructie is uitgegaan van beton, dik 200 mm, voorzien van een 50 mm dikke vlakke afwerk-laag. De scheidingswanden zijn geplaatst op het doorgaande tapijt. De gangwanden zijn overeenkomstig de kamerscheidende wanden maar met een enkele gipskarton beplating aan weerszijden. Voor de aansluiting van de kamerscheidende wand op de gangwand is uitgegaan van een aansluiting op een stijl in de gangwand.

De kamerscheidende wanden sluiten over de gehele hoogte aan op een steenachtig binnenspouwblad van de gevel. Het binnen spouwblad is afgewerkt met een ruwe pleisterwerklaag.

Bij de gevelaansluiting zijn geen installaties doorgevoerd.

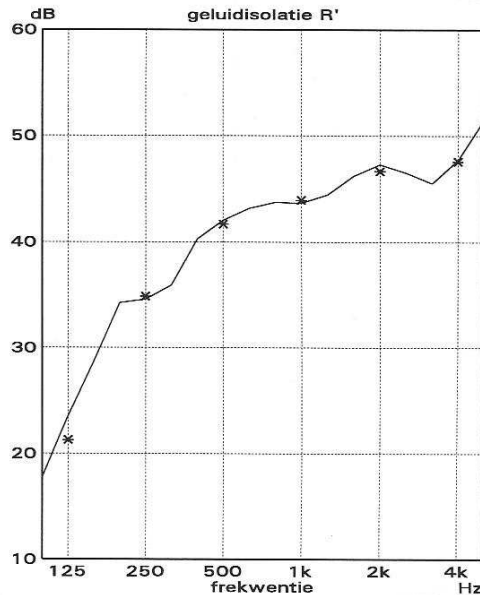
Berekenende geluidisolatie voorbeeldsituatie 1

BEREKENINGSRESULTAAT:

frekw	125	250	500	1000	2000	4000	R' _w
R1;	28.9	44.1	49.8	49.3	50.8	51.8	49.0
R2;	25.9	36.5	45.1	54.1	58.1	58.5	47.7
R3;	27.4	46.8	54.7	54.0	59.8	69.0	53.9
R4;	29.9	44.4	46.7	50.9	51.6	52.5	49.9
R5;	31.2	50.0	55.7	48.9	54.2	54.5	52.0
aansl.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
doorv.	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
R' _{tot}	21.3	34.8	41.7	43.9	46.7	47.6	43.2

R'_w totaal = 43 dB

isolatie-index $I_{lu} = -9$ ($T_0 = 0.8$ s)

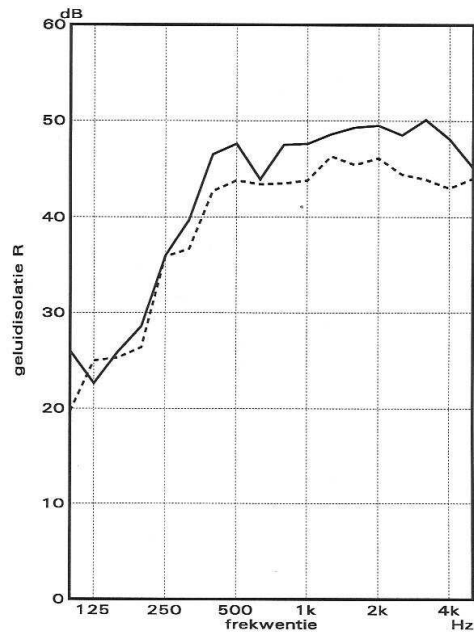


Uit de eerste berekeningsresultaten blijkt dat de totale geluidisolatie door de overdracht via het verlaagde plafond te worden beperkt tot $R'_w = 34$ dB. Op basis van deze berekeningen is besloten een barrière toe te passen waarmee een hogere overlansisolatie kan worden gerealiseerd. In combinatie met de overige overdrachtswegen bedraagt de bereikbare geluidisolatie in voorbeeldsituatie 1 $R'_w = 43$ dB.

De berekeningsresultaten hiervan voor voorbeeldsituatie 1 zijn gegeven in de figuur. Naast de totale geluidisolatie is tevens de deelgeluidisolatie weergegeven. Op basis van deze resultaten kan inzicht worden verkregen in de invloed van de diverse overdrachtswegen op de totale geluidisolatie.

Gemeten geluidisolatie voorbeeldsituatie 1

Voorzetwand voor kamer-
scheidende wand: $R'_w = 45$ dB
Voorzetwand verwijderd: $R'_w = 42$ dB



Post HBO Bouwfysica

42

Door middel van verificatiemetingen worden de berekeningsresultaten bevestigd.

In de praktijk blijkt de totale isolatie met $R'_w=42$ 1 dB lager dan berekend.

Indien de deelisolatie van de wand wordt uitgeschakeld, d.m.v. een tijdelijke voorzetwand, wordt op grond van de som van de resterende berekende deelisolaties ($47,7+49,9+53,9+52,0$) een R'_w van 45 dB berekend, en wordt deze ook gemeten.

Onderdelen scheiding

Systeemwand
Klimaatplafond
Verhoogde vloer
Flankerende gangwand
Flankerende gevel

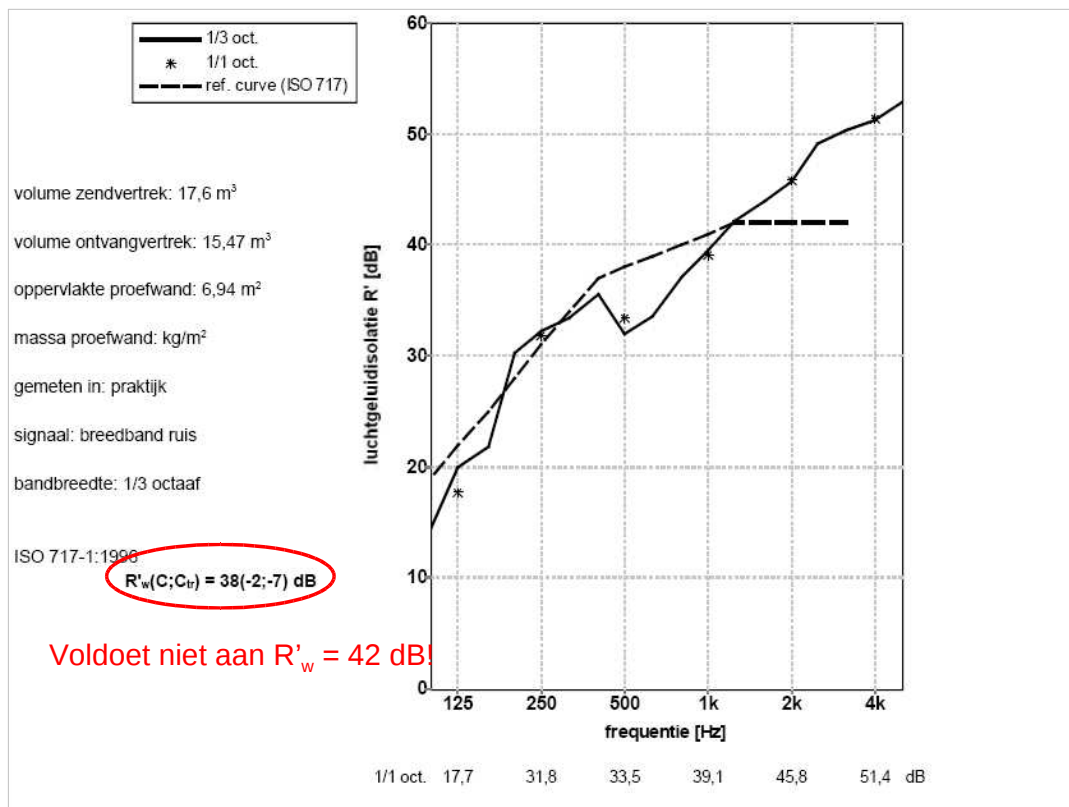


Bestekseis: $R'_w = 42$ dB

De wijze van controleren van een deelisolatie in een praktijksituatie sluit nauw aan bij de gegeven definitie van een deelisolatie, namelijk: onder een deelisolatie wordt verstaan die geluidisolatie die zou worden gevonden wanneer alleen dit betreffende bouwelement geluid af zou stralen en alle andere onderdelen zodanig afgeschermd zouden zijn dat zij geen bijdrage leveren in de totale geluidoverdracht.

Deze definitie wordt letterlijk toegepast bij controlemetingen, maar dan normaliter op de omgekeerde wijze. Door een bepaald bouwelement af te schermen met behulp van een voorzetwand kan door vergelijking van de totale geluidisolatie voor en na de afscherming worden nagegaan hoe groot de invloed van de geluidoverdracht van dit bouwelement op de totale geluidisolatie is. Deze methode wordt hier via een praktijkvoorbeeld toegelicht.

Stel de geluidisolatie wordt gemeten tussen twee aangrenzende kantoorvertrekken en bedraagt $R'_w = 38$ dB. De aldus gemeten totale geluidisolatie kan worden onderverdeeld in de geluidoverdracht via de wand inclusief alle aansluitingen (R_1) en de geluidoverdracht via het plafond inclusief alle deelelementen (R_2) etc..

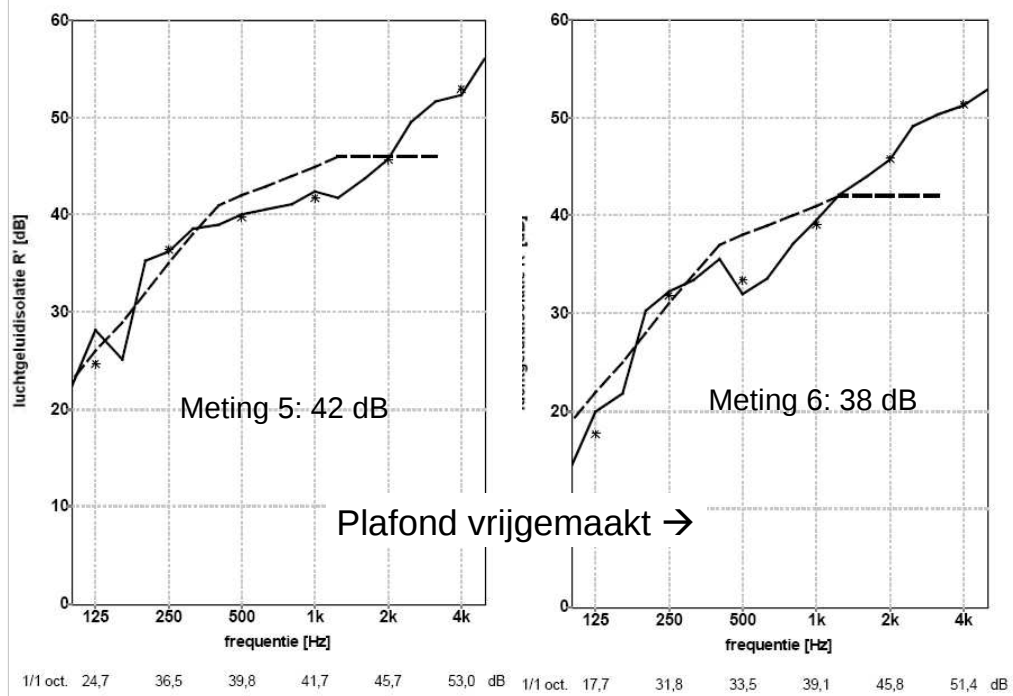




Post HBO Bouwfysica

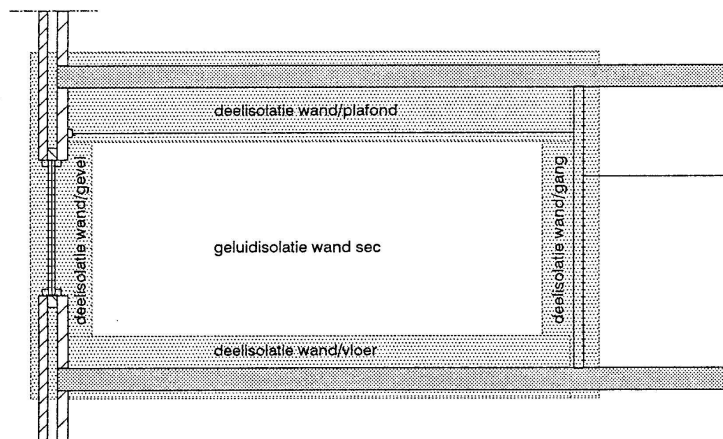
Resultaten afpelproef, gemeten in R'w

1	alles afgeschermd	55 dB
2	gangwand niet afgeschermd	54 dB
3	gangwand+gevel niet afgeschermd	49 dB
4	gangwand+gevel+vloer niet afgeschermd	45 dB
5	gangwand+gevel+vloer+wand niet afgeschermd	42 dB
6	gangwand+gevel+vloer+wand+plafond niet afgeschermd	38 dB



Post HBO Bouwfysica

47



$$R_{\text{totaal}} = -10 \log \left(10^{\frac{-R_{\text{wand}}}{10}} + 10^{\frac{-R_{\text{plafond}}}{10}} + 10^{\frac{-R_{\text{vloer}}}{10}} + 10^{\frac{-R_{\text{gangwand}}}{10}} + 10^{\frac{-R_{\text{gevel}}}{10}} + 10^{\frac{-R_{\text{rest}}}{10}} \right)$$

=38 dB

Post HBO Bouwfysica

48

De 5 hoofdcategorieën voor geluidsoverdracht zijn als volgt:

- R1 = geluidisolatie wandconstructie
- R2 = deelisolatie plafond
- R3 = deelisolatie vloer
- R4 = deelisolatie flankerende gangwand
- R5 = deelisolatie flankerende gevel

Alle overige overdrachtswegen noemen we voor de afpelproof even R_{rest}

Meting 1: alles afgeschermd

$$R_{\text{totaal}} = -10 \log \left(10^{\frac{-R_{\text{rest}}}{10}} \right) = 55 \text{ dB}$$

Hieruit volgt: $R_{\text{rest}} = 55 \text{ dB}$

Meting 2: gangwand vrij

$$R_{\text{totaal}} = -10 \log \left(10^{\frac{-R_{\text{gangwand}}}{10}} + 10^{\frac{-R_{\text{rest}}}{10}} \right) = 54 \text{ dB}$$

Hieruit volgt: $R_{\text{gangwand}} = 61 \text{ dB}$

Bij de afpelproof wordt de volledige ruimte ingepakt met voorzetwanden, vloeren en plafond van gips, de ontvangruimte is dus een doos van gips.

Door nu te meten zou de geluidisolatie erg hoog moeten zijn, dit klopt deze bedraagt 55 dB, dit noemen we een restbijdrage. Deze is niet oneindig omdat de voorzetwanden ook niet oneindig goed isoleren. Voor meting 1 geldt:

$$R = R_{\text{rest}} = 55 \text{ dB}$$

Door nu 1 deel weg te halen, bijvoorbeeld de voorzetwand voor de gangwand zakt de geluidisolatie naar 54 dB, uit de gemeten isolatie kunnen we nu de bijdrage van de gangwand bepalen.

Meting 3: gevel + gangwand niet afgeschermd

$$R_{\text{totaal}} = -10 \log \left(10^{\frac{-R_{\text{gangwand}}}{10}} + 10^{\frac{-R_{\text{gevel}}}{10}} + 10^{\frac{-R_{\text{rest}}}{10}} \right) = 49 \text{ dB}$$

Hieruit volgt: $R_{\text{gevel}} = 51 \text{ dB}$

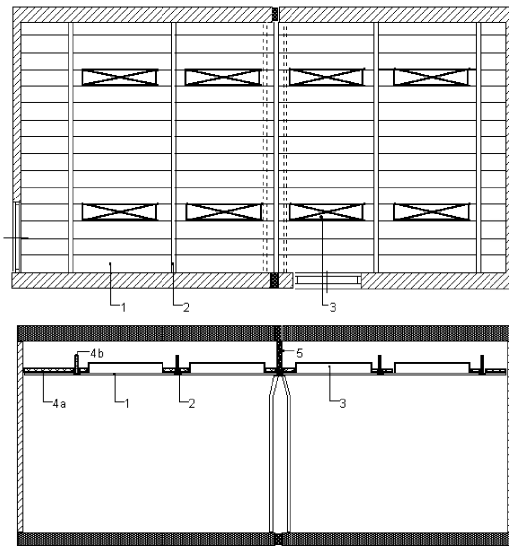
En zo verder...

flankerend via gangwand	61
flankerend via gevel	51
vloer	47
wand	45
plafond	40

Belangrijke overdracht in het plafond

**Welke invloedsfactoren bepalen de
(overlangs)geluidisolatie van een verlaagd plafond?**

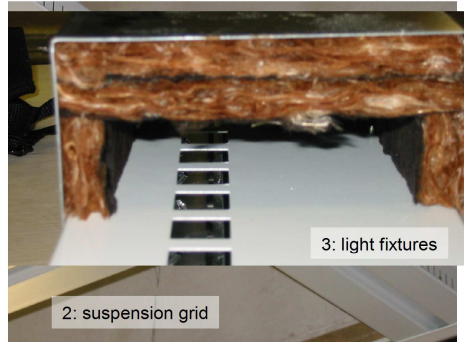
Overlangsgeluidisolatie van een verlaagd plafond



Room-to-room airborne sound insulation of a suspended ceiling with a plenum above it

Basic ceiling =
ceiling tiles (1) +
suspension grid (2)

Complete ceiling =
Basic ceiling + addition of sub
elements:
light fixtures (3)
mineral wool (4)
barrier (5)

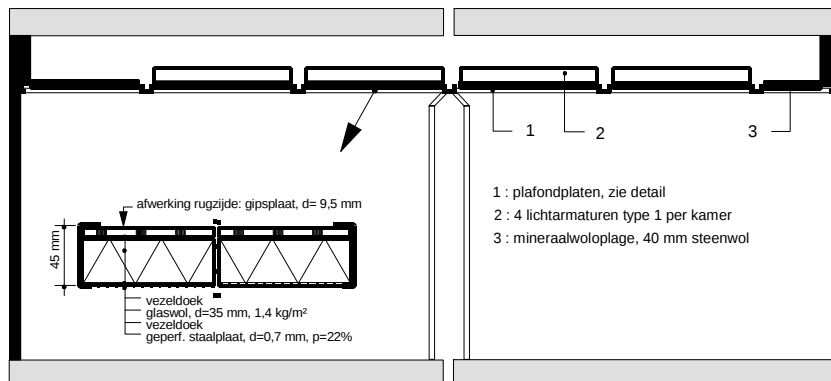


Het basis-plafond wordt bestaand uit plafondplaten aangebracht in een ophangconstructie. De totale plafond-constructie wordt gevormd door het basis-plafond met een toevoeging van deelelementen. Hierbij zal het aanbrengen van licht- en luchtarmaturen een negatieve - en het aanbrengen van mineraalwol en een barrière een positieve invloed op de geluidisolatie hebben.

Door het uitvoeren van laboratorium metingen aan een totaal plafond kan worden nagegaan welke aanvullende voorzieningen aan de deelelementen moeten worden getroffen om aan een bepaalde eis te voldoen. Hiermee kan voor een specifiek project in een vroeg stadium van de bouw een belangrijke ondersteuning aan de advieswerkzaamheden worden verkregen.

Belangrijke invloedsfactoren voor de bereikbare overlangsisolatie zijn:

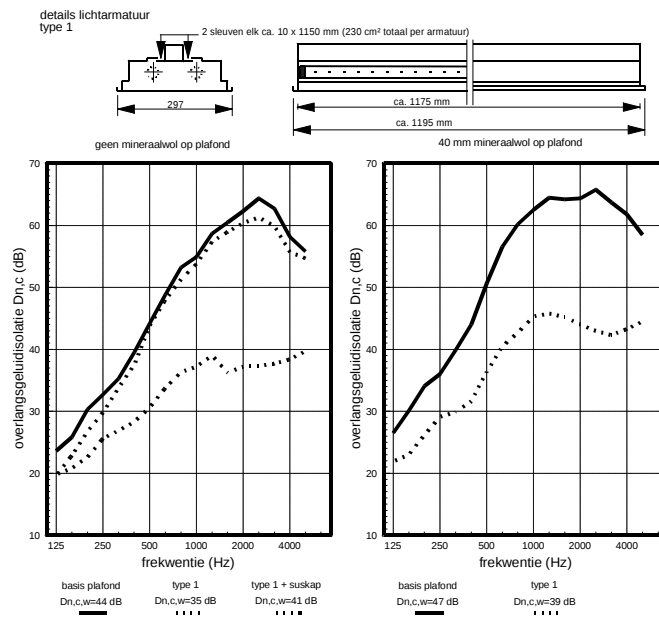
1. *Directe geluidisolatie* van de plafondplaat
2. Hoeveelheid *absorptie in de plafondspouw*, afhankelijk van de afwerking van de rugzijde van de plafondplaat
3. De *maximale geluidisolatie* ten gevolge van flankerende geluidoverdracht door plafondplaat en ophangconstructie
4. De *aansluiting* van de plafondplaten op het *ophangstelsel*.



Post HBO Bouwfysica

Lichtarmaturen

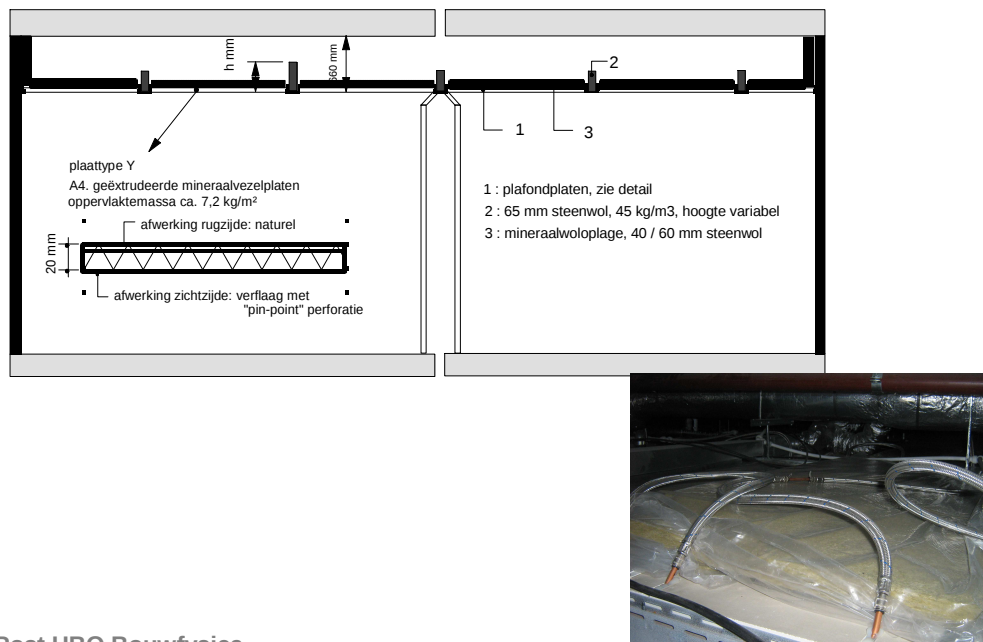
In de utiliteitsbouw worden vaak lichtarmaturen toegepast die aan de rugzijde zijn voorzien van *ventilatieopeningen* om de geproduceerde warmte te kunnen afvoeren. Door deze openingen (geluidlekken) blijken de lichtarmaturen een belangrijke rol in de overlangs isolatie van het totaal-plafond te spelen.



Lichtarmaturen

De in bovenstaande figuur gepresenteerde meetresultaten, uitgevoerd aan een goed isolerend basisplafond (bestaande uit geperforeerde metaalplaten met een gipskartoninlage), tonen aan dat wanneer de geschetste lichtarmaturen worden toegepast, de overlangs isolatie van 44 dB terug valt naar 35 dB. Met mineraalwol in de plafondspouw is de overlangs isolatie ca. 39 dB. Uit deze metingen blijkt dat de overlangs isolatie volledig wordt bepaald door de lichtarmaturen. Indien de overlangs isolatie van het basis-plafond verhoogd zou worden, dan blijft door de invloed van deze lichtarmaturen de overlangs isolatie van het totaalplafond begrensd tot 35 dB (zonder wol) c.q. 39 dB (met wol).

Door over de lichtarmaturen een suskap te plaatsen met een geluidgedempte ventilatieopening kan de overlangs isolatie verbeterd worden tot een waarde die de basissituatie (zonder lichtarmaturen) benadert. De hier onderzochte suskappen zijn samengesteld uit stijfgeperste steenwolplaten aan de buitenzijde afgewerkt met aluminiumfolie.



Post HBO Bouwfysica

56

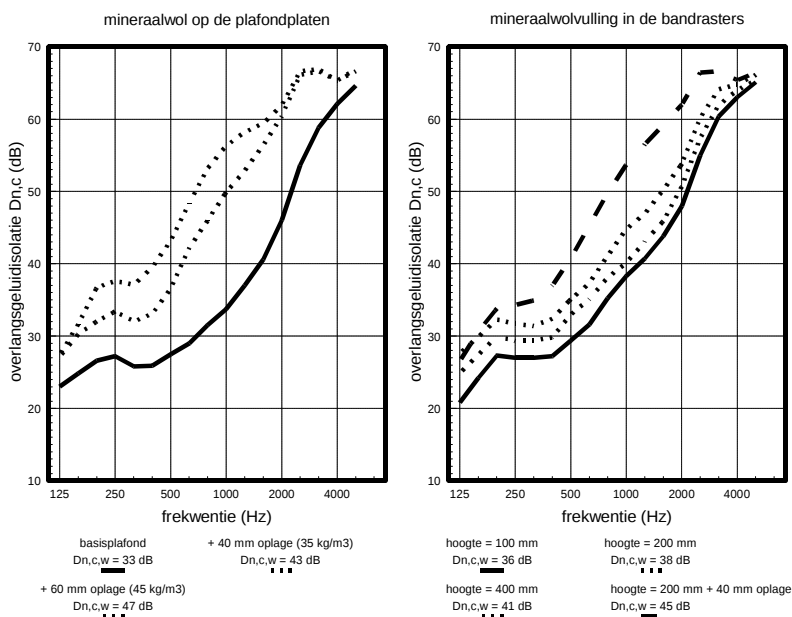
Mineraalwol in de plafondspouw

Een van de mogelijkheden om de overlansisolatie van een verlaagd plafond te verbeteren is in de plafondspouw extra mineraalwol toe te voegen. Hiervoor staan in principe twee mogelijkheden ter beschikking:

1. In de plafondspouw op de *plafondplaten* mineraalwol te leggen (variabelen zijn dikte en persingsgewicht van de mineraalwol).
2. In de *draagprofielen* (bandrasters) opstaande mineraal-wol-stroken te plaatsen (extra variabelen hierbij zijn hoogte en h.o.h. afstand van de bandrastervullingen).

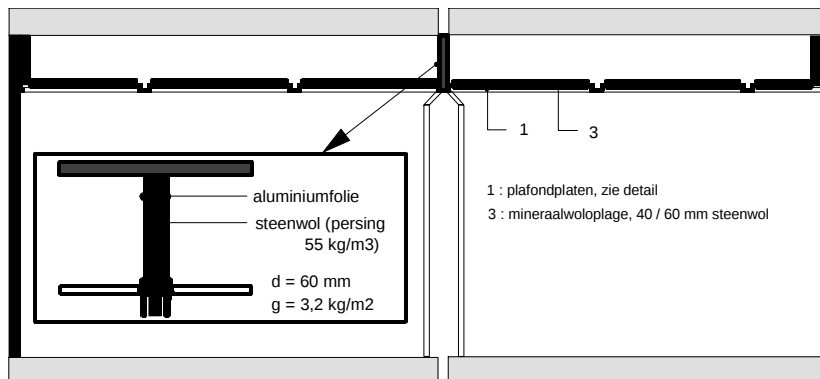
De positieve invloed van de mineraalwol toevoeging wordt veroorzaakt door:

- een toename van de *directe geluidisolatie* van de plafondplaat (alleen bij mineraalwoloplage)
- een toename van de *demping* in de plafondspouw. Door dit effect is de verbetering in overlansisolatie groter bij een aan de rugzijde akoestisch "harde" plafondplaat dan wanneer de rugzijde van de plafondplaat al geluidabsorberend is uitgevoerd.
- een afname van de invloed van *naden* bij de aansluiting van plafondplaten op de ophangconstructie.



Mineraalwol in de plafondspouw

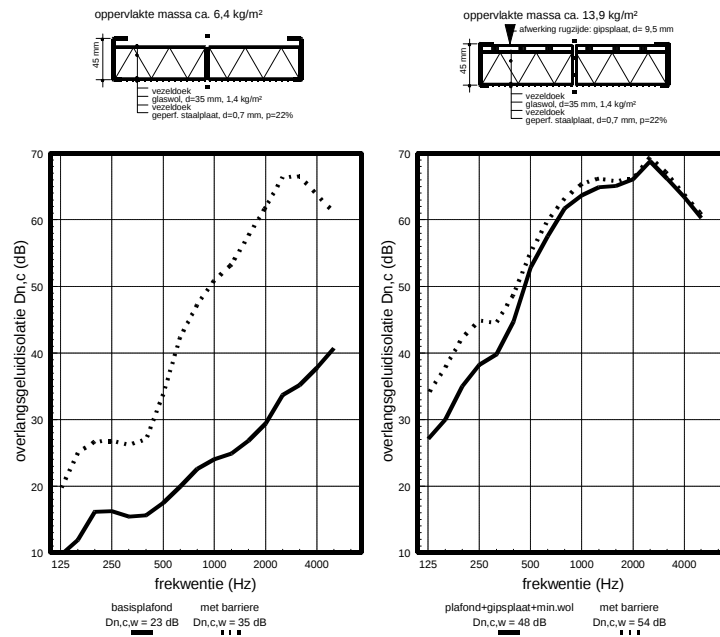
Aansluitend op de huidige bouwpraktijk wordt alleen gebruik gemaakt van ingesealde mineraalwol en om te voorkomen dat mineraalvezels in de lucht komen. Ter illustratie worden enkele meetresultaten gegeven, waaruit blijkt dat bij een basisplafond bestaande uit geëxtrudeerde mineraalvezelplaten aangebracht in een semi-verdekt ophangstelsel door een mineraalwoltoevoeging de overlangs isolatie aanmerkelijk verbeterd kan worden.



Barrière

Een andere veel toegepaste methode om de overlangsisolatie te verbeteren is de plafondspouw boven de scheidingswand af te dichten met behulp van een *barrière*. Om de uitneembaarheid van de plafondplaten niet aan te tasten is het gewenst een dergelijke barrière niet dikker uit te voeren dan het bandraster.

De verbetering van de overlangsisolatie wordt in de eerste plaats bepaald door de directe geluidisolatie van de barrière-plaat zelf. Binnen de dikte van het bandraster (ca. 100 mm) is een scala van mogelijke samenstellingen van barrièreplaten mogelijk. Een onderlinge vergelijking van de akoestische kwaliteit kan het eenvoudigst worden doorgevoerd op basis van een directe geluidislatiemeting.



Barrière

Uit het plafondonderzoek is gebleken dat met deze directe geluidisolatie een goede prognose is te maken van de verbetering in overlangs isolatie, mits rekening wordt gehouden met de frequentieafhankelijke gegevens van zowel de barrièreplaat als het basisplafond en rekening wordt gehouden met de flankerende geluidoverdracht van het plafondsysteem.

In de figuur worden enkele meetresultaten gegeven waaruit de verbeteringsmogelijkheden met een barrièreplaat blijkt. Bij een basisplafond met een relatief lage overlangs isolatie (in dit voorbeeld een geperforeerd metalen plafond) is de verbetering veel groter dan bij een basisplafond met een relatief hoge overlangs isolatie (hier een geperforeerd metalen plafond + inlage van gipskartonplaten en een mineraalwol oplage in de plafondspouw), waarbij flankerende overdracht al een belangrijke rol speelt.

Frequentie Hz	Sonorex® 21/00						Sonorex® 21/00 + 40 mm Sonoseal®					
	Geen armaturen		4x TBS per kamer		4x TBS + suskap per kamer		Geen armaturen		4x TBS per kamer		4x TBS + suskap per kamer	
Owa Sternbild 15 mm	26	40	25	40	27	41	34	46	33	45	35	46
Owa Sternbild 20 mm	33	46	31	44	34	46	41	51	37	48	41	50
Rockfon Fibril 20 mm	21	35	21	36	23	37	28	40	28	40	29	41
Rockfon Fibril Plus 25 mm	30	43	29	42	31	43	39	48	36	46	41	49
Ecophon Focus A 20 mm	19	35	19	35	20	35	26	40	26	40	28	40
Eurocoustic Tonga 25 mm	26	40	26	39	19	34	32	44	31	43	26	39
Rigips Casavoce	21	40	21	40	22	40	32	46	31	45	33	46
Rigips Casoprano	38	47	33	44	37	46	45	53	39	49	44	51
Metal + 30 mm Sonoseal®	21	37	21	37	22	38	28	42	28	41	29	42

Plafond zonder Sonorex® 21/00
Plafond met Sonorex® 21/00

Meest voorkomende barrières zijn van Sonorex en Nofisol, in de tabel staat de verbetering aangegeven van de overlangsgeluidisolatie bij toepassing van de sonorex 21 dB barriere, met/zonder armaturen en met/zonder minerale woloplage. Dit is de lichtste barriere van Sonorex.

- De vloer is verbeterd door een barriere van minerale wol onder de vloer aan te brengen
- Het plafond is verbeterd door:
 - Een minerale wol op het plafond aan te brengen
 - Open luchtarmaturen (dummys) af te sluiten
 - Lichtarmaturen te verbeteren

Onze casus: voorzieningen



Minerale wol op plafond



Minerale wol onder vloer als barriere



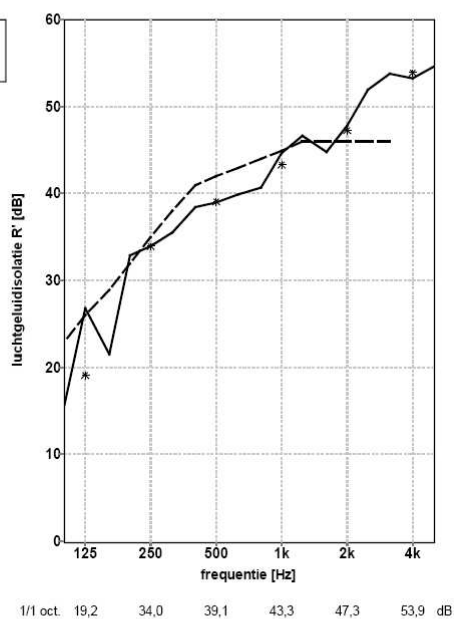
Open luchtarmaturen afdichten

Onze casus: na voorzieningen

— 1/3 oct.
 * 1/1 oct.
 --- ref. curve (ISO 717)

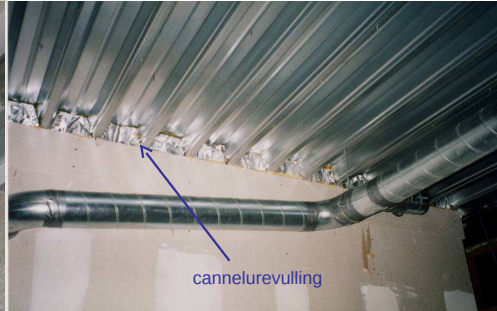
volume zendvertrek: 17,6 m³
 volume ontvangvertrek: 17,6 m³
 oppervlakte proefwand: 7,2 m²
 massa proefwand: 0 kg/m²
 gemeten in: praktijk
 signaal: breedband ruis
 bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:1996
 $R'_w(C;C_0) = 42(-3;-9) \text{ dB}$



Post HBO Bouwfysica

en we voldoen aan de eis van 42 dB!





verjonging met gipspaneel



stalen holle koper kolom

