

AkoeSSSTisch

GELUIDISOLATIE VAN VERPLAATSBARE WANDEN

Door de juiste materialen en constructies te kiezen, kan een belangrijke bijdrage worden geleverd aan een goede akoestiek van een werkplek of verblijfsruimte in een utiliteitsgebouw. In dit artikel staat het realiseren van voldoende privacy centraal. Aansluitend op de te stellen streefwaarden en een toelichting op de gehanteerde basisbegrippen worden vervolgens de invloedsfactoren besproken die bepalend zijn voor de geluidisolatie van een verplaatsbare wand in het algemeen en van een glaswand in het bijzonder.



Figuur 1. Innovatief kantoor met glazen cockpits.

In kantoorruimten is het van belang een omgeving te creëren waarin men zich goed kan concentreren. Concentratie kan worden verstoord door te hoge geluidniveaus en door informatiedragende signalen die boven het achtergrondgeluid worden waargenomen. Er is een goede privacy ge-

realiseerd wanneer de van de bron komende zendniveaus worden gereduceerd tot een niveau waarbij zij verdrinken in het maskerende achtergrondgeluidniveau. De laatste jaren worden veel kantooromgevingen gerealiseerd waarbij werkplekken zowel in een open omgeving als in kleine (veelal transparante) ruimtes of cockpits worden aangeboden (zie figuur 1). In die cockpits kan men geconcentreerd werken of er wordt geluidproducerende apparatuur in opgesteld. De geluidisolatie van deze ruimtes dient dan echter wel aan bepaalde eisen te voldoen, zoals in dit artikel wordt aangegeven.

Definities

Om de geluidisolatie van een wand te bepalen, wordt deze ingebouwd in een laboratoriumopstelling met onderdrukte flankerende nevenwegen (zie figuur 2). De geluidisolatie wordt gemeten en berekend conform:

$$R = L_z - L_o + 10 \lg \frac{S_w}{A} \quad (1)$$

waarin:

L_z = geluidrukniveau in zendvertrek (dB)

L_o = geluidrukniveau in ontvangvertrek (dB)

S_w = oppervlakte van de scheidingswand (m^2)

A = absorptie in het ontvangvertrek (m^2)

Uit de frequentieafhankelijke meetwaarden wordt de ééngetalswaarde R_w berekend. In praktijksituaties met flankerende nevenwegen wordt ook met (1) gewerkt, met dien verstande dat de geluidisolatie wordt aangeduid met R' en de ééngetalswaarde met R'_w om de lezer te attenderen op de gewijzigde randvoorwaarden waaronder de metingen zijn uitgevoerd.

Streefwaarden

Uitgaande van een maskerend achtergrondgeluidniveau van 35 dB(A) is een ge-



Figuur 2. Voorbeeld van een te onderzoeken samengestelde wandconstructie geplaatst in het Laboratorium voor Akoestiek van Peutz bv.

	Gevraagde totale geluidisolatie in de praktijk	Deelisolatie wand in de praktijk	Deelisolatie plafond in de praktijk	Uitgangspunt geluidisolatie wand in het lab
Tussen gang en werkvertrek				
*bij normale privacy	$R'_{W} = 28$ dB	$R'_{W} = 32$ dB	$R'_{L,W} = 32$ dB	$R_{W} = 33$ à 35 dB
*bij verhoogde privacy	$R'_{W} = 33$ dB	$R'_{W} = 37$ dB	$R'_{L,W} = 37$ dB	$R_{W} = 38$ à 40 dB
Naar werkvertrek met normale privacy	$R'_{W} = 38$ dB	$R'_{W} = 42$ dB	$R'_{L,W} = 42$ dB	$R_{W} = 43$ à 45 dB
Naar werkvertrek met verhoogde privacy	$R'_{W} = 43$ dB	$R'_{W} = 47$ dB	$R'_{L,W} = 47$ dB	$R_{W} = 48$ à 50 dB
Naar werkvertrek met hoge privacy	$R'_{W} = 48$ dB	1)	1)	$R_{W} = 55$ dB

1) Een totale R'_{W} van 43 dB is nog haalbaar met verplaatsbare wanden en een doorgaande verlaagde plafondconstructie. Voor hogere waarden wordt geadviseerd over te gaan naar wanden geplaatst van betonvloer tot betonplafond.

Tabel 1: Streefwaarden.

luidisolatie van $R'_{W} = 38$ dB (met accent = praktijkwaarden) vereist voor een normale privacy. Voor een verhoogde privacy moet een 5 dB hogere isolatie worden gerealiseerd. Bij zeer vertrouwelijke situaties streven wij $R'_{W} = 48$ dB na. In het algemeen hoeven de gangwanden en de deuren daarin aan iets minder strenge eisen te voldoen. Indien uit het oogpunt van hinder of comfort de maskerende achtergrondgeluidniveaus omlaag worden gebracht, dan dient de geluidisolatie evenredig toe te nemen. In de praktijk wordt de totale geluidisolatie bepaald door de geluidoverdracht via de scheidingswand, maar ook via het verlaagde plafond, passtukken, kabelgoten en dergelijke. Om met verschillende overdrachtswegen te kunnen rekenen, maken we gebruik van zogenaamde deelisolaties. Een deelisolatie is de geluidisolatie die zou worden gevonden wanneer alleen dit betreffende bouwelement geluid af zou stralen en alle andere onderdelen zodanig zouden zijn afgeschermd dat zij geen bijdrage leveren in de totale geluidoverdracht. Uiteraard treedt in werkelijkheid de geluidafstraling van alle bouwelementen gelijktijdig op, zodat de totale isolatie altijd lager is dan de laagste deelisolatie. Om onduidelijkheden achteraf te vermijden, wordt aanbevolen vooraf de geluidisolatie-eisen eenduidig te formuleren, bijvoorbeeld zoals in tabel 1 is aangegeven.

Stel: de streefwaarde voor de totale geluidisolatie tussen twee aangrenzende

ruimten bedraagt $R'_{W} = 38$ dB. Rekening houdend met alle overdrachtswegen is de volgende eis in het bestek opgenomen:

De deelisolatie van de systeemwanden, inclusief de aansluitingen en overdracht via passtukken, dient in de praktijk te voldoen aan $R'_{W} = 42$ dB.

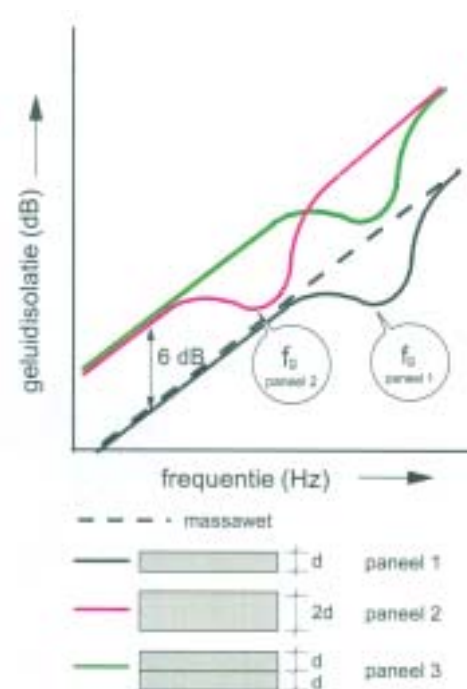
De wandenleverancier die inschrijft op dit bestek, moet een wand uit zijn programma selecteren waarvan de gemeten geluidisolatie in het laboratorium wat hoger is ($R_{W} = 43$ à 45 dB). Deze marge is nodig omdat een wand in het lab wordt ingebouwd in een vlakke meetopening onder optimale randvoorwaarden. Hoeveel dB-marge nodig is voor het opvangen van maattoleranties en het seriematig werken onder minder optimale omstandigheden is een verantwoordelijkheid die de wandleverancier zelf moet nemen, enkele dB's lijkt echter raadzaam.

Luchtgeluidisolatiemechanisme

De geluidisolatie van een paneel wordt in eerste instantie bepaald door de massa. In figuur 3 is schematisch weergegeven hoe de luchtgeluidisolatie (R) afhangt van de massa en de frequentie. De geluidisolatie neemt met circa 6 dB bij elke verdubbeling van de massa en de frequentie toe.

Coïncidentie

Naast de massa speelt de buigstijfheid van een paneel een belangrijke rol. Voor een zekere frequentie is de golflengte in de lucht en in de constructie gelijk. Dit wordt de



Figuur 3. Globaal verloop van de geluidisolatie curven van massieve panelen.

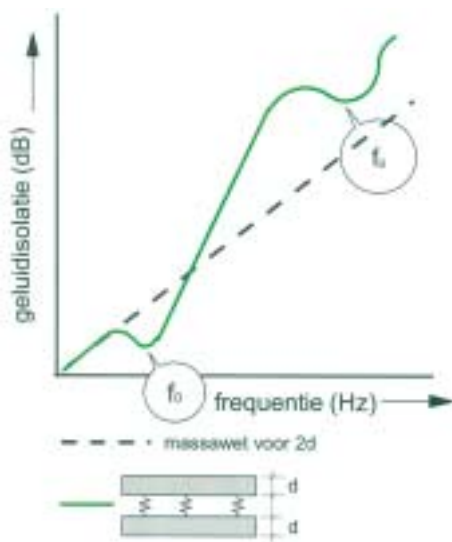
grensfrequentie of coïncidentiefrequentie genoemd. Bij deze frequentie zal de energie makkelijk op de plaat worden overgedragen en is er een dip in de isolatiegrafiek te zien (zie figuur 3).

Door een paneel dikker uit te voeren zal ten gevolge van de toegenomen massa de geluidisolatie toenemen. Door de toegenomen stijfheid schuift de coïncidentiedip echter naar een lagere frequentie. Hierdoor kan het zijn dat de R_{W} -waarde niet of nauwelijks toeneemt. De voorkeur gaat derhalve uit naar meerdere dunne panelen die onderling flexibel worden gekoppeld. De geluidisolatie neemt dan bij de lage tonen

evenredig toe met de totale massa en de coïncidentiedip blijft op dezelfde plaats.

Lichte spouwwallen

In situaties waar een goede geluidisolatie en een scheidingsconstructie met een gering gewicht gewenst is, worden veelal



Figuur 4. Globaal verloop van de geluidisolatie curve van een ideale spouwwand.

dubbele wandconstructies toegepast bestaande uit twee spouwbladen aangebracht op een luchtspouw. De goede akoestische prestatie van deze wanden is te danken aan het massa-veer-massasysteem. Zoals bij elk massa-veersysteem is er een specifieke resonantiefrequentie waarbij de wand gemakkelijk in trilling is te brengen. Bij deze frequentie (f_0) treedt een zeer lage geluidisolatie op. De resonantiefrequentie kan berekend worden uit:

$$f_0 = \frac{90}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}} \quad (2)$$

waarin:

m_1 en m_2 = oppervlakte massa van de spouwbladen (kg/m^2)

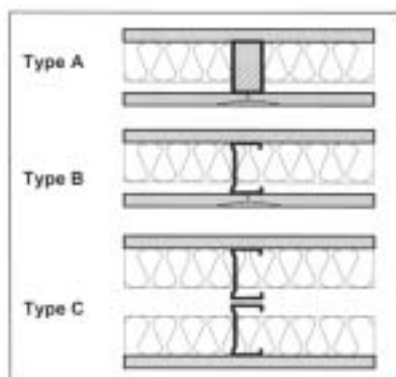
d = spouwdiepte (m)

Boven de resonantiefrequentie neemt de geluidisolatie zeer snel toe, het is dus van belang f_0 zo laag mogelijk te kiezen. Zie fi-

guur 4 voor een globale schets van de isolatiecurve. Bij een kleine afstand tussen de stijlen en een starre bevestiging van de beplating op deze stijlen overheersen de ongunstige eigenschappen van het regelwerk. Naarmate de dichtheid van de stijlen afneemt en de bevestiging op de stijlen minder star wordt, zal de wand zich meer gaan gedragen als een ideale spouwconstructie.

Spouwwulling

Door het aanbrengen van een geluidabsorberend materiaal wordt het geluidniveau in de spouw gedempt waardoor een



Figuur 5. Bevestiging van de spouwbladen via het stijl- en regelwerk. Type A (starre koppeling), type B (flexibele koppeling) of type C volledig gescheiden.

winst in de totale geluidisolatie wordt gerealiseerd. Bovendien wordt het luchtvolume in de spouw minder stijf. De totale winst is maximaal bij een ideale spouwwand (type C in figuur 5). Bij starre koppelingen (type A in figuur 5) is de isolatiewinst door de spouwwulling beperkt.

Meetvoorbeeld

In figuur 6 zijn enkele metingen aan een lichte spouwconstructie gepresenteerd. De spouwbladen ($m = 3,5 \text{ kg/m}^2$) zijn ontkoppeld. De met (2) berekende resonantiefrequentie bedraagt 278 Hz. Door de spouw te vullen met mineraalwol neemt de geluidisolatie met $R_{WV} = 9 \text{ dB}$ toe. Deze verbetering (het verschuiven van de resonantiefrequentie naar de lage tonen en het daarna stijf oplopen van de isolatiecurve) voldoet aan de verwachting. Een resul-

terende R_{WV} van 29 dB is echter te laag als uitgangspunt voor de geluidisolatie van de wand (zie tabel 1). Het totale gewicht van de spouwbladen is hiervoor te gering.

Verplaatsbare wanden

Verplaatsbare scheidingswanden die in de Nederlandse utiliteitsbouw worden toegepast, zijn in het algemeen opgebouwd uit een tweezijdige beplating van spaanplaat, gipskartonplaat, staalplaat of dergelijke. De dikte van deze wanden varieert tussen de 60 en 100 mm en de oppervlakttemassa tussen de 30 en 50 kg/m^2 .

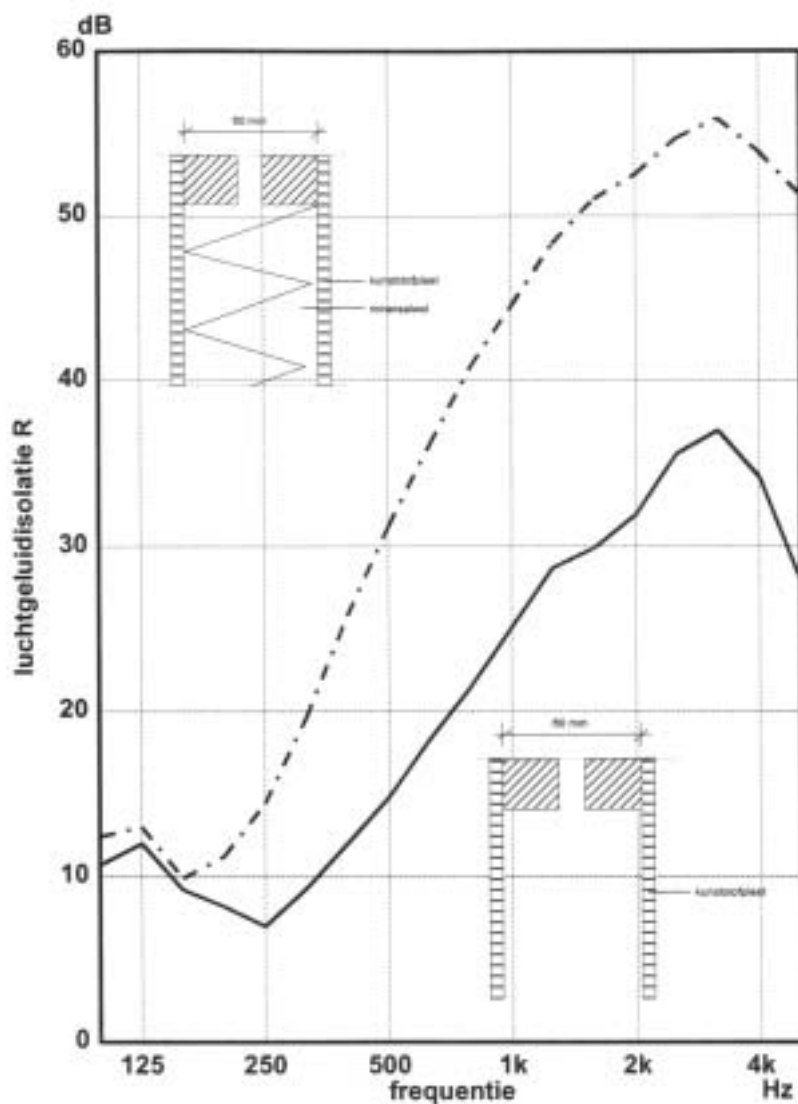
Bepalende factoren voor de geluidisolatie zijn (zie ook figuur 7):

1. de uitvoering van de spouwbladen (materiaal, dikte, massa);
2. de spouwdiepte (of de totale wanddikte);
3. de spouwwulling (luchtstromingsweerstand, dikte);
4. de koppeling van de spouwbladen via stijlen of regels;
5. de uitvoering van aansluitingsprofielen;
6. de afdichtingswijze van de spouwbladen op het frame;
7. de afdichting van de wand op de omliggende constructie.

Voor een wand in de categorie $R_{WV} = 43$ à 45 dB kan gedacht worden aan tweezijdige beplating (circa 10 kg/m^2) aangebracht op een met absorptiemateriaal gevulde spouw van tenminste 50 mm. Voor een categorie hoger ($R_{WV} = 48$ à 50 dB) is een dubbele beplating aan weerszijden (circa 2 x 10 kg/m^2) vereist. In verband met het hiervoor besproken coïncidentie-effect dienen deze beplatingen flexibel met elkaar te worden verbonden.

Glaswanden

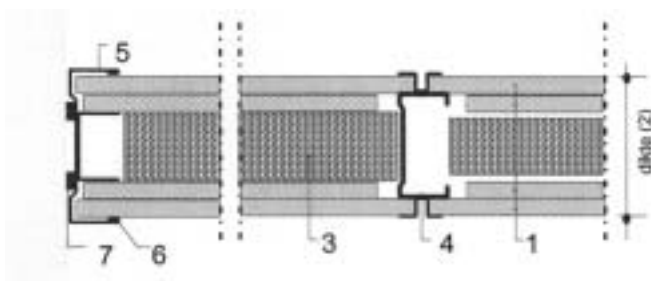
In figuur 8 is de gemeten geluidisolatie weergegeven van een glaswand opgebouwd uit 8 mm dikke glaspanelen. De gemeten R_{WV} -waarde van 30 dB wordt in belangrijke mate bepaald door een scherpe



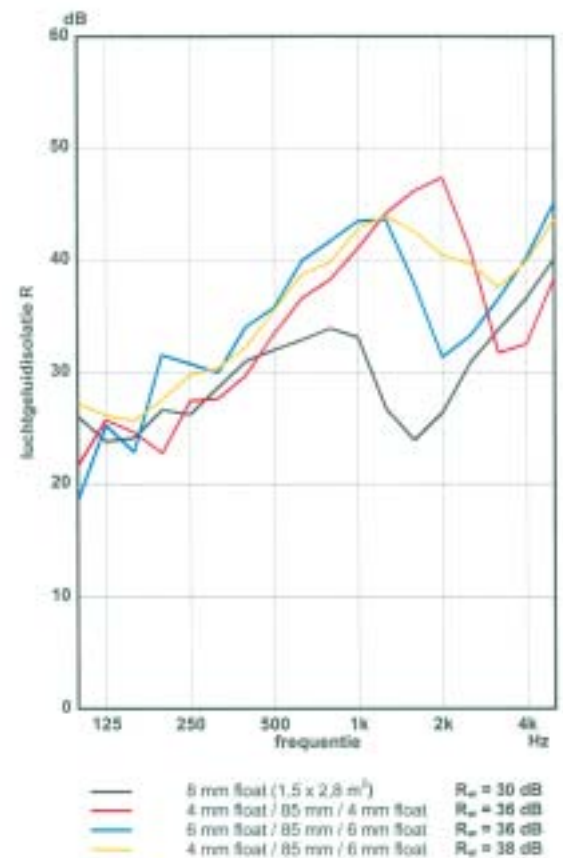
Figuur 6. Meetvoorbeeld lichte scheidingswand
 $R_w = 20$ dB voor een ongevulde spouw en
 $R_w = 29$ dB voor een met absorptie gevulde spouw

dip in de isolatiecurve bij de grensfrequentie. Om de geluidisolatie te verbeteren, kan in plaats van een andere ruitdikte (hierdoor verschuift alleen de plaats van de dip) beter gedacht worden aan het toepassen van een gelaagde ruit. Hierbij worden de ruiten on-

derling verlijmd met tussenvoeging van een akoestische folie. De glaswand kan uiteraard ook worden uitgevoerd als spouwwand. Door het ontbreken van absorptie in de spouw liggen de geluidisolatiewaarden bij spouwbladen van 10 kg/m^2 (4 mm glas)



Figuur 7. Principe opbouw verplaatsbare wand.



Figuur 8. Invloed coïncidentiedip bij enkelvoudige en dubbele glaswanden.

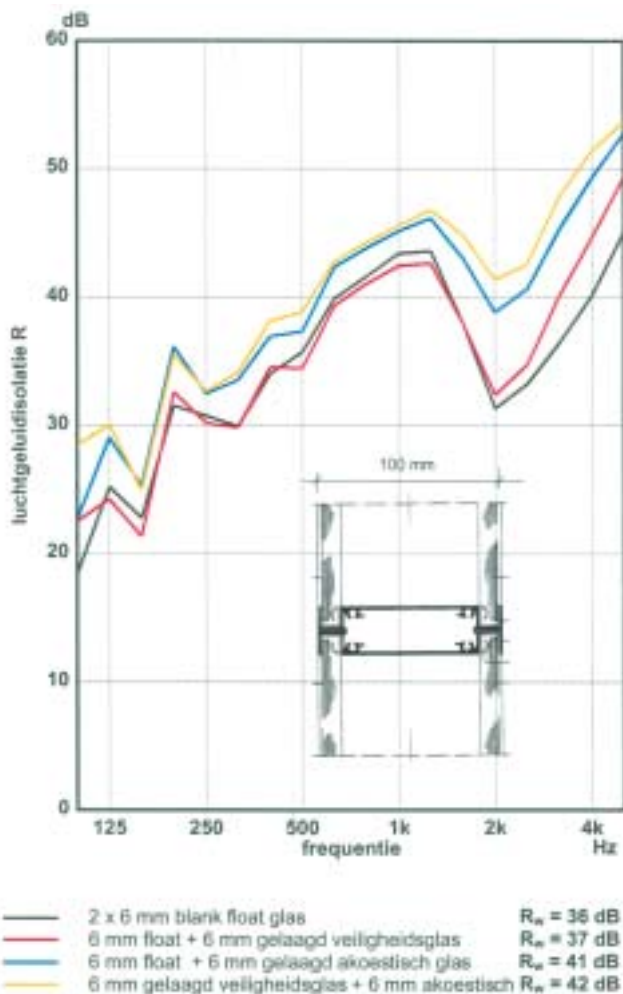
wel wat lager dan bij vergelijkbare 100 mm dikke, gesloten wanden. Uit figuur 8 blijkt verder dat bij een dubbele glaswand in verband met de coïncidentiedip beter niet kan worden gekozen voor gelijke ruitdikten. Beter is het de glasdikten ongelijk te kiezen zodat deze dip wat wordt uitgesmeerd.

Folie

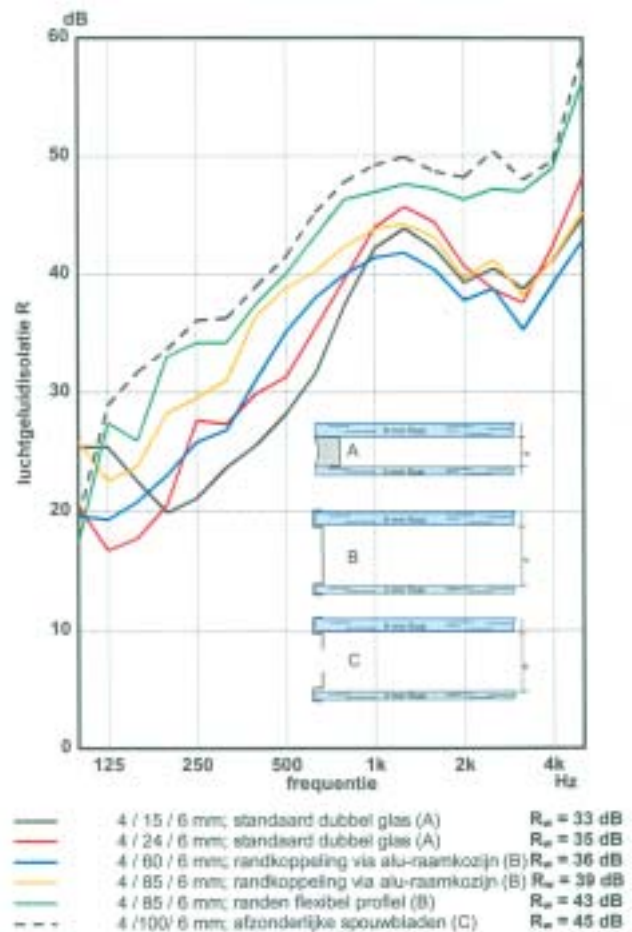
Gezien de gewenste doorvalbeveiliging worden veel glaswanden gelaagd uitgevoerd. De folie die wordt toegepast bij gelaagd veiligheidsglas is niet per definitie ook een geluidwerende folie. Uit figuur 9 blijkt dat de hier toegepaste veiligheidsfolie de dip in de isolatiecurve wel enigszins beïnvloedt, maar lang niet zo veel als een akoestisch folie.

Spouwdiepte

Figuur 10 laat de invloed van de spouwdiepte in combinatie met de randkoppe-



Figuur 9. De invloed van een (veiligheids- of akoestisch) folie op de geluidisolatie.



Figuur 10. Invloed spouwdiepte en randkoppeling bij een dubbele glaswand op de geluidisolatie.

ling op de geluidisolatie zien. Uitgangspunt is toepassing van 4 en 6 mm dikke ruiten. Uitgevoerd in standaard dubbel glas met een spouwdiepte tot circa 25 mm is een geluidisolatie tot $R_w = 35$ dB te verwachten. Bij een toenemende spouwdiepte neemt ook de geluidisolatie toe. Volgens de theoretische berekeningsmodellen bedraagt de geluidisolatie bij een spouwdiepte van 85 mm: $R_w = 43$ dB. Gemeten is echter $R_w = 39$ dB. De randkoppeling via het aluminium raamkozijn en toepassing van hard PVC glasprofielen blijken een waarde boven de 40 dB in de weg te staan. De berekende waarden worden wel bereikt bij toepassing van een meer flexibel glas-

profiel of bij een ontkoppeling van de spouwbladen.

Samenvatting

Wanneer in een kantoor transparante cockpits worden toegepast om geconcentreerd in te werken of om geluidproducerende apparatuur in op te stellen, dan is de geluidisolatie van de glazen wanden een belangrijke factor. In eerste instantie moet helder zijn welke akoestische prestatie wordt gevraagd in relatie tot de gewenste speechprivacy. Met 4 + 6 mm of beter nog met 6 + 8 mm glas op een met lucht gevulde spouw van circa 85 mm kan een geluidisolatie van $R_w = 38$ à 40 dB

worden bereikt, hetgeen veelal voldoende is voor de gangwand. Tussen vertrekken onderling waar een normale privacy wordt gevraagd, dient de beglazing ook aan tenminste één zijde gelaagd (met toepassing van een geluidwerende folie) te worden uitgevoerd. Om te voldoen aan streefwaarden van $R_w = 45$ dB moeten alle akoestische zeilen worden bijgezet. Hierbij kan worden gedacht aan gelaagde beglazing aangebracht op een gescheiden frame voorzien van randabsorptie tussen de spouwbladen.

De auteur is werkzaam bij Adviesbureau Peutz bv in Mook.