

Auteur: Th.W. Scheers

Bouwen met akoestiek

DEEL 3: AKOESTISCHE KWALITEIT OP PRODUCTNIVEAU

Wanneer we de geluidabsorptie van een gesloten plafond vergelijken met die van een eilandplafond, samengesteld uit dezelfde plafondpanelen, dan zien we de absorptie in de lage tonen afnemen, terwijl we juist in de hoge tonen een toename van de absorptie constateren.

Het verlies in de lage tonen heeft te maken met het $\frac{1}{4}$ λ -effect. De toename in de hoge tonen wordt veroorzaakt door de extra absorptie via de open randen rondom het eiland. Hier speelt de absorptie van de rugzijde van de plafondpanelen een belangrijke rol. (Foto: Ector Hoogstad Architecten, Jeroen Musch)

Het creëren van een goede akoestiek is één van de voornaamste redenen die een rol speelt bij de keuze voor een wand of plafond. Hoewel akoestiek in de dagelijkse praktijk een vaak terugkerend onderwerp is, is het al weer een geruime tijd geleden dat Plafond & Wand het onderwerp akoestiek er speciaal heeft uitgelicht. In een serie artikelen frissen we dit onderwerp op. Deze artikelenreeks is een weergave van de tijdens een studiemiddag van Peutz behandelde onderwerpen. Dit derde en laatste deel is gericht op de akoestische kwaliteit op productniveau.

Het realiseren van een bepaalde geluidsisolerende of -absorberende kwaliteit stelt heel andere eisen aan materialen en constructies. Denk aan een geopend raam in de gevel. Voor wat betreft geluidabsorptie is dit een optimale constructie; alle opvallende geluidenergie wordt doorgelaten en komt niet terug

in de ruimte. De absorptiecoëfficiënt is 1,0. Voor de geluidisolatie is een open raam de slechts denkbare constructie: alle opvallende geluidenergie wordt doorgelaten; de geluidisolatie is 0 dB.

Geluidabsorptie poreuze materialen

Wanneer een geluidsgolf op een poreus

materiaal valt, wordt een deel van het geluid gereflecteerd. De rest van het geluid dringt via de poriën het materiaal binnen. De deeltjessnelheid van de lucht in de poriën veroorzaakt wrijving in de poriën door de viscositeit van de lucht. Door deze wrijving wordt geluidenergie omgezet in warmte, het

geluid wordt door het materiaal geabsorbeerd. Een goed geluidabsorberend materiaal is aan de oppervlakte voldoende open, zodat het geluid gemakkelijk binnendringt en niet direct aan de oppervlakte wordt gereflecteerd. Eenmaal in het materiaal moet de weerstand voldoende groot zijn, anders treedt onvoldoende wrijving op en verlaat de geluidsgolf, na reflectie tegen de achterliggende constructie, quasi onverzwakt het materiaal.

Parameters

Er zijn twee typen parameters die de mate van de geluidabsorberende wer-



Voor een poreus geluidabsorberend materiaal gelden verschillende parameters. (Foto: Nofisol)



Kennisbehoefte

Peutz is een onafhankelijk adviesbureau voor de bouw en industrie. Op het gebied van de akoestiek heeft Peutz een jarenlange ervaring en behoort het adviesbureau binnen én buiten Nederland tot de meest toonaangevende specialisten. Naast haar onderzoeks- en adviestaken organiseert Peutz studiebijeenkomsten voor professionals die hun kennis willen verdiepen. Er blijkt een duidelijke behoefte te bestaan aan kennis over de bouwakoestische begrippen en streefwaarden, maar ook over werkingsprincipes en toepassingsmogelijkheden van bouwakoestische materialen. Vandaar dat Peutz in de vestiging in Mook jaarlijks een studiemiddag Bouwakoestiek organiseert voor relaties die in de dagelijkse praktijk met het vakgebied bouwakoestiek te maken hebben. De volgende studiemiddag is gepland op 27 januari 2009. Voor meer informatie, zie www.peutz.nl

king van een poreus materiaal bepalen: geometrische en materiaal parameters.

Geometrische parameters

Hieronder verstaan we de laagdikte van het materiaal in combinatie met de afstand waarop deze laag van de achterliggende constructie wordt aangebracht.

De dikte van het materiaal is van essentieel belang voor de absorptie van de midden en lage tonen.

Een poreus materiaal direct aangebracht op een gesloten, reflecterende, achterliggende constructie heeft een laagdikte van tenminste 25 mm nodig om als redelijk absorberend te kunnen worden beschouwd.

Zoals al is aangegeven is de geluidabsorptie van een poreus materiaal gebaseerd op wrijving van heen- en weer gaande luchtdeeltjes in het materiaal. Als een geluidsgolf met een zekere golflengte λ loodrecht op een reflecterende constructie valt, treedt de maximale snelheid van de luchtdeeltjes op op een afstand van $\frac{1}{4} \lambda$ tot de constructie. Door het geluidabsorberend materiaal aan te brengen op de plaats waar de snelheid van de luchtdeeltjes maximaal is, kan de geluidabsorptie sterk worden verhoogd. Bij verlaagde plafonds wordt dankbaar van dit fenomeen gebruik gemaakt. Met plafondpanelen kan ook in een beperkte dikte (10–25 mm) een goede breedbandige absorptie worden gerealiseerd.

Zoals hiervoor al aangegeven, is de geluidabsorptie van een poreus materiaal gebaseerd op wrijving van heen en weer gaande luchtdeeltjes in het materiaal. Door het geluidabsorberend materiaal aan te brengen op die plaats waar de snelheid van de luchtdeeltjes maximaal is, kan vooral de geluidabsorptie in de lage tonen sterk worden verhoogd.

Materiaal parameters

Naast porositeit en structuurfactor is de luchtstromingsweerstand een belangrijke factor. Om een goede absorptie van de lage tonen te bereiken, is een wat hogere luchtstromingsweerstand en daarmee een wat hogere volumieke massa van het poreuze materiaal gewenst.

Het is zaak een maximale absorptiecoëfficiënt te bereiken bij de laagst mogelijke frequentie en de dunst mogelijke laagdikte. Voor een eerste beoordeling moet men, zij het met enige moeite, door een poreus materiaal kunnen blazen. Materialen met gesloten cellen (bijvoorbeeld pur-schuim) zijn goed thermisch isolerend, maar ongeschikt als geluidabsorberend materiaal.

Folie

Om de afgifte van stofdeeltjes te vermijden, is het gebruikelijk het poreuze materiaal te bekleden. Deze bekleding dient zo min mogelijk afbreuk te doen aan de geluidabsorberende kwaliteit

van het basismateriaal. Dit kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door als bekledingsmateriaal een (glas)vlies toe te passen met een luchtstromingsweerstand die niet hoger is dan die van het basismateriaal. Een ander veel toegepaste methode is het 'insealen' van het basismateriaal in een folie. Omdat deze folie (nagenoeg) luchtdicht is, zal de absorptie met name in de hoge tonen afnemen. Om deze afname te beperken, dient de folie zo licht mogelijk te zijn en vrij voor het basismateriaal te kunnen bewegen.

De folie werkt als een 'akoestisch laag-doorlaat'-filter.

Geperforeerde plaat

De invloed van een geperforeerde of een gesleufde plaat als afdekking van het geluidabsorberende basismateriaal kan op dezelfde wijze worden benaderd als de invloed van de hiervoor besproken folie. Bepalende factoren zijn hier de perforatiegraad, de gatdiameter en de plaatdikte.

De luchtpropjes in de gaatjes van de geperforeerde of gesleufde plaat werken voor de invallende geluidgolf als een schijnbare massa die zich op een vergelijkbare wijze gedraagt zoals hiervoor bij de folie omschreven.

De massa van de folie en de schijnbare

massa van de geperforeerde plaat werken voor de hoge frequenties nadelig op de absorptie. Bij een specifieke frequentie, de zogenaamde resonantie frequentie (f_r), is de absorptie zeer effectief. Hierdoor ontstaat een midden frequent absorber, een zogenaamde Helmholtz resonator.

Het aanbrengen van een poreus materiaal direct achter de geperforeerde plaat heeft als bijkomend voordeel dat de stromingsweerstand wordt aangebracht op de plaats waar de snelheid van de luchtdeeltjes maximaal is. Hiervan wordt in de praktijk gebruik gemaakt door direct achter een geperforeerd of gesleufd materiaal een vlies van een beperkte dikte aan te brengen. Hiermee kan, mede door het $\frac{1}{4} \lambda$ -effect in de lage tonen, een in veel situaties afdoende absorptie worden gerealiseerd; vooropgesteld dat het plafondpaneel op een spouw van enkele decimeters wordt aangebracht. Bij een kleine spouwdiepte van enkele centimeters en in situaties waarbij de spouw niet gesloten is (plafondeilanden) loopt het effect sterk terug.

Wanneer een plafondpaneel ook een geluidsisolerende kwaliteit moet bezitten, dan wordt aan de rugzijde een gesloten laag aangebracht (staal of gips-

kartonplaat). De absorptie in de lage tonen loopt hierdoor aanmerkelijk terug, de werkzame spouwdiepte neemt af. Door de folie van ingesealde mineraalwol tegen de achterzijde van de geperforeerde staalplaat te drukken neemt de absorptie in de hoge tonen nog wat verder af. In situaties waar de absorptie niet toereikend is, zal een verbetering moeten worden gezocht in de effectieve spouwdiepte en in de keuze voor bijvoorbeeld een vlies in plaats van een folie.

Geluidisolatie

Bij luchtgeluidisolatie is dat gedeelte van het op een wandconstructie vallend geluid belangrijk, dat wordt doorgelaten. Primaire eis is, dat een constructie luchtdicht is, ongeacht of van een monoliet wand of van een spouwconstructie wordt uitgegaan om een bepaalde geluidisolatie te realiseren. Laten we de verschillende mogelijkheden eens naast elkaar zetten.

Lichte spouwwanden

In situaties waar een goede geluidisolatie en een scheidingsconstructie met een gering gewicht gewenst zijn, worden veelal dubbele wandconstructies toegepast. Deze wanden bestaan uit twee spouwbladen aangebracht op een luchtspouw.

De geluidisolatie van een ideale spouwwand (zonder mechanische koppelingen van de spouwbladen) kan als volgt worden omschreven: de invallende geluidgolf aan zenzijde stoot het eerste spouwblad (met een bepaalde oppervlaktemassa) aan; ten gevolge van de trillende beweging van het eerste spouwblad wordt de lucht in de spouw aangestoten, waardoor een geluidniveau in de spouw ontstaat.

Dit geluidniveau in de spouw brengt het tweede spouwblad (met een bepaalde oppervlaktemassa) in trilling. Hierdoor wordt de lucht aan ontvangzijde in trilling gebracht.

De bereikbare geluidisolatie van dubbele wanden wordt in belangrijke mate bepaald door de ligging van de resonantiefrequentie (waarbij de wand zelf in trilling wordt gebracht) verband houdende met het massa-veer-massa systeem. Dubbele wanden hebben slechts



Een wand getest in het laboratorium. (Foto: Peutz)



Geluidisolatie blijft een aandachtspunt bij glazen wanden.

nut indien de resonantiefrequentie voldoende laag ligt.

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 is de winst beperkt. Uit onderzoeken blijkt dat indien aan een zekere minimale luchtstromingsweerstand wordt voldaan, er geen verdere verbetering bij toenemende weerstand optreedt. De vereiste minimale luchtstromingsweerstand kan globaal op 10 kNs/m⁴ worden gesteld.

De dikte van het spouwvullingmateriaal is wel van grote invloed op de geluidisolatieverbetering. Het verschil in geluidisolatie tussen geen spouwvulling en de halve, gevulde spouwdiepte, is het grootst, maar ook tussen een halve vulling en een volledige vulling is nog een significante verbetering bereikbaar.

Metalen profiel gips wanden

Bij toepassing van een relatief zware, buigslappe beplating (oppervlaktemassa 15 kg/m²) op metalen profielen is een zeer goede geluidisolatie bereikbaar. Door de beplating dubbel uit te voeren,

kan een verdere verbetering worden bereikt. Door de toegenomen massa verschuift de resonantiefrequentie, waardoor de geluidisolatie in de lage tonen toeneemt. Wanneer de beplating zodanig wordt aangebracht dat de verschillende lagen ten opzichte van elkaar kunnen bewegen (puntkoppelingen/ elastische puntverlijmingen) dan wordt ook het in deel 1 besproken coincidentie effect afgevlakt.

Verplaatsbare wanden

Verplaatsbare scheidingswanden zijn in het algemeen opgebouwd uit een tweezijdige beplating van spaanplaat, gipskartonplaat, staalplaat of iets dergelijks. De dikte van deze wanden varieert veelal tussen de 60 en 100 mm en de oppervlaktemassa tussen de 30 en 50 kg/m².

Bij het ontwerpen en detailleren van een verplaatsbare wand, probeert men de negatieve invloed van het stijl- en regelwerk te minimaliseren, zodanig dat een geluidisolatie wordt gerealiseerd zoals die gevonden zou worden bij toepassing van een metalen profiel wandconstructie met dezelfde beplating.

Glaswanden

De laatste tijd mogen door toepassing van de zogenaamde cockpits de glaswanden zich weer verheugen in meer belangstelling. De geluidisolatie van deze wanden is en blijft problematisch, vanwege 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. Bij ongelijke dikten en het toepassen van randabsorptie is een geluidisolatie van circa 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.

Bij toepassing van glaswanden in standaard monoblock's is de maximaal toepasbare glasdikte circa 6 mm. De randen van de monoblock's zijn veelal uitgevoerd in aluminium, die vanwege de randkoppeling de bereikbare geluidisolatie kunnen beperken tot waarden juist boven de 40 dB, zeker bij een wand opgedeeld in vele monoblock's van beperkte afmetingen.

Bij glaswanden met grote glasvlakken treedt het coincidentie-effect nadrukkelijk op. Indien echter de beglazing geluiddempend gelaagd wordt uitgevoerd en de ruiten aan weerszijden van de wand ontkoppeld worden gemonteerd op het stijl- en regelwerk, dan zijn ook bij toepassing van glaswanden geluidisolerewaarden van diep in de 40 dB bereikbaar.

Geluidabsorberende wand

Ter afsluiting nog de geluidabsorberende scheidingswanden. Uit het voorgaande betoog mag duidelijk zijn geworden dat een geluidabsorberende kwaliteit geheel andere eisen aan een constructie stelt dan een geluidisolerende kwaliteit. Een geluidabsorberende wand vraagt aan zichtzijde een open poreuze afdekking. De geluidisolerende kwaliteit moet in de kern van de wand worden gevonden.

Behalve de uitvoering van het kernmateriaal is met name de kierdichte aansluiting van dit kernmateriaal op het omringende stijl- en regelwerk een moeilijke, maar niet onmogelijke opgave. ■