

## **LICHTE ZWEVENDE DEKVLOEREN**

### **Een beoordeling van de bereikbare contactgeluidisolatie verbetering van droge lichte zwevende dekvloeren op basis van laboratorium- en praktijkonderzoek**

Th.W. Scheers, ir. M.L.S. Vercammen  
Adviesbureau Peutz & Associés B.V.  
Postbus 66  
6585 ZH Mook  
Email adres: Mook@peutz.nl

---

## **DRY FLOATING FLOOR CONSTRUCTIONS**

**Summary:** Despite of regulations in the Building Act impact noise in apartment buildings is a serious problem. A laboratory study is performed on floating floors to achieve an impact sound reduction index of  $\Delta L_{\text{lin}} = + 10$  dB using a dry floating floor construction with a minimum height and surface weight.

Based on laboratory measurements a certain composition of the floating floor is selected. The measurement results in two different field situations are compared with the laboratory results.

The measurement results of the impact sound reduction as measured in the laboratory seems to be a good starting point for the prediction of the achievable impact sound insulation in practice with heavy weight building constructions, provided that the frequency depending values are used. A prediction only based on the single figure rating  $\Delta L_{\text{lin}}$  leads to an underestimation of the achievable impact sound insulation.

The impact sound insulation reduction of a dry floating floor mounted on a wooden floor is rather different from those mounted on a heavy weighted floor. For a reliable prediction of the impact sound insulation of a wooden floor with a light weight floating floor in practice it is recommended to make use of laboratory measurements of the complete composed floor construction.

---

## **INLEIDING**

Het is algemeen bekend dat contactgeluiden tussen appartementen een belangrijke bron van hinder kunnen zijn, ook wanneer wordt voldaan aan de eis van  $I_{co} > 0$  dB conform het Bouwbesluit. Om de contactgeluidisolatie te verbeteren kan een zwevende dekvloer worden toegepast. Om praktische redenen dient deze zwevende dekvloer vaak in een zo gering mogelijke dikte en bij renovaties met een zo gering mogelijke oppervlakte-massa uitgevoerd te worden. Deze door de bouwpraktijk gegeven randvoorwaarden staan haaks op de uitgangspunten om een goede contactgeluidisolatie verbetering te realiseren.

In dit artikel wordt ingegaan op de te hanteren norm- en streefwaarden voor een verhoogde geluidwering. Vervolgens wordt de bereikbare contactgeluidisolatie verbetering met een droge lichte zwevende dekvloer in een laboratoriumopstelling besproken. Tenslotte wordt ingegaan op de gemeten contactgeluidisolatie in twee praktijksituaties, één met een betonnen draagconstructie en één houtskeletbouw project, waar dezelfde zwevende dekvloeren zijn toegepast.

## NORM- EN STREEFWAARDEN

In het Bouwbesluit worden eisen gesteld waaraan de geluidwering voor (nieuw) te bouwen woningen aan moet voldoen; van een besloten ruimte naar een verblijfsgebied van een aangrenzende woning dient de isolatie-index  $I_{co}$  tenminste 0 dB te bedragen. In de praktijk blijkt deze waarde een onvoldoende garantie om klachten te voorkomen.

Bij de wens tot verhoging van de akoestische kwaliteit kan voor wat betreft het vaststellen van de te hanteren streefwaarden, aansluiting worden gezocht bij de streefwaarden zoals genoemd in de DuBo specificatiebladen [1]. Hierin worden o.a. de volgende streefwaarden gehanteerd:

*Pas een woningscheidende constructie met verbeterde geluidisolatie toe. Aan deze maatregel wordt voldaan indien de woningscheidende constructie een isolatie-index voor luchtgeluid heeft van  $I_{lu,k}=+5$  dB en een isolatie-index voor contactgeluid van  $I_{co} = +10$  dB.*

In de norm NEN 1070 [2] worden in verband met de Europese ontwikkelingen en normalisatie bestaande grootheden vervangen door nieuwe, zie tabel 1. Tevens geeft deze norm de relatie aan tussen de (subjectieve) kwaliteit van de geluidwering en de (objectieve) akoestische prestaties.

Voor de beoordeling van de akoestische kwaliteit van een constructie worden in de NEN 1070 kwaliteitscijfers gehanteerd die variëren tussen maximaal 1 en minimaal 5. De eisen van het Bouwbesluit komen gemiddeld overeen met een cijfer 3, met uitzondering van het aspect contactgeluidisolatie; een vloerconstructie die voldoet aan  $I_{co} = 0$  dB resulteert in een kwaliteitscijfer 4. Zie tabel 1 voor een overzicht. Om nu voor alle akoestische aspecten te voldoen aan kwaliteitscijfer 3 zal de contactgeluidisolatie tenminste 5 dB beter moeten zijn.

**Tabel 1** De eisen aan prestatiegrootheden voor woningen en woongebouwen voor een bepaald kwaliteitscijfer, conform NEN 1070.

Te beschermen ruimte is een verblijfsruimte van een woning	Kwaliteitscijfer				
	k = 1	k = 2	k = 3	k = 4	k = 5
Contactgeluidisolatie					
Nieuwe grootheid (dB(A))	$L_{nT;A} \leq 43$	$L_{nT;A} \leq 48$	$L_{nT;A} \leq 53$	$L_{nT;A} \leq 58$	$L_{nT;A} \leq 63$
Oude grootheid (dB) (globaal)	$I_{co} \geq +15$	$I_{co} \geq +10$	$I_{co} \geq +5$	$I_{co} \geq 0$	$I_{co} \geq -5$

De nieuwe ééngetalsmaat  $L_{nT;A}$  (A-gewogen genormeerd contactgeluidniveau) wordt als volgt uit de frequentieafhankelijke  $L_{nT}$ -waarden berekend,

$$L_{nT;A} = 10 \lg \sum_{j=1}^5 10^{\frac{L_{nT;j} + H_j}{10}} \quad (1)$$

De toe te passen herleidingswaarden  $H_j$  zijn in tabel 2 gegeven.

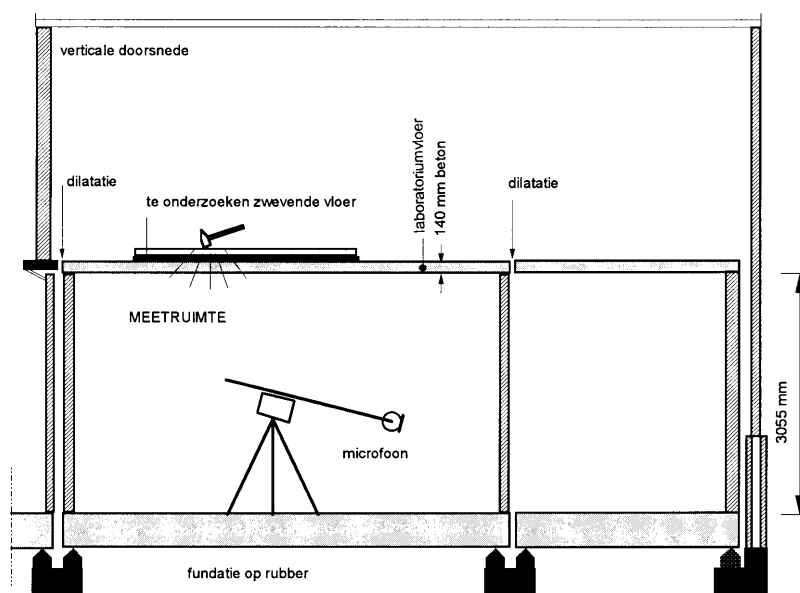
**Tabel 2** Herleidingswaarden  $H_j$  in octaafbanden.

	Octaafbanden met middenfrequentie, in Hz				
	125 j = 1	250 j = 2	500 j = 3	1000 j = 4	2000 j = 5
Standaard spectrum contactgeluid $H_j$	-15	-15	-15	-15	-15

Bij de nieuwe eisen wordt uitgegaan van de aanwezige vloerafwerking. De eis kan ook worden omgezet in een hoger toelaatbaar contactgeluidniveau voor de kale vloer en een daarop afgestemde aanvullende eis ten aanzien van de niveauverlaging door de toe te passen vloerafwerking. Om te voldoen aan de streefwaarde voor een verhoogde geluidwering ( $I_{co} = + 10$  dB; kwaliteitscijfer 2) kan bijvoorbeeld worden uitgegaan van een basis vloerconstructie met een  $I_{co}$  van 0 dB en een vloerafwerking met een verbetering van tenminste  $\Delta I_{co} = + 10$  dB of, in de nieuwe grootheden; een basis van  $L_{nT;A} = 58$  dB(A) en een verbetering van  $\Delta L_{lin} = + 10$  dB.

## BEPALING VAN DE AKOESTISCHE KWALITEIT VAN EEN VLOERAFWERKING IN HET LABORATORIUM

Deze metingen worden uitgevoerd conform de Europese norm EN ISO 140-8 [3]. Op een 140 mm dikke betonnen laboratoriumvloer wordt het te testen monster aangebracht, zie figuur 1. Door vergelijking van de genormeerde contactgeluidniveaus in het ontvangvertrek bij hameren op de laboratoriumvloer en op het te onderzoeken monster, wordt de relatieve vermindering van het contactgeluidniveau berekend. Dit resulteert in de frequentieafhankelijke “contactgeluidisolatie verbetering  $\Delta L$ ”.



**Figuur 1** Laboratorium meetopstelling voor de bepaling van de contactgeluidisolatieverbetering.

Uit deze verbeteringen worden conform EN ISO 717-2 [4], de volgende ééngetalsaanduidingen berekend:

- de “weighted reduction in impact sound pressure level  $\Delta L_w$ ” en
- de “reduction based on the unweighted linear impact sound pressure level  $\Delta L_{lin}$ ”.

De EN ISO 717-2 hanteert dus twee ééngetalsmaten, één al lang bestaand systeem waarbij het meetresultaat wordt vergeleken met een normcurve; dit leidt tot de ééngetalsmaat voorzien van de index 'w'. De andere (nieuwe) ééngetalsmaat houdt rekening met een kenmerkend bronspectrum voor loopgeluid (zie tabel 2). Het beoordelen van de gemeten prestatie wordt niet Europees geregeld, maar blijft een nationale zaak.

Voor de Nederlandse situatie is gekozen voor een beoordeling van de constructie op basis van het kenmerkend bronspectrum. Dit betekent dat voor de Nederlandse bouwpraktijk de akoestische kwaliteit van een vloerafwerking moet worden beoordeeld op basis de gevonden ééngetalswaarde  $\Delta L_{lin}$  (die nagenoeg overeenkomt met de “oude”  $\Delta L_{co,lab}$ ).

## BEREIKBARE CONTACTGELUIDISOLATIEVERBETERING MET EEN LICHT ZWEVENDE DEKVLOER

De theoretische bereikbare contactgeluidisolatieverbetering met een zwevende dekvloer is o.a. beschreven in [5]. Het betreft hier een resonerend systeem waarin de combinatie van factoren als massa van de toplaag, stijfheid van de tussenlaag en demping de totale akoestische kwaliteit bepalen.

Een vereenvoudigde procedure om een afschatting te maken van de bereikbare contactgeluidisolatie is beschreven in EN 12354-2 [6]. Conform deze norm kan de bereikbare contactgeluidisolatie van droge lichte zwevende vloersystemen worden berekend volgens:

$$\Delta L = 40 \lg \frac{f}{f_0} \text{ dB} \quad (2)$$

waarin:

$f$  = octaaf of 1/3 octaafband frequentie (Hz)

$f_0$  = de resonantiefrequentie van het vloersysteem, volgens:

$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}} \text{ Hz} \quad (3)$$

waarin:

$s'$  = de dynamische stijfheid van de flexibele tussenlaag (MN/m<sup>3</sup>)

$m'$  = de oppervlakte-massa van de toplaag (kg/m<sup>2</sup>)

De totale stijfheid van de flexibele laag wordt bepaald door:

$$s' = s'_M + s'_L \quad \text{MN} / \text{m}^3 \quad (4)$$

waarin:

$s'_M$  = de dynamische stijfheid van het materiaal

$s'_L$  = de dynamische stijfheid van de luchtlaag

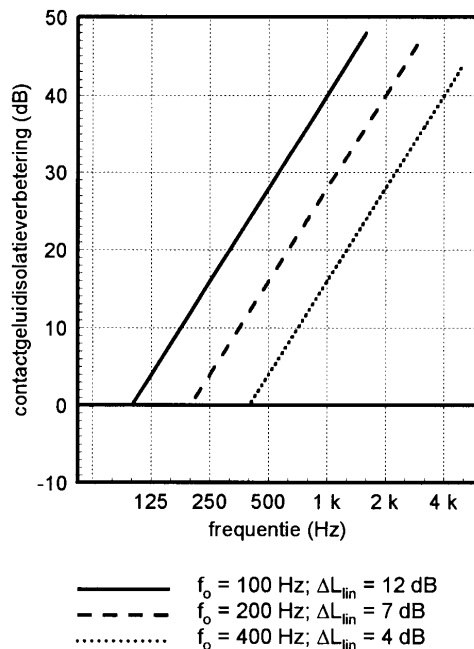
Voor een luchtlaag voorzien van absorptiemateriaal met een luchtstromingsweerstand  $100 \text{ kNs/m}^4 > r > 10 \text{ kNs/m}^4$  kan de stijfheid van de luchtlaag worden berekend uit:

$$s'_L = \frac{140}{d} \quad \text{MN/m}^3 \quad (5)$$

waarin:

$d$  = spouwdiepte (mm).

In figuur 2 is formule (2) grafisch weergegeven met als variabele de resonantie frequentie ( $f_0$ ). Tevens zijn in deze figuur de berekende ééngetalswaarden  $\Delta L_{lin}$  weergegeven volgens uit de bijbehorende frequentieafhankelijke waarden van  $\Delta L$ . Uit figuur 2 blijkt dat wanneer een zwevend vloersysteem het theoretisch verloop volgt en de streefwaarde bedraagt  $\Delta L_{lin} \geq 10 \text{ dB}$ ; de resonantiefrequentie niet meer mag bedragen dan ca. 125 Hz.

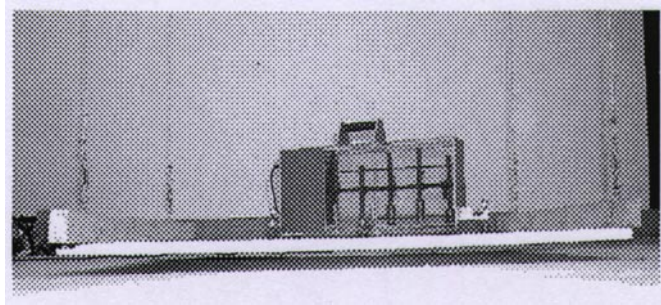


**Figuur 2** Relatie tussen  $f_0$  en de bereikbare ééngetalswaarde  $\Delta L_{lin}$  bij gebruik van de vereenvoudigde berekening volgens [6].

## PROEFOPSTELLING IN HET LABORATORIUM

Een droge lichte zwevende dekvloer bestaat uit twee op elkaar gelijkde (versterkte) gipsplaten met een gezamenlijke dikte van 20 à 25 mm en een oppervlakte-massa van ca.  $25 \text{ kg/m}^2$ .

Teneinde na te gaan welke contactgeluidisolatie verbetering bereikbaar is met de bovenomschreven (gegeven) toplaag in relatie tot de aan te brengen flexibele tussenlaag, is in het Laboratorium voor Akoestiek van Adviesbureau Peutz een proefopstelling gemaakt zoals in figuur 3 is weergegeven. In deze proefopstelling is de dekvloer met in hoogte verstelbare staalkabels opgehangen aan de dakconstructie zodat een volledige ontkoppeling tussen de toplaag en de onderliggende betonvloer wordt gerealiseerd en dat de spouwdiepte kan worden gevarieerd. Doel van deze metingen is na te gaan welke con-

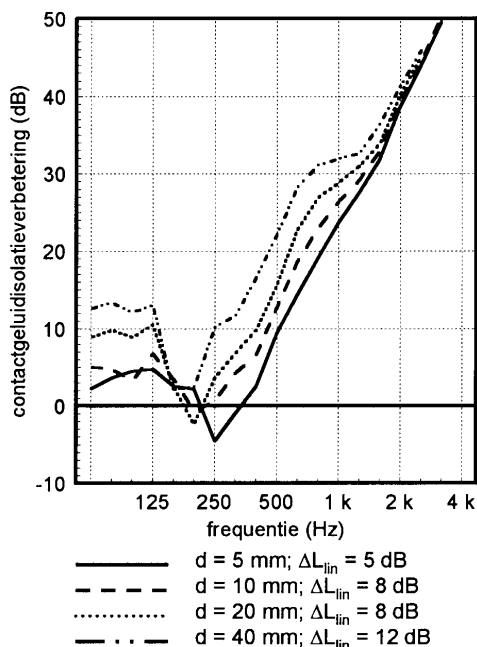


**Figuur 3** Proefopstelling in het laboratorium met een opgehangen vloerplaat waardoor een volledige ont koppeling tussen toplaag en basis-vloer ontstaat.

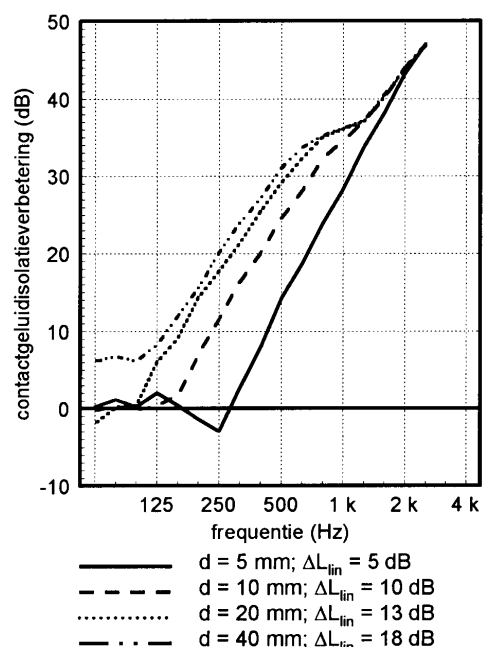
tactgeluidisolatie verbetering bereikbaar is wanneer de dynamische stijfheid van de tussenlaag volledig wordt bepaald door de stijfheid van de (altijd aanwezige) luchtlaag.

Allereerst is in de proefopstelling de contactgeluidisolatie verbetering bepaald bij een onge vulde luchtspouw in diepte variërend van 5 tot 40 mm. De meetresultaten zijn in figuur 4 gepresenteerd. Vervolgens is de spouw (vrijwel geheel) gevuld met een mine raalwol plaat met een luchtstromingsweerstand van ca. 10 kNs/m<sup>4</sup> en is opnieuw bij dezelfde spouwdiepten de contactgeluidisolatie verbetering bepaald; zie figuur 5 voor de meetresultaten.

Uit de meetresultaten blijkt dat bij een volledige ont koppeling en een onge vulde spouw een  $\Delta L_{in}$  van 10 dB pas kan worden gerealiseerd bij een spouwdiepte van 20 à 40 mm. Indien de spouw is gevuld met absorptiemateriaal is de streefwaarde bereikbaar bij



**Figuur 4** Contactgeluidisolatieverbetering in de proefopstelling met onge vulde spouw. Variabele is de spouwdiepte d in mm.

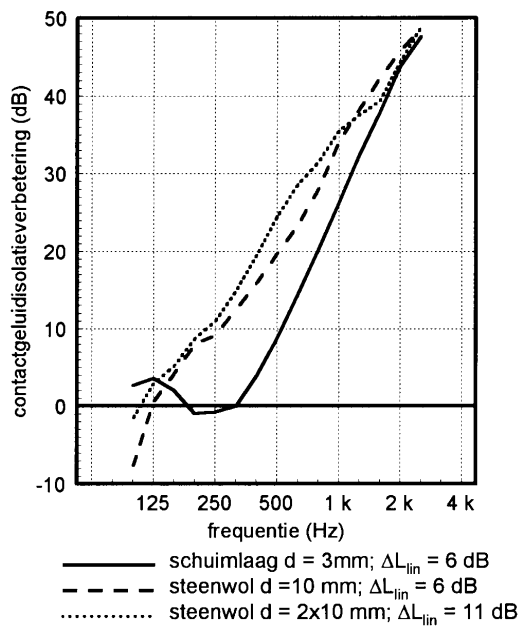


**Figuur 5** Contactgeluidisolatieverbetering in de proefopstelling met gevulde spouw. Variabele is de spouwdiepte d in mm.

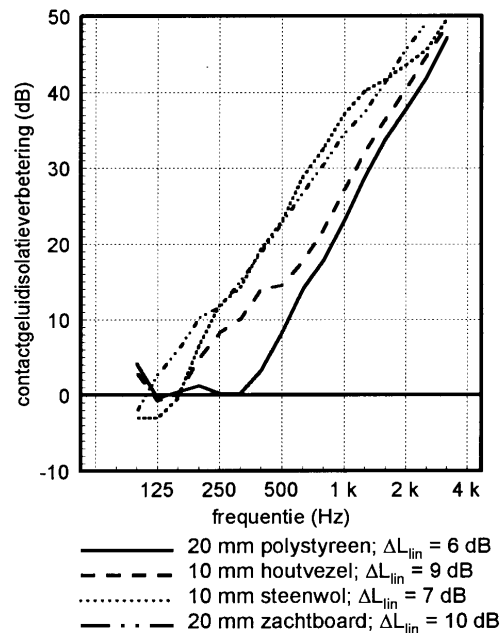
een diepte van tenminste 10 mm. Voor een met mineraalwol gevulde spouw bedraagt de berekende resonantie-frequentie bij 10 mm spouwdiepte en de hier gebruikte toplaag van 26 kg/m<sup>2</sup> volgens (3) en (5): 117 Hz. Dit blijkt goed met het meetresultaat (figuur 5) overeen te stemmen. De toename met  $40 \lg f/f_0$  start echter niet onmiddellijk vanaf  $f_0$  maar vanaf ca.  $\sqrt{2} \cdot f_0$  waardoor  $\Delta L_{lin}$  2 dB lager uitvalt dan de op basis van figuur 2 te verwachten waarde. Met dit effect kan rekening worden gehouden door (2) te herschrijven als:

$$\Delta L = 40 \lg \frac{f}{\sqrt{2} \cdot f_0} \quad \text{dB} \quad (6)$$

Bij bovenvermelde metingen was er geen koppeling tussen de toplaag en de vloer via de flexibele tussenlaag anders dan via de lucht. In werkelijkheid wordt de totale dynamische stijfheid bepaald door de som van de materiaaleigenschappen van de flexibele laag en de luchtlaag (4) en zal dus een hogere resonantiefrequentie en daarmee een lagere contactgeluidisolatieverbetering tot gevolg hebben.



**Figuur 6** Toplaag van 2 × 12,5 mm versterkte gipsplaten op diverse onderlagen.



**Figuur 7** Toplaag van 2 × 10 mm gipsvezelplaten op diverse onderlagen.

In figuur 6 en 7 zijn enkele meetresultaten gegeven van droge lichte zwevende dekvloeren op verschillende tussenlagen, gemeten in de standaard meetopstelling conform [3].

Uit de meetresultaten blijkt dat de nieuwe ééngetalswaarde  $\Delta L_{lin}$  zeer gevoelig is voor de gemeten  $\Delta L$ -waarden in de lage tonen. De contactgeluidisolatieverbetering met als flexibele tussenlaag een 3 mm dikke schuimlaag is over het gehele frequentiegebied vanaf 160 Hz (veel) slechter dan met een 10 mm steenwollaag, de berekende ééngetalswaarde  $\Delta L_{lin}$  is echter gelijk; + 6 dB (zie figuur 6). Dit wordt volledig bepaald door de

negatieve  $\Delta L$ -waarde van de steenwollaag in de 1/3 octaafband van 100 Hz. Indien de  $\Delta L$ -waarde in deze tertsband 0 dB zou zijn, dan neemt de ééngetalswaarde  $\Delta L_{lin}$  toe van +6 tot +10 dB.

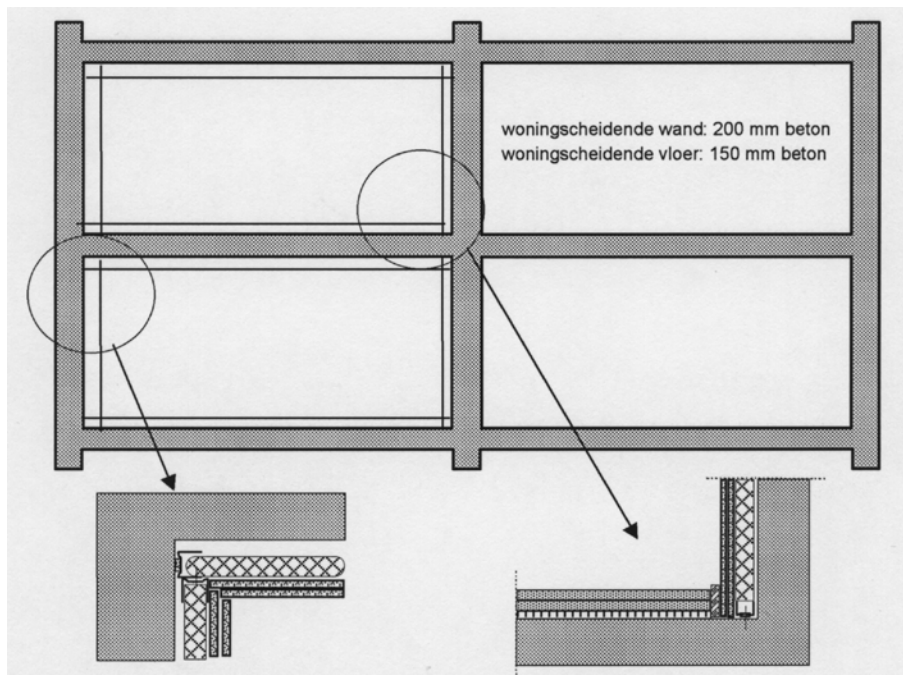
Figuur 7 laat hetzelfde verschijnsel zien; door de materiaalkeuze van de flexibele laag ontstaan vrij grote verschillen in de frequentieafhankelijke  $\Delta L$ -waarden. Door de effecten in de lage tonen (100 – 160 Hz), samenhangend met de demping van het vloersysteem, zijn de verschillen in de ééngetalswaarden  $\Delta L_{lin}$  beperkt tot enkele dB's.

Omdat het wenselijk is een zwevende dekvloer te voorzien van een ééngetalsmaat als “kwaliteits-label” is de vraag gerechtvaardigd of het terecht is dat de  $\Delta L_{lin}$  in deze mate afhankelijk is van de waarden in de octaafband van 125 Hz, zowel vanuit het oogpunt van de meetnauwkeurigheid in de lage tonen als vanuit de feitelijke beleving in een praktijksituatie.

In de hierna te bespreken contactgeluidisolatie tussen ruimten in een voorbeeldsituatie zullen de frequentie afhankelijke  $\Delta L$ -waarden zoals gevonden in het laboratorium bij toepassing van 10 mm steenwol (variant 2, figuur 6) worden vergeleken met de in de praktijk gevonden waarden.

## CONTACTGELUIDISOLATIE TUSSEN RUIMTEN

In de norm EN 12354-2 [6] wordt een methode omschreven om de contactgeluidisolatie tussen aangrenzende ruimten in een praktijksituatie te berekenen. Ten aanzien van de contactgeluidisolatie verbetering van de vloerafwerking wordt gesteld dat voor de praktijksituatie kan worden uitgegaan van de in het laboratorium gevonden (frequentie-afhankelijke) waarden:  $\Delta L_{situ} = \Delta L_{lab}$ .

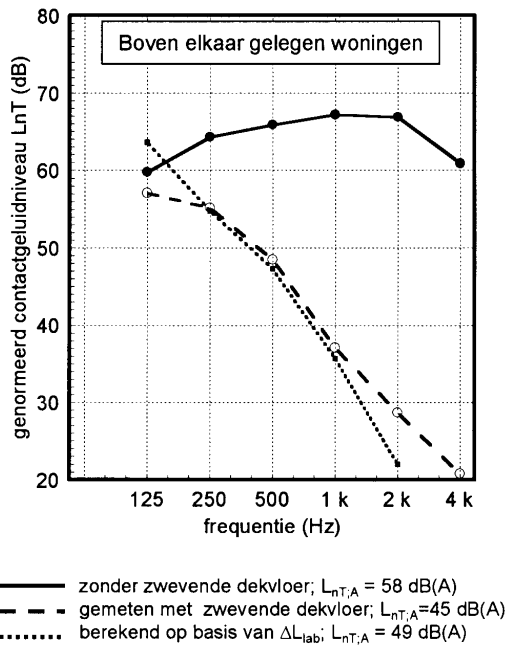


**Figuur 8** Meetsituatie na-oorlogs woongebouw te Amsterdam.

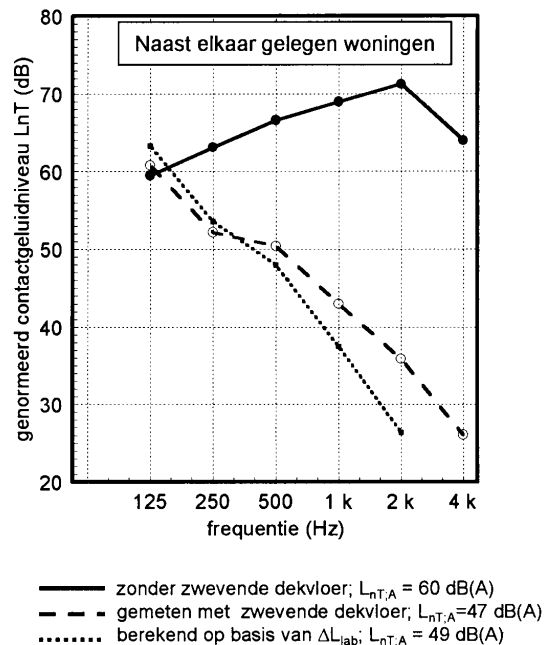


## PRAKTIJSITUATIE MET BETON VLOEREN

De droge lichte zwevende dekvloer met een flexibele laag van 10 mm steenwol en een toplaag van  $2 \times 12,5$  mm versterkte gipsplaten, is toegepast bij de renovatie van een woongebouw aan de Ekingestraat te Amsterdam. Deze situatie kan worden gezien als een representatief woongebouw uit de na-oorlogse periode. Het te renoveren woongebouw is opgebouwd uit een massieve draagconstructie bestaande uit ca. 150 mm dikke betonvloeren en ca. 200 mm dikke betonwanden. In deze proefsituatie zijn in een gipsmontage-systeem aanvullende voorzieningen aangebracht, zoals verlaagde plafonds, voorzetwanden en zwevende dekvloeren om de geluidwering te verbeteren. In verschillende stadia van afbouw zijn geluidmetingen uitgevoerd om het effect van de verschillende voorzieningen op de totale geluidisolatie te bepalen. In figuur 8 is een schets van de meetsituatie gegeven.



**Figuur 9** Gemeten contactgeluidisolatie tussen boven elkaar gelegen woningen voor en na het aanbrengen van een droge lichte zwevende dekvloer.



**Figuur 10** Gemeten contactgeluidisolatie tussen naast elkaar gelegen woningen voor en na het aanbrengen van een droge lichte zwevende dekvloer.

De gemeten genormeerde contactgeluidniveaus zijn in figuur 9 voor de boven elkaar – en in figuur 10 voor de naast elkaar gelegen woningen weergegeven. Vóór de montage van de zwevende dekvloeren waren de verlaagde plafonds en de voorzetwanden aangebracht. Door deze voorzieningen is een luchtgeluidisolatie  $I_{lu}$  van +6 à +7 dB ( $D_{nT,A} = 56$  à  $57$  dB(A)) gerealiseerd, waarmee voor dit aspect wordt voldaan aan de streefwaarde voor een verhoogde geluidwering.

De door de zwevende dekvloeren gerealiseerde contactgeluidisolatie verbetering is in tabel 3 samengevat.

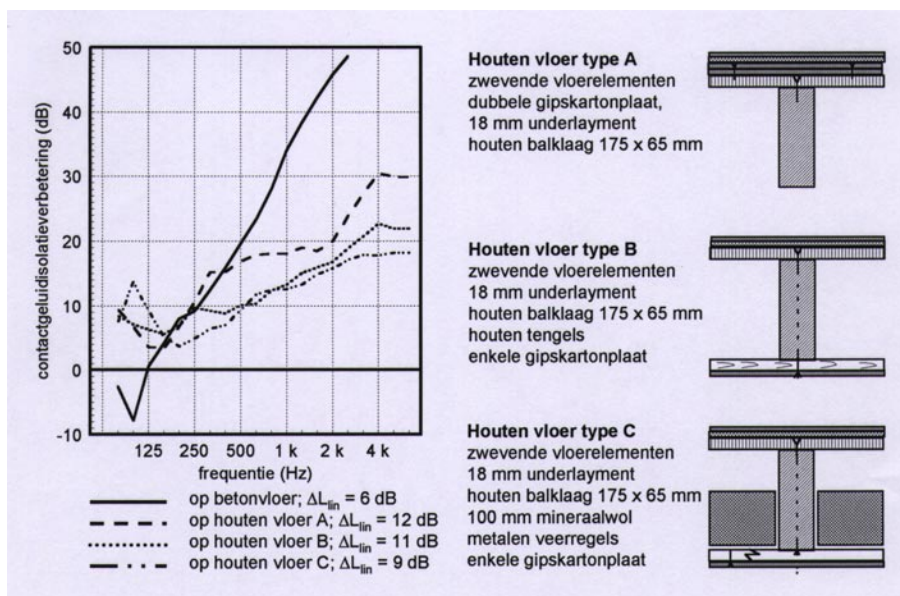
**Tabel 3** Gemeten contactgeluidisolatie verbetering  $\Delta L$  (dB) met een droge lichte zwevende dekvloer en 10 mm steenwol als flexibele laag.

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	
Praktijk; verticaal	3	9	17	30	38	40	$\Delta L_{nT,A} = +13 \text{ dB(A)}$
Praktijk; horizontaal	-1	11	16	26	35	38	$\Delta L_{nT,A} = +13 \text{ dB(A)}$
Laboratorium	-4	10	19	32	45	55	$\Delta L_{lin} = +6 \text{ dB}$

Uit de meetresultaten kan geconcludeerd worden dat de gemeten contactgeluidisolatie verbetering in het laboratorium een goed uitgangspunt biedt voor een prognose van de bereikbare contactgeluidisolatie in een praktijksituatie met betonvloeren, mits wordt uitgegaan van de frequentieafhankelijke waarden;  $\Delta L_{situ} \approx \Delta L_{lab}$ .

De scherpe dip in de  $\Delta L$ -curve bij de laboratoriummetingen in de 1/3 octaafband van 100 Hz, die in het laboratorium zorgde voor een beperkte waarde van  $\Delta L_{lin}$  van +6 dB, blijkt in de praktijk in veel mindere mate op te treden, de streefwaarde van  $\Delta L_{nT,A} \geq 10 \text{ dB}$  is in de praktijk ruimschoots gerealiseerd. Het in mindere mate optreden van deze dip wordt mogelijkwerwijs veroorzaakt door de grotere demping tengevolge van grotere vloer-afmetingen. Daarnaast wordt de verbetering van de ééngetalswaarde ( $\Delta L_{nT,A}$ ) gunstig beïnvloed doordat de  $L_{nT,A}$  van de constructievloer in de praktijk niet wordt bepaald door de 125 Hz maar hogere octaafbanden.

In het volgende hoofdstuk wordt ingegaan op geluidmetingen aan dezelfde droge lichte zwevende dekvloer, nu aangebracht op een houten vloerconstructie.



**Figuur 11** In het laboratorium gemeten contactgeluidisolatieverbetering van een droge lichte zwevende dekvloer aangebracht op enkele verschillende houten vloerconstructies.

## HOUTEN VLOEREN

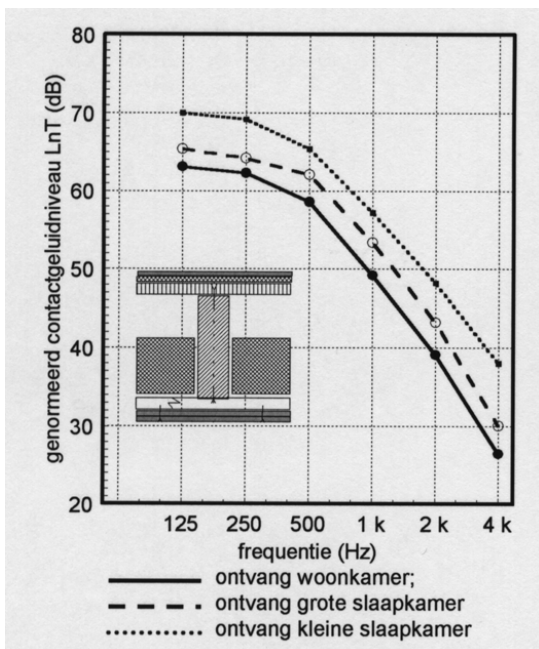
### Laboratoriummetingen

In figuur 11 zijn enkele meetresultaten samengevat van metingen die uitgevoerd zijn aan houten vloerconstructies in het Laboratorium voor Akoestiek van Adviesbureau Peutz. Zoals verwacht mag worden wijkt de gemeten contactgeluidisolatie verbetering van een droge lichte zwevende dekvloer aangebracht op een relatief lichte basisvloer significant af van de meetresultaten op een betonvloer. Deze afwijking treedt zowel op in de hoge tonen,  $\Delta L$  neemt niet meer met  $40 \lg f/f_0$  toe, als in de lage tonen.

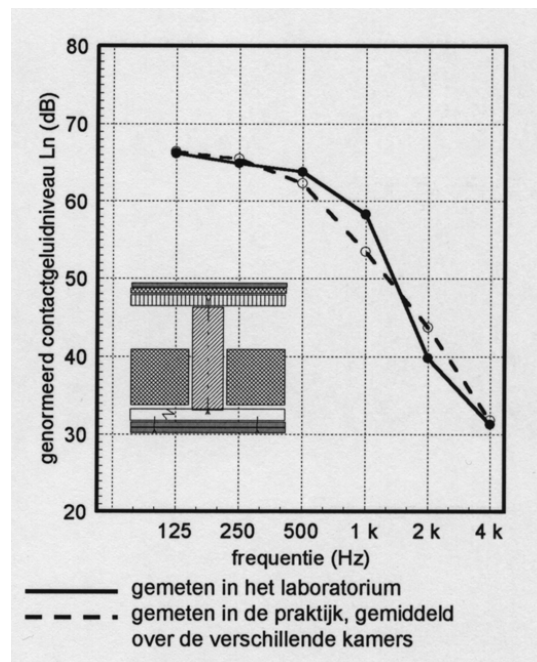
De verschuiving in de resonantiefrequentie kan worden verklaard uit een geringere oppervlakte-massa van de basisvloer. De dip in de curve bij de resonantiefrequentie is bij een houten vloerconstructie aanmerkelijk minder diep dan bij een betonvloer als basisconstructie. De demping van het zwevende vloersysteem is afhankelijk van de eigenschappen van de achterliggende constructie. Voor een prognose van de bereikbare contactgeluidisolatie tussen aangrenzende ruimten in een praktijksituatie dient te worden uitgegaan van de metingen aan de totale vloer-constructie (basisvloer + zwevende dekvloer).

### Praktijkmetingen

In een houtskeletbouw project te Aalsmeer zijn geluidisolatiemetingen uitgevoerd tussen boven elkaar gelegen woningen waar een woningscheidende vloerconstructie is toegepast met een opbouw zoals in principe in figuur 11 (vloertype C) is geschetst, nu echter met een dubbele gipskartonplaat  $2 \times 12,5$  mm aan de onderzijde.



**Figuur 12** Gemeten contactgeluidisolatie ( $L_{nT}$  herleid op 0,5 s) tussen boven elkaar gelegen woningen in een houtskeletbouw project.



**Figuur 13** Gemeten contactgeluidisolatie ( $L_n$  herleid op  $10 \text{ m}^2$ ) van een houten vloerconstructie.

De frequentieafhankelijke meetresultaten zijn in figuur 12 en 13 gegeven. De bijbehorende ééngetalswaarden zijn in tabel 4 samengevat. Hierbij worden zowel de op een nagalmtijd van 0,5 s herleide waarden per ruimte gepresenteerd (overeenkomstig de meetnorm) als de waarden herleid op 10 m<sup>2</sup> absorptie (gemiddeld over de verschillende meetruimten in de praktijk en zoals gemeten in het laboratorium).

**Tabel 4** Samenvatting meetresultaten aan een houten vloerconstructie voorzien van een lichte droge zwevende dekvloer en 10 mm steenwol als flexibele laag.

	Eengetalswaarden berekend uit het genormeerd contactgeluidniveau $L_{nT}$ herleid op 0,5 s			Eengetalswaarden berekend uit het genormeerd contact-geluidniveau $L_n$ herleid op 10 m <sup>2</sup>	
	$I_{co}$	$L_{nT;A}$	Kwaliteitscijfer	Laboratorium	Praktijk
Woonkamer; V = 68 m <sup>3</sup>	+ 7 dB	52 dB(A)	3	$L_{n,w} + C_I =$ 55 dB(A)	$L_{nA} =$ 55 dB(A)
Grote slaapkamer; V = 33 m <sup>3</sup>	+ 5 dB	54 dB(A)	4		
Kleine slaapkamer; V = 14 m <sup>3</sup>	+ 0 dB	59 dB(A)	5		

De relatie tussen de contactgeluidisolatie herleid op 0,5 seconde en herleid op 10 m<sup>2</sup> absorptie wordt gegeven door:

$$L_{nT} = L_n - 10 \lg \frac{V}{6T_o A_o} \quad (7)$$

waarin:

$V$  = volume van het ontvangvertrek (m<sup>3</sup>)

$T_o$  = referentie nagalmtijd (= 0,5 s voor woningen)

$A_o$  = referentie absorptieoppervlak (= 10 m<sup>2</sup>)

De gemeten contactgeluidisolatie ( $L_n$ -waarden herleid op 10 m<sup>2</sup> absorptie) in de praktijk blijkt goed overeen te komen met de in het laboratorium gemeten waarden. Doordat bij houten vloeren, meer nog dan bij beton vloeren, slechts een beperkt deel van het vloeroppervlak effectief uitstraalt, zal de op de nagalmtijd herleide waarde afhankelijk zijn van het volume. De voor de Nederlandse situatie gemaakte keuze voor een beoordeling en waardering van de contactgeluidisolatie op ruimteniveau ( $L_{nT}$ -waarden herleid op 0,5 s) brengt met zich mee dat de woningscheidende vloerconstructie, naast het na te streven kwaliteitsniveau, moet worden gedimensioneerd op de kleinst voorkomende ruimte.

## CONCLUSIES

Samenvattend kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De akoestische kwaliteit van een vloerafwerkings-systeem dient te worden beoordeeld en onderling te worden vergeleken op basis van laboratoriummetingen uitgevoerd conform [3] en [4];
- Om met een droge lichte zwevende dekvloer een contactgeluidisolatie verbetering van  $\Delta L_{lin} = 10$  dB te bereiken dient een flexibele geluidabsorberende tussenlaag in een dikte van tenminste 10 mm toegepast te worden;
- Het uitgangspunt  $\Delta L_{situ} = \Delta L_{lab}$  is goed toepasbaar in praktijksituaties met monoliete scheidingsconstructies, mits wordt uitgegaan van de frequentieafhankelijke waarden;
- Een prognose alleen op basis van de in het laboratorium gevonden ééngetalswaarde  $\Delta L_{lin}$  zou in het onderhavige geval geleid hebben tot een (veel) te lage schatting van de bereikbare contactgeluidisolatie verbetering in de praktijk;
- Voor houten vloerconstructies dient te worden uitgegaan van laboratoriumgegevens aan de complete vloerconstructie.

## LITERATUUR

1. Duurzaam bouwen: Nationaal pakket woningbouw, SBR-publicatie 359, januari 1996.
2. Nederlandse norm NEN 1070, Geluidwering in gebouwen – Specificatie en beoordeling van de kwaliteit, maart 1999.
3. ISO 140-8:1997 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 8: Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on a heavy-weight floor De norm ISO 140-8 is binnen alle landen van de EU aanvaard als Europese Norm EN ISO 140-8:1997.
4. ISO 717-2:1996 Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of building elements - Part 2: Impact sound insulation. De norm ISO 717-2 is binnen alle landen van de EU aanvaard als Europese Norm EN ISO 717-2:1996.
5. Cremer, Heckl, Ungar, 1988. *Structure-borne Sound*, second edition, Springer Verlag.
6. EN 12354-2:2000 Building Acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 2: Impact sound insulation between rooms.