

FEITEN (GELUID EN AKOESTIEK)

- Geluid is trillende lucht
- Een geluidsgolf breidt zich bolvormig uit
- Het menselijke gehoor kan tonen waarnemen van 20 tot 20.000 Hz. Echter, voor spraak is het gebied rond 500, 1000 en 2000 Hz het belangrijkste.

De sterkte van geluid wordt uitgedrukt in decibel.

- in een stille ruimte zonder mensen heerst ca. 30 dB (in α (Alpha waarde))
- bij stille arbeid in kantoren en klaslokalen heerst 40 dB indien er geen geluid van buiten doordringt
- spraak, op conversatieniveau, begint bij ca. 55 dB, op 1 m van de spreker. een leerkracht in een leslokaal moet zijn/haar stem verheffen om achterin het lokaal verstaanbaar te zijn. Het is gebruikelijk om stappen van 6 dB in stemverheffing aan te houden.
- 80 dB heerst in een zeer lawaaiig restaurant zonder muziek. De aanwezigen zullen zeer luid moeten spreken om elkaar te verstaan.
- boven 80 dB, gemiddeld over een werkdag, treedt gehoorbeschadiging op.
- het maximum van discogeluid ligt veelal tussen 100 en 110 dB. Spraak is nog slechts verstaanbaar indien men elkaar binnen 10 cm in de oren schreeuwt.

Geluid weerkaatst tegen wanden en objecten en dus ook tegen planten, kasten, stoelen, mensen, enz. Alle materialen hebben invloed op de akoestiek.

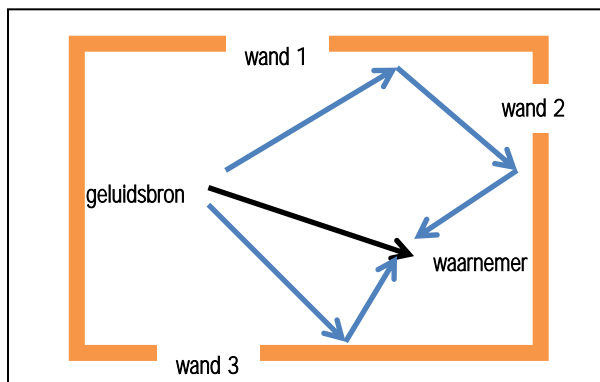
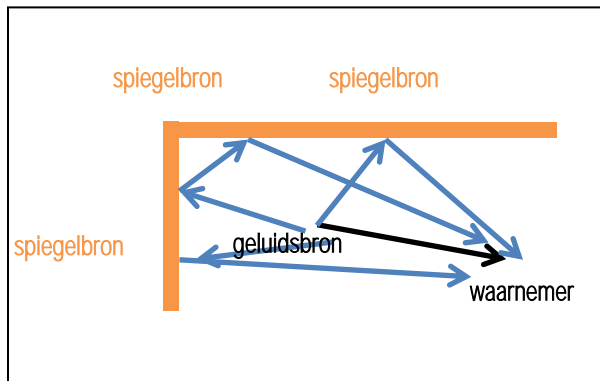
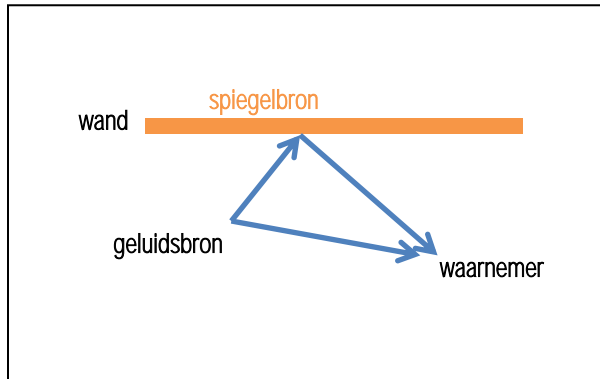
RUIMTEAKOESTIEK

Ruimteakoestiek gaat over de geluidsleer en waarneming binnen een min of meer gesloten ruimte. Zoals daar zijn; restaurants, kantoren, leslokalen, ruimten (werk of behandel) in de gezondheidszorg, sportzalen, musea, enz.

Deze ruimtes variëren in volume van 3m³ tot en met een voetbalstadion van 300.000 m³.

SPIEGELBRONNENMODEL

Het basismodel van het weerkaatsen van geluid wordt ook wel “spiegelbronnenmodel” genoemd. Dit omdat het geluid reflecteert als een spiegel...



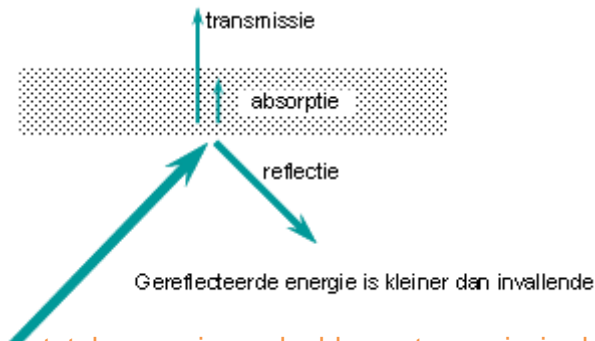
REFLECTIE EN ABSORPTIE

Als een geluidsgolf invalt op een oppervlak van een materiaal wordt een deel van het geluid (de energie) “gereflecteerd” en tegelijkertijd treden er 2 basiseffecten op:

1 “transmissie”: De trillingen planten zich voort door het materiaal en brengen vervolgens de lucht aan de achterzijde in trilling.

2 “absorptie”: In het materiaal treden trillingen op die wrijving veroorzaken en geluidenergie omzetten in warmte. Het geluid wordt dan geabsorbeerd. Meestal bevat het desbetreffende materiaal poriën waarin de trillende lucht wrijving ondervindt. Wol, steenwol en synthetische wol zijn bekende voorbeelden.

Het is wetenschappelijk bewezen dat de energie van het invallende geluid dezelfde waarde heeft als de som van reflectie, transmissie en absorptie.



Bij de reflectie wordt de totale energie verdeeld over transmissie door het materiaal, absorptie in het materiaal en reflectie.

REFLECTIE EN ABSORPTIE IN EEN RUIMTE

De definitie van “reflectiecoëfficiënt of reflectiewaarde”: de invallende energie gedeeld door de gereflecteerde energie. De reflectiecoëfficiënt wordt aangeduid met “ R ”

De “absorptiecoëfficiënt of absorptiewaarde” wordt aangeduid met “ α ”.

De definitie van de absorptiecoëfficiënt wordt afgeleid van de reflectiecoëfficiënt:

$$\alpha = 1 - R$$

“ α ” is ook een optelling van absorptie en transmissie. Voor de ruimteakoestiek is het van ondergeschikt belang waar de niet-gereflecteerde energie precies blijft.

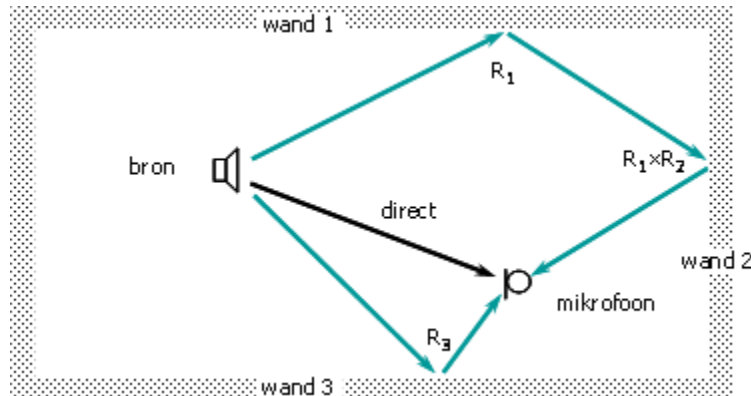
Er treedt altijd wrijving op in de grenslaag, zodat R nooit de waarde 1 bereikt en α dus nooit gelijk is aan nul.

Voor glas of geverfd beton is de waarde in de buurt van 0,02. Voor alle gebruikelijke bouwmaterialen ligt de waarde onder 0,10.

Om hogere absorptiecoëfficiënten (en dus lagere reflectiecoëfficiënten) te bereiken moeten speciale akoestische materialen worden toegepast. Materialen welke o.a. bij **Flex&Co** geproduceerd worden.

Reflectie

Het “spiegelbronnenmodel” (wanden en objecten reflecteren als een spiegel) laat de invloed zien van reflectiecoëfficiënten in een ruimte.



De directe straal, plus twee reflecterende stralen (uit oneindig veel) die aan de wanden energie verliezen waardoor de R -waarden kleiner dan 1 zijn.

Het directe geluid wordt niet beïnvloed door de ruimte. Die is in dit model dan ook altijd hetzelfde, ongeacht waar de bron staat.

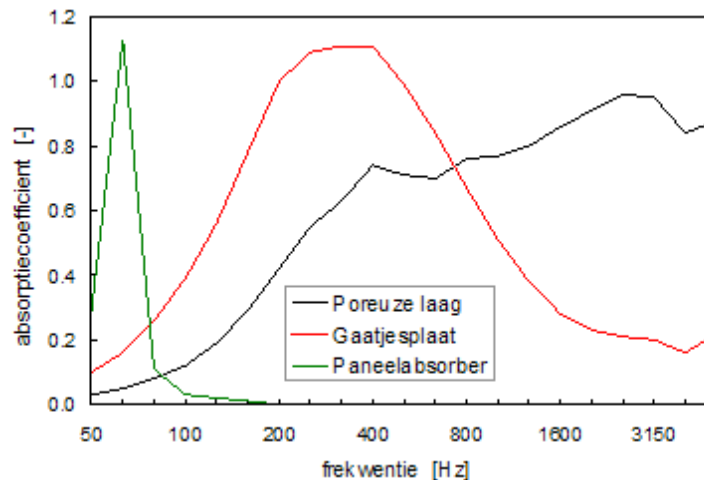
In de tekening is één straal getekend die eenmaal reflecteert tegen wand 3. De energie die bij de microfoon arriveert hangt af van de afstand maar ondervindt ook energieverlies t.g.v. R_3 . Een tweede getekende straal ondervindt tweemaal een verzwakking: tegen de wanden 1 en 2. In het spiegelbronnenmodel mag die verzwakking simpelweg worden berekend door vermenigvuldiging van R_1 en R_2 . Aangezien R altijd kleiner is dan 1, is er in de stralen die tot wel honderdmaal worden gereflecteerd vaak weinig energie meer over.

Absorptie

Absorptie treedt op als trillingsenergie wordt omgezet in warmte. Dit gebeurt echter alleen als er wrijving optreedt!

In de akoestische wereld heet een product dat trillingswarmte absorbeert een “absorber” of “resonator”. Een tweede vorm van absorptie geschiedt doordat trillende lucht wrijving ondervindt in de poriën van een poreus materiaal. Wol, speciaal ontworpen stucpleisters (geen gewone stuc!) en vezelmateriaal zijn enkele voorbeelden. Een derde vorm van absorptie is de “helmholtzresonator” waarbij gebruik wordt gemaakt van gaten of spleten in het materiaal plus een holte in of achter het materiaal, waardoor specifieke frequenties worden aangestoten.

In de praktijk zien we vaak combinaties van de drie effecten. Om plaat- of helmholtzresonatoren beter te laten functioneren wordt dan achter het materiaal wol aangebracht.



De berekening van de absorptie als functie van de frequentie voor drie typen.

De **paneelabsorber** bestaat uit een laag beton (of een ander hard materiaal) waarvoor een laag lucht van 50 mm plus een plaat hout van 20 mm. Plaat en lucht vormen een massa-veer-systeem met een eigenfrequentie rond 63 Hz.

De **gaatjesplaat** bestaat ook uit een laag beton (of een ander hard materiaal) waarvoor een laag lucht van 50 mm plus een plaatmateriaal van 20 mm. Nu zijn er in de plaat gaatjes geboord van 10 mm op een afstand van 30 mm. Er ontstaan helmholtzresonatoren die een eigen frequentie hebben rond 400 Hz. De luchtlag bevat wol voor interne wrijving.

De zwarte lijn geeft de resultaten van een laag beton waarop een **poreuze laag** absorptiemateriaal (wol) van 50 mm is aangebracht zonder verdere deklaag.

WERKING VAN DE FLEX&CO PRODUCTEN

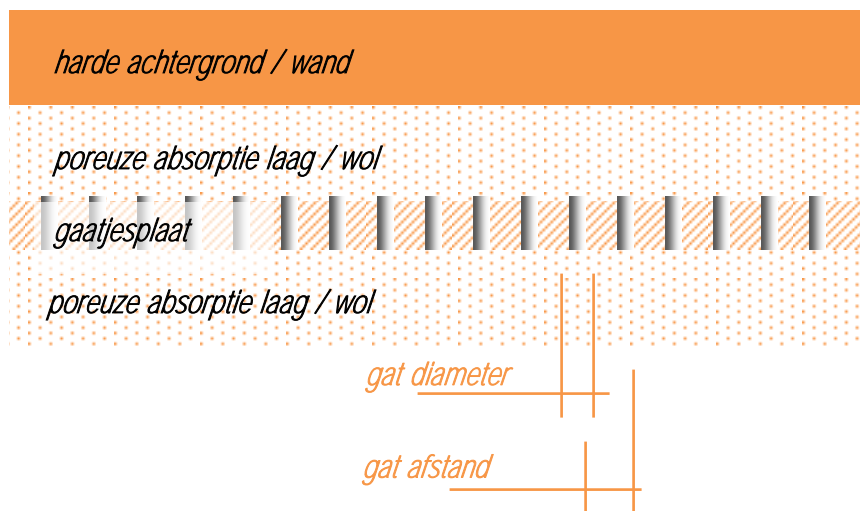
De **paneelabsorber** (zoals in voorgaande grafiek) komt in ons segment van de ruimteakoestiek nauwelijks voor. Dit type absorber werkt niet in het gebied van de spraakfrequenties (250 tot 4000 Hz).

De andere twee zijn wel van essentieel belang!

De **gaatjesplaat** (zoals in voorgaande grafiek) zijn in de hedendaagse architectuur tamelijk populair, de basisvorm werkt echter niet goed bij frequenties rond 2000 Hz die voor de spraakverstaanbaarheid essentieel zijn.

Het **poreuze, absorptie, materiaal** (zoals in voorgaande grafiek) is van essentieel belang binnen ruimten waar spraak en gehoor belangrijk zijn.

Wij, **Flex&CO**, hebben gekozen om beide absorbers, **gaatjesplaat en poreuze absorber (wol)**, te combineren tot 1 product. Dit heeft als voordeel dat we een breed bereik hebben in frequentieabsorptie maar ook een compact product hebben.



Zowel de hoge als ook de lage frequenties worden geabsorbeerd door onze panelen. De “poreuze absorptie laag” geeft wrijving aan alle toonsoorten. De gaatjesplaat filtert de transmissie en reflecteert het geluid de absorptie laag in. De harde achtergrond reflecteert het geluid terug de absorptie laag in.

GELUIDSABSORPTIEKLASSES

α_w	geluidsabsorptie klasse
0,90 – 1,00	A
0,80 – 0,85	B
0,60 – 0,75	C
0,30 – 0,55	D
0,15 – 0,25	E
0,00 – 0,10	NIET GECLASSIFICEERD

Geluidsabsorptieclasses A tot E worden beschreven in de Internationale Standaard, ISO 11654. Gezien de brede afstand tussen de verschillende referentiecurven, geven de absorptie-classes enkel een algemene aanduiding van de absorptiekenmerken van het materiaal.