



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**De invloed van een stille zijde bij
woningen op gezondheid en welbevinden**
Literatuur en aanbevelingen voor beleid

RIVM Briefrapport 630650005/2013
E.E.M.M. van Kempen | A.J. van Beek



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

De invloed van een stille zijde bij woningen op gezondheid en welbevinden

Literatuur en aanbevelingen voor beleid

RIVM briefrapport 630650005/2013
E.E.M.M. van Kempen | A.J. van Beek

Colofon

ISBN:

© RIVM 2013

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

Elise van Kempen (Centrum Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid),
RIVM

Annemarie van Beek (Centrum Milieukwaliteit), RIVM

Contact:

Annemarie van Beek
annemarie.van.beek@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Ministerie IenM, KLG, in het kader van Swung-2 en valt onder het RIVM project Expertise Centrum Geluid M/630650/11/BX

Rapport in het kort

De invloed van een stille zijde bij woningen op gezondheid en welbevinden

Literatuur en aanbevelingen voor beleid

Hinder door verkeersgeluid neemt af als mensen beschikken over een stille zijde bij hun woning, oftewel een kant van een woning waar geen lawaaibronnen zijn. Dit vermindert ook het risico op ernstige slaapverstoring. Hinder bestaat uit gevoelens van onder andere afkeer, boosheid en onbehagen die kunnen optreden wanneer geluid iemands gedachten, gevoelens of activiteiten beïnvloedt. Door geluid kunnen ook gezondheidseffecten optreden, zoals slaapverstoring, hoge bloeddruk en hart- en vaatziekten. Beleid dat de aanwezigheid van een stille zijde bij woningen stimuleert kan het risico op hinder en slaapverstoring enigszins verminderen.

Dit zijn de belangrijkste resultaten en aanbevelingen van onderzoek van het RIVM naar de invloed van een stille zijde bij woningen op gezondheid en welzijn. Het aantal studies naar dit onderwerp is beperkt, maar de beschikbare resultaten wijzen eenduidig naar een positieve invloed van een stille zijde op hinder en slaapverstoring. De mate van invloed van stille zijden op hinder komt ruwweg overeen met een verlaging van het geluid aan de meest belaste zijde van woningen – doorgaans de voorkant – met 2 tot 8 decibel.

In Nederland bestaat er vanwege ruimtegebrek en economische motieven een druk om woningen te bouwen op locaties waar veel verkeersgeluid voorkomt. De geluidregelgeving bevat enkele mogelijkheden om van voorkeursnormen af te wijken, waarvoor het gemeentebestuur doorgaans de belangenafweging maakt.

Een geluidbelasting aan de straat of spoorzijde van woningen rond de voorkeursnormen of lager voorkomt gezondheidsklachten door geluid in grote mate. Omdat de voorkeursnormen niet altijd haalbaar worden geacht is het daarnaast aan te bevelen om, stille zijden bij woningen te bevorderen. Hiervoor zou niet alleen aan regelgeving moeten worden gedacht, want wettelijke verplichtingen kunnen niet meer dan een minimale kwaliteit vereisen. Door meer informatie te geven aan gemeenten en projectontwikkelaars over de positieve invloed van stille zijden en de akoestische kwaliteit die daarbij hoort, zullen ook projecten met hoge ambities voor de kwaliteit van de leefomgeving beter worden ondersteund. RIVM beveelt daarom aan om in geluidbeleid geharmoniseerde termen te gebruiken voor verschillen in kwaliteit van een 'stille zijde'. Momenteel gebruiken gemeenten eigen termen met een eigen kwaliteitseis.

Trefwoorden: stille zijde, stille gevel, (ernstige) hinder, (ernstige slaapverstoring), geluidbeleid

Abstract

The influence of a 'quiet side' on health and wellbeing

Literature and recommendations for policy

Annoyance caused by traffic, can be reduced by incorporating a 'quiet side' into the design of residential property. Doing so also reduces the risk of severe sleep disturbance.

Annoyance is a collective term for several negative reactions such as irritation, dissatisfaction, or anger which appear when noise disturbs someone's daily activities. Noise can also cause adverse health effects in the form of sleep disturbance, hypertension (high blood pressure) and cardiovascular disease. A policy to promote the inclusion of a quiet side in residential property can mitigate the risk of adverse effects.

These are the main conclusions and recommendations of a literature review conducted by the Netherlands Institute for Public Health and the Environment (RIVM), examining the influence on health and wellbeing of the quiet side concept in residential property. There has been relatively little research into this topic to date, but all available literature concludes that a quiet side does have a positive effect in terms of reducing severe annoyance and sleep disturbance. Research examining other health outcomes is too limited to allow any firm conclusions to be drawn. Overall, the effect of the quiet side is equivalent to a noise reduction of 2 to 8 decibels on the exposed side (usually the roadside frontage of a house or apartment building).

In the Netherlands, spatial and economic considerations often prompt residential development in locations that are subject to excess environmental noise. Although national legislation imposes norms, it also establishes situations in which those norms may be exceeded, usually at the discretion of the relevant local authority.

The most effective way in which to preclude negative health impact would be to reduce noise at the street side at the source or by other means. A policy which promotes the quiet side concept will be a useful adjunct. It is important to look beyond legal norms, which can do no more than guarantee a minimum level of quality. By providing adequate information about the positive effects of the quiet side concept to local authorities and developers, it becomes possible to aim for a significantly higher level of acoustic quality in the residential environment. RIVM recommends the adoption of specific terminology to express the quality differences offered within a quiet side concept. At present, local authorities tend to use various terms indiscriminately.

Keywords: quiet side, quiet facade, noise annoyance, sleep disturbance, noise policy

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave 5

Samenvatting 6

1	Inleiding 8
1.1	Vraagstelling 8
1.2	Achtergrond 8
1.3	Aanpak en inkadering onderzoek en leeswijzer 10
2	De stille zijde in bestaand beleid en regelgeving 12
2.1	Europa 12
2.2	Nederland 12
2.3	Maatregelen om stille, geluidluwe gevels te creëren 15
3	Onderzoeken naar de effecten van stille zijden 17
3.1	Methode 17
3.2	Effecten van stille zijden op welzijn en gezondheid 18
3.3	De mogelijke invloed van ruimtelijke kenmerken 22
3.4	De rol van andere woningkenmerken 23
4	Discussie 24
4.1	De literatuurstudie samengevat en besproken 24
4.2	Eenduidigheid over het begrip "stille zijde" ontbreekt 26
4.3	De rol van de kwaliteit van het gebied rondom de woning 27
4.4	Belangrijkste bevindingen van een workshop met deskundigen 27
4.5	Discussie en aanbevelingen naar aanleiding van workshop 28
5	Conclusies en aanbevelingen 30
5.1	Conclusies 30
5.2	Aanbevelingen voor beleid 30
6	Referenties 32
	Verslag Workshop 35

Samenvatting

Ernstige hinder door geluid komt minder vaak voor als mensen beschikken over een stille zijde. De resultaten van studies naar de invloed van een stille zijde op ernstige hinder zijn eenduidig: alle hebben als resultaat dat personen die in een woning met een stille zijde wonen, minder hinder rapporteren dan personen die daar niet over beschikken. Ook zijn er aanwijzingen gevonden dat deze personen minder slaapverstoring ondervinden en de geluidkwaliteit in en rondom hun woning positiever beoordelen.

Het bevorderen van stille zijden past daarom bij een (impliciete) doelstelling om hinder door geluid te voorkomen. De uitkomsten van deze literatuurstudie wijzen in voldoende mate op een mogelijkheid om negatieve gezondheidseffecten door geluid zoveel mogelijk te beperken, als aanvulling op de regelgeving voor geluid die zich richt op hoog belaste gevels. Uiteraard is daarbij de vraag hoe de inzichten het beste vorm kunnen geven aan beleid hiervoor. Dit rapport reikt enkele handvatten aan.

De bovenstaande conclusies zijn gebaseerd op een systematische review van de beschikbare literatuur over de invloed van een stille zijde bij woningen op gezondheidseffecten. Er zijn zes geschikte studies gevonden die eenduidig op een positief effect wijzen. De omvang van de gevonden effecten op hinder varieert echter enorm tussen de studies. Een inschatting is dat het effect van een stille zijde vergelijkbaar is met een verlaging van 2 tot 8 decibel van de hoogst belaste zijde van woningen. Voor slaapverstoring wordt de grootte van het effect geschat op 5-6 decibel.

Toch is de bewijslast voor gezondheid- en welzijnseffecten van stille zijden niet eenvoudig vast te stellen. Het aantal onderzoeken is beperkt en daar komt bij dat het begrip "stille zijde" in de verschillende studies op verschillende manieren is geoperationaliseerd. Dit maakt een volledig systematische vergelijking van de uitkomsten van de studies onmogelijk. Maar in de verschillende benaderingen komt eenduidig naar voren dat een stille zijde het optreden van hinder doet afnemen. Effecten op andere gezondheidseindpunten zijn echter nog nauwelijks onderzocht.

Op dit moment is het uitgevoerde onderzoek te beperkt om de achterliggende mechanismen bloot te leggen. Wel zijn er aanwijzingen gevonden dat de effectiviteit van een stille zijde verbetert naarmate de kwaliteit van het gebied rondom de woning hoger is.

Op basis van de eerste resultaten van de review is een workshop georganiseerd onder onderzoekers en beleidsmakers met als doel het inzichtelijk maken van bestaande kennis op het gebied van stille zijden, deze te beoordelen en hiaten in kennis inzichtelijk te maken. Uit de discussie die daar plaats vond bleek al duidelijk dat het niet eenvoudig is om inzichten uit de literatuur op te nemen in regelgeving.

In regelgeving met een verplichtend karakter lijkt een hoge kwaliteitseis voor een stille zijde niet haalbaar. Dit zou in enkele gevallen kunnen leiden tot dure extra geluidmaatregelen. Het vermoeden bestaat dat er daarom onvoldoende draagvlak voor regelgeving met zulke eisen zal zijn. Versoepelen van een eis of het stellen van niet al te strenge relatieve eisen lijkt dan een optie maar aandachtspunt is dan wel dat dit kan leiden tot situaties waarin een "stille zijde"

in feite niet eens voldoet aan bijvoorbeeld de richtlijnwaardes voor geluid van de WHO, die gelden voor de buitenwaarde in het algemeen.

In dit rapport doet RIVM de aanbeveling om niet alleen regelgeving met een verplichtend karakter als beleidsinstrument te overwegen. Bij een verplichtend karakter kan weliswaar een minimumkwaliteit verplicht worden gesteld, maar mogelijk kunnen op andere wijze verdergaande ambities worden gefaciliteerd. In dit rapport is een suggestie gedaan voor meer eenduidige terminologie voor stille zijden met verschillende kwaliteitseisen.

Beperking van geluidhinder kan het best worden bereikt met een sterke focus op de voorkeursnormen uit de regelgeving van geluid. De huidige voorkeursnorm van 50 dB L_{den} voor wegverkeersgeluid sluit goed aan op de richtlijnwaarde (van 40 dB L_{night}) die de WHO stelt. Bij bouwen tot de maximaal toegestane geluidniveaus wordt hier echter van afgeweken, met als gevolg dat geluidniveaus tot 15 dB hoger kunnen uitvallen (en in enkele gevallen nog meer).

Uit een ruwe kwantitatieve inschatting van de effecten van stille zijden blijkt dat deze inderdaad hinder kunnen beperken. Echter in situaties waarin woningen weliswaar een stille zijde hebben, maar een hoge geluidbelasting aan de straatzijde, is de kans op (ernstige) hinder en slaapverstoring nog altijd verhoogd. Een studie uitgevoerd in Eindhoven toonde bijvoorbeeld dat bij woningen met een geluidbelasting tussen 60 en 65 dB(A) L_{den} het percentage (ernstig) gehinderden ongeveer 6 % lager uitviel in de groep woningen met een stille zijde. Het percentage ernstig gehinderden bedroeg dan ongeveer 30% terwijl men in dezelfde studie tussen 45 en 50 dB(A) 10% (ernstig) gehinderden telde.

1 Inleiding

1.1 Vraagstelling

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) heeft aan het RIVM gevraagd om de huidige wetenschappelijke kennis over stille, geluidluwe gevels te inventariseren en inzicht te geven in de bestaande kennis op het gebied van de effecten op de gezondheid en welzijn van mensen in relatie tot stille, geluidluwe zijden. Verder is gevraagd om op basis van deze kennis operationele handvatten aan te reiken voor uitwerking van eventueel beleid.

Ter beantwoording van deze vraag is een systematische verkenning van de beschikbare literatuur uitgevoerd.

Om aan te sluiten op lopend onderzoek en om aangrijpingspunten voor beleid te vinden, zijn enkele experts benaderd door middel van een workshop. In deze workshop is enerzijds de kennis vanuit de literatuurstudie en uit lopend onderzoek aangereikt, anderzijds was er veel ruimte voor een discussie over de eventuele toepassing van deze kennis met de huidige beleidspraktijk. RIVM heeft op basis van de workshop enkele handvatten voor beleid geformuleerd.

Dit briefrapport is het product in het kader van kennisvraag "K+L-1.14.22 Swung-2 beleidsondersteuning".

1.2 Achtergrond

Momenteel werkt het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (I&M) in overleg met gemeenten en provincies aan een nieuwe regelgeving voor het geluid van industrie en wegverkeer op gemeentelijke en provinciale wegen. Dit proces staat ook wel bekend onder de naam Swung-2 (Samen Werken in de Uitvoering van Nieuw Geluidbeleid). Deze herziening van de regelgeving omvat onder meer de invoering van Geluidproductieplafonds (GPP's) voor provinciale wegen, en het reguleren van een eventuele toename van geluid langs gemeentelijke wegen. Een belangrijk uitgangspunt daarbij is dat de nieuwe regelgeving moet aansluiten bij de mogelijkheden die gemeenten en provincies daadwerkelijk hebben om maatregelen te treffen met betrekking tot geluid van wegverkeer (4).

Als onderdeel van Swung-2 wordt de geluidnormering voor geluidgevoelige bestemmingen (in het bijzonder de woningbouw) herzien. De regelgeving stelt normen voor de hoogst belaste zijde van bebouwing. De normstelling moet een groot spanningsveld overbruggen tussen de in Nederland gewenste haalbaarheid voor ruimtelijke ontwikkelingen en het optreden van gezondheidseffecten door geluid. Het gaat dan ook om een stelsel van normen. Dit stelsel wordt uitgebreider beschreven in hoofdstuk 2.

De kennis van het optreden van gezondheidseffecten door geluid is gerelateerd aan de geluidbelasting buiten bij de gevels van woningen, vaak is dit de hoogst belaste gevel. De WHO heeft in 2009 recente richtlijnwaardes opgesteld, speciaal gericht op de blootstelling aan geluid tijdens de nacht (3). Hierin wordt 40 dB $L_{\text{night, outside}}$ aanbevolen als algemene richtlijn. Deze richtlijnwaarde is gebaseerd op onderstaand overzicht waarin wordt aangegeven welke effecten er in de bevolking worden waargenomen bij de verschillende $L_{\text{night, outside}}$ waarden. Voor het optreden van ernstige gezondheidseffecten zoals hart- en vaatziekten bleek het bewijs beperkt.

Tabel 1.1 Overzicht van het optreden van gezondheidseffecten bij oplopende nachtelijke geluidniveaus (Bron: (3)).

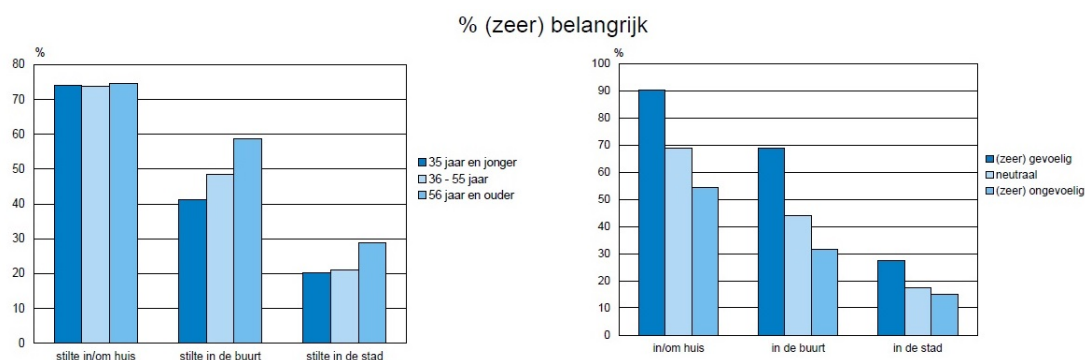
Jaargemiddelde geluidniveau tijdens de nacht op de buitengevel	Gezondheidseffecten die waar worden genomen in de bevolking
< 30 dB	Er worden geen substantieel biologische effecten waargenomen
30-40 dB	Een aantal effecten op de slaap worden waargenomen: motiliteit, ontwaakreacties, zelf-gerapporteerde slaapverstoring, verstoringen
40-55 dB	Nadelige gevolgen voor de gezondheid worden waargenomen (bv hoge bloeddruk)
55 dB+	Nadelige gevolgen voor de gezondheid komen vaak voor. Een groot deel van de bevolking ondervindt ernstige hinder en slaapverstoring. Er zijn aanwijzingen dat het risico op hart- en vaatziekten toeneemt

Het is echter bekend dat het al dan niet optreden van (ernstige) geluidhinder van meer aspecten afhankelijk is dan de geluidbelasting aan de voorzijde alleen. Bepaalde kenmerken van de woning of woonomgeving zijn mogelijk van invloed op het optreden van gezondheidseffecten, zoals het aanwezig zijn van een stille zijde bij woningen, gevelisolatie, aanwezigheid van andere geluidbronnen of van stille gebieden in de woonomgeving. Deze noemen we situationele factoren. Daarnaast kunnen ook persoonlijke en sociale factoren van invloed zijn op geluidhinder (5).

Het achterliggende idee lijkt plausibel: een geluidluwe of stille gevel bij woningen zou de negatieve effecten op gezondheid en welbevinden reduceren omdat bewoners minder blootgesteld worden. Dit is naar verwachting van invloed op de mate van hinder en/of slaapverstoring die mensen ondervinden door geluid (6).

Daarnaast stelt de Gezondheidsraad dat "stilte en rust" positieve gezondheidseffecten versterkt bij een verblijf in de tuin of een andere ruimte bij een woning waar mensen zich ontspannen. Op deze manier draagt stilte en rust bij aan het herstel van de negatieve gezondheidseffecten van geluid. Dit zou ook van toepassing kunnen zijn bij stille, geluidluwe gevels (6, 7).

Een onderzoek naar het belang van stille gebieden in de stad, uitgevoerd in de gemeente Amsterdam (8, 9), schetst dat een zeer groot deel van de respondenten stilte inderdaad belangrijk vindt. Men stelt met name belang in stilte in en om het huis. Stilte om de woning is hier in één zin genoemd met stilte in huis, dus hierin is achteraf geen onderscheid te maken. Wel toonde de enquête dat oudere respondenten en mensen die zelf hadden aangegeven "geluidgevoelig" te zijn, eveneens veel waarde hechten aan een stilte in de buurt.



Figuur 1.1 Het belang van stilte in huis, de buurt en de stad (Bron: (8)).

1.3

Aanpak en inkadering onderzoek en leeswijzer

De kern van dit onderzoek bestaat uit een literatuurstudie. Daarnaast heeft RIVM een workshop georganiseerd waarin experts in wetenschap en geluidbeleid hun visie over de eerste bevindingen van de literatuurstudie hebben gegeven. Dit rapport is tot stand gekomen parallel aan het Europese project "The positive effects of quiet facades and quiet urban areas on traffic noise annoyance and sleep disturbance" (Qside) (6). Recent onderzoek uit dit project is waar mogelijk ook betrokken in deze literatuurstudie, bovendien hebben (Nederlandse) experts uit Qside een bijdrage geleverd aan de workshop. De conclusies en aanbevelingen uit dit rapport zijn echter onafhankelijk van het project Qside tot stand gekomen.

Het onderzoek is gericht op de kennis van een stille buitenruimte aangrenzend aan de woning, vaak gespecificeerd door de geluidbelasting aan de gevel van de stille (stilste) zijde van woningen. En niet op de invloed van stille plekken in de grotere omgeving van woningen. Deze keuze sluit aan op de regelgeving die is gericht op vermindering van blootstelling aan geluid door het reduceren geluidniveaus op gevels van woningen (en andere geluidgevoelige bestemmingen).

In Engelstalige literatuur wordt de term "quiet side" of "quiet facade" gebruikt. Dit blijkt geen vastomlijnd begrip te zijn. Het is een concept dat naar voren komt in onderzoeken en beleid en dat daarin verschillend wordt benaderd. De term "stil" (in Engels "quiet") is een begrip dat verwijst naar beleving van de omgeving. Hierin spelen meer facetten van die omgeving een rol dan het geluidniveau alleen. In Nederlandstalige beleidsdocumenten wordt ook wel de term "geluidluwe gevel" gebruikt. Dit verwijst naar een gevel die (relatief) weinig wordt blootgesteld aan geluid.

In dit onderzoek omvatten we in eerste instantie de begrippen "stille zijde", "stille gevel" en "geluidluwe gevel" en beschrijven dit afgeleid van de meest voorkomende benaming in de Engelstalige literatuur als "stille zijde". Het Nederlandse beleid kent ook het begrip "dove gevel". Dit verwijst niet naar het concept van een stille gevel, maar naar extra eisen die aan een gevel worden gesteld ten aanzien van te openen delen en geluidisolatie, zodat de gevel mag worden uitgesloten van de regelgeving voor geluid. Overigens was het literatuuronderzoek daarnaast nog breder van opzet. Ook hebben we literatuur gezocht op basis van andere begrippen zoals de situering van verblijfruimten in huis ten opzichte van de bron van geluid. Voor andere factoren zoals

bijvoorbeeld gevelisolatie bleek er vooralsnog weinig literatuur voor handen (10).

De aanwezigheid van meerdere geluidbronnen is gerelateerd aan een stille zijde bij woningen. Immers, hoe meer bronnen van geluid, hoe kleiner de kans dat een deel van de woning een stille zijde heeft. Meerdere bronnen van geluid kunnen leiden tot extra hinder. Dit cumulerende effect van verschillende bronnen van geluid is geen specifiek onderdeel van dit rapport. Uit een inventarisatie van RIVM blijkt er weinig tot geen overlap in de achterliggende literatuur.

Leeswijzer

In dit overzicht zal een beschrijving worden gegeven van de bestaande kennis op het gebied van de effecten van stille zijden bij woningen op de gezondheid en het welzijn van mensen. Ter introductie wordt ingegaan op hoe stille zijdes momenteel in het beleid en in de wet- en regelgeving zijn verankerd (hoofdstuk 2). Hoofdstuk 3 bevat een beschrijving van de resultaten uit de diverse onderzoeken uit de literatuurstudie. Hoofdstuk 4 bevat een discussie van de resultaten en een samenvatting van de workshop. Dit rapport sluit af met conclusies en aanbevelingen in hoofdstuk 5.

2 De stille zijde in bestaand beleid en regelgeving

2.1 Europa

In het Europese geluidbeleid en regelgeving spelen stille zijden een zeer beperkte rol: in de Europese Richtlijn Omgevingslawaai (END) wordt om een inventarisatie gevraagd van woningen met "stille gevels" (11). De END is gericht op de evaluatie en beheersing van omgevingslawaai, en is sinds 2004 ook in Nederland van kracht als onderdeel van de Wet Geluidhinder (Wgh). In de END wordt de inventarisatie van de blootstelling aan omgevingslawaai door middel van geluidbelastingkaarten, aangemerkt als één van de instrumenten ter bestrijding van de schadelijke gevolgen van omgevingslawaai. In dat kader verwijst de END ook naar het begrip "stille gevel". D.w.z. "de gevel van een woning waarop de L_{den} -waarde van lawaai uit een specifieke bron 4 meter boven de grond en 2 meter voor de gevel meer dan 20 decibel lager is dan die van de gevel met de hoogste L_{den} -waarde"(11). Als onderdeel van het opstellen van de geluidbelastingkaarten zijn de lidstaten verplicht om ook het aantal woningen te rapporteren met een stille gevel. In de eerste tranche van geluidkaarten die in 2007 werden opgeleverd, is dat echter nog niet gebeurd. Een korte inventarisatie van geluidkaarten die zijn aangeleverd in het kader van de tweede tranche, leert dat dit waarschijnlijk nog steeds niet het geval is (12).

2.2 Nederland

Woningen worden vaak in de buurt van wegen gebouwd en soms ook in de buurt van spoorwegen of industrie. De geluidniveaus op deze locaties liggen soms hoger dan de wettelijk vastgelegde voorkeurswaarde. (Zie tekstbox "normenstelsel"). Wanneer dat het geval is, kan er worden afgeweken van deze voorkeurswaarde onder het volgen van een procedure. In het huidige beleid is dit een "hogere waarde" procedure. (zie tekstbox "Procedure besluit hogere waarde").

Gemeenten stellen daarbij soms aanvullende eisen om geluidsoverlast toch zoveel mogelijk te beperken. Deze eisen verwijzen regelmatig naar een stille zijde, al is de definitie en benaming per gemeente verschillend. Deze paragraaf beschrijft het huidige beleid van de gemeente Amsterdam, Utrecht en Rotterdam waarbij de benaming van de gemeente is overgenomen.

Zo heeft de gemeente Amsterdam bijvoorbeeld bepaald dat woningen waar de te verwachte geluidniveaus hoger liggen dan de wettelijke voorkeursnormen, in principe dienen te beschikken over een stille zijde. Dit is een gevel of geveldeel met een geluidsbelasting van maximaal de voorkeurswaarde (voor geluid van wegverkeer bedraagt deze momenteel nog 48 dB(A) L_{den}) (13).

Ook de gemeentes Utrecht en Rotterdam hanteren aanvullende eisen. Wanneer de gemeente Utrecht toestemming geeft om op geluidbelaste locaties te bouwen in woongebieden, mag dat onder de voorwaarde dat de woningen die daar gebouwd worden beschikken over tenminste één gevel met een lager geluidsniveau (en deze wordt aangeduid als een geluidluwe zijde). Het geluidsniveau op deze gevel mag dan niet hoger zijn dan de voorkeurswaarde voor elk van te onderscheiden geluidsbronnen. Daarnaast moeten de woningen beschikken over voldoende verblijfsruimte(n) aan de zijde van deze geluidluwe gevel. En als de woningen beschikken over een buitenruimte, dan moeten deze bij voorkeur zijn gelegen aan de geluidluwe zijde (14).

De Gemeente Rotterdam stelt iets minder strenge eisen aan de geluidluwe gevel van een nieuw te bouwen woning: als het gaat om wegverkeer, mag het geluidsniveau op deze gevel niet hoger bedragen dan 53 dB (L_{den}). Daarnaast moet de woning tenminste een geluidluwe buitenruimte hebben (15).

In het kader van SWUNG wordt, naast een eventuele aanpassing van de normen voor woningbouw langs rijkswegen ook gekeken naar de toekomstige rol van uitzonderingsbepalingen zoals de procedure "hogere waarden". In de toekomst is het de bedoeling dat met betrekking tot de nieuwbouw van woningen op geluidbelaste locaties, afwegingen worden gemaakt in ruimtelijke ordening procedures.

Normen

De regelgeving stelt normen voor de hoogst belaste zijde van woningen en daarnaast ook voor binnenwaarden. Per geluidsbron is zowel een ondergrens als een bovengrens bepaald waarbinnen een bestuurlijke afweging kan plaatsvinden, meestal op lokaal niveau. De regelgeving hanteert dus een stelsel van normen.

Voor nieuwe woningen of nieuwe geluidbronnen wordt een zogenoemde voorkeurswaarde als ondergrens gehanteerd. Ruimtelijke ontwikkelingen waarbij deze ondergrens niet wordt overschreden kunnen (voor wat betreft geluid) zonder meer plaatsvinden.

Voor zover de ondergrens wél wordt overschreden kan een gemeente overwegen om hiervoor op woning of planniveau een ontheffing te verlenen, zij voeren dan de Procedure hogere waarde uit (zie aparte tekstbox). Als de bovengrens niet kan worden gewaarborgd dan biedt alleen de Interimwet steden-milieubenadering een uitkomst of het bouwen met zogenoemde "dove gevels", deze laatsten hoeven niet aan de normen te voldoen.

De uitwerking van het bovenstaande principe heeft geleid tot veel complexiteit in het normstelsel. Ten eerste omdat voor verschillende soorten bronnen getalsmatig verschillende normen gelden. Hieraan ligt het verschil in hinderlijkheid aan ten grondslag, maar ook het verschil in ruimtelijke impact. Zo is bijvoorbeeld voor railverkeer is de ondergrens soepeler dan voor wegverkeer omdat het minder hinderlijk is.

De ruimtelijke impact is zwaarwegend geweest in de normstelling voor de bovengrenzen. Deze werd soepeler gekozen waar het moest en strenger waar het kon. Dit heeft geleid tot uitsplitsing van verschillende bovengrenzen voor verschillende situaties, bijvoorbeeld voor binnenstedelijk en buitenstedelijk wegverkeer.

In het lopende traject Swung-2 wordt het normstelsel vereenvoudigd door het onderscheid tussen verschillende situaties te laten vervallen in plaats daarvan zoveel mogelijk één bovengrens per bron te hanteren. Dit volgt op de eerste stap van de aanpassing van de normen in het kader van Swung-1. Dit betrof de normen die worden gesteld in het kader van de geluidproductieplafonds bij rijkswegen en spoorwegen. Voor wegverkeer bedraagt de voorkeurswaarde 50 dB L_{den} en de maximale waarde 65 dB L_{den} . De staatssecretaris heeft in een brief aan de tweede kamer (d.d. 28 maart 2013) geschetst hoe in de uitwerking van Swung-2 de normen voor woningbouw er uit zullen gaan zien (Kamerstuk 32252, nr.52). Voor het bouwen bij rijkswegen wordt uitgegaan van eenzelfde voorkeurswaarde, de maximale waarde zal 57 dB L_{den} bedragen, maar een gemeente kan deze in haar beleid bijstellen tot 60 dB L_{den} .

Over de hoogte van de te hanteren voorkeurswaarden en maximale waarden voor geluidgevoelige objecten nabij decentrale infrastructuur vindt nog overleg plaats.

In de huidige regelgeving zijn de maximale normen voor bouwen bij decentrale wegen hoger dan voor de rijkswegen, ze liggen rond 65 dB L_{den} .

De voorkeurswaarde voor wegverkeersgeluid is redelijk in overeenstemming met de richtlijnwaarde van 40 dB $L_{night, outdoor}$ van de WHO (3).

Procedure besluit hogere waarde

Sinds 1 januari 2007, moet de desbetreffende gemeente of provincie vanuit de Wet Geluidhinder, bepalen of, en onder welke voorwaarden, er toch woningen mogen worden gebouwd op deze geluidbelaste locaties. In de praktijk wordt dit proces ook wel aangeduid als de "Procedure besluit hogere waarde" (1).

Als onderdeel van deze procedure moeten gemeentes laten onderzoeken of en welke geluidsreducerende maatregelen er mogelijk zijn om te zorgen dat de verwachte geluidniveaus op de geluidbelaste locatie toch aan de norm voldoen, zodat er toch gebouwd kan worden (2). Wanneer blijkt dat geluidsreducerende maatregelen niet mogelijk zijn, maar de gemeente wel toestemming geeft om op de geluidbelaste locatie te bouwen, worden vaak aanvullende eisen gesteld aan de te bouwen woningen. Sinds 2007 dient een ontheffing te worden vastgelegd in het kadaster.

In het lopende traject Swung-2 zal de hogere waarde procedure vervallen.

2.3 Maatregelen om stille, geluidluwe gevels te creëren

Sinds de jaren tachtig zijn er diverse oplossingen bedacht en al toegepast om geluidluwe gevels te creëren en zo toch woningen te kunnen bouwen op plekken met hoge geluidbelasting. Denk bijvoorbeeld aan oplossingen op gebouwniveau zoals een gesloten uitvoering van de bebouwing, het realiseren van een hofjesstructuur, of het gebruik maken van hoogteverschillen. Ook op woningniveau kan er veel gedaan worden: zo is het beter om ervoor te zorgen dat slaapkamers zoveel mogelijk worden gelegen aan de zijde waar de laagste geluidbelasting optreedt.

De beleidsnota van de gemeente Amsterdam (13) benoemt ook maatregelen die zijn verbonden met stille gevels, in het geval dat deze niet vanzelf aanwezig zijn. Het doel van deze voorzieningen is woningen te realiseren met verblijfsruimten, met name de slaapkamers, die op een natuurlijke wijze geventileerd kunnen worden zonder dat het geluidsniveau in de woning de wettelijke binnenwaarde overschrijdt. Het ontwerp van de woonplattegronden zal op dit uitgangspunt gebaseerd moeten worden.

Er wordt in de Amsterdamse nota verder op gewezen dat (in plaats van een geheel stille gevel) er een stil geveldeel kan worden gerealiseerd door bouwkundige voorzieningen zoals verhoogde borstweringen op de balkons of aangepaste bouwvormen. Ook is een oplossing in de vorm van serres of afsluitbare loggia's mogelijk. Woningen met een dove of geluidswerende gevel dienen altijd over een stille gevel of stil geveldeel te beschikken, behoudens zeer uitzonderlijke gevallen zoals tijdelijke situaties.

In de toolbox "Bouwen op geluidbelaste locaties" die de gemeente Rotterdam heeft laten ontwikkelen ter ondersteuning van ontwikkelaars, stedenbouwkundigen e.d. wordt een overzicht gegeven van mogelijke stedenbouwkundige en bouwkundige oplossingen om tot een geluidluwe gevel te komen. Deze tabel kwantificeert maatregelen om voor de hoogst belaste zijde te kunnen voldoen aan normen. Maar vrijwel dezelfde maatregelen kunnen worden toegepast om een (additionele) stille zijde bij woningen te creëren. Volgens dit overzicht kan men door de vorm van een gebouw en de oriëntatie van ruimtes in een woning, verschillen tot 20 decibel creëren (16). Een eerdere inventarisatie van de Working Group "Abatement" (2002) van de Europese Commissie, kwam met vergelijkbare resultaten (17).

Tabel 1. Geluidreducerend effect van oplossingen tbv het creëren van geluidluwe gevels (Bron: (16)).

Type oplossing	Geluidreducerend effect per oriëntatie t.o.v. rijlijn (in decibels)		Maximale toelaatbare geluidbelasting voor deze oplossing, uitgaande van ontheffing tot 53 decibel **	
	Parallel	Loodrecht	Parallel	Loodrecht
Terrasgevel	5	5	58	60
Niet haakse gevel (8A)	0	3-5	53	58-60
Getrapte gevel (8B)	0	10-12	53	
Zaagtandgevel	0	5-8	53	60-63
Afschermdende Galerij (open)	5	5	58	60
Dicht scherm voor gehele gebouw (11A)	10-15	10-15	63-68	63-68
Afgesloten galerij (11B)	20	20	73	73
Couliesseschermd (11C)	6	10	59	63
Geluidwalwoning	10-12	10-12	63-65	63-65
Portiekwoning	Voldoet*	Voldoet*	>63	>63
Loggia	5	8-10	58	61-63

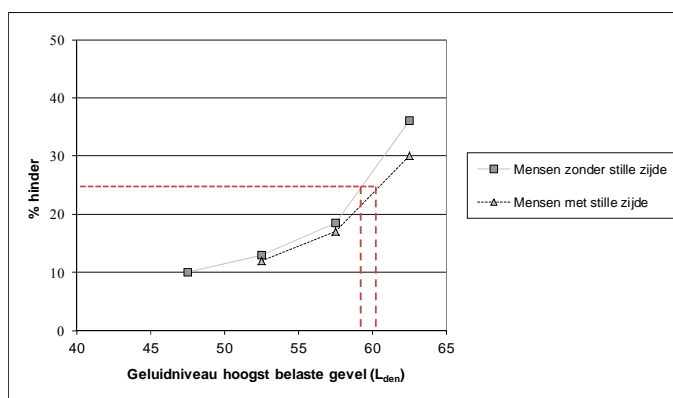
3 Onderzoeken naar de effecten van stille zijden

3.1 Methode

Om tot een zo compleet mogelijk overzicht te komen is een systematische review van de literatuur uitgevoerd. Daarbij is gezocht naar observationele studies die vanaf 1970 tot 2012 zijn gepubliceerd in het Engels of Nederlands, en waarin de effecten van stille gevels op het welzijn en gezondheid van mensen is onderzocht in relatie tot geluid van wegverkeer.

In de eerste plaats is het databestand SCOPUS doorzocht. Daarnaast zijn vaktijdschriften, rapporten en congresverslagen op het gebied van geluid en gezondheid handmatig doorzocht. Ook hebben we navraag gedaan bij een van de internationale deskundigen op het gebied van de effecten van geluidluwe gevels op mensen (18). Ten slotte hebben we in de relevante literatuur op het gebied van geluid en gezondheid de referenties nader bekeken en gezocht naar additionele studies. Helaas leverde dit slechts 5 studies op. Daarom is besloten om ook een korte inventarisatie te maken van studies die het effect van een stille gevel op een *indirecte* manier hebben onderzocht. Besloten is om ook een aantal studies te beoordelen die bij hun onderzoek naar de relatie tussen geluid van wegverkeer en welzijn en gezondheid specifiek rekening hebben gehouden met zaken als ligging van de slaapkamer, het type woning, het type beglazing, en het bouwjaar van de woning. De invloed van geluidisolatie is verder niet meer bekeken, aangezien er vooralsnog weinig tot geen literatuur op dit gebied voorhanden was.

Als onderdeel van het literatuuronderzoek is een eerste poging gedaan om het effect van het hebben van een stille gevel te kwantificeren. Daartoe is gekeken naar de horizontale verschuiving in decibel van de relatie tussen het geluidniveau aan de hoogst belaste gevel en het betreffende eindpunt (hinder, slaapverstoring) (zie ook figuur 3.1). Bijvoorbeeld: In figuur 3.1 wordt de relatie tussen geluid van wegverkeer (L_{den}) en hinder weergegeven voor mensen met en mensen zonder stille zijde. Uit de figuur kan worden afgeleid dat de invloed van de stille zijde ongeveer overeenkomt met een horizontale verschuiving van de relatie tussen geluid en het percentage ernstige hinder van 2 decibel.



Figuur 3.1. Het effect van het hebben van een stille gevel op hinder (afgeleid uit: (19).

3.2 Effecten van stille zijden op welzijn en gezondheid

Er zijn momenteel slechts zes studies beschikbaar waar in het effect van het hebben van een stille zijde is onderzocht (zie ook tabel 3.1). Het betreft drie dwarsdoorsnede onderzoeken, twee interventie studies en een secundaire analyse (19-28). Het aantal deelnemers in deze studies varieerde van 100 tot 19.000 personen. Binnen de studies is het effect van een stille zijde op verschillende eindpunten onderzocht; daarbij is vooral het effect op hinder en slaapverstoring onderzocht. Effecten als zelfgerapporteerde gezondheid zijn nauwelijks onderzocht. Een van de studies is in Nederland uitgevoerd; een tweede in België en rest van de studies zijn in Zweden uitgevoerd. Daarnaast heeft Miedema (1992) begin jaren negentig de data op persoonsniveau van een aantal Nederlandse en Europese studies die de relatie tussen geluid van wegverkeer en hinder onderzochten, gebruikt om het effect van het hebben van een stille zijde te onderzoeken.

Tabel 3.1. Kenmerken van studies die het effect van een stille zijde hebben onderzocht

Studie (Referentie)	Studielokatie(s)	Studie opzet [†]	Deelnemers		Uitkomstmaat [‡]
			N	Leeftijd (jr.)	
Miedema (26)	Dordrecht, Amsterdam, Duitsland, Arnhem, Frankrijk, Ierland	1	5144	-	A
GLOBE (19)	Eindhoven	2	18973	15-74	A
SSHP (27)	Stockholm, Göteborg	2	956	18-75	A, B, C, D
Bomgatan (24)	Göteborg (Bomgatan), Zweden	3	55 in 2006; 77 in 2011	18-75	A, D, E
Partille (28)	Göteborg (Partille), Zweden	3	160 in 2004; 153 in 2009	18-75	A, E
Renterghem (20)	Gent, België	2	100	18 jr en ouder	A, D

[†] 1 = secundaire analyse, 2 = dwarsdoorsnede studie, 3 = interventiestudie; [‡] A = Hinder, B = Verstoring van activiteiten, C = gezondheidsklachten; D = effecten op slaap, E = perceptie van het geluid; Afkortingen: SSHP = Soundscape Support to Health Project, GLOBE = Acroniem voor Health and Living Conditions of the Population of Eindhoven and Surroundings, N = aantal deelnemers, jr. = jaar;

Effecten op hinder

Alle studies hebben het effect van een stille zijde op hinder onderzocht. De resultaten worden samengevat in tabel 3.2. Uit de tabel blijkt dat het begrip stille zijde op twee verschillende manieren is geoperationaliseerd. In de analyses van Miedema (1992), van Van Renterghem & Botteldooren (2012) en in de GLOBE-studie werd het begrip stille zijde steeds geoperationaliseerd door naar het relatieve verschil in geluidniveau (uitgedrukt als $L_{Aeq24hr}$ of L_{den}) tussen de hoogst en laagst belaste gevel te kijken (19, 20, 26). In de drie Zweedse studies (21-25, 27) is men bij het operationaliseren van het begrip "stille zijde" uitgegaan van de zogenaamde "soundscape" benadering (7, 29): in deze benadering wordt geluid juist beschouwd als een hulpbron ("resource"). De focus ligt meer op gewenste geluiden en de effecten daarvan. Het doel is er voor te zorgen dat gewenste geluiden niet worden gemaskeerd door ongewenste geluiden. Variatie in gewenste en ongewenste geluiden is dan ook van belang,

waarbij het geluidniveau van ongewenste geluiden niet te hoog mag zijn. Met deze benadering in het achterhoofd, beschikte een woning in de Zweedse studies (21-25, 27) over een "stille zijde" wanneer de woning over tenminste één gevel beschikte waar het totale geluidniveau (uitgedrukt als $L_{Aeq, 24hr}$) veroorzaakt door wegverkeer en andere versturende geluidbronnen op twee meter voor de gevel minder dan 48 dB was. Afhankelijk van de verdeling van het verkeer over het etmaal is dit vergelijkbaar met 50-52 dB L_{den} . Volgens de Zweedse onderzoekers verwijst het begrip "stille zijde" naar een omgeving die vrij is van verkeer en andere mechanische geluiden (bv. koelssystemen, airconditioners), zodat menselijke en natuurlijke geluiden (bv. een gesprek, het ritselen van de blaadjes in de wind) kunnen domineren in het geheel van geluiden. Geluidniveaus van bijvoorbeeld 55 dB ($L_{Aeq, 24hr}$) door verkeer worden als hoog beschouwd, omdat geluid van verkeer dan zal domineren (18).

Tabel 3.2 Het effect van het hebben van een stille gevel op hinder uitgedrukt in aantal decibellen

Studie (referentie)	Soort gebruikte definitie stille zijde ^{*)}	Geschatte horizontale verschuiving in decibel
Miedema (26)	A	Snelwegverkeer: 3-4 dB, waarbij effect toeneemt bij toename van geluidniveau aan hoogst belaste gevel Overige verkeer: 5-6 dB, waarbij het niet zoveel uitmaakte hoe hoog het geluidniveau aan de hoogst belaste gevel was
GLOBE (19)	A	Ongeveer 2 dB, waarbij effect eerst afneemt en dan weer toeneemt bij toename van geluidniveau aan hoogst belaste gevel
SSHP (27)	B	4 – 4,5 dB waarbij het niet zoveel uitmaakte hoe hoog het geluidniveau aan de hoogst belaste gevel was
Bomgatan (24)	B	8 dB
Partille (28)	B	Onbekend
Renterghem (20)	A	Onbekend

^{*)} A = Verschil in geluidsniveau tussen de hoogst en laagst belaste gevel, B = Definitie uitgaande van soundscape benadering

Uit alle studies bleek dat personen die een woning hadden met een stille zijde, minder hinder rapporteerden dan personen die geen woning met een stille zijde hadden. De gevonden effectgroottes varieerden tussen de studies en komen overeen met een verschuiving van 2 tot 8 decibel. Daarbij was het voor de interventie studies (24, 28) en de Belgische studie (20) lastig, zo niet mogelijk om het effect van een stille zijde te kwantificeren: Zo werden in de Partille studie reducties in geluidniveau ($L_{Aeq, 24hr}$) bereikt van respectievelijk 8 dB aan de hoogst belaste gevel, en 7 dB aan de laagst belaste gevel ten gevolge van aanpassingen aan gebouwenblokken (zie ook figuur 3.2) (28). Helaas werden de geluidniveaus aan de laagst belaste gevel nog steeds niet laag genoeg om volgens de Zweedse onderzoekers te spreken van een "stille" zijde (28). In de Bomgatan studie lukte het door middel van het plaatsen van een nieuw gebouwenblok, een stille gevel te creëren bij een bestaand gebouwenblok (24) (figuur 3.3). Als gevolg van de interventies werden er aanzienlijke reducties in hinder waargenomen; ondanks de gepleegde interventies bleef het percentage

hinder redelijk hoog (24, 28). Doordat het aantal deelnemers in de interventie studies klein was, is de zeggingskracht van de resultaten van deze studies klein. Een ander punt van zorg is dat nogal wat deelnemers (39 en 91%) tijdens de follow-up zijn niet meer deelnamen aan het onderzoek. Dit kan mogelijk van invloed zijn geweest op de validiteit van de interventiestudies.



Figuur 3.2. Situatie voor- en na de interventie bij een gebouwenblok in de Partille studie (Bron: (28)).



Figuur 3.3. Situatie voor- en na de interventie bij een gebouwenblok in de Bomgatan studie (Bron: (24)).

Uit tabel 3.2 blijkt tenslotte dat op basis van de resultaten kan niet worden vastgesteld voor welke gebruikte definitie van stille zijde nu het sterkste effect is te verwachten. Bovendien is het aantal studies klein en zijn de marges rondom de vastgestelde effecten groot.

Effecten op slaap

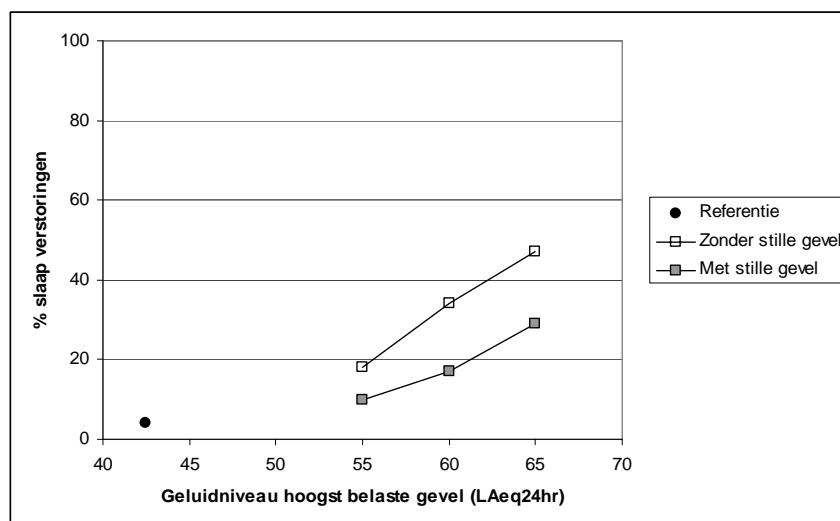
In twee Zweedse studies en de Belgische studie werden ook de effecten op de slaap onderzocht (20, 24, 27). Er werd gevraagd naar (i) problemen bij het inslapen, (ii) ontwaken, (iii) slaapkwaliteit en (iv) slaapverstoring. De resultaten van deze studies staan samengevat in tabel 3.3

Tabel 3.3 Het effect van het hebben van een stille zijde op slaapverstoring uitgedrukt in decibel.

Studie (referentie)	Soort gebruikte definitie stille zijde	Geschatte horizontale verschuiving in dB
Miedema (26)	A	-
GLOBE (19)	A	-
SSHP (27)	B	Ca 6 dB
Bomgatan (24)	B	Voor ramen open: Ca 5 dB Voor ramen dicht: niet kwantificeerbaar maar wel veel groter dan 5 dB
Partille (28)	B	-
Renterghem (20)	A	-

*) A = Verschil in geluidsniveau tussen de hoogst en laagst belaste gevel, B = Definitie uitgaande van soundscape benadering

Uit de resultaten van de studies blijkt dat mensen die in een huis met een stille zijde wonen, minder vaak in hun slaap worden gestoord door geluid dan mensen die in een huis zonder stille zijde wonen (figuur 3.4). De grootte van het effect wordt geschat op 5-6 dB. Bovendien blijkt het effect het sterkste te zijn bij de groep respondenten die hun ramen tijdens de nacht gesloten hielden. Uit de analyses van het Zweedse Soundscape Support to Health Project (SSHP) blijkt bovendien dat mensen die in een woning met een stille zijde wonen, significant minder vaak vermoeid zijn dan mensen die in een woning wonen zonder stille zijde (27).



Figuur 3.4 Het effect van het hebben van een "stille gevel" op slaapverstoring in de SSHP (Bron: (27)).

Effecten op perceptie van het geluid

Uit de resultaten van de twee Zweedse interventie studies bleek dat de akoestische kwaliteit binnen- en buitenshuis verbeterde ten gevolge van de interventies: zo vonden de mensen de geluidskwaliteit binnenshuis meer ontspannend; ook gaven ze aan binnenshuis vaker stilte te kunnen ervaren. Het geluid van wegverkeer was meestal nog steeds dominant; toch gaven mensen

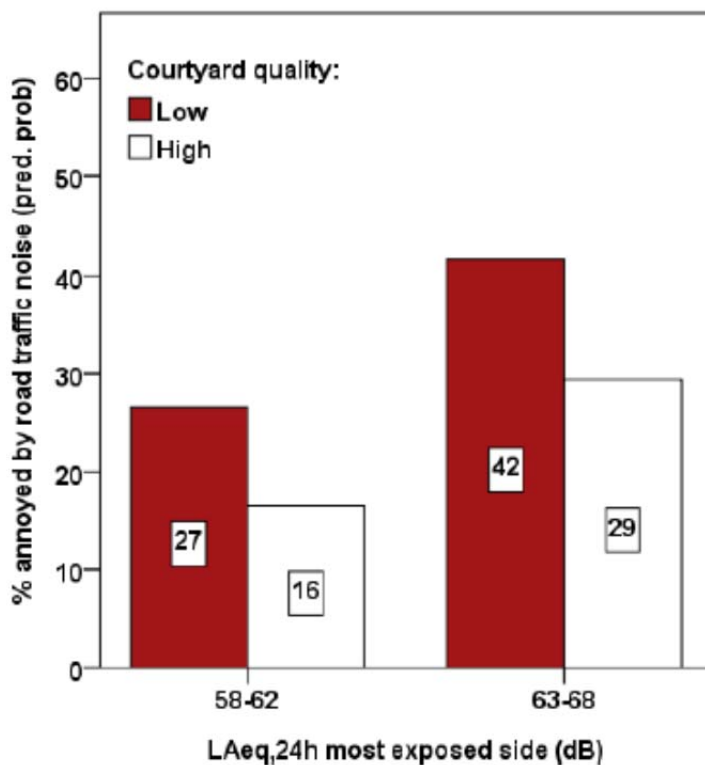
aan na de interventie vaker natuurlijke geluiden te horen. In deze studies waren de mensen steeds hun eigen controle. Echter, door het kleine aantal deelnemers, is de zeggingskracht van de resultaten van deze studies niet groot.

3.3 De mogelijke invloed van ruimtelijke kenmerken

In het Zweedse SSHP is in een aantal aanvullende analyses een poging gedaan om ook te kijken naar de mogelijke invloed van ruimtelijke kenmerken van het gebied rondom de woning (22, 23).

Uit de analyses bleek dat zowel ervaren toegang tot groene gebieden vanuit de woning, als het hebben van een stille zijde, van invloed waren op de gerapporteerde hinder: deelnemers met een stille zijde en een goede toegang tot een groen gebied rapporteerden minder hinder door geluid van wegverkeer thuis dan deelnemers met een stille zijde en een minder goede toegang tot een groen gebied dan wel de deelnemers zonder stille zijde. Deze verschillen waren echter niet statistisch significant. Voor hinder door geluid van wegverkeer buitenshuis werden vergelijkbare resultaten gevonden (23).

In een tweede aanvullende analyse van het SSHP werd onderzocht wat de invloed is van de fysieke kenmerken van een tuin die grenst aan een stille gevel. Uit de analyse bleek dat het percentage hinder in de groep deelnemers die over een tuin beschikte met een hoge fysieke kwaliteit steeds lager was dan in de groep deelnemers die over een tuin beschikte met een lage fysieke kwaliteit (22, 23).



Figuur 4. Het percentage hinder door geluid van wegverkeer thuis in relatie tot het geluidniveau op de hoogstbelaste gevel de fysieke kwaliteit van de tuin (Bron: (22)).

3.4 De rol van andere woningkenmerken

In de literatuur werden ook studies gevonden die het effect van een stille zijde hebben onderzocht, door te onderzoeken wat het effect is van woningkenmerken zoals de ligging van de slaapkamer op de relatie tussen geluid en gezondheid. In tabel 3.4 wordt een overzicht gegeven van een aantal studies uit de afgelopen 20 jaar (30-39). Dit is geen uitputtend en volledig overzicht.

Tabel 3.4 Studies die het effect van woningkenmerken hebben onderzocht

Studie (referentie)	Locatie	Studieopzet*	Aantal deelnemers	Onderzocht kenmerk†	Uitkomstmaat‡
Öhrström, '93 (38)	Göteborg	1	369	1	A, B
Bluhm, '07 (33)	Stockholm	1	667	1, 2, 3, 4	A, B, C
Tyrol "TRANSIT" (36)	Wipptal, Inntal	1	1989	1	C
UIT-II studie (36)	Inntal	1	572	1	C
"ALPNAP" (36)	Inntal	1	1653	1	C
Meijer, '85 (37)	Amsterdam	1	3445	1, 2	A, B
Bodin, '09 (35)	Skania	1	24238	5	A, B, C
Selander (39)	Stockholm	2	3666	1, 3	D
Babisch '99 (32)	Caerphilly, Speedwell	3 (t=6)	3950	1	D
NFIS (30, 31)	Noorwegen	4	637 (vooraf), 415 (na)	1	A

* 1 = dwarsdoorsnede studie, 2 = patiëntcontrole studie, 3 = follow-up studie, 4 = interventiestudie; † 1 = ligging slaapkamer, 2 = type woning, 3 = type beglazing, 4 = bouwjaar woning, 5 = slaapverstoring; ‡ A = hinder, B = Effecten op slaap (incl. slaapverstoring), C = (hoge) bloeddruk, D = Myocard infarct/ischemische hartziekten; Afkortingen: NFIS = Norwegian Facade Insulation Study

In deze studies zijn, in het bijzonder voor de ligging van de slaapkamer, aanwijzingen gevonden dat personen wier slaapkamer aan de rustige zijde van de woning is gelegen, minder hinder en slaapverstoring rapporteren, en een lager risico hebben op hoge bloeddruk. Ook zijn er in enkele studies aanwijzingen gevonden dat de relatie tussen geluid en hoge bloeddruk minder sterk is voor personen wier slaapkamer aan de rustige zijde van de woning is gelegen. Het achterliggende idee is dat de blootstelling aan geluid tijdens de nacht lager is, wanneer de slaapkamer aan de rustige kant van de woning is gelegen in plaats van aan de straatkant. Mensen zullen daardoor minder vaak worden gestoord in hun slaap, wat ook weer ten goede komt aan hun gezondheid. Voor woningkenmerken als type woning en type beglazing waren de effecten minder eenduidig.

4 Discussie

4.1 De literatuurstudie samengevat en besproken

Uit de resultaten van studies die de effecten van stille gevels op welzijn en gezondheid hebben onderzocht (19, 21-24, 26-28), blijkt dat personen die een woning hadden met een stille zijde, minder hinder rapporteerden dan personen die geen woning met een stille gevel hadden. De gevonden effectgroottes varieerden tussen de studies en komen overeen met een verschuiving van 2 tot 8 decibel.

Ook blijkt dat mensen die in een huis met een stille zijde wonen, minder vaak in hun slaap worden gestoord dan mensen die in een huis zonder stille zijde wonen. De grootte van het effect wordt geschat op 5-6 dB.

Verder blijkt de geluidkwaliteit zowel binnen- als buitenshuis te verbeteren nadat een stille zijde was gecreëerd. Effecten als gezondheidsklachten zijn niet of nauwelijks onderzocht.

De resultaten zijn consistent met bevindingen in studies die de effecten van een aantal woningkenmerken hebben onderzocht (30-39): In deze studies zijn aanwijzingen gevonden dat personen wier slaapkamer aan de rustige zijde van de woning is gelegen, minder hinder en slaapverstoring rapporteren, en een lager risico hebben op hoge bloeddruk. Ook zijn er in enkele studies aanwijzingen gevonden dat de relatie tussen geluid en hoge bloeddruk minder sterk is voor personen wier slaapkamer aan de rustige zijde van de woning is gelegen.

Een belangrijke vraag bij het afwegen van de waarschijnlijkheid dat een gevonden verband causaal is, is die naar het type onderzoek waarvoor is gekozen. Niet ieder onderzoek zal namelijk evenveel gewicht in de schaal leggen. Vaak wordt een duidelijke hiërarchie van causale geloofwaardigheid aangebracht. De achtergrond van dit onderscheid is vooral het feit dat in deze reeks de mogelijkheden toenemen om in het onderzoek bias (vertekening) en confounding (versturende factoren) onder controle te houden (40). De invloed van een stille zijde op welzijn en gezondheid, is vooral onderzocht aan de hand van dwarsdoorsnede onderzoeken. Bij een dergelijk type onderzoek worden de blootstelling, ziekte en eventuele andere factoren bij elk individu op hetzelfde tijdstip gemeten. Per individu is er dus slechts één meetmoment. Het zwakke punt van een dwarsdoorsnede onderzoek is dat men meestal geen zekerheid heeft over de vraag of de gemeten blootstelling of interventie (het al dan niet hebben van een stille gevel) aan het optreden van het gezondheidseindpunt (bv hinder) vooraf ging. Ook is niet duidelijk wanneer, en hoe snel het effect van een stille zijde ontstaat (40).

Er zijn ook twee interventie studies bekend waarin de invloed van een stille zijde is onderzocht (24, 28). Net als bij een experiment, probeert men in een interventie-studie de loop van de gebeurtenissen op de voet te volgen: beginsituatie (nulmeting/voormeting), introductie interventie (het aanbrengen van een stille zijde), verandering in de beginsituatie (nameting). Een punt van zorg bij interventiestudies is dat deelnemers in de loop van de follow-up periode kunnen afhaken: In de Bomgatan studie (24) deed slechts 9% van de deelnemers die meededen aan de voormeting ook mee aan de nameting.

Onbekend is wat de redenen zijn voor deze grote uitval. Bij de Partille studie (28) was de uitval een stuk kleiner: daar deed 61% van de deelnemers die meededen aan de voormeting ook mee aan de nameting. De uitval in de Partille studie werd onder meer veroorzaakt doordat deelnemers in de tussentijd verhuisd waren, of omdat ze ziek waren. De uitval van deelnemers in een interventiestudie kan een probleem vormen voor de validiteit van het onderzoek wanneer de personen die er in de verschillende onderzoeksgroepen de brui aan geven, verschillen van kenmerken die op hun beurt weer geassocieerd zijn met het resultaat van de nameting ('selectieve uitval'). Of dat het geval was in de Zweedse interventiestudies is onduidelijk.

Een ander punt van aandacht is dat de deelnemers aan de interventiestudies van te voren wisten of ze wel of niet een stille gevel kregen. Daardoor wordt de externe validiteit van deze onderzoeken op de proef gesteld. Immers omdat de deelnemers wisten dat ze een stille gevel zouden krijgen en dat ze meededen aan een onderzoek, is het mogelijk dat ze op een andere manier hebben gereageerd (dus de vragenlijst anders hebben ingevuld) dan ze onder normale omstandigheden zouden hebben gedaan. De reactie op de onderzoekssituatie kan in dergelijke gevallen resulteren in een schijneffect van de eigenlijke interventie maatregel. Onduidelijk is of dat het geval was in de Zweedse interventiestudies. Een laatste punt is dat de interventiestudies slechts een beperkt aantal deelnemers hadden. Dit heeft de zeggingskracht aanzienlijk verminderd.

Een ander belangrijk criterium waar naar gekeken moet worden, is dat van interne validiteit: in hoeverre zijn de onderzoeksresultaten vertekend door selectie-bias (vertekening van de effectschatting als gevolg van fouten bij de keuze van de onderzoekspersonen), informatie-bias (vertekening van de effectschatting als gevolg van fouten bij de meting van de variabelen in het onderzoek, en confounding. Met andere woorden, in hoeverre zijn de verkregen uitkomsten correct voor de personen die eigenlijk onderzocht hadden moeten worden (de beoogde doelpopulatie) (40). Een probleem dat kan spelen bij onderzoek naar effecten van langdurige blootstelling aan geluid is dat de meest gevoelige mensen (bv geluidgevoeligen of mensen met een zwakkere gezondheid) mogelijk verhuisd zijn uit gebieden waar de geluidbelasting hoog is; het effect van het hebben van een stille zijde wordt dan mogelijk onderschat. Omdat in dwarsdoorsnede studies de tijdsdimensie ontbreekt, kan deze vorm van vertekening minder goed onder controle worden gehouden. In hoeverre dit probleem zich voor heeft gedaan in de dwarsdoorsnede studies die de invloed van een stille zijde hebben onderzocht, dan wel in de studies die naar verschillende woningkenmerken hebben gekeken, is onduidelijk.

Helaas hadden de studies die de effecten van een stille zijde onderzochten, niet altijd de mogelijkheid hadden om voor potentieel versturende variabelen te corrigeren. Een voorbeeld is luchtverontreiniging: wegverkeer veroorzaakt naast geluid ook luchtverontreiniging. Helaas werd daar in de studies die de effecten van een stille zijde hebben onderzocht geen rekening mee gehouden. Er zijn aanwijzingen dat blootstelling aan luchtverontreiniging door wegverkeer van invloed is op het optreden van hart- en vaatziekten (19, 39, 41, 42). Daar mensen woonachtig bij drukke wegen zowel aan geluid als aan luchtverontreiniging door wegverkeer worden blootgesteld, kan niet worden uitgesloten dat de gevonden effecten van geluid van wegverkeer op het risico van hart- en vaatziekten in een aantal van de beoordeelde studies mede worden veroorzaakt door de blootstelling aan luchtverontreiniging door wegverkeer. Overigens geldt andersom dat de effecten van luchtverontreiniging van wegverkeer mede het gevolg kunnen zijn van de blootstelling aan geluid.

Zoals we in de inleiding hebben kunnen lezen, lijkt de invloed van een stille zijde plausibel. Op de eerste plaats zou een stille gevel bij woningen de negatieve effecten op gezondheid en welzijn reduceren, doordat bewoners minder worden blootgesteld aan lawaai. Uit diverse onderzoeken (3, 43-45) op het gebied van geluid en gezondheid en de bouw van het auditieve systeem weten we dat blootstelling aan lawaai een negatieve invloed heeft op welzijn en gezondheid. De effecten van lawaai op gezondheid en welzijn zijn het gevolg van stress (3, 43-45).

Daarnaast kan met behulp van een stille zijde, meer "rust en stilte" worden gecreëerd in bv een slaapkamer of tuin of een andere ruimte waar mensen zich kunnen ontspannen (6). Volgens de Gezondheidsraad (2006) zou een verblijf in een ruimte of gebied waar mensen rust en stilte kunnen ervaren bij kunnen dragen aan het herstel van de negatieve gezondheidseffecten van lawaai (7). Helaas is er nog niet zoveel bekend over de gezondheid bevorderende effecten van een verblijf op een plek waar mensen rust en stilte kunnen ervaren (46).

In alle beoordeelde studies, werd een effect van stille zijde gevonden op hinder en slaapverstoring. In de beoordeelde studies werd steeds de algemene bevolking onderzocht; effecten op mogelijk kwetsbare groepen zoals kinderen of ouderen, zijn niet onderzocht. Er zijn aanwijzingen gevonden dat hinder bij kinderen hetzelfde betekent als hinder bij volwassenen: het is gebleken dat de emotionele respons waarmee kinderen hinder beschrijven vergelijk was met de reacties bij volwassenen (47, 48). Wel zijn er kleine verschillen in blootstelling-respons relatie tussen kinderen en hun ouders: bij kinderen vind bij hogere geluidniveaus ($L_{Aeq16hr} > 55$ dB) de sterkste toename van hinder plaats, terwijl dit bij ouders al bij veel lagere niveaus begint (49, 50).

4.2 Eenduidigheid over het begrip "stille zijde" ontbreekt

Momenteel is er geen eenduidigheid over het begrip "stille zijde". Binnen studies die het effect van stille zijden op de gezondheid en welzijn van mensen onderzoeken, is het begrip in grote lijnen op twee verschillende manieren geoperationaliseerd. Enerzijds door naar het verschil in geluidniveau (uitgedrukt als $L_{Aeq24hr}$ of L_{den}) tussen de hoogst en laagst belaste gevel te kijken, en anderzijds waren er studies die stelden dat er pas sprake was van een "stille zijde" wanneer de woning over tenminste één gevel beschikte waar het totale geluidniveau (uitgedrukt als $L_{Aeq, 24hr}$) veroorzaakt door wegverkeer en andere versturende geluidbronnen op twee meter voor de gevel minder dan 48 dB was. Helaas kon niet worden vastgesteld voor welke gebruikte definitie van stille zijde nu het sterkste effect is te verwachten.

Ook beleidsmatig is er nog geen consensus met betrekking tot het definiëren van het begrip stille zijde: In de Europese Richtlijn Omgevingslawaai gaat het om het verschil tussen de hoogst en laagst belaste gevel; dit moet 20 dB zijn (11). Aan de andere kant stellen gemeentes op basis van de aanvullende eisen bij een hogere waarde procedure dat het geluidniveau op een stille of geluidluwe gevel lager moet zijn dan de hoogst belaste gevel, en bovendien niet boven een bepaalde waarde mag komen. Hierbij is het mogelijk ook voldoende als een deel van een gevel aan deze voorwaarde voldoet.

Zowel op basis van onderzoek als beleid kan niet worden afgeleid welke definitie van een "stille zijde" nu "het beste" is, dat wil zeggen het beste aansluit bij een aantoonbare vermindering van negatieve gezondheidseffecten.

4.3 De rol van de kwaliteit van het gebied rondom de woning

Tegenwoordig wordt steeds meer ingespeeld op het inzicht dat het reduceren van hoge geluidsniveau alleen niet voldoende is en ook niet altijd haalbaar is. In plaats van geluid te beschouwen als een afvalproduct ("waste"), zou je het ook kunnen beschouwen als hulpbron ("source"). Wanneer je dat doet, ligt de focus meer op gewenste geluiden en de effecten daarvan (7, 29). Bovenstaande ideeën zijn afkomstig van de zgn. "Soundscape" benadering.

De aanleg van een stille gevel alleen is, uitgaande van de ideeën vanuit de Soundscape benadering, dus niet genoeg: vanuit die optiek moet een geluidluwe ook visueel en functioneel aantrekkelijk zijn. In het Zweedse SSHP zijn aanwijzingen gevonden dat de effectiviteit van een stille gevel verbetert wanneer dit het geval is. Uit de resultaten van het Zweedse SSHP bleek bijvoorbeeld dat mensen die in een huis woonden met een stille zijde en die een goede toegang hadden tot een groen gebied in hun directe woonomgeving minder hinder rapporteerden dan mensen met eveneens een stille zijde maar met minder goede toegang tot een groen gebied (23). Vergelijkbare effecten werden gevonden met betrekking tot de kwaliteit van de tuin (22). Door het kleine aantal deelnemers, was de zeggingskracht van deze resultaten echter klein; de resultaten waren wel consistent met bevindingen uit eerdere studies.

4.4 Belangrijkste bevindingen van een workshop met deskundigen

Ter ondersteuning van de review vond in mei 2012 in Den Haag een workshop plaats met als doel het inzichtelijk maken van bestaande kennis op het gebied van stille zijden, deze te beoordelen en hiaten in kennis inzichtelijk te maken. Enkele deskundigen met verschillende achtergronden (onderzoekers, beleidsmakers) hebben zich gebogen over de wetenschappelijke kennis die voor handen is. Hiervoor is nadrukkelijk gekozen om ook de kennis over dit onderwerp die nog in ontwikkeling is in het Europese project "The positive effects of quiet facades and quiet urban areas on traffic noise annoyance and sleep disturbance" (Qside) (6), zo goed mogelijk te betrekken in dit onderzoek. De focus van de workshop lag op de wetenschappelijke kennis van stille zijden, maar tijdens de workshop werd de kennis nadrukkelijk in de context van het beleid geplaatst. De discussie had een sterk beleidsmatig karakter, de toepassing van kennis in het beleid is veelal aan de orde gekomen. Het volledige verslag van de workshop is terug te vinden in bijlage I. Deze paragraaf is een samenvatting van de workshop, de volgende paragraaf bevat een interpretatie van RIVM en een reeks aanbevelingen voor beleid.

Tijdens de workshop kwam naar voren:

- dat in het bestaande (lokale) beleid wordt ingespeeld op veronderstelde gunstige effecten van stille of geluidluwe gevels; dat de Europese Richtlijn omgevingslawaaï een definitie voor een "stille gevel" geeft
- dat in de wetenschappelijke onderzoeken (en in de beleidspraktijk!) verschillende benaderingen door elkaar worden gebruikt; in de beschikbare studies is het effect van een stille zijde op gezondheid op verschillende manieren onderzocht. Hoewel dit de vergelijking van resultaten compliceert, zijn er toch eenduidig aanwijzingen dat stille zijden een gunstige uitwerking hebben op gezondheidseffecten door geluid.
- dat kwantificering van de gunstige effecten vooralsnog beperkt is.
- dat het effect van stille zijden ook wordt beïnvloed door andere

omgevingsfactoren dan geluid: de algehele kwaliteit van de stille zijde lijkt van belang. Bv toegang tot een groene omgeving, bezonning en andere kwaliteit van de tuin, geluidniveaus in de directe omgeving van de woning.

4.5 Discussie en aanbevelingen naar aanleiding van workshop

Deze paragraaf bevat interpretaties van RIVM naar aanleiding van de workshop. (zie vorig paragraaf). Deze interpretaties zijn tot stand gekomen na de verslaglegging van de workshop en in dit rapport verder uitgewerkt tot aanbevelingen. Zowel de interpretatie als de aanbevelingen zijn (vooralsnog) niet voorgelegd aan de participanten.

Tijdens de workshop heeft geen discussie plaatsgevonden óf beleid zich zou moeten richten op een stille zijde of dat het beter geheel achterwege zou kunnen worden gelaten. De deelnemers aan de workshop trokken niet in twijfel óf stille zijden eventuele negatieve effecten van geluid van verkeer kunnen verminderen. De deelnemers deelden de conclusie van het RIVM dat het beperkte wetenschappelijk onderzoek, éénduidig wijst op een positief effect. Tijdens de workshop is bediscussieerd hoe een stille zijde ingepast kan worden in de systematiek van de regelgeving. Maar bij dit streven om stille zijden zo duidelijk mogelijk te plaatsen binnen de regelgeving kwam de groep aanwezig in een spagaat tussen de kennis van de relatie tussen leefomgevingskwaliteit en gezondheid enerzijds en de haalbaarheid van te stellen eisen anderzijds. In die discussie kwam dit naar voren doordat men ervan uit ging dat strenge (absolute) eisen voor stille zijden niet eenvoudig haalbaar zijn in de situaties waarin (binnen de regelgeving) gebouwd wordt bij hoge geluidbelastingen aan de voorzijde van woningen. Dan zal naar verwachting de geluidbelasting aan de achterzijde ook relatief hoog uitvallen. Aangenomen werd dat een hoge kwaliteitseis voor een stille zijde dan leidt tot kostbare maatregelen. Het vermoeden bestond dat er daarom onvoldoende draagvlak voor regelgeving met zulke eisen zal zijn. Versoepelen van een eis of het stellen van niet al te strenge relatieve eisen lijkt dan een optie maar het is dan wel een aandachtspunt dat dit kan leiden tot situaties waarin een stille zijde in feite niet eens voldoet aan bijvoorbeeld de richtlijnwaardes voor geluid van de WHO (3, 43), die geformuleerd zijn voor de buitenwaarde in het algemeen.

Het is aan te bevelen om voor beleid voor stille zijden breder te denken dan alleen aan verplichtingen vastgelegd in regelgeving. Tijdens eerder beschreven discussie is enigszins uit het oog verloren dat de (boven)grenzen van de regelgeving gericht zijn op het garanderen van een minimum in akoestische kwaliteit. Dit is onvermijdelijk bij het opwerpen van verplichtende (milieu)regelgeving. Maar voor kwaliteitseisen voor stille zijden is het erg onbevredigend als deze slechts een minimum aan kwaliteit waarborgen. Vooral met het oog op de veronderstelde mechanismen die leiden tot een mogelijk positief effect bij een zeer hoge kwaliteit. (De veronderstelling dat een hoge omgevingskwaliteit leidt tot het herstel van stress).

Het is daarom aan te bevelen om in de beleidsvorming (ook) andere beleidsinstrumenten te overwegen om stille zijden met een hoge kwaliteit te stimuleren in situaties waarin dat zonder al te kostbare maatregelen kan. Zo is het bijvoorbeeld waarschijnlijk minder kostbaar om in de vroegste fase van planprocessen tot een algehele hoge omgevingskwaliteit voor de laagst belaste zijde te komen. Maar hiervoor zijn dan wel duidelijke, verregaande ambities nodig. Het formuleren van ambities ten aanzien van stille zijden zou kunnen worden ondersteund met het aanreiken van de bestaande kennis en de

formulering van criteria, die verder reiken dan eisen die vanuit het oogpunt van regelgeving zouden kunnen worden gesteld.

Een verschil in beleidsinstrumenten en de daarbij haalbare kwaliteitseisen voor een stille zijde, pleit voor een betere bewustwording van verschillen in kwaliteit. Deze bewustwording kan worden versterkt door het gebruik van verschillende terminologie voor verschillende gradaties in (akoestische) kwaliteit. In de Nederlandse beleidstukken zijn we al de termen "geluidluwe gevel" en "stille gevel" tegen gekomen. Als deze begrippen niet zozeer dóór elkaar, maar náást elkaar zouden worden gehanteerd dan kan hiermee wellicht een onderscheid worden gemaakt tussen een minimumkwaliteit met verplichtend karakter en een hoge kwaliteit gericht op basis van (vrijwillige) ambities.

Tot slot: Beperking van geluidhinder kan het best worden bereikt door een sterke focus op de voorkeursnormen uit de regelgeving van geluid. De huidige voorkeursnorm van 50 dB L_{den} voor wegverkeersgeluid sluit goed aan op de richtlijnwaarde (van 40 dB L_{night}) die de WHO stelt. Bij bouwen tot de maximaal toegestane geluidniveaus wordt hier echter van afgeweken, met als gevolg dat geluidniveaus tot 15 dB hoger uitvallen en soms nog meer. Uit een ruwe kwantitatieve inschatting van de effecten van stille zijden blijkt dat stille zijden inderdaad een maatregel vormen om hinder te beperken. Echter in situaties waarin woningen weliswaar een stille zijde hebben maar een hoge belasting aan de andere zijde is de kans op (ernstige) hinder en slaapverstoring nog altijd verhoogd. Om die reden is sterk beleid gericht op de voorkeursnorm voor de hoogst belaste gevel vanuit gezondheidkundig perspectief nog altijd het meest aan te bevelen.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

- Hinder door geluid komt minder vaak voor als mensen beschikken over een stille zijde. Studies wijzen eenduidig op een positief effect, echter het aantal studies is beperkt.
De afname van het aantal gehinderden varieert in omvang in de verschillende studies, een voorzichtige kwalitatieve inschatting is dat het effect op de hinder vergelijkbaar is met het effect dat naar verwachting optreedt als de geluidbelasting op de meest belaste zijde van woningen vermindert met ongeveer 2 tot 8 decibel. De grootte van het effect op slaapverstoring wordt geschat op 5-6 dB.
- Personen met de slaapkamer aan de rustige zijde van de woning rapporteren minder hinder en slaapverstoring. Er zijn te weinig studies gedaan om conclusies over andere gezondheidseindpunten te trekken, zoals bijvoorbeeld voor hoge bloeddruk of hart- en vaataandoeningen.
- In de beschikbare studies wordt het begrip "stille gevel" op verschillende manieren benaderd, dit leidt tot een verschil in operationalisering van het begrip. Enerzijds hanteren onderzoekers een absolute kwaliteit voor een stille gevel in hun onderzoek, anderzijds zijn er onderzoekers die een relatief verschil tussen de hoogst en laagst belaste zijde als uitgangspunt nemen.
- Bestaand beleid gericht op stille zijden is eveneens uiteenlopend en niet eenduidig in operationalisering.
- Parallel aan dit onderzoek liep de Europese studie Qside. Rond de publicatie van dit briefrapport zullen tevens de conclusies en aanbevelingen van dit onderzoeksproject verschijnen. De uitkomsten van Qside bieden in de toekomst wellicht een benaderingswijze die mogelijk breder in Europa een uitwerking krijgt.

5.2 Aanbevelingen voor beleid

- Vanuit gezondheidkundig perspectief is beleid gericht op een lage geluidbelasting voor elke gevel (de voorkeursnormen uit de regelgeving) te prefereren boven beleid voor één stille zijde.
- Op grond van de beperkte literatuur is een gunstig effect van stille zijden waarschijnlijk. Het bevorderen van stille zijden bij woningen past daarmee bij een doelstelling om hinder en andere gezondheidseffecten van geluid zoveel mogelijk te reduceren.
- Het gunstige effect is nog maar moeilijk te kwantificeren. Door de grote onzekerheid in het effect van een stille gevel is het niet aan te bevelen om in de systematiek van regelgeving een uitruil met de geluidbelasting aan de voorzijde van een woning te creëren.
- De kennis van dit moment biedt een basis om beleid te ontwikkelen gericht op het stimuleren van stille zijden bij woningen en om geluidgevoelige functies van een woning een plaats te geven aan de stille zijde. Hierbij is het aan te bevelen om niet alleen regelgeving met een verplichtend karakter als beleidsinstrument te overwegen. Bij een verplichtend karakter kan weliswaar een minimumkwaliteit verplicht worden gesteld, maar mogelijk kunnen op andere wijze verdergaande ambities worden gefaciliteerd.

- Een uitwerking gericht op het stimuleren van een zo hoog mogelijke, akoestische en ruimtelijke kwaliteit van stille zijden vereist uit praktisch oogpunt aandacht in een vroege fase van gebiedsontwikkeling. Dan zijn meer maatregelen te verwezenlijken met minder kosten. Daarom is het van belang om bewustwording te creëren door de (weliswaar beperkte) kennis gemakkelijk beschikbaar te maken.
- De definitie van een stille zijde heeft meer eenduidigheid nodig. Een hoge kwaliteitseis is echter niet in alle situaties haalbaar. Om de stap naar het bevorderen van hoge kwaliteit te maken is het raadzaam om onderscheid in kwaliteit aan te duiden door verschillende termen te gebruiken met een op elkaar aansluitende definitie. Zo zou het ambitieniveau voor de achterzijde van woningen bijvoorbeeld kunnen worden aangeduid als een geluidluwe, rustige of een stille gevel (in volgorde van een toenemende kwaliteit). De lagere kwaliteitseisen zouden eventueel kunnen worden verankerd in regelgeving. Initiatieven voor stille gevels zouden met studies kunnen worden versterkt en onderbouwd door onderzoek te verrichten naar de positieve gezondheidseffecten en de mechanismen daarachter. Aanbevolen wordt om initiatieven voor stille zijden te volgen en daarbij systematisch uitgevoerde interventiestudies naar de gezondheidseffecten uit te voeren.

6 Referenties

1. Besluit van 20 oktober 2006 tot ontwerp van een algemene maatregel van bestuur houdende regels ter uitvoering van de Wet Geluidhinder (Besluit geluidhinder). 532 (2006).
2. VROM-inspectie. Geluid? We willen het niet horen! Onderzoek verlenen hogere waarden. Ministerie van VROM, 2009.
3. World Health Organization. Night noise guidelines for Europe. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2009.
4. Werkgroep Systeem SWUNG II. Systeemontwerp SWUNG II. Herziening Wet Geluidhinder / Wet milieubeheer. In: VNG, editor. Amsterdam 2008.
5. Dusseldorp A, Houthuijs D, Overveld A van, Kamp I van, Marra M. Handreiking geluidhinder wegverkeer: berekenen en meten. Bilthoven: RIVM, 2011 RIVM rapport 609300020.
6. Salomons E, Kluzenaar Y de. The positive effects of quiet facades and quiet urban areas on traffic noise annoyance and sleep disturbance. Delft: TNO Delft, 2011.
7. Gezondheidsraad. Stille gebieden en gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad, 2006.
8. Booi H, Bosveld W. Stille gebieden in de stad. Amsterdam: Gemeente Amsterdam, Dienst Onderzoek en Statistiek, 2008.
9. Booi H, Berg F van den. Quiet areas and the need for quietness in Amsterdam. Int J Environ Res Public Health. 2012;9:1030-50.
10. Koehler J, Ruijsbroek A, Poll R van. Effectiveness of insulation measures and underlying factors. 35th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, ; Honolulu, Hawaii, USA: Institute of Noise Control Engineering of the USA; 2006.
11. Europees Parlement en de Europese Unie. Richtlijn 2002/49/EG inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai. Brussel: Europese Unie; 2002.
12. Projectbureau Omgevingslawaai Kartering en Actieplannen. [cited 2012]; Available from: <http://www.polka.org/>.
13. Gemeente Amsterdam, Dienst Milieu en Bouwtoezicht. Actieplan geluid Amsterdam. "Verminder de hinder". Deel A: algemeen beleidskader. Amsterdam: Gemeente Amsterdam, 2008.
14. DSO Afdeling Milieu en Duurzaamheid, Bureau Milieukwaliteit. Geluidnota Utrecht. Utrecht: Gemeente Utrecht, 2007.
15. DCMR Milieudienst Rijnmond. Ontheffingsbeleid Wet Geluidhinder voor bouw- en bestemmingsplannen in de gemeente Rotterdam. Rotterdam: 2006.
16. DCMR Milieudienst Rijnmond. Bouwen op geluidbelaste locaties. Toolbox met oplossingen en ontwerpprincipes. Rotterdam: DCMR Milieudienst Rijnmond, 2007.
17. Working Group on Abatement. Inventory of noise mitigation methods. The European Commission, Directorate General Environment, 2002.
18. Gidlöf-Gunnarsson A. Mail contact. 2012.
19. Kluzenaar Y de, Salomons EM, Janssen SA, Lenthe FJ van, Vos H, Zhou H, et al. Urban road traffic noise and annoyance: the effect of a quiet facade. Journal of the Acoustical Society of America. 2011;130(4):1936-42.
20. Renterghem T van, Botteldooren D. Focused study on the quiet side effect in dwellings highly exposed to road traffic noise. Int J Environ Res Public Health. 2012;9:4292-310.

21. Forssen J. Road traffic noise levels at Partille Stom after gap filling building constructions. Gothenborg, Sweden: Chalmers, University of Technology, 2009.
22. Gidlöf-Gunnarsson A, Öhrström E. Attractive "quiet" courtyards: a potential modifier of urban residents' responses to road traffic noise? *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2010;7:3359-75.
23. Gidlöf-Gunnarsson A, Öhrström E. Noise and well-being in urban residential environments: the potential role of perceived availability of nearby green areas. *Landscape and Urban Planning*. 2007;83:115-26.
24. Gidlöf-Gunnarsson A, Öhrström E, Forssen J. The effect of creating a quiet side on annoyance and sleep disturbances due to road traffic noise. *INTER-NOISE 2012; New York, USA2012*.
25. Hornikx M, Forssen J. Improving the shielding of road traffic noise in courtyards: absorption treatments. *INTER-NOISE; Istanbul, Turkey2007*.
26. Miedema HME. Response functions for environmental noise in residential areas. Leiden: NIPG/TNO, 1992 1993/1.
27. Öhrström E, Skanberg A, Svensson A, Gidlöf-Gunnarsson A. Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of Sound and Vibration*. 2006;295:40-59.
28. Gidlöf-Gunnarsson A, Öhrström E, Kihlman T. A full-scale intervention example of the "quiet side-concept" in a residential area exposed to road traffic noise: effects on the perceived sound environment and general noise annoyance. 39th International Congress on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2010) Noise and sustainability; 13-16 June 2010; Lisbon, Portugal2010.
29. Brown AL. Soundscapes and environmental noise management. *Noise Control Engineering Journal*. 2010;58(5):493-500.
30. Amundsen AH, Klæboe R, Aasvang GM. The Norwegian Facade Insulation Study: the efficacy of facade insulation in reducing noise annoyance due to road traffic. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2011;129(3):1381-9.
31. Amundsen AH. Effects of facade insulation on annoyance and sleep disturbances. The International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2007); 28-32 August 2007; Istanbul, Turkey2007.
32. Babisch W, Ising H, Gallacher JEJ, Sweetnam PM, Elwood PC. Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, Third phase-10-year follow up. *Archives of Environmental Health*. 1999;54(3):210-6.
33. Bluhm GL, Berglund N, Nordling E, Rosenlund M. Road traffic noise and hypertension. *Occupational and Environmental Medicine*. 2007;64:122-6.
34. Bluhm G, Nordling E, Berglund N. Road traffic noise and annoyance: an increasing environmental health problem. *Noise and Health*. 2004;6(24):43-9.
35. Bodin T, Albin M, Ardo J, Stroh E, Ostergren PO, Bjork J. Road traffic noise and hypertension: results from a cross-sectional public health survey in southern Sweden. *Environmental Health*. 2009;8(38).
36. Lercher P, Botteldooren D, Widmann U, Uhrner U, Kammeringer E. Cardiovascular effects of environmental noise: research in Austria. *Noise and Health*. 2011;13(52):234-50.
37. Meijer H, Knipschild P, Salle H. Road traffic noise annoyance in Amsterdam. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 1985;56:285-97.
38. Öhrström E. Long-term effects in terms of psycho-social wellbeing, annoyance and sleep disturbance in areas exposed to high levels of road traffic noise. In: Vallet M, editor. *Noise as a Public Health Problem, Proceedings of the 6th International Congress; Nice, France1993*. p. 209-12.

39. Selander J, Nilsson ME, Bluhm G, Rosenlund M, Lindqvist M, Nise G, et al. Long-term exposure to road traffic noise and myocardial infarction. *Epidemiology*. 2009;20(2):272-9.
40. Bouter LM, Dongen MCJM van. Epidemiologisch onderzoek. Opzet en interpretatie.: Bohn Stafleu Van Loghum; 2003.
41. Beelen R, Hoek G, Houthuijs D, Brandt PA van den, Goldbohm RA, Fischer P, et al. The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*. 2009;66:243-50.
42. Kluizenaar Y de, Gansevoort RT, Miedema HM, Jong PE de. Hypertension and road traffic noise exposure. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2007;49:484-92.
43. Berglund B, Lindvall Th, Schwela DH (eds). Guidelines for community noise. Geneva: World Health Organization, 1999.
44. Gezondheidsraad: Commissie geluid en gezondheid. Geluid en gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad, 1994.
45. Gezondheidsraad. Over de invloed van geluid op de slaap en de gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad, 2004.
46. Kamp I van, Babisch W, Brown AL. Environmental noise and health. In: Friis RH (editor), editor. *The Praeger handbook of environmental health* 2012.
47. Haines M, Stansfeld S. Measuring annoyance and health in child social surveys. In: Casserau D (ed), editor. *Proceedings of the 29th International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering; 27-30 August; Nice, France: Societe Francaise d'Acoustique; 2000. p. 1609-14.*
48. Lercher P, Brauchle G, Kofler W, Widmann U, Meis M. The assessment of noise annoyance in schoolchildren and their mothers. In: Casserau D (ed), editor. *Proceedings of the 29th International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering; Nice, France: Societe Francaise d'Acoustique; 2000. p. 2318-22.*
49. Kempen EEMM van, Kamp I van, Stellato RK, Houthuijs DJM, Fischer PH. Het effect van geluid van vlieg- en wegverkeer op cognitie, hinderbeleving en de bloeddruk van basisschoolkinderen. Bilthoven: RIVM, 2005.
50. Kempen EEMM van, Kamp I van, Stellato RK, Lopez-Barrio I, Haines MM, Nilsson ME, et al. Children's annoyance reactions to aircraft and road traffic noise. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2009;125(2):895-904.

Verslag Workshop

Bespreking	Workshop stille, geluidluwe gevels
Vergaderdatum en -tijd	15 mei 2012, 9:30-12:30 uur
Vergaderplaats	Den Haag, Rijnstraat 8
Aanwezig	Zie blz 4
Afwezig	
Verslag	Annemarie van Beek

Het **doel van deze workshop** was om bestaande kennis over “stille” of “geluidluwe” gevels inzichtelijk te maken en te beoordelen. Ook is geprobeerd om inzicht te krijgen in wat we niet weten. Daarbij inventariseerden we de kennis die naar verwachting binnenkort beschikbaar komt en de hiaten die er daarna nog eventueel zullen bestaan.

Vragen die vervolgens aan de orde kwamen: Is de kennis voldoende om beleid op te baseren of ontbreekt er dan nog iets? Zien wij als deskundigen of er perspectief in zit voor beleid?

De discussie werd begeleid door een viertal presentaties:

- o Paul de Vos & Annemarie van Beek (RIVM): Inleiding workshop en voorbeelden van het concept geluidluwe zijde in bestaand beleid.
- o Elise van Kempen (RIVM): Geluid en gezondheid, het effect van geluidluwe gevels (literatuuronderzoek)
- o Yvonne de Kluzenaar (TNO): Het project QSIDE
- o Frits van den Berg (GGD Amsterdam): Definitie voor een stille, geluidluwe zijde

Algemene bevindingen tijdens de workshop:

Tijdens de workshop kwam naar voren:

- dat in het bestaande (lokale) beleid wordt ingespeeld op veronderstelde gunstige effecten van stille of geluidluwe gevels; dat de Europese Richtlijn omgevingslawaai een definitie voor een geluidluwe gevel geeft
- dat in de wetenschappelijke onderzoeken (en in de beleidspraktijk!) verschillende benaderingen door elkaar worden gebruikt; in de beschikbare studies is het effect van een stille of geluidluwe gevel op gezondheid op verschillende manieren onderzocht. Hoewel dit de vergelijking van resultaten compliceert, zijn er toch eenduidig aanwijzingen dat stille gevels een gunstige uitwerking hebben op gezondheidseffecten door geluid.
- dat kwantificering van de gunstige effecten vooralsnog beperkt is.
- dat het effect van stille gevels ook wordt beïnvloed door andere omgevingsfactoren dan geluid: de algehele kwaliteit van de stille zijde lijkt van belang. Bv toegang tot een groene omgeving, bezonning en andere kwaliteit van de tuin, geluidniveaus in de directe omgeving van de woning.

Het algemene gevoel tijdens deze workshop was dat het bevorderen van een geluidluwe gevel bij voorkeur onderdeel uitmaakt van geluidbeleid. Hoe dit beleid precies vorm zou moeten krijgen heeft nog zeker nadere uitwerking nodig.

Samenvatting van de kennis van geluidluwe gevels

Momenteel zijn er 5 studies gepubliceerd waarin het effect van het hebben van een geluidluwe gevel is onderzocht. De benadering van een stille, geluidluwe gevel liep uiteen in deze studies. Enerzijds is er in een aantal studies uitgegaan van het relatieve verschil tussen hoogst en laagst belaste gevel, anderzijds is in andere studies vastgehouden aan een absolute eis voor het geluidniveau aan de stille zijde.

De resultaten van het besproken wetenschappelijk onderzoek waren eenduidig, in die zin dat personen die een woning hadden met een geluidluwe gevel minder hinder rapporteerden dan personen met een woning zonder geluidluwe gevel. De studies verschillen van design, (dwarsdoorsnede studies, interventie studies). In alle gevallen was hinder onderzocht, effecten op de slaap en zelfgerapporteerde gezondheid zijn slechts zeer beperkt onderzocht.

Daarnaast zijn er ook studies die indirect het effect van een stille gevel hebben onderzocht. Het betreft onderzoek naar woningkenmerken zoals de ligging van de slaapkamer op de relatie tussen geluid en gezondheid.

Het aantal studies is beperkt. Uiteraard geeft dit ook beperkingen aan de conclusies die kunnen worden getrokken. Ook dient er rekening te worden gehouden met de voordelen en nadelen van elke onderzoeksopzet.

Het Europese Life+ project QSIDE behelst het ontwikkelen van een rekenmethode voor het berekenen van de geluidbelasting aan de stille zijde, het kwantificeren van het effect op de hinder en het schrijven van een document voor Europese steden over het ontwikkelen van geluidbeleid en de inrichting van steden. (Het project gaat niet alleen over stille zijden bij woningen, maar ook over stille gebieden in de stad.) Het project brengt een dialoog tussen wetenschap en praktijk op gang. Het loopt tot augustus 2013.

Het project is van start gegaan met een uitgebreide discussie over de benadering van de stille gevel. In het project wordt uitgegaan van zowel de benadering gericht op het absolute niveau van een stille zijde, als die is gericht op het verschil in geluidniveau tussen de hoogst en laagst belaste zijde van een woning. Hierbij wordt in de methode rekening gehouden met het feit dat dit verschil in het algemeen groter is naarmate de gevelbelasting aan de hoogst belaste zijde hoger is.

Uit verkennend onderzoek bleek een significant verschil in de dosis-effect-relatie tussen twee groepen (relatief verschil tussen hoogst en laagst belaste zijde méér of minder dan 10 dB). Deze dosis-effect relatie (tussen hinder en de geluidbelasting van de hoogst belaste gevel) toont als het ware een verschuiving. Deze verschuiving is vergelijkbaar met ongeveer 2,5 dB. Naar verwachting van TNO is bij een groter contrast tussen (sub)groepen de verschuiving groter. Immers, als je bedenkt hoeveel verstorende variabelen een rol spelen dan is het feit dat er een verschil kan worden aangetoond een duidelijke indicatie van een (gunstig) effect.

Samenvatting van de besproken beleidsmatige uitgangspunten

Het algemene beeld tijdens de workshop is dat het wenselijk is om stille, geluidluwe zijdes bij woningen te bevorderen. De resultaten van het weinige onderzoek dat er is, zijn eenduidig, ook al zijn ze niet richtinggevend voor de exacte invulling van beleid en kunnen er getalsmatig geen consequenties uit worden afgeleid. Dit komt enerzijds doordat het concept van een stille, geluidluwe gevel op verschillende wijze is benaderd en geoperationaliseerd in de onderzoeken en anderzijds omdat het effect, uitgaande van een bepaalde

benadering, onvoldoende gekwantificeerd is. Het aantal beschikbare studies is op dit moment nog erg beperkt.

Een voorstel voor een mogelijke benadering van een stille, geluidluwe zijde in beleid die wordt gepresenteerd brengt veel discussie los. (Van den Berg et al (2012), vooruitlopend op de uitwerking in het project QSIDE)

Volgens deze definitie moet een stille, geluidluwe gevel:

- a. relatief stil zijn t.o.v. de hoogst belaste gevel
- b. absoluut onder een grenswaarde vallen (ter discussie : bijv. 55 dB(A) L_{den} , 45 dB(A) L_{night})
- c. gecombineerd worden met een hoge kwaliteit van de buitenruimte

ad a>De relatieve eis in de Europese richtlijn van 20 dB wordt als streng ervaren en zeker niet haalbaar als de geluidsniveaus aan de hoogst belaste zijde niet in een hoge categorie vallen. (Het is overigens de vraag of de geluidsbelasting van de stille zijde wel met voldoende betrouwbaarheid kan worden vastgesteld.)

ad b> Een lager niveau (tot 45 dB L_{den}) zou gewenst zijn maar wordt voor grote steden niet haalbaar geacht. Wellicht is ook differentiatie naar brontype gewenst (bijv. bij geluid van snelwegen (< 50 dB L_{den} ?).¹

ad c> Hoge kwaliteit is gerelateerd aan de multisensorische appreciatie van een omgeving. Belangrijk zijn de hoeveelheid groen, de veiligheid, aangename geluiden die maskeren (de aandacht afleiden van minder wenselijke geluiden). De systematiek van LOGO zou een aanknopng zijn voor beleid voor een hoge kwaliteit van een stille zijde (of voor stille gebieden). Belangrijk is de mogelijkheid om te kunnen kiezen tussen levendig en rustig.

De wetenschappelijke kennis is te beperkt om uitsluitsel te geven over de exacte invulling van de onderdelen a, b, c van deze definitie. De definitie wordt uitgebreid besproken in het licht van de praktijk in Nederland.

In bestaand beleid wordt het al dan niet hebben van een stille gevel benaderd als een compensatie voor een hoge geluidbelasting aan de meest belaste gevel. Hierbij werd tijdens deze workshop opgemerkt dat regelgeving door de keuze van de maximale normen is ingericht op stedelijke situaties waarbij een redelijke kans op (ernstige) geluidhinder bestaat. Het gevoel bij enkele aanwezigen was dat voor woningen met een hoge geluidbelasting de meeste winst kan worden gehaald om hinder te beperken. Om dit te bereiken zou er in die situaties een stille gevel verplicht kunnen worden gesteld. De voorgestelde definitie wordt hiervoor aangehaald. In situaties met zeer hoge geluidbelastingen voldoet alleen een relatieve norm niet (zoals onderdeel a van de voorgestelde definitie), de geluidbelasting aan de "stille zijde" kan dan immers nog hoog uitvallen. Daarom zou een absolute grenswaarde (zoals in onderdeel b) zeker wenselijk zijn. (Als norm hiervoor werd de voorkeurswaarde vaak genoemd).

In deze discussie werd echter ook aangedragen dat deze redenering niet aansluit bij een conclusie vanuit de Zweedse studies. Deze onderzoeken vonden een hoog percentage ernstig gehinderden bij een hoog belaste voorzijde en men concludeert dat een stille gevel misschien een verzachtend effect heeft maar toch te weinig soelaas biedt om het risico op geluidhinder terug te brengen tot een aanvaardbaar niveau.

¹ Inmiddels is dit voorstel in het Qside projectteam besproken waarbij werd opgemerkt dat in stedelijke situaties bij geluidniveaus onder ca. 45 dB L_{den} sprake is van een stille gevel en bij niveaus van 45 tot 55 dB van een gevel met beperkt lawaai (reduced noise).

Er werd verder opgemerkt dat bij geluidbelastingen boven de maximale norm het concept van de dove gevel gewenst blijft. Het bouwen met dove gevels leidt tot een oriëntatie van de woning op de stille zijde (in ieder geval onder het vorige bouwbesluit.)

(De vraag over de relatie met binnenniveaus komt aan de orde, maar hierop is tijdens de workshop geen concreet antwoord. Hogere geluidbelasting leidt er toe dat meer mensen hun ramen gesloten houden en dit beperkt de keuzevrijheid. Een stille gevel verhoogt de keuzevrijheid.)

In bestaand (en oud) beleid is het concept van een stille gevel min of meer verwerkt door een voorwaarde te stellen bij het verlenen van hogere waarden. Bijvoorbeeld de voorwaarde dat minimaal één (of meerdere) verblijfsruimten zich moet bevinden aan een gevel onder de voorkeurswaarde. Dit beleid heeft ertoe geleid dat er maatregelen zijn getroffen. In de workshop zijn ook voorbeelden van maatregelen als gevolg van dit beleid naar voren gebracht die weliswaar mogelijk positief zijn om hinder zoveel mogelijk te verminderen, maar die aan de andere kant niet zozeer het concept van de stille, geluidluwe gevel vertegenwoordigen. Bijvoorbeeld zeer plaatselijke afscherming door een uitstekend geveldeel of absorptie op een balkon om bij de aangrenzende gevel aan de voorkeurswaarde te voldoen. Ook kan een sterk sectorale benadering (van alleen de geluidniveaus) leiden tot een verminderde omgevingskwaliteit. Als ultiem voorbeeld hiervan zagen we 2 hoge flats die op 8 meter afstand van elkaar zijn gebouwd, waardoor de gebouwen voor de helft grenzen aan een nauwe en donkere corridor (niet in Nederland). Kortom, het concept stille, geluidluwe gevel vraagt om meer ambitie dan "baat het niet, schaadt het niet", met een goede kwaliteit van de ruimte aan de stille kant als onderdeel van het concept.

Aansluitend hierop was ook de vraag aangekaart of beleid voor geluidluwe gevels per definitie leidt tot meer kosten. Bij nieuwbouw vraag het vooral om aandacht in de ontwerpfase, maar verder hoeft er niet direct sprake te zijn van extra kosten. Als een bestaande situatie zou worden verbeterd is er wel expliciet sprake van kosten. Echter, voorbeelden van projecten in Scandinavië laten zien dat stille zijdes ook kunnen ontstaan door nieuwe bebouwing als afscherming (of om bebouwing tot een aansluitend blok te vormen); deze bebouwing kan geld opleveren en bijdragen aan compact bouwen. Als stille gevels tot gevolg hebben dat er tot hogere geluidbelastingen kan worden gebouwd is er (los van de wenselijkheid hiervan) een terugverdieneffect door hogere baten van grondexploitatie.

Participanten

Ministerie van Infrastructuur en Milieu: Toon Giele, Martin van den Berg

GGD Amsterdam: Frits van den Berg

TNO: Yvonne de Kluzenaar

Gemeente Utrecht: Hans van Dijkhuizen,

Provincie Utrecht: Susan Kreuger,

DCMR: Henk Wolfert,

Gideon Konings (Haskoning),

RIVM: Elise van Kempen, Paul de Vos, Annemarie van Beek

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl