

CE Delft

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Beleving en MKBA in het geluidsbeleid

Een verkenning naar beleving
en kosten-batenanalyse
bij de aanpak van geluidshinder

Rapport

Delft, augustus 2008

Opgesteld door: L.C. (Eelco) den Boer
G.J. (Gerdien) van de Vreede
F. (Femke) de Jong
S.M. (Sander) de Bruyn



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

L.C. (Eelco) den Boer, G.J. (Gerdien) van de Vreede, F.L. (Femke) de Jong,
S.M. (Sander) de Bruyn

Beleving en MKBA in het geluidsbeleid

Een verkenning naar beleving en kosten-batenanalyse bij de aanpak van
geluidshinder

Delft, CE, 2008

Geluidshinder / Maatregelen / Beleid / Kosten / Rendement / Analyse /
Gezondheid / Blootstelling / Effecten / Maatschappelijke factoren / Economische
factoren

Publicatienummer: 08.7674.36

Alle CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Opdrachtgever: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Eelco den Boer.

© copyright, CE, Delft

CE Delft

Oplossingen voor milieu, economie en technologie

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

De meest actuele informatie van CE Delft is te vinden op de website: www.ce.nl.

Dit rapport is gedrukt op 100% kringlooppapier.

Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	5
1.1 Introductie	5
1.2 Doelstelling	5
1.3 Aanpak en methodiek	6
1.4 Wat is een MKBA?	8
1.4.1 Algemene principes	8
1.4.2 Toepassing op geluidsbelasting	10
2 Het huidige en toekomstige beleidskader	13
2.1 Inleiding	13
2.2 De Wet geluidhinder	13
2.3 Het huidige RWS-doelmatigheids criterium	14
2.4 Een nieuwe wet voor Rijksinfrastructuur	15
2.4.1 Geluidproductieplafonds	15
2.4.2 Het doelmatigheids criterium onder de nieuwe wet	16
2.5 Saneringsoperaties	18
2.6 De dagelijkse praktijk (interviews)	18
2.7 Relevante conclusies	19
3 Geluid en geluidshinder	21
3.1 Inleiding	21
3.2 Hinder	21
3.3 Geluidskarakteristieken	25
4 Geluid, gezondheid en de waardering daarvan	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Overzicht van beleving en gezondheidseffecten door geluid	27
4.2.1 Slaapverstoring	28
4.2.2 Verminderd cognitief functioneren	29
4.2.3 Cardiovasculaire ziekten	29
4.2.4 Mentale gezondheid	30
4.2.5 Kwetsbare groepen	30
4.3 Waardering van de gezondheidseffecten	31
4.3.1 DALY's	31
4.3.2 Gezondheidsschade van geluid vergeleken met andere schadeposten	31
5 Waardering van geluidshinder	33
5.1 Inleiding	33
5.2 Externe effecten	33
5.3 Waardering van externe effecten	33
5.3.1 Hedonic pricing-methode	33
5.3.2 Contingent valuation-methode	37
5.3.3 Directe waardering van de schade	38

5.4	Resultaten van de studies	39
5.4.1	HP-studies	39
5.4.2	CV-studies	40
5.4.3	Vergelijking resultaten	40
5.5	MKBA (kosten en baten van geluidsmaatregelen)	41
5.6	Conclusie en beleidsimplicaties	42
6	Psychologische verklaringen voor geluidshinder	47
6.1	Inleiding	47
6.2	Sociale en psychologische factoren	47
6.3	Prospect theorie	48
6.4	Social justice theory	49
6.5	Controle en coping	51
6.6	Cognitieve load	52
6.7	Conclusies	53
7	Conclusies en discussie	55
7.1	Politieke keuzes versus maatschappelijke efficiënte	55
7.2	Economische waardering van geluidshinder	55
7.3	Sociaal-psychologisch	57
7.4	Slot en aanbevelingen voor aanvullend onderzoek	59
8	Literatuur	61
A	Begeleidingsgroep	71
B	Betrouwbaarheid en spreiding	73
C	Interviews	75

Samenvatting

Dit onderzoek is een verkenning naar de beleving en waardering van geluidshinder. Middels literatuuronderzoek en expertinterviews (met BSV, RWS, Prorail en de gemeente Amsterdam) is kennis vergaard om na te gaan of het huidige en het in ontwikkeling zijnde geluidshinderbeleid optimaal is vanuit geluidsbeleving en maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) en hoe dit beleid verbeterd kan worden.

Kenmerken van het huidige en toekomstige geluidsbeleid:

- Onder de huidige Wet geluidhinder (Wgh) kan het lawaai groeien in situaties van verkeersgroei, omdat de wet alleen verplichtingen oplegt bij ingrepen op of aan de infrastructuur. Onder de nieuwe wet worden geluidsproductieplafonds (GPP's) geïntroduceerd. De geluidniveaus mogen niet boven deze plafonds stijgen. De GPP's zijn afhankelijk van het huidige geluidsniveau.
- Momenteel worden verschillende doelmatigheidscriteria¹ gebruikt. Onder de nieuwe wet zal één wettelijk doelmatigheidscriterium gaan gelden. Onder dit nieuwe doelmatigheidscriterium² wordt er een maximaal budget vastgesteld, afhankelijk van de toekomstige geluidsbelasting, om geluidswerende maatregelen te treffen. Indien het maximale budget ontoereikend is om het verwachte toekomstige geluidsniveau onder het GPP te houden, is plafondverhoging mogelijk. Boven de maximale waarde (65/70 dB) is wel mogelijk niet-doelmatige maatregelen toe te passen. De kosten-batenafweging die deel uitmaakt van het nieuwe criterium, is gebaseerd en vergelijkbaar met het huidige doelmatigheidscriterium, zoals dit gebruikt wordt door Rijkswaterstaat.
- Er vindt in aanvulling op de bestaande sanering onder de Wet geluidhinder een saneringsoperatie van de rijksinfrastructuur plaats. Woningen met een geluidsbelasting van meer dan 65 dB (weg) of 70 dB (spoor) worden aangepakt.
- Het geluidsbeleid omvat zowel economische efficiency motieven als politieke motieven uit rechtvaardigheidsoverweging. Een voorbeeld van een rechtvaardigheidsmotief is de acceptatie van niet-doelmatige maatregelen boven de grenswaarde van 65/70 dB in de nieuwe wet.

Conclusies op basis van de economische literatuur:

- Bij eenzelfde geluidsniveau en bij gelijk budget, is het vanuit MKBA-oogpunt beter om een grotere groep woningen minder ingrijpend te saneren in plaats van enkele hoogbelaste woningen ingrijpender te saneren. Bij toenemende geluidsbelasting nemen de hinder en gezondheidseffecten meer dan evenredig toe.

¹ Met een doelmatigheidscriterium wordt bepaald welke maatregelen doelmatig zijn om overschrijding van de normen te voorkomen.

² Voorlopige afronding onderzoek doelmatigheidscriterium voor geluidsproductieplafonds, versie 2 (Memo), dBvision, 5 juni 2008. Dit is nog niet vastgesteld concept.

- De introductie van geluidsproductieplafonds is daarom een verbetering van de kosteneffectiviteit van het beleid. Geluidsproductieplafonds zorgen ervoor dat er met name bij hogere geluidsniveaus maatregelen worden genomen.
- De beschikbare bedragen per dB-woning in het bestaande RWS-doelmatigheids criterium en in het nieuwe doelmatigheids criterium komen overeen met wat men kan verwachten aan schade bij geluidsniveaus boven 55/60 dB.
- Binnen het nieuwe doelmatigheids criterium is vijf keer meer budget beschikbaar voor woningen met een geluidsniveau van de maximale waarde ten opzichte van woningen met een geluidsniveau net boven de voorkeurswaarde. Dit is bij benadering gelijk aan de toename van het percentage gehinderde mensen volgens de Miedema-curves en daarmee een acceptabele benadering.
- Vanwege de aanvullende sanering bevat het nieuwe doelmatigheids criterium een opslag boven de 65/70 dB. Dit is te verdedigen vanwege het optreden van gezondheidseffecten bij deze hogere geluidsniveaus.
- Sanering van de hoge geluidsniveaus in de steden, veroorzaakt door stedelijke infrastructuur, levert grote baten op. Vanuit MKBA-oogpunt is het niet efficiënt deze hoge geluidsniveaus te laten bestaan. Hier zijn grote baten te behalen met een saneringsoperatie.

Conclusies op basis van de psychosociale literatuur:

- De individuele beleving van geluidshinder speelt een belangrijke rol. Naast geluidsterkte zijn elementen als attitude en geluidsgevoeligheid heel belangrijk. De eenheid dB verklaart hinder maar gedeeltelijk, maar een andere objectieve maat is niet voorhanden.
- Verwachtingen over de toekomstige geluidsbelasting hebben een grote invloed op de ervaren ernstige hinder en slaapverstoring. Met de introductie van GPP's worden geluidstoenames zoveel mogelijk voorkomen en hiermee worden de negatieve verwachtingen over toekomstige geluidsniveaus verminderd.
- Een toename van het geluid wordt sterker gewaardeerd dan een afname.
- Laagfrequente geluiden zijn hinderlijker dan even sterke geluiden op hogere frequenties. Onderzocht dient te worden hoe dit beter in het beleid verankerd kan worden.
- Een rechtvaardige procedure en een respectvolle omgang met mensen die geluidshinder ondervinden is van belang. De meeste mensen geven de voorkeur aan rechtvaardige procedures³ en de uiteindelijke tevredenheid is meestal hoger bij het volgen van een rechtvaardige procedure. Inspraak is ook essentieel.
- Verschillende elementen in het huidige beleid roepen mogelijk (extra) hinder op bij mensen die sterke hinder ondervinden en waarvoor geen maatregelen getroffen worden. Dit geldt onder andere voor huizen die wel op een saneringslijst staan, maar waarvoor maatregelen lang uitblijven.

³ Over het algemeen vinden mensen een procedure rechtvaardig als de procedure transparant is, als er ruimte is voor inspraak, als de procedure consequent wordt toegepast en als de procedure respectvol wordt toegepast.



Tenslotte zijn er in dit rapport vier aanbevelingen gedaan voor aanvullend onderzoek. Ten eerste zou nader gekeken kunnen worden naar de precieze invulling van de (informele) inspraakprocedure en naar de sterktes en zwaktes van de huidige vormgeving van de inspraakprocedure. Voorts zou een integrale MKBA van het geluidsbeleid een afweging tussen uitvoeringskosten enerzijds en een verlies aan (kosten)effectiviteit anderzijds, in een uniform analysekader kunnen beoordelen. Ten derde dient onderzocht te worden in hoeverre de nieuwe systematiek toegepast kan worden voor binnenstedelijk gebied. Tot slot kan onderzocht worden hoe en op welke manier gecorrigeerd kan worden voor lage frequenties.

In Tabel 1 wordt het huidige en nieuwe beleid vergeleken aan de hand van een aantal theorieën.

Tabel 1 Vergelijking van het oude en het nieuwe beleid

Score op	Huidig beleid	Nieuw beleid	Opmerking
MKBA	+	+(+)	Vanuit economisch oogpunt is de introductie van een GPP en het vervallen van de sanering van het handavingsgat een verbetering van de kosteneffectiviteit van het beleid. De kosten-batenafweging binnen het nieuwe doelmatigheids criterium is vergelijkbaar met het huidige RWS-doelmatigheids criterium, dat goed scoort.
Beleving/ verwachtingen	-	+	Vanuit beleving is de introductie van GPP's nuttig, omdat mensen weten waar ze aan toe zijn (indien plafondverhogingen beperkt zullen worden toegepast).
Prospect-theorie	-	+	Het voorkomen van geluidstoenames is beter dan het op een beperkt aantal plaatsen verminderen (indien plafondverhogingen beperkt zullen worden toegepast).
Social justice- theorie	-/+	+	Op het gebied van procedures en communicatie zijn er weinig verschillen tussen het huidige en nieuwe beleid. Mensen vinden het RWS-doelmatigheids criterium moeilijk te begrijpen. Één doelmatigheids criterium is transparanter.
(Distributieve) rechtvaardigheid	-	-/+	Nieuw beleid gaat meer uit van het hier en nu in plaats van het verleden. Mensen vinden dat waarschijnlijk rechtvaardiger.

Ten opzichte van het nieuwe beleid kunnen we de volgende conclusies trekken:

- Het nieuwe beleid is transparanter. Het gaat meer om het hier en nu. Maar er zijn ook verliezers; in het verleden toegekende hogere waarden (garantie) vervallen.
- De introductie van geluidsproductieplafonds biedt een betere bescherming tegen een toename van de geluidsproductie.

- De introductie van geluidsproductieplafonds is een verbetering van de kosteneffectiviteit van het beleid. Ook geeft dit mensen zekerheid over waar ze aan toe zijn.
- Het gebruik van een doelmatigheids criterium is zinvol en zorgt er voor dat kosteneffectieve maatregelen worden toegepast. Dit geldt zowel voor het bestaande RWS-criterium als voor het nieuwe doelmatigheids criterium.



1 Inleiding

1.1 Introductie

Vanwege de dichte bebouwing van ons land en het dichte wegennet is geluid een belangrijk milieuprobleem. De overheid maakt zich sterk voor het oplossen van de geluidsknelpunten en het verminderen van de maatschappelijke overlast. Daarbij geeft de overheid veel geld uit om de geluidshinder van rijkswegen en spoorwegen te beperken. Er worden aanvullend op het internationale beleid, bronmaatregelen aan weg en spoor toegepast (zoals ZOAB bij het wegverkeer of het vervangen van de houten bielzen door betonnen liggers bij het spoorvervoer), geluidsschermen gebouwd en gevels van woningen geïsoleerd.

Om een verdere toename van de geluidshinder te beperken zullen geluidsproductieplafonds worden ingevoerd. Deze dienen ervoor te zorgen dat de geluidsproductie niet ongebreideld toeneemt, bijvoorbeeld door de autonome groei van het verkeer. Daarnaast staat het ministerie van Verkeer en Waterstaat voor een grote saneringsoperatie waarbij de hoogste geluidsbelastingen worden weggenomen.

Tegen de achtergrond van deze beleidsintensivering wil het ministerie van Verkeer en Waterstaat inzicht krijgen in de vraag of de aanpak van de geluidproblematiek in het beleid optimaal is vanuit de beleving van geluidshinder én vanuit een afweging van kosten-baten. De vraag daarbij is of het ministerie haar beleid zo kan vormgeven dat tegen de geringste kosten de hoogst mogelijke baten worden behaald, waarbij tegelijk vanuit de beleving van mensen de hoogste winst wordt behaald.

1.2 Doelstelling

Het doel van het project is om een verkennende studie uit te voeren waarin middels literatuuronderzoek en expertinterviews inzicht wordt verkregen in de kennis die aanwezig is over kosten, baten en beleving van maatregelen ter beperking van de geluidshinder en de beleidsimplicaties die hieruit volgen.

Hoofdvraag

Is het huidige en in ontwikkeling zijnde geluidshinderbeleid optimaal vanuit geluidsbeleving en maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) en zo niet, hoe kunnen we geluidsproblematiek optimaal aanpakken vanuit geluidsbeleving en MKBA?

Bij beantwoording van de hoofdvraag zijn de volgende **subvragen** van belang:

- Wat is in algemene zin bekend over de beleving en gezondheidseffecten van lawaai van spoor- en wegverkeer? Wat is de link met het huidige beleid?
- Hoe presteert het huidige en in ontwikkeling zijnde geluidshinderbeleid in de literatuur over MKBA-methodieken?

- Wat is er bekend vanuit beleving en MKBA over hoe de geluidsproblematiek zich verhoudt tot andere milieu- en gezondheidsvraagstukken?
- Is er sprake van de wet van afnemende meeropbrengst? Wordt een verdere geluidreductie steeds minder effectief, vanuit beleving en MKBA?
- Wat zijn mensen bereid te betalen voor geluidsreductie?
- Hoe verhoudt het huidige en het in ontwikkeling zijnde doelmatigheids-criterium van geluidsmaatregelen zich met de MKBA-methodieken?
- Hoe beleven mensen bronmaatregelen, geluidsschermen en gevelisolatie?
- Welke elementen verklaren overlast (frequentie, voorspelbaarheid)?
- Welke rol speelt de overheidscommunicatie bij de beleving?
- Is er met kleine aanpassingen van het geluidsbeleid een gunstigere kosten-batenverhouding mogelijk?
- Kan er vanuit beleving en MKBA inzicht worden gegeven in de volgende (budgettaire) afwegingen?:
 - a Is het beter om enkele hoogbelaste woningen ingrijpend te saneren of een grotere groep woningen minder ingrijpend?
 - b Is het beter om hoge geluidsbelastingen aan te pakken of juist (recente) hoge geluidstoenames?

We gaan in deze verkennende studie met name kwalitatief op deze vragen in.

In deze studie wordt het (nieuwe en bestaande) geluidsbeleid alleen belicht vanuit beleving en MKBA. We kunnen derhalve geen algemene conclusies trekken over de veranderingen in het beleid.

Omdat het nieuwe doelmatigheids criterium nog in ontwikkeling is, gaan we hierop in dit rapport maar beperkt in.

Vanuit de opdrachtgever is een begeleidingscommissie samengesteld. In diverse vergaderingen zijn de onderzoeksresultaten toegelicht en bediscussieerd. De samenstelling van de begeleidingscommissie is toegelicht in bijlage A.

1.3 Aanpak en methodiek

We analyseren allereerst het huidige en het in ontwikkeling zijnde geluidshinderbeleid en selecteren daaruit de elementen die gerelateerd zijn aan beleving of kosten-batenanalyse. Vervolgens wordt er een literatuurstudie uitgevoerd naar maatschappelijke kosten-baten (MKBA) en beleving. Tenslotte worden beide resultaten met elkaar geconfronteerd en worden conclusies getrokken.

De economische wetenschap richt zich met name op de relatie tussen de geluidsbelasting en de fysieke effecten (kosten van gezondheidszorg, verminderde arbeidsproductiviteit en afname van het leefgenot) die daarvan het gevolg zijn en de waardering daarvan. Daarnaast zijn er ook waarderings-methoden waarbij gebruik wordt gemaakt van vragenlijsten of waargenomen gedrag.



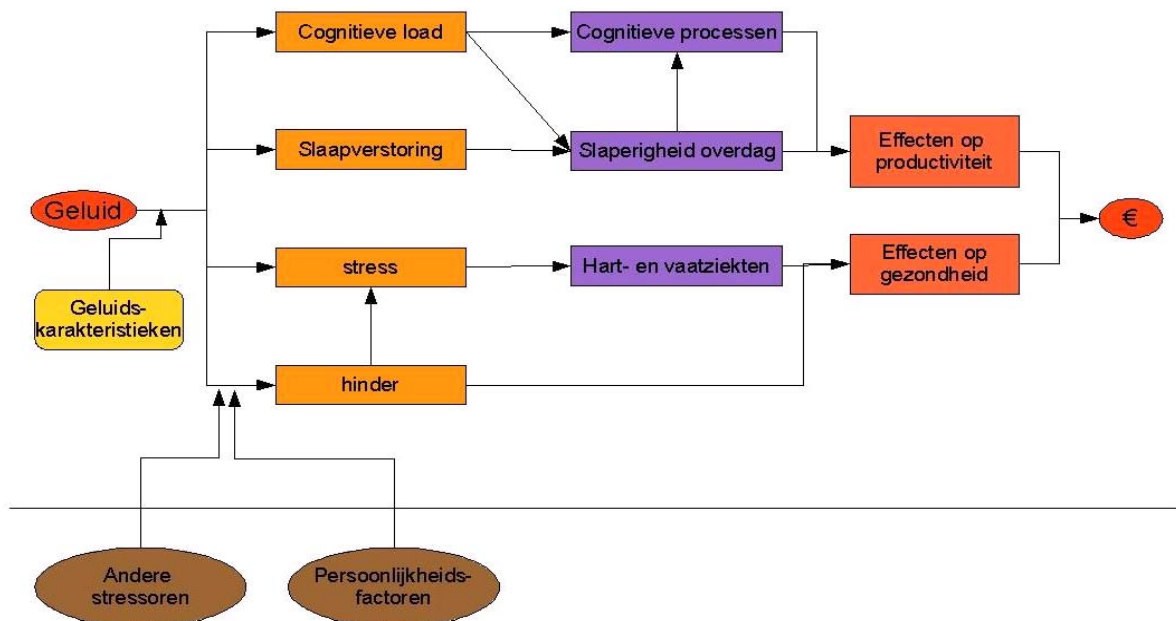
De psychologie en gezondheidswetenschappen bestuderen met name de (inter)-relaties tussen de geluidsbelasting, beleving en de gezondheidseffecten. Het gaat dan met name om stress, slaapverstoring, persoonlijke karakteristieken en de relatie met de fysieke effecten.

In Figuur 1 gaan we in op de verschillende mechanismes die een rol spelen bij geluidsbelasting en de economische schade daarvan.

In deze studie combineren we de MKBA-methodiek en het onderzoek naar beleving, zodat er uitspraken gedaan kunnen worden over de processen die de link leggen tussen geluidsbelasting en de kosten daarvan. Zodoende krijgen we informatie over verschillende variabelen als geluidskarakteristieken (toonhoogte en geluidsterkte), persoonlijke factoren, slaapverstoring en de relatie met gezondheidskosten.

Tot slot kunnen we conclusies trekken over de huidige invulling van het geluidsbeleid vanuit kosten-batenoogpunt en beleving, op basis van wetenschappelijke literatuur.

Figuur 1 Relaties tussen geluidsbelasting, psychologische effecten en economische kostenposten



1.4 Wat is een MKBA?

1.4.1 Algemene principes⁴

Een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) is een beslissingsondersteunend instrument bij het analyseren en beoordelen van projecten of beleidsplannen. Een MKBA brengt op een systematische manier de maatschappelijke kosten en baten van een project in beeld. Het woord 'maatschappelijk' betekent hier dat alle kosten en baten onderdeel zijn van de MKBA, niet alleen de financiële kosten en baten. Ook eventuele kosten en baten die niet direct te zijn herleiden tot financiële uitgaven of ontvangsten worden zoveel mogelijk gemonetariseerd. Een MKBA geeft de totale effecten van een project op de welvaart weer binnen de geografische afbakening waarvoor de MKBA wordt opgesteld.

Een MKBA structureert de discussie rondom beleidsvoornemens en verschaft de beleidsbeslissers een schat aan relevante informatie over de effecten van het beleidsplan of project. Het is evenwel een misvatting om te denken dat de MKBA de rol van de beleidsbeslissers overneemt. Een MKBA geeft alleen de verwachte effecten op de welvaart weer, terwijl het beleid met meer aspecten rekening dient te houden dan efficiency alleen.

Het gebruik van MKBA's is de afgelopen 20 jaar flink toegenomen. Vooral in de gezondheidszorg en bij infrastructurele beslissingen heeft de MKBA een grote vlucht genomen. In Nederland is het opzetten van MKBA's voor infrastructurele beslissingen gestandaardiseerd in de zogeheten OEI-leidraad (Eijgenraam et al., 2000). Voor effecten op natuur (natuurinclusieve MKBA's) is er in 2004 een aparte aanvulling verschenen op de OEI-leidraad (Ruijgrok et al., 2004). In 2007 is er een leidraad verschenen hoe MKBA's kunnen worden opgesteld ten behoeve van milieubeleidsbeslissingen (CE, 2007).

Een MKBA is vooral interessant voor vraagstukken die betrekking hebben op collectieve goederen: de afwezigheid van geluidshinder is een goed dat in principe niet (goed) via de markt kan worden verzorgd⁵. Centraal in een MKBA staat het inschatten van de effecten. De effecten worden ingedeeld in directe en indirecte effecten en in interne effecten en externe effecten.

Directe effecten zijn alle effecten die ingrijpen op de markten waarop het geluidsreductiebeleid beoogd in te grijpen. Men kan daarbij denken aan de kosten van geluidsschermen en de reductie van geluid die dat met zich meebrengt. In principe komen die maatregelen namelijk niet tot stand zonder overheidsingrijpen en aan overheidsbeleid zijn ook kosten verbonden (kosten van beleidsvoorbereiding, implementatie, handhaving en controle en verantwoording). Dit zijn ook directe effecten die een rol kunnen spelen in een MKBA

⁴ Deze paragraaf is gebaseerd op CE (2007).

⁵ Tot op zekere hoogte is dat wel mogelijk omdat getroffen van geluidshinder geluidsisolerende maatregelen kunnen treffen.



maar worden meestal buiten beschouwing gelaten. In de huidige studie spelen ze geen rol omdat er geen literatuur over gevonden werd.

Indirecte effecten zijn de effecten die doorwerken op afgeleide markten. Producenten van ZOAB, betonnen bielzen en geluidsschermen kunnen door de vraag van de overheid extra inkomsten creëren en werkgelegenheid scheppen. Via de arbeidsmarkt worden die doorgegeven naar de rest van de economie. Deze effecten zijn vaak vrij beperkt in omvang en betreffen vaak alleen herverdelingseffecten. Met name in een krappe arbeidsmarkt resulteert de additionele werkgelegenheid door geluidswerende maatregelen slechts in een opwaartse druk op de lonen⁶. Daarom is in overleg met het ministerie van Verkeer en Waterstaat besloten om deze buiten beschouwing te laten.

Daarnaast kunnen beleidseffecten worden onderscheiden naar (markt)interne en externe effecten. **Interne effecten** zijn de effecten van projecten waarvoor via markten (evenwichts)prijzen tot stand komen. **Externe effecten** zijn onbedoelde welvaartsveranderingen voor derden waarvoor geen compensatie wordt geboden. Geluidshinder is een typisch voorbeeld van een extern effect - in feite bevatten de meeste voorbeelden in tekstboeken economie over externe effecten voorbeelden van geluidshinder.

Tabel 2 Voorbeeld van effecten relevant in een MKBA

	Interne effecten	Externe effecten
Direct	De kosten van maatregelen ter beperking van geluid zoals ZOAB, betonnen bielzen, etc.	De verbetering van de leefbaarheid door een reductie van geluidshinder, inclusief een reductie van gezondheidseffecten ten gevolge van geluidshinder.
Indirect	De effecten voor de producenten van geluidswerende maatregelen door grotere afzet.	Indirecte externe effecten spelen waarschijnlijk geen rol bij geluidshinder, men kan denken aan effecten op de luchtkwaliteit als neveneffect van geluidsreductiemaatregelen.

Los daarvan kan men in een MKBA nog welvaartseffecten van herverdelings-effecten onderscheiden. Welvaartseffecten, ook wel efficiencyverbeteringen genoemd, treden op als meer productie wordt gerealiseerd in verhouding tot het aanbod van productiemiddelen of als meer nut van consumptie wordt bereikt in verhouding tot het gebruik van goederen en diensten. Efficiencyverbeteringen resulteren in een welvaartsverbetering.

Herverdelingseffecten treden op als voordelen of nadelen van het beleid of project (gedeeltelijk) terecht komen bij anderen zonder dat dit een welvaartsverbetering tot gevolg heeft.

⁶ In feite is er dan dus sprake van een herverdeling van welvaart van de andere sectoren van de economie (duurdere lonen) naar de producenten van geluidswerende maatregelen (meer afzet). Het netto-effect op de welvaart is dan vaak zeer miniem.

In het saldo van de MKBA komen alleen de welvaartsveranderingen terecht. In de praktijk zal de beleidsmaker ook veel interesse tonen in de herverdelings-effecten die daarom een integraal onderdeel vormen van de meeste MKBA's.

1.4.2 Toepassing op geluidsbelasting

In het beleid rondom geluidsbelasting wordt nog niet veel gebruik gemaakt van MKBA's: de meeste studies bevatten geen integrale MKBA maar waarderen de geluidshinder. In een aantal studies worden de kosten van maatregelen vergeleken met de verwachte baten aan geluidsreductie. Dit kan worden gezien als een beperkte MKBA waarin een aantal posten, zoals de kosten van het beleid en de doorwerkende effecten van een hogere investering in geluidswerende maatregelen, buiten beschouwing wordt gelaten.

Geluid wordt in de literatuur meestal direct gewaardeerd: via hetzij 'revealed preferences'-onderzoek of 'stated preferences'-onderzoek wordt gekeken naar de waardering van mensen voor een verandering in hun geluidsniveau (zie hoofdstuk 5). De redenen waarom geluid tot hinder leidt wordt in een MKBA (of een waarderingsstudie) meestal niet of niet goed, onderzocht. Dit betekent dat een MKBA weliswaar aan kan geven of bij een bepaalde set van maatregelen de baten tegen de kosten opwegen van een particulier project, maar minder goed aan kan geven waarom de baten wel of niet tegen de kosten opwegen. De waardering van geluid is daar debet aan: in de meeste gevallen wordt direct de dB-geluidsproductie gewaardeerd zonder verder onderzoek naar de psychosociale factoren die maken dat geluid als hinder wordt ervaren.

Een tweede limitatie in het gebruik van MKBA's is dat een MKBA geen antwoord geeft op de *rechtvaardigheid* van een bepaald project of een bepaalde situatie. Omdat meestal minder rijke mensen wonen langs een geluidsbelaste locatie, is de waardering voor geluidsoverlast ook minder dan in rijkere buurten, hetgeen weer tot gevolg heeft dat minder maatregelen rendabel zijn om de geluidsoverlast te beperken. Dergelijke opvattingen kunnen als amoreel of politiek abject worden geschetst maar vormen een logische uitkomst van het MKBA-instrument dat alleen kijkt naar efficiency.

Rechtvaardigheidsaspecten kunnen op een andere manier ook een rol spelen bij de toepassing van geluidswerende maatregelen bij de bestaande bouw. Voor een deel worden die immers toegepast op woningen die al goedkoper waren doordat de snelweg reeds bestond en bewoners de woningen goedkoper hebben betrokken dan in vergelijkbare buurten zonder de geluidsbelasting. Indien uit een MKBA zou blijken dat de kosten van maatregelen lager zijn dan de verwachte baten aan geluidsreductie, zou het nog steeds welvaartsverhogend zijn indien de geluidswerende maatregelen worden getroffen. Er is wel sprake van een verdelingseffect. De huidige bewoners krijgen nu namelijk een 'extra lunch': lagere huizenprijzen en minder geluidsbelasting. Het is echter geen 'free lunch' omdat de lagere huizenprijzen zijn betaald door hetzij de overheid (lagere grondprijzen bij nieuwbouw) of door de vorige huizenbezitters (waardedaling huizen).



Hoewel dergelijke overwegingen een rol kunnen spelen bij de *financiering* van de geluidswerende maatregelen, heeft het geen gevolgen voor het saldo van een MKBA.



2 Het huidige en toekomstige beleidskader

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zetten we het huidige en nieuwe beleidskader beknopt uiteen, voor zover dat relevant is voor dit onderzoek. De informatie in dit hoofdstuk wordt later gebruikt om op basis van de literatuur uitspraken te doen over de structuur van de wetten en regelingen.

De basis voor het geluidsbeleid is de Wet geluidhinder, dat een stelsel aan bepalingen uiteenzet voor geluidsnormen bij aanleg of reconstructie van infrastructuur. Momenteel ligt er een wetsvoorstel tot wijziging van de Wet geluidhinder en de Wet milieubeheer waarin geluidsproductieplafonds en een wettelijk doelmatigheids criterium worden geïntroduceerd. Deze dienen ervoor te zorgen dat de geluidsproductie niet onbeperkt kan groeien en maatregelen financieel doelmatig zijn. Daarnaast wordt voorzien in een omvangrijke saneringsoperatie.

2.2 De Wet geluidhinder

Sinds het einde van de jaren zeventig vormt de Wet geluidhinder (Wgh) het juridische kader voor het Nederlandse geluidsbeleid. De Wgh bevat een uitgebreid stelsel van bepalingen ter voorkoming en bestrijding van geluidshinder door onder meer industrie, wegverkeer en spoorwegverkeer.

Voor geluidsgevoelige (woon)bestemmingen binnen zones langs wegen geldt in principe een voorkeursgrenswaarde van 48 dB(A). Afhankelijk van de ligging van de woning en/of weg in stedelijk danwel buitenstedelijk gebied en de aard van de woning en/of weg (geprojecteerd, in aanbouw, aanwezig of vervangende nieuwbouw) kunnen hogere waarden worden vastgesteld variërend van 53 dB(A) tot 68 dB(A), zie Tabel 3.

De voorkeursgrenswaarde is de geluidsbelasting die altijd toelaatbaar is op de gevel van de geluidsgevoelige bestemming. De maximale ontheffingswaarde is de geluidsbelasting die na toestemming van burgemeester en wethouders (lokale situatie), gedeputeerde staten of de minister van VROM (hoofdspoorwegen en rijks- en provinciale wegen) toelaatbaar is. De situatie mag dan niet meer verslechteren.

Geluidsbelastingen zijn gebaseerd op de L_{den} -waarde, die een zwaardere weging geeft voor geluid in de avond en nacht. Bij de avond- en de nachtwaaarde wordt vervolgens een straffactor van respectievelijk 5 en 10 dB opgeteld. Daarnaast geldt er een zogenaamde railbonus.

Tabel 3 Voorkeursgrenswaarden en maximale ontheffingswaarden in de Wet geluidhinder (1-1-2007)

	Voorkeurs- waarde (dB)	Sanerings- drempel (dB(A) in 1986)	Maximale ontheffings- waarde nieuwbouw (dB)	Maximale ontheffingswaarde bestaande infra (bij wijziging en sanering*) (dB)	Maximale ontheffings- waarde nieuwe aanleg (dB)
Rijks- wegen	48	60	53	68	58

	Voorkeurs- waarde (dB)	Sanerings- drempel (dB(A) in 1986)	Maximale ontheffings- waarde nieuwbouw (dB)	Maximale ontheffingswaarde bestaande infra (bij wijziging en sanering*) (dB)	Maximale ontheffings- waarde nieuwe aanleg (dB)
Spoor- wegen	55	65	68	71	68

Noot: Vanwege het verwacht stiller worden van auto's, mag conform de Wgh art 110g een aftrek van 2-5 dB (afhankelijk van de snelheid) worden toegepast in scenarioberekeningen, alvorens te toetsen aan de waarden in deze tabel.

2.3 Het huidige RWS-doelmatigheidscriterium

Met het doelmatigheidscriterium wordt berekend welke (en welke omvang van) maatregelen om overschrijding van de normen te voorkomen financieel doelmatig zijn. Eerst worden bronmaatregelen onderzocht, daarna overdrachtsmaatregelen.

Hiertoe bevat het doelmatigheidscriterium normbedragen voor maatregelen die vervolgens worden afgezet tegen de geluidsreductie. Wanneer de kosten per dB-woningreductie onder een grenswaarde (€ 3.000) blijven is een maatregel doelmatig.

In formule vorm: $\text{kostenmaat regelpakke } t \leq 3.000 \times \sum \text{woningen } (\Delta\text{dB})$

Bij de bepaling van het aantal dB-woningen wordt ook rekening gehouden met het oorspronkelijke geluidsniveau in de veronderstelling dat een geluidsreductie van 70 naar 69 dB met een grotere verlaging van hinder gepaard gaat dan een verlaging van 51 naar 50 dB. Een 1 dB-reductie bij een geluidsniveau van 70 dB telt daarom voor 2,5 dB, terwijl een 1 dB-reductie bij een geluidsniveau van 51 dB maar voor 1 dB meetelt.

Zijn maatregelen niet doelmatig dan zijn hogere geluidwaarden op de referentiepunten toelaatbaar, zolang die niet leiden tot een geluidsbelasting bij geluidsgevoelige objecten boven de zogenoemde maximale ontheffingswaarde.

Een geluidsscherm moet een minimale reductie hebben om als doelmatig gekenmerkt te kunnen worden, vanwege de afname van het vrij zicht.



Voor verschillende doeleinden (Wgh-sanering, RWS-reconstructies en ProRail voor het spoor) worden momenteel verschillende doelmatigheidscriteria gebruikt, welke niet altijd tot dezelfde maatregelen leiden.

2.4 Een nieuwe wet voor Rijkswegen

In het nieuwe wetsvoorstel wordt het complexe systeem aan stelsels en normen vereenvoudigd. Er wordt geen onderscheid meer gemaakt tussen verschillende soorten geluidsgevoelige bestemmingen en ook niet meer tussen bestaande en nieuwe situaties. Dit leidt tot een voor burgers beter te begrijpen beleid, waarbij het volgende normenkader wordt gehanteerd.

	Spoorwegen	Rijkswegen
Voorkeurswaarde algemeen	55 dB	50 dB
Maximale grenswaarde	70 dB	65 dB
Voorkeur bij wijziging	Geluidsbelasting bij heersend gpp	

2.4.1 Geluidproductieplafonds

De huidige Wet geluidhinder staat onder druk omdat het lawaai door autonome ontwikkeling van het verkeer onbeheerst kan groeien (het 'handhavingsgat'). De huidige regelgeving legt namelijk alleen verplichtingen op om maatregelen af te wegen bij ingrepen op of aan de infrastructuur. Er wordt niet ingegrepen in situaties van verkeersgroei (waarbij de geluidsniveaus dus ook toe kunnen nemen). Daarom worden 'geluidsproductieplafonds' geïntroduceerd.

Met de introductie van geluidsproductieplafonds dienen beheerders tijdig maatregelen te nemen om verdere geluidstoename als gevolg van verkeersgroei bijvoorbeeld te voorkomen. Bescherming tegen geluidshinder wordt dus losgekoppeld van het moment waarop de beheerder de weg of spoorweg aanlegt dan wel wijzigt. Dit biedt de wegbeheerder tegelijkertijd de ruimte om wijzigingen aan de infrastructuur door te voeren zonder onevenredig zware geluidsprocedures. Het terugbrengen van geluid naar de heersende waarde of een vastgestelde hogere waarde bij reconstructie vervalt. Wegbeheerders zijn gehouden aan de geluidsproductieplafonds en bepalen zelf het moment waarop maatregelen genomen worden.

De geluidsproductieplafonds (de geluidsniveaus op referentiepunten langs de weg) voor bestaande wegen zijn gelijk aan het huidige geluidsniveau plus een werkruimte van 1,5 dB. Voor nieuwbouw blijft het aanhouden van de voorkeurswaarde het uitgangspunt.

Er zijn woningen waaraan in het verleden een hogere geluidswaarde dan de voorkeurswaarde is toegekend, maar waar sindsdien het geluid is gestegen door een groei in verkeersvolume. De geluidsproductieplafonds worden in dit geval vastgesteld op basis van het huidige geluidsniveau en niet op basis van de toegekende hogere geluidswaarde in het verleden.

Wanneer een geluidsreductie is behaald, kan de ontstane ruimte onder het plafond gebruikt worden voor groei van het verkeer of voor een plafondverlaging. Dit maakt het voor investerende gemeenten mogelijk om de geluidsniveaus te laten dalen, zodat dichter in de buurt van (spoor)wegen gebouwd kan worden.

De beheerder van de infrastructuur dient jaarlijks een rapportage op te stellen waarin het verschil tussen de werkelijke geluidproductie en het geldende geluidproductieplafond wordt aangegeven. In geval de geluidproductie 0,5 dB of minder onder het geldende GPP komt dient de beheerder een prognose te geven van het jaar waarin het geluidproductieplafond volledig benut zal zijn. Tevens geeft de beheerder aan of en wanneer een onderzoek naar geluidbeperkende maatregelen wordt overwogen.

2.4.2 Het doelmatigheidscriterium onder de nieuwe wet⁷

Onder de nieuwe Wet geluidhinder zal er één wettelijk doelmatigheidscriterium gelden. Dit nieuwe doelmatigheidscriterium gaat gelden voor:

- De aanleg of reconstructie van infrastructuur.
- Plafondhandhaving. Plafondverhoging wordt zoveel mogelijk voorkomen. Maatregelen worden getroffen bij dreigende plafondoverschrijding. Als die maatregelen niet doelmatig zijn, bestaat de mogelijkheid tot plafondverhoging.
- Sanering. Saneringswoningen zijn woningen met >60 dB(A) etmaalwaarde voor wegverkeer in 1986 en >65 dB(A) voor spoorverkeer in 1987.
- De doelstellingen Nota Mobiliteit. Volgens de Nota Mobiliteit moeten alle woningen boven 65 dB (weg) resp. boven 70 dB (spoor) worden aangepakt.

Onder het nieuwe doelmatigheidscriterium zijn geluidbeperkende maatregelen financieel doelmatig als de normkosten (dit zijn vastgestelde bedragen voor maatregelen, gebaseerd op de netto contante waarde over 30 jaar) van de maatregelen niet hoger zijn dan de maximaal aanvaardbare kosten. Deze maximaal aanvaardbare kosten worden bepaald door per gevoelig object de weegpunten⁸ te bepalen (zie Figuur 2) en het totaal aantal weegpunten te vermenigvuldigen met een bedrag van € 8.000.

Het maximale budget voor maatregelen is afhankelijk van:

- het toekomstige geluidsniveau;
- de woningdichtheid.

Een plafondverhoging is mogelijk als het maximale budget ontoereikend is om het verwachte toekomstige geluidsniveau onder het geluidproductieplafond te houden. In dit geval worden alle geluidbeperkende maatregelen genomen die wél binnen het budget vallen én doelmatig zijn en vindt een verhoging van het geluidproductieplafond plaats. Boven 65/70 dB geldt dat het aanvragen van een plafondverhoging een speciale ontheffingsprocedure dient te worden doorlopen. Onderdeel van de ontheffingsprocedure is dat ook meer ingrijpende maatregelen

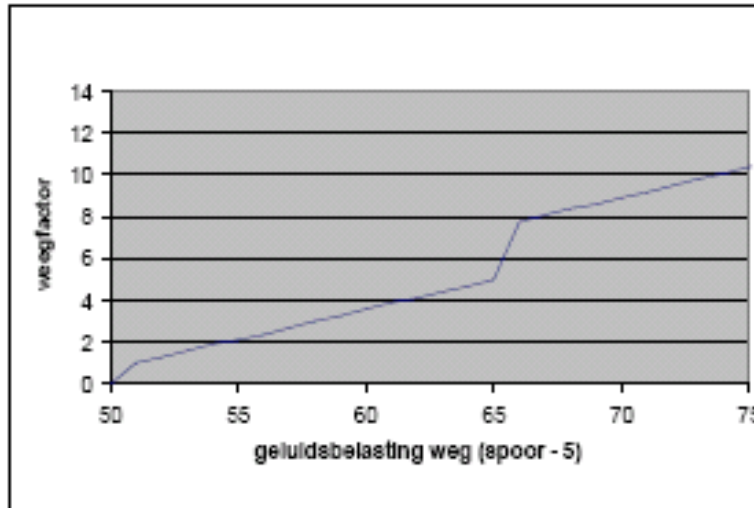
⁷ Voorlopige afronding onderzoek doelmatigheidscriterium voor geluidproductieplafonds, versie 2 (Memo), dBvision, 5 juni 2008. Dit is nog niet vastgesteld concept.

⁸ Onder andere onderwijsgebouwen en ziekenhuizen worden omgerekend naar aantallen woningen.



worden overwogen⁹. Bij een dergelijke plafondverhoging dient wel aan de binnenwaarde voldaan te worden.

Figuur 2 Weegpunten weg- en railverkeer onder het nieuwe doelmatigheids criterium



Bron: dBvision, 2008.

De redenen om het huidige (RWS-)doelmatigheids criterium te veranderen zijn:

- Het RWS-criterium stuitte op onbegrip. Op informatieavonden konden mensen moeilijk begrijpen waarom een geluidsscherm van 1 meter niet doelmatig is, terwijl een scherm van 3 meter dat wel is.
- Het nieuwe criterium is toepasbaar bij aanleg, reconstructie en beheer van alle (spoor)weginfra toepasbaar is, zodat het goed uitlegbaar en uitvoerbaar is en wordt voorkomen dat er in de praktijk op één locatie bijvoorbeeld drie verschillende criteria zouden moeten worden toegepast.
- De administratieve rompslomp. Bij het nemen van bronmaatregelen die binnen het budget vallen hoeven bij het nieuwe doelmatigheids criterium de geluidsniveaus bij de woningen niet meer bepaald te worden.

Het nieuwe doelmatigheids criterium verschilt van het bestaande criterium. Verschillen met het bestaande criterium zijn:

- Het aantal weegpunten per woning neemt bij 65/70 dB sterk toe, waardoor het maximaal aanvaardbare budget voor woningen boven de 65/70 dB hoger is.
- Grote geluidsgevoelige objecten tellen zwaarder dan één woning, omdat daar ook meer mensen verblijven (bijvoorbeeld scholen, ziekenhuizen).
- De minimale reductie door een geluidsscherm van 5 dB is vervallen.

Onder het nieuwe doelmatigheids criterium wordt een maximaal budget vastgesteld om geluidswerende maatregelen te treffen. Welke maatregelen binnen

⁹ Onder andere niet-doelmatige maatregelen, gebruiksbependingen en het amoveren van geluidsgevoelige objecten.

het budget gekozen worden hangt af van de kosten-batenafweging. De randvoorwaarde is dat het nieuwe criterium gemiddeld gezien tot dezelfde maatregelenpakketten als in de huidige praktijk leidt en kosten niet significant afwijken van de huidige praktijk.

Wanneer we in een woning met een lage geluidsbelasting vergelijken met een woning met een hoge geluidsbelasting, is per dB geluidstoename een eenzelfde budget beschikbaar voor maatregelen als onder het bestaande RWS-criterium, omdat één weegpunt overeenkomt met meerdere decibellen (2,6 dB). Helemaal vergelijkbaar is het niet, omdat de uitgangspunten in beide criteria verschillend zijn.

2.5 Saneringsoperaties

Ingevolge de Wet geluidhinder wordt al vele jaren een saneringsoperatie uitgevoerd. Deze bestaat uit een subsidieregeling voor woningen die op 1 maart 1986 een geluidsbelasting hadden die hoger is dan de saneringsdrempel van 60 resp. 65 dB voor wegen en spoorwegen. De gemeente neemt daarbij het initiatief en kan de subsidie aanvragen bij het door het ministerie van VROM ingestelde Bureau Sanering Verkeerslawaaai. De getalswaarde van de saneringsdrempel ligt tussen de voorkeurswaarde en de maximale ontheffingswaarde.

In het algemeen geldt dat de meest doelmatige projecten sneller worden uitgevoerd. Dit betekent dat aangemelde projecten soms lang op een wachtlijst kunnen staan.

Inmiddels is een aanvullende saneringsoperatie in gang gezet. In de Nota Ruimte en de Nota Mobiliteit is namelijk bepaald dat woningen zullen worden aangepakt met een geluidsbelasting van meer dan 65 dB als gevolg van een rijksweg of meer dan 70 dB als gevolg van een spoorweg. Deze 'drempelwaarden' zijn gelijk aan de maximale waarde van de geluidsbelasting.

Deze aanvullende saneringsoperaties zijn in het nieuwe doelmatigheidscriterium opgenomen door het aantal weegpunten per woning sterk te laten toenemen vanaf een toekomstige geluidsbelasting van 65 resp. 70 dB.

Met deze saneringsoperaties worden echter niet alle geluidbelaste woningen gesaneerd. Bestaande woningen in stedelijk gebied waarvan het geluidsniveau na 1 maart 1986 de saneringsdrempel is overschreden, als gevolg van een stadsweg, en waar geen reconstructie van de weg heeft plaatsgevonden worden niet gesaneerd.

2.6 De dagelijkse praktijk (interviews)

Hieronder volgen een aantal belangrijke conclusies uit de interviews:

- Voor burgers is het bestaande handhavingsgat moeilijk te begrijpen of accepteren.
- Er blijft altijd een verschil bestaan tussen de wensen van bewoners en de maatregelen die RWS aanbiedt. Bijvoorbeeld wanneer er bij capaciteits-



uitbreiding niet gesaneerd kan/mag worden tot de voorkeurswaarde, maar slechts de geluidstoename kan worden tenietgedaan.

- De formele inspraak van burgers is beperkt, omdat in met name de MER-procedure - maar ook bij inspraak volgens art 3.4 Awb - al in een heel vroeg stadium vrij veel vastligt als gevolg van onderzoek. De procedure laat geen mogelijkheid om variabelen te houden, die na inspraak nog kunnen worden aangepast. Naast formele bijeenkomsten worden er ook informele bijeenkomsten georganiseerd, welke wisselend bezocht worden door burgers. Indien informele bijeenkomsten worden gehouden voordat de procedures in gang zijn gezet, zijn de mogelijkheden en betrokkenheid van burgers groter.
- Omdat geluidsbeleving voor een groot deel afhankelijk is van niet-akoestische factoren, zijn informele bijeenkomsten waarschijnlijk zeer zinvol.
- Op voorlichtingsavonden gebruiken RWS en Prorail beiden een geluidssimulator om bewoners een reële indruk van de daling van het geluidsniveau te laten horen, dat door bewoners als positief wordt ervaren.
- Over geluid komen veel meer klachten binnen dan over luchtkwaliteit. Mensen klagen met name dat ze slechter slapen, dat ze niet meer rustig in de tuin kunnen zitten en dat het nooit meer gewoon rustig is. Mensen hebben echter niet een eenduidige voorkeur voor maatregelen. Het aantal klachten dat na een saneringsproject binnenkomt, houdt geen verband met de betrokkenheid van burgers bij de procedures. Mensen klagen vaker over bronnen waarmee ze weinig binding voelen: meer over goederentreinen dan over personentreinen en meer over snelwegverkeer dan verkeer in de straat.
- Op dit moment werkt RWS aan aanbevelingen omtrent voegovergangen (tussen het wegdek en de brug, en soms ook bij viaducten). In de huidige toestand zorgen deze voegovergangen vaak voor overlast, omdat bij elke auto die passeert een klap te horen is en ook omdat er veel lage frequenties in het geluid zitten. Door het gebruik van stillere voegovergangen hoopt RWS de overlast te beperken.

In bijlage C gaan we dieper in op de gevoerde gesprekken.

2.7 Relevante conclusies

- Een groot deel van de hoogbelaste woningen wordt gesaneerd in de toekomst, maar voor een beperkt deel woningen in de stad, blootgesteld aan geluid van stedelijke infrastructuur en voor geïsoleerd gelegen woningen is dit niet het geval.
- In de praktijk is de nieuwe wet een stimulans om extra bronmaatregelen in plaats van geluidschermen in te zetten, omdat dan meestal kleine geluidsreducties nodig zullen zijn (waarvoor bronmaatregelen kosten-effectiever zijn) en omdat de (spoor)wegbeheerder daarmee geluidsprocedures voorkomt.
- De nieuwe wet voorkomt een sluimerende toename van geluid en van aantallen hoogbelaste woningen door de introductie van GPP's, hetgeen onder de huidige wet wel optreedt.
- Woningen met hoge belasting hebben een hoger budget voor maatregelen dan laag belaste woningen.

- Het bestaande en nieuwe doelmatigheidscriterium zijn gemiddeld vergelijkbaar op het gebied van kosten-batenafweging. Maar vanwege de verschillende uitgangspunten is een vergelijking niet eenvoudig te maken.
- Aan de effectiviteit van geluidsschermen wordt een minimumeis gesteld, vanwege de compensatie voor verlies van uitzicht. In het nieuwe doelmatigheidscriterium geldt deze minimumeis niet meer.
- Er wordt geen rekening gehouden met andere directe effecten (luchtkwaliteit) dan geluidsvermindering.
- Woningen waar in het verleden een hogere geluidswaarde dan de voorkeurswaarde is toegekend krijgen ook een geluidsproductieplafond op basis van het huidige geluidsniveau.



3 Geluid en geluidshinder

3.1 Inleiding

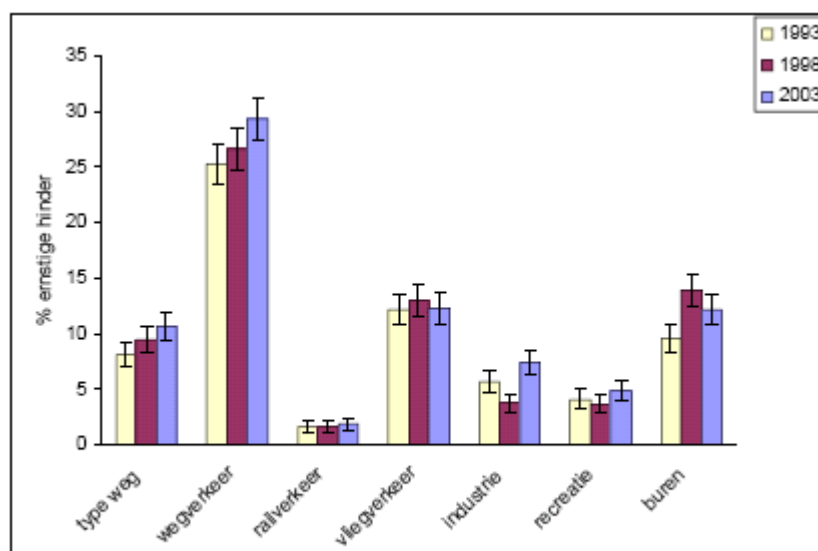
In dit hoofdstuk gaan we in op de relatie tussen geluid en de hinder die dit veroorzaakt bij mensen. Daarnaast gaan we in op de verschillen tussen de verschillende vervoermodaliteiten en tonen we aan dat geluid in relatie tot hinder meer is dan alleen decibellen. In het volgende hoofdstuk gaan we in op de overige gezondheidseffecten.

3.2 Hinder

Hinder is het meest ondervonden probleem als gevolg van geluidsoverlast. Hinder kan worden omschreven als een algemeen gevoel van ongenoegen of een reactie van verzet veroorzaakt door het geluid. Hinder uit zichzelf door angst, onzekerheid en lichte boosheid (Stansfeld & Matheson, 2003; RIVM, 2005).

De afgelopen jaren ondervindt bij een gelijkblijvend geluidsniveau een steeds groter percentage mensen hinder. In de woonomgeving is verkeerslawaaï de meest voorname oorzaak van geluidsoverlast. Na wegverkeer veroorzaakt vliegverkeer en geluid van burens de meeste hinder (zie Figuur 3). Bromfietsen, motoren en vrachtauto's veroorzaken binnen deze brongroepen de meeste hinder (Franssen et al. 2004).

Figuur 3 Percentage ernstige geluidshinder per bron

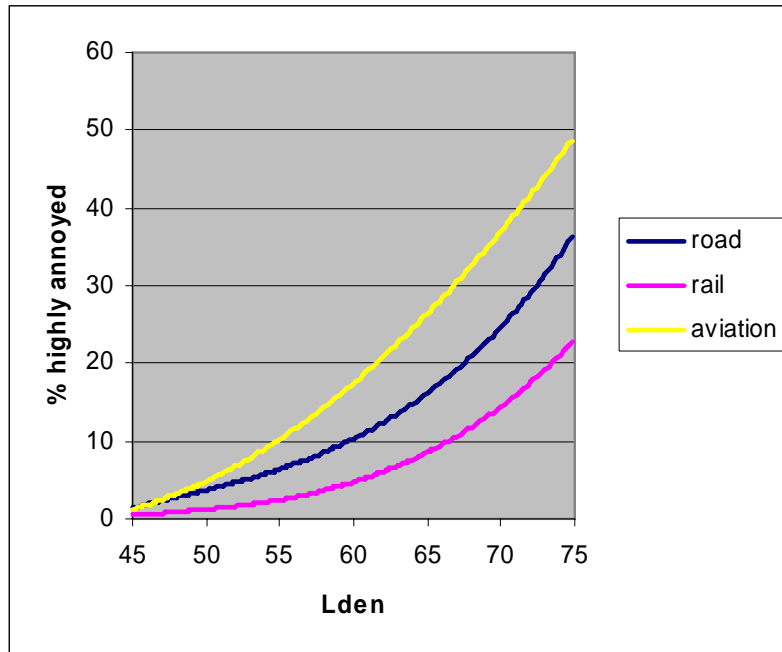


* De ernstige hinder van 'type weg' heeft betrekking op de hoogst scorende hinder van wegen die zijn onderscheiden naar maximaal toelaatbare snelheden: 30 km/uur, 50 km/uur, 80 km/uur en 120 km/uur.

Bron: Franssen et al. (2004).

Figuur 4 laat zien dat vliegtuiggeluid wordt ervaren als meer ergerlijk dan weg- en spoorgeluid van hetzelfde geluidsniveau. Op geluidsniveaus van 55 dB zijn ongeveer 30% van de mensen die blootgesteld staan aan vliegtuiggeluid gehinderd. Voor weggeluid is dit ongeveer 20%. Tegelijkertijd laat Figuur 4 zien dat de relatie tussen geluidsbelasting en hinder niet lineair is, maar dat de curve steiler wordt bij hoger geluidsniveaus.

Figuur 4 Percentage van de bevolking ernstig gehinderd als functie van de geluidsbelasting van gebouwen (L_{den} in dB(A))



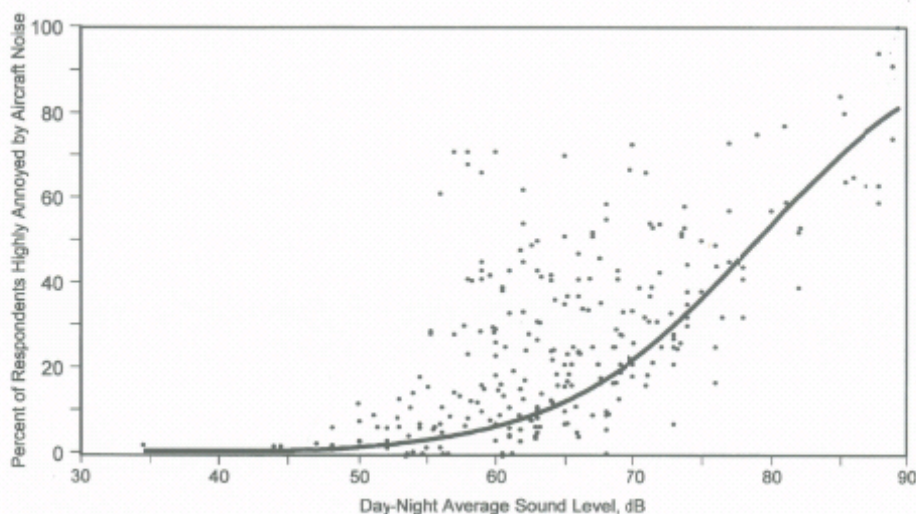
Bron: Miedema & Oudshoorn (2001).

De mate van hinder wordt als eerste bepaald door het geluidsniveau. Hoe hoger het geluidsniveau, hoe meer hinder en hoe sterker de gezondheidseffecten zijn (Ellebjer Larsen et al., 2002; RIVM, 2005). Daarnaast zijn de toonhoogte, duur en het periodieke karakter ook van belang.

Hinder door verkeersgeluid wordt echter niet alleen bepaald door akoestische factoren. Persoonlijke factoren en de omgeving spelen ook een rol en daarnaast ook iemands relatie met de geluidsbron. Bij hinder speelt iemands gevoeligheid voor geluid een sterke rol (Ouis, 2001; RIVM, 2004). Met behulp van Figuur 5 kan dit geïllustreerd worden. Het blijkt dat de spreiding in geluidshinder groot is, terwijl de curve een betrouwbaar gemiddelde is (zie ook appendix B voor het verschil tussen het betrouwbaarheidsinterval van een schatting en de standaarddeviatie in de populatie).



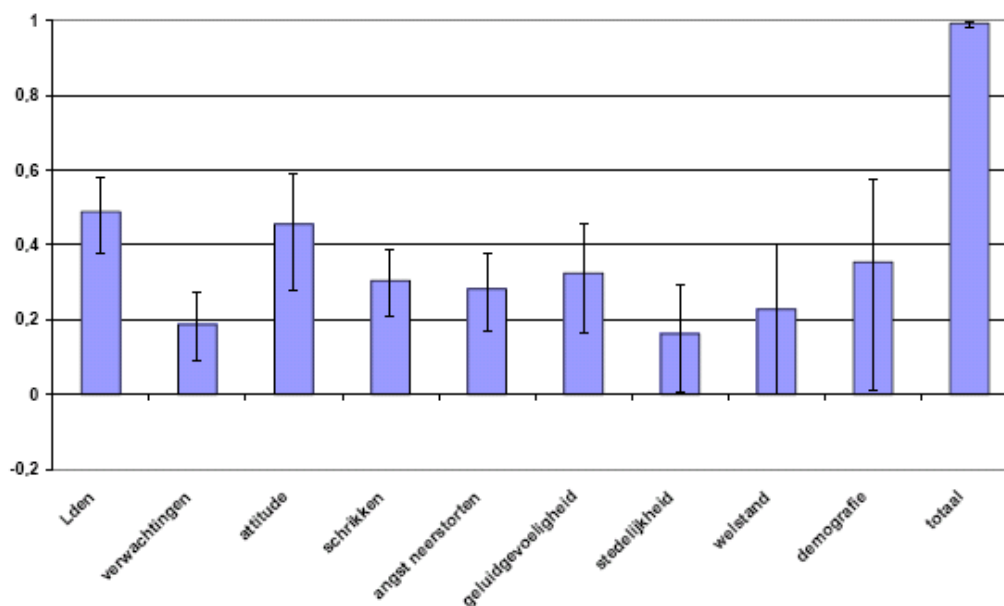
Figuur 5 Ernstige hinder bij verschillende geluidssterktes veroorzaakt door vliegtuigen



Noot: Gebaseerd op observaties op 453 locaties.
Bron: Fidell, 1992.

Uit Figuur 6 blijkt dat de ernstige hinder maar tot ongeveer de helft verminderd kan worden als het (vliegtuig)geluidsniveau gereduceerd wordt tot 45 dB. Andere variabelen spelen ook een rol bij het ontstaan van hinder. Een aantal van deze variabelen zijn erg moeilijk te beïnvloeden zoals geluidsgevoeligheid, geslacht en leeftijd (demografie), terwijl andere variabelen wel beïnvloedbaar zijn, zoals attitude en de verwachtingen ten opzichte van de geluidsveranderingen. Het verminderen van de negatieve verwachtingen over het toekomstige geluidsniveau kan de ernstige hinder met 44% doen afnemen (Breugelmans, 2004).

Figuur 6 Attributieve fracties¹⁰ van determinanten van ernstige hinder door vliegtuigeluid



Bron: Breugelmans et al. (2004).

Controle, zowel mentaal (voorspelbaarheid) als gedragsmatig, speelt ook een belangrijke rol bij het ontstaan van hinder (Stallen, 1999). Tenslotte toont Miedema (1999) op basis van een meta-analyse aan dat angst een belangrijke rol speelt bij de beleving van geluid. Hij laat zien dat mensen die angst ervaren in verband met geluidsoverlast een hogere mate van hinder rapporteren dan mensen die geen angst ervaren. Het verschil in hinder kan oplopen tot een hindertoename equivalent aan 19 dB (L_{den})¹¹. Dit geeft aan hoe belangrijk de persoonlijke component is. In hoofdstuk 6 gaan we hier dieper op in.

Sociale factoren oefenen hun invloed zowel op individueel als op groepsniveau uit: op individueel niveau geldt bijvoorbeeld dat sommige mensen gevoeliger voor geluid zijn dan anderen, op groepsniveau kunnen factoren als inspraak en overheidscommunicatie een rol spelen.

Ook de fysieke omgeving speelt een rol, zoals de hoeveelheid groen in de omgeving, en de visuele aspecten van eventuele geluidsmaatregelen.

¹⁰ De attributieve fractie geeft weer welk deel van de ondervonden ernstige hinder toegeschreven kan worden aan de verschillende variabelen. De kolommen geven het maximale effect dat door interventie op de determinant kan worden bereikt. De kolommen kunnen derhalve niet opgeteld worden (in het geval van meerdere, gelijktijdige interventies). De kolom 'totaal' geeft aan welke fractie van de gevonden prevalentie van ernstige hinder toegeschreven kan worden aan de, in het onderzoek meegenomen, variabelen.

¹¹ Voor geluidshinder als gevolg van vliegtuigeluid. Het effect voor wegverkeer is ongeveer half zo groot. Het effect voor spoorweggeluid is volgens de analyse van dezelfde orde als het effect voor vliegtuigeluid, maar hierbij moet opgemerkt worden dat slechts 1% van de mensen in deze studie erge angst had in verband met spoorwegverkeer, tegen 16% van de mensen voor vliegtuigeluid.



Tot op zekere hoogte ontwikkelen mensen die blootgesteld worden aan geluid strategieën om hiermee om te gaan. Maar dit lost de problemen niet op: reacties als verhoogde bloeddruk en hinder vanwege chronische blootstelling nemen niet af, tenzij de blootstelling vermindert (London Health Commission, 2003).

3.3 Geluidskarakteristieken

In het beleid wordt geluid meestal uitgedrukt in L_{den} , een maat voor het aantal decibellen verspreid over het hele jaar, waarbij een toeslag geldt voor de avond en nacht. Bij de beleving van geluid en bij het ontstaan van geluidshinder speelt echter veel meer mee dan alleen het geluidsniveau waaraan iemand wordt blootgesteld, zoals hierboven is aangetoond. Zo beïnvloeden geluidskarakteristieken zoals toonhoogte en voorspelbaarheid ook de mate van hinder.

Vaak wordt een geluidsniveau uitgedrukt in dB(A). De dB(A) is de eenheid waarin de sterkte van het geluid in verreweg de meeste gevallen wordt weergegeven. De dB(A) heeft namelijk bij benadering een verband met de menselijke waarneming en corrigeert voor de frequentie. Het voordeel hiervan, is dat dit een objectieve maat is, die eenvoudig meetbaar is. Het nadeel is dat geluidsniveau maar één van de karakteristieken van een geluid is. Behalve het geluidsniveau, is bijvoorbeeld ook het frequentiespectrum van invloed op hoe mensen het geluid beleven of hinder ondervinden.

Raggam et al. (2007) onderzochten in een labsituatie hoe de geluidshinder die proefpersonen ervaren, samenhangt met psycho-akoestische en fysiologische parameters (hartslag en ademhaling). De hartslag van proefpersonen was bij het horen van geluidsfragmenten hoger dan de hartslag in rust¹², maar de ademhaling werd niet beïnvloed door de geluidsfragmenten. Ook bleek dat geluidsfragmenten die door proefpersonen als onaangenaam werden ervaren, zorgden voor een sterkere toename in hartslag dan de andere geluidsfragmenten. Raggam et al. (2007) keken ook welke geluidskarakteristieken het meest geschikt waren om geluidshinder te voorspellen: de luidheid en ruwheid¹³ waren betere voorspellers van geluidshinder dan het geluidsniveau uitgedrukt in dB(A).

Yifan et al. (2008) onderzochten welke invloed de frequentie van een geluid heeft op geluidshinder en vonden dat laagfrequent geluid hinderlijker is dan een even sterk geluid op een hogere frequentie. Ook andere onderzoeken (zie onder andere Leventhall (2004) voor een review) stellen dat dB(A) hinder onderschat voor frequenties onder 200 Hz.

De Miedema-curve (Figuur 4) laat zien dat bij eenzelfde geluidsniveau een groter percentage mensen gehinderd wordt door weggeluid dan door spoorgeluid. Dit heeft niet zozeer te maken met het verschil in geluidskarakteristieken. Op grote afstand van de weg en bij hoge verkeersintensiteiten is weggeluid eentonig en

¹² Voor twee van de zes fragmenten was het verschil significant.

¹³ In het Engels: Loudness en roughness. Loudness of a sound event is caused by complex reciprocal effects of frequency components and their temporal development, resulting in the fact that sounds with identical LA, eq can lead to different loudness estimation.

constant. Wat dichterbij de weg is het geluid echter onregelmatiger. Spoorgeluid is ook onregelmatig. Het verschil in hinder van spoor- en weggeluid heeft waarschijnlijk te maken met gevoelens als angst en vermijdbaarheid. Angst werkt hinder in de hand, net als de perceptie dat er iets aan het geluid gedaan kan worden (maar niet gedaan wordt). Over het algemeen zijn mensen minder vaak bang door spoorweggeluid dan door weggeluid¹⁴.

In het beleid wordt er daarom vaak onderscheid gemaakt in het beleid tussen spoorgeluid en weggeluid, door middel van een bonus van 5 dB voor spoor. Dit betekent dat een geluidsniveau van 60 dB langs een weg vergelijkbaar is met een geluidsniveau van 65dB langs het spoor. Het is echter niet duidelijk of spoorgeluid minder gezondheidseffecten heeft dan weggeluid.

¹⁴ Hierop zijn echter uitzonderingen, zoals bijvoorbeeld in het geval van de Havenspoorlijn. Vermoedelijk had dit te maken met de commotie over het transport van gevaarlijke stoffen.



4 Geluid, gezondheid en de waardering daarvan

4.1 Inleiding

In hoofdstuk 3 werd de relatie tussen geluid en hinder behandeld. In hoofdstuk 4 presenteren we een overzicht van de literatuur op de overige gezondheidseffecten veroorzaakt door geluid.

Gezondheid

Gezondheid wordt gedefinieerd als een dynamische toestand van het organisme dat zowel fysiek als mentaal goed functioneert naar eigen wens en ook naar de mening van artsen, in aanmerking genomen de leeftijd en het geslacht van het individu, de algemene toestand van de bevolking waartoe het individu behoort, alsmede het actuele niveau van wetenschap en technologie en de daarop gebaseerde doelen van de gezondheidszorg en het volksgezondheidsbeleid, evenals de opvattingen en de culturele patronen van de samenleving. (Gezondheidsraad, 2004).

4.2 Overzicht van beleving en gezondheidseffecten door geluid

In de eerste plaats kan geluid leiden tot verstoring van slaap en dagelijkse activiteiten, tot hinder en stress. Deze stress kan de productie van bepaalde hormonen als cortisol, non-adrenaline en adrenaline doen toenemen. Dit kan leiden tot een verhoging van de bloeddruk. Over langere periode kunnen deze effecten leiden tot een verhoogd risico op cardiovasculaire ziekten en psychische klachten.

In hoeverre geluid leidt tot verstoring, ergernis en stress hangt deels samen met persoonlijke eigenschappen, met name de geluidsgevoeligheid. Tot slot is de relatie tussen geluid en gezondheid ook afhankelijk van het sociale leefmilieu en de omgeving.

Op basis van wetenschappelijke literatuur kunnen de potentiële gezondheidseffecten worden geïdentificeerd:

- hinder (is al in hoofdstuk 3 behandeld);
- slaapverstoring;
- verstoring cognitieve taken;
- cardiovasculaire ziekten;
- psychische klachten.

4.2.1 Slaapverstoring

Verkeersgeluid is een van de belangrijkste oorzaken van slaapverstoring (Niemann & Maschke, 2004). Ononderbroken slaap is een vereiste voor fysiologische en mentale gezondheid (WHO, 2007). Er kunnen drie verschillende effecten op slaap worden onderscheiden:

- 1 Slaapgedrag. Nachtelijk geluid kan leiden tot een onrustig slaapgedrag en de activering van de hersenen. Dit kan leiden tot wakker worden of moeilijker in slaap kunnen vallen. De reactie op geluid is vaak zeer subtiel en uit zich in een toename van het aantal bewegingen, lichtere slaap en een toename van de (stress) hormoonspiegels (RVIM, 2003; WHO, 2007). Ook is er bewijs dat de bloeddruk hoger kan worden door verkeerslawaaai gedurende de slaap (WHO, 2007).
- 2 Effecten op het functioneren gedurende de volgende dag. Secundaire effecten zijn een verminderde beleving van de slaapkwaliteit, wat moeheid, en geïrriteerdheid tot gevolg kan hebben. Ook zijn er indicaties dat de prestaties kunnen afnemen en depressiviteit kan toenemen (Ouis, 2001).
- 3 Op de lange termijn kan nachtelijk verkeerslawaaai leiden tot slapeloosheid en een toename van het gebruik van medicijnen (HCN, 2004; WHO, 2007). Daarnaast is het aannemelijk dat het risico op cardiovasculaire ziekten toeneemt, maar de bewijzen hiervoor zijn nog beperkt (TNO Inro, 2002; WHO, 2007).

De effecten van nachtelijk verkeersgeluid worden al zichtbaar bij vrij lage geluidsbelastingen en nemen toe bij een toenemende geluidsbelasting. Bij geluidsniveaus rond 32-42 dB (L_{max} , binnen de slaapkamer) neemt de lichaamsbeweging toe en versnelt de hartslag. Bij geluidsniveaus boven de 40 dB (L_{night} , aan de gevel) is de zelfgerapporteerde slaapkwaliteit lager. Ook ontwaken begint bij geluidsniveaus vanaf 54 dB (SEL) (WHO, 2007). Slaapverstoring wordt echter niet alleen veroorzaakt door geluidsniveaus, ook ander geluidskarakteristieken spelen een rol. Daarnaast leiden ongewone geluiden eerder tot slaapverstoring, als het geluid relevante signalen bevat. Ook de gevoeligheid voor geluid speelt een rol bij slaapverstoring (Ouis, 2001). Tot slot blijkt uit een studie naar de determinanten van ernstige slaapverstoring in de omgeving Schiphol dat verwachtingen over de toekomstige geluidsbelasting en de houding tegenover de geluidsbron en de overheid een erg grote rol spelen (Breugelmans et al., 2004).

Mensen raken redelijk snel gewend aan nachtelijk geluid, in de zin dat ze minder snel ontwaken. Er is echter nooit sprake van complete gewenning; de versnelling van de hartslag en de toename van lichaamsbeweging kunnen niet voorkomen worden (Stansfeld & Matheson, 2003; WHO, 2007).



4.2.2 Verminderd cognitief functioneren

Blootstelling aan verkeerslawaaï kan het cognitief functioneren (informatieverwerking, leren en begrijpen) van een volwassene verminderen. Hiervoor moet het geluidsniveau echter wel hoog zijn of de cognitieve taak complex of veel-eisend. Simpele en herhaalde taken kunnen zonder verstoring worden uitgevoerd. De invloed van geluid op cognitieve taken hangt onder meer af van de mate van controle over het geluid en de voorspelbaarheid.

In de literatuur wordt veel aandacht besteed aan de invloed van verkeer op het cognitieve functioneren van kinderen. De meeste studies focussen op de impact van vliegtuiggeluid, maar sommige studies gaan in op weg- en spoorgeluid. In het algemeen worden de volgende effecten genoemd in verband met blootstelling aan hoge geluidsniveaus (Bistrup et al., 2001; Clark et al., 2005; RIVM, 2005):

- moeite met gericht aandacht houden;
- moeite met concentratie;
- moeite met onderscheiden van geluiden;
- moeite met onthouden;
- slechtere schoolresultaten.

Een veelgestelde hypothese om de impact van chronische blootstelling door kinderen aan geluid op het cognitief functioneren te verklaren is dat geluid de verstaanbaarheid van spraak verminderd (Bistrup et al., 2001; RIVM, 2005). Omgevingsgeluid leidt tot een verlies aan inhoud van het instructie van de docent, waardoor kinderen moeite hebben met het begrijpen van taal, het ontwikkelen van taalkennis en een eigen woordenschat. Mogelijk wordt ook de ontwikkeling van het lange termijn geheugen bemoeilijkt.

Hieraan gekoppeld is de zogenaamde 'tuning out'-response: om zich aan te passen aan verstoringen door geluid gedurende activiteiten filteren kinderen ongewenste geluidsstimuli uit (RIVM, 2005). Onderzoekers suggereren dat kinderen deze strategie generaliseren naar andere situaties waar geluid aanwezig is. Dit vermindert hun vermogen om te begrijpen en te leren.

Wanneer de geluidsniveaus omlaag worden gebracht, verminderen de cognitieve problemen binnen ongeveer een jaar, laat onderzoek zien (London Health Commission, 2003).

4.2.3 Cardiovasculaire ziekten

Blootstelling aan verkeersgeluid wordt geassocieerd met veranderingen in de bloeddruk een toename van het risico op hartziekten. Door geluid veroorzaakte cardiovasculaire ziekten zijn het gevolg van stress (Babisch, 2006; Ising et al., 2004; Prasher, 2003; RIVM, 2004). Blootstelling aan geluid veroorzaakt de productie van (stress)hormonen zoals cortisol, noradrenaline en adrenaline. Deze hormonen kunnen verandering veroorzaken in de waarden van een aantal biologische risicofactoren, zoals hoge bloeddruk, cholesterol en glucose. Deze

risicofactoren kunnen het risico op een cardiovasculaire ziekte doen toenemen. (Babisch, 2006; Ising et al., 2004).

Langdurige blootstelling aan geluid kan leiden tot permanente veranderingen aan de bloedvaten, met verhoogde bloeddruk en hartziekten als potentiële uitkomsten. Ook hier spelen persoonlijke factoren weer een rol (Berglund et al., 1999).

In de literatuur kan voldoende bewijs gevonden worden voor de relatie tussen verkeersgeluid en hartziekten zoals ischemische hartziekten (hartinfarcten) (Babisch, 2006; Babisch et al., 2005; Ising et al., 2004; Prasher, 2003).

Mensen die blootgesteld worden aan geluidsniveaus boven de 65-70 dB ondervinden hogere risico's. Het risico is dan 20% hoger dan voor mensen die in een rustigere omgeving wonen. Het risico is afhankelijk van de duur van blootstelling. Hoe langer mensen zijn blootgesteld aan hoge geluidsniveaus, hoe groter de kans wordt dat mensen hiervan negatieve effecten ondervinden.

Er is weinig studie gedaan naar de invloed van nachtelijk geluid op hartziekten. UBA (2003) laat echter zien dat het verband tussen blootstelling aan nachtelijk geluid en de behandeling van hoge bloeddruk sterker is dan voor blootstelling overdag.

Bij cardiovasculaire ziekten, net als bij de subjectieve perceptie van geluid, kan er na een korte overgangperiode geen gewenning meer optreden (WHO, 2007).

4.2.4 Mentale gezondheid

Een beperkt aantal studies laten indicaties zien van een relatie tussen verkeersgeluid en psychische ziekten (Prasher, 2003; Stansfeld & Matheson, 2003; WHO, 2007). Het duidelijke verband tussen geluid en hinder kan niet doorvertaald worden in sterkere relatie met de mentale gezondheid. Maar geluid kan het ontstaan en de ontwikkeling van een psychische ziekte wel versterken. Mensen die reeds lijden aan een psychische ziekte zijn waarschijnlijk gevoeliger voor geluid dan gemiddeld.

4.2.5 Kwetsbare groepen

De gezondheidseffecten van verkeerslawaai zijn niet gelijk verdeeld over de maatschappij. Kinderen, ouderen en zieken zijn gevoeliger voor geluid dan de gemiddelde bevolking.

De beperkte beschikbare literatuur laat zien dat ouderen en zieken vatbaarder zijn voor slaapverstoring - met name ontwaken - dan de gemiddelde bevolking (HCN, 2004; Ouis, 2001). Mensen die al lijden aan slaapverstoring zijn nog eens extra vatbaar voor verkeersgeluid. Babisch (2006) toont aan dat mensen met chronische ziekten sneller hartziekten kunnen oplopen dan gezonde mensen. Voor ouderen is de kans op hart- en vaatziekten niet groter dan voor jonge



mensen. Tot slot kan het ziektebeeld van mensen met een psychische ziekte verergeren door blootstelling aan verkeerslawaaï.

4.3 Waardering van de gezondheidseffecten

4.3.1 DALY's

Het RIVM (2007) heeft de toegenomen ziektelast als gevolg van geluidsoverlast gewaardeerd. In 2000 waren er in Nederland ongeveer 37.000 DALY's¹⁵ door geluidsoverlast (Knol en Staatsen, 2005). Deze DALY's zijn het gevolg van geluidshinder, slaapverstoring en hart- en vaatziekten door geluidsoverlast van weg-, spoor- en vliegverkeer.

4.3.2 Gezondheidsschade van geluid vergeleken met andere schadeposten

Met behulp van DALY's kan de ziektelast van verschillende milieufactoren vergeleken worden. In het dichtbevolkte Nederland levert geluidsoverlast evenals PM₁₀ een significante ziektelast op door verhoogde bloeddrukken, hart- en vaatziekten en vroegtijdig overlijden. Vergeleken met lange termijn blootstelling aan fijn stof is de ziektelast beperkter, maar waar voor PM₁₀ en verkeersongevallen de gezondheidsgerelateerde kosten afnemen, nemen de kosten van gezondheidsschade door geluid toe, vanwege de geprognosticeerde toename van het verkeer en het niet volledig compenseren¹⁶ hiervan door maatregelen ter vermindering van de geluidsbelasting. In Figuur 7 is de totale ziektelast van verschillende oorzaken afgebeeld in DALY's. De effecten van lucht-verontreiniging, geluid, radon, UV en vocht in huizen zijn verantwoordelijk voor ongeveer 2 tot 5% van de totale ziektelast in Nederland.

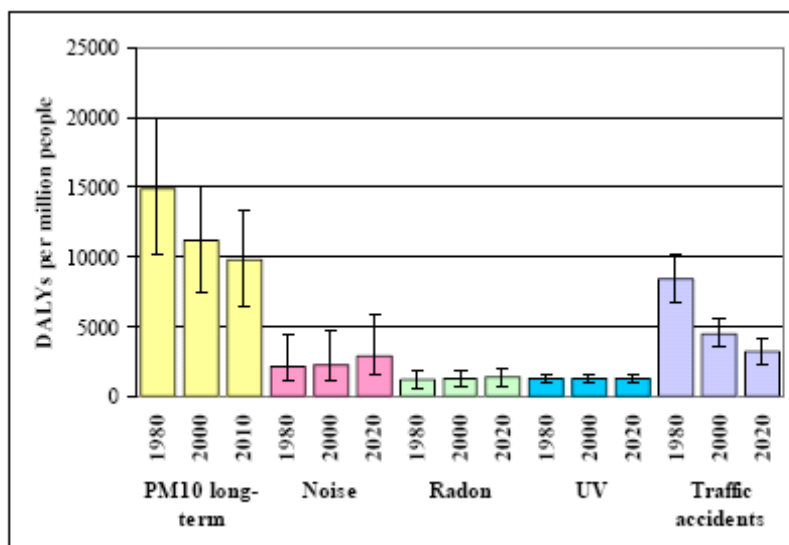
Geluid omvat verkeersgeluid: veroorzaakt door weg, spoor en vliegtuiggeluid. Als gezondheidseffecten van geluidbelasting zijn meegenomen: ernstige hinder, slaapverstoring en een hoge bloeddruk (en dus hartvaatziekten), gebaseerd op onder andere de curves uit Miedema (2001). Ernstige hinder en slaapverstoring zorgen voor de meeste geluidgerelateerde DALY's, al werd in 2000 de verhoogde bloeddruk van ongeveer 110.000-270.000 mensen veroorzaakt door geluid. Knol en Staatsen (2005) hebben verder berekend dat het met 5 dB reduceren van de geluidsniveaus de ziektelast in 2020 zal halveren (ofwel een vermindering van 1.800 DALY's).

De DALY's als gevolg van PM₁₀-blootstelling zijn afgeleid van de jaarlijkse gemiddelde concentratie. Dit betreft met name verkeer, maar ook import vanuit het buitenland en andere sectoren als landbouw, industrie en huishoudens.

¹⁵ Disability adjusted life years (DALY). Dit is de som van verloren levensjaren en levensjaren met ziekte.

¹⁶ Overigens is deze analyse gemaakt voor de introductie van GPP's

Figuur 7 Geluid vergeleken met andere milieugerelateerde kosten



Bron: Knol en Staatsen, 2005.



5 Waardering van geluidshinder

5.1 Inleiding

De prijs van een goed dat op de markt verhandeld wordt, geeft aan hoeveel consumenten dat goed waarderen. Voor niet op de markt verhandelbare goederen, zoals luchtkwaliteit of geluidsoverlast, is deze waardering lastiger te bepalen.

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van verschillende methodes die gebruikt worden om geluid te waarderen (5.3) en vergelijkt de resultaten van studies die geprobeerd hebben geluid te waarderen (5.4). De waarde van geluid kan gebruikt worden om de baten van geluidsmaatregelen te bepalen. Deze baten kunnen afgezet worden tegen de kosten van de maatregelen om een optimaal punt van geluidsreductie te vinden (5.5). Tenslotte worden uit de besproken studies conclusies getrokken die relevant kunnen zijn voor geluidsbeleid (5.6).

5.2 Externe effecten

Een extern effect is een onbedoeld effect op het welzijn van anderen, waarvoor de veroorzaker het slachtoffer niet voldoende heeft gecompenseerd (CE, 2007). De veroorzaker compenseert het slachtoffer onvoldoende, omdat er geen markt voor het effect bestaat en dus ook geen marktprijs. Geluid afkomstig van weg- en railverkeer is een voorbeeld van een extern effect. Weggebruikers bijvoorbeeld zijn verantwoordelijk voor geluidsoverlast en zorgen niet voor afdoende compensatie aan de mensen die langs de weg wonen en last hebben van dit geluid.

5.3 Waardering van externe effecten

Normaal gesproken komt de prijs van een goed tot stand op de markt. Milieukwaliteit wordt echter niet op een markt verhandeld. Om toch een prijs voor bijvoorbeeld geluid te bepalen, worden verschillende methoden toegepast. Economische waardering van geluidshinder vindt plaats via hetzij '*revealed preferences*' (hedonic pricing method, paragraaf 5.3.1) of via '*stated preferences*' (contingent valuation method, paragraaf 5.3.2). Daarnaast is het mogelijk om een waardering te geven via de schattingen van de schade, met name aan de gezondheid, ten gevolge van geluid. De schattingen van de gezondheidseffecten zijn weergegeven in hoofdstuk 4.

5.3.1 Hedonic pricing-methode

De hedonic pricing-methode is een '*revealed preference*'-methode, die uitgaat van het waargenomen gedrag van consumenten. Hierbij wordt gekeken naar het effect van geluid op de huizenprijzen. Stel twee identieke huizen voor, die alleen verschillen in de mate van geluidsoverlast. Als huis 1 meer geluidsoverlast heeft dan huis 2, dan zal de prijs voor huis 1 lager zijn. Het verschil in prijzen tussen deze twee huizen geeft aan hoeveel consumenten geluidshinder waarderen.

De hedonische prijzenmethode bestaat allereerst uit het schatten van een hedonische prijsfunctie, die de huizenprijs relateert aan kenmerken van het huis. Vervolgens wordt op basis van deze relatie onderzocht hoe de consument de prijs met de overige kenmerken afweegt om tot een vraagcurve voor een verklarend kenmerk (zoals geluid) te komen (OEEI, 2000).

De vraagcurve kan alleen direct worden geschat onder de aanname dat de vraagcurven van alle huishoudens volkomen identiek zijn. Dit is vaak niet het geval, uit een aantal studies komt bijvoorbeeld naar voren dat de voorkeur voor een bepaald geluidsniveau afhangt van het inkomen van het huishouden. Nellthorp (2007) stelt dat er bewijs is dat de inkomenselasticiteit voor de WTP voor geluidsreducties tussen de 0.5-1.0 is¹⁷. Kruize (2007) vindt echter alleen een relatie tussen inkomen en geluid van spoorverkeer: mensen met een lager inkomen wonen vaker dichterbij een spoorlijn dan mensen met een hoger inkomen. Voor wegverkeer wordt deze relatie niet gevonden. Het effect van zelfselectie op de relatie tussen verkeersgeluid en huizenprijzen is dus waarschijnlijk klein in Nederland en alleen relevant voor spoorverkeersgeluid.

De oppervlakte onder de vraagcurve tot een bepaalde geluidsreductie geeft de betalingsbereidheid weer om het geluid zoveel te reduceren (CPB, 2006). Overigens wordt in veel studies deze tweede stap van het schatten van een vraagcurve niet genomen en wordt slechts de hedonische prijsfunctie geschat en de NSDI (Noise Sensitivity Depreciation Index) berekend. De NSDI is de percentuele stijging/daling van de huizenprijzen per dB geluidsvermindering/verhoging.

Er zijn een aantal problemen met de HP-methode. Ten eerste wordt vaak verondersteld dat er een lineaire relatie tussen huizenprijzen en geluidsbelasting is. Te hoge drempelwaardes en het niet meenemen van de effecten op scholen, kantoren en natuurgebieden kan zorgen voor een onderschatting van de waarde van geluidsreducerende maatregelen. Het weglaten van verklarende variabelen in de hedonische prijsfunctie leidt weer tot een overschatting van de waarde van geluid. Het weglaten van de effecten op de luchtverontreiniging kan leiden tot een onder- of een overschatting van de baten van geluidsmaatregelen. Deze problemen worden hieronder toegelicht.

Lineaire relatie?

Veel studies gaan uit van een lineaire relatie tussen huizenprijzen en geluidsbelasting. In dit geval zijn de marginale baten van geluidsreductie hetzelfde voor elk geluidsniveau.

Uit figuur 2 van Miedema & Oudshoorn (2001) blijkt echter dat de relatie tussen de geluidsbelasting en hinder niet lineair is. Indien de waardering van geluid gerelateerd is aan de hinder die ondervonden wordt van dit geluid, lijkt een lineaire relatie tussen de waardering van geluid (de huizenprijzen) en de geluidsbelasting onwaarschijnlijk. Simpel gezegd: een geluidsreductie bij een oorspronkelijk geluidsniveau van 70 dB zal waarschijnlijk een groter effect op de woningprijs hebben dan een geluidsreductie bij een geluidsniveau van 50 dB.

¹⁷ Een inkomenselasticiteit van bijvoorbeeld 1.0 houdt in dat als het inkomen met 1% stijgt, de WTP voor een geluidsreductie ook met 1% stijgt.



Theebe (2004) is één van de weinigen die rekening houdt met een niet-lineaire relatie door de introductie van dummy variabelen die een geluidsbereik aangeven¹⁸.

Onderschatting van de waarde van geluid

Drempelwaardes

Om verkeersgeluid te waarderen moet rekening gehouden worden met achtergrondgeluid. Navrud (2002) wijst erop dat als er meerdere geluidsbronnen zijn, al deze geluidsbronnen meegenomen moeten worden in de analyse. Vaak wordt echter voor achtergrondgeluid 'gecorrigeerd' door een drempelwaarde aan te houden. Pas vanaf de drempelwaarde wordt het effect van geluidsoverlast op de huizenprijzen gemeten met de aanname dat geluidsniveaus onder deze drempelwaarde niet voor hinder zorgen.

Veel studies gaan uit voor een drempelwaarde van 55 dB voor geluidshinder van wegverkeer en 60 dB voor geluidshinder voor spoorverkeer. Voor geluidsoverlast van weg- en spoorverkeer worden verschillende drempelwaardes aangehouden om te corrigeren voor de aanname dat het geluid van spoorverkeer minder hinderlijk is dan het geluid van wegverkeer (zie 3.3). Volgens Navrud (2002) geven blootstellingresponsfuncties voor verkeersgeluid aan dat mensen ook hinder hebben van geluidsniveaus onder de 55 dB. Deze hinder wordt pas niet meer ondervonden bij een geluidsniveau van 37-40 dB. De drempelwaarde van 55 resp. 60 dB is dus aan de hoge kant. De conclusie moet dus zijn dat het aanhouden van een drempelwaarde van 55 resp. 60 dB leidt tot een onderschatting van de baten van geluidsmaatregelen.

Alleen effect op huizenprijzen

De hedonic pricing-methode meet alleen het effect van verkeersgeluid op de huizenprijzen. De effecten van geluidshinder op natuurgebieden (recreatie), scholen en kantoren (productiviteit) worden niet berekend met de HP. Verder is het mogelijk dat mensen niet goed op de hoogte zijn van de verhoogde kans op ziektes als gevolg van geluidsoverlast. Uit de literatuur komt naar voren dat niet-gebruikwaardes zoals de optiewaarde¹⁹ ook niet meegenomen worden, maar dit is waarschijnlijk een klein effect. In al deze gevallen wordt met de HP-methode een onderschatting van de waarde van geluidsoverlast gegeven.

Het RIVM (2007) heeft de effecten van geluidsmaatregelen op de grondprijzen van onbebouwde stedelijke locaties en op natuur- en stiltegebieden geschat om op die manier de scope van HP-onderzoek te verbreden. Bij onbebouwde grond kan onderscheid gemaakt worden tussen onbebouwd terrein met een geluidbelasting onder en boven de geluidsnorm voor nieuwbouw. Alleen in het laatste geval treedt er een relatief grote winst op. Als conservatieve schatting wordt een bedrag van 30 Euro per vierkante meter geschikt gemaakt terrein voor nieuwbouw gehanteerd. Aangenomen wordt dat door geluidsmaatregelen 20% van de

¹⁸ In plaats van geluid als één variabele in de hedonische prijsfunctie mee te nemen, worden verschillende dummy's meegenomen voor geluidsklassen 45-50 dB, 50-55 dB etc.

¹⁹ Individuen die geen gebruik maken van een dienst, zijn niettemin bereid een bepaald bedrag te betalen zodat de dienst in de toekomst beschikbaar blijft. Bij een geluidstoename in een bepaalde buurt hechten mogelijk individuen die geen woning in die buurt hebben er waarde aan dat het geluid niet stijgt (bijvoorbeeld omdat ze van plan zijn er in de toekomst te gaan wonen).

bouwgrond met een geluidbelasting boven de geluidnorm geschikt wordt voor nieuwbouw. In dit geval zijn de baten bijna 1,3 miljard Euro voor onbebouwde grond in Nederland. Voor de waardering van stilte en natuur wordt contingent valuation gebruikt. De baten voor geluidsmaatregelen zijn ongeveer 70 miljoen Euro voor natuur- en stiltegebieden in Nederland. De baten van geluidsmaatregelen zijn meer dan 9 miljard Euro voor woningen.

Uit de studie van het RIVM (2007) blijkt dat het weglaten van de baten op onbebouwde grond en natuurgebieden niet tot een grote onderschatting van de baten van geluidsreductie zal leiden. Echter, de effecten van geluidshinder op scholen en kantoren zijn nooit gekwantificeerd, dus het weglaten van deze effecten kan alsnog een (grote) onderschatting van de baten als gevolg hebben.

Overschatting van de waarde van geluid

Weglaten van verklarende variabelen

De hedonische prijzenfunctie geeft een schatting van het effect van geluid op de huizenprijzen. Dit effect wordt overschat als in deze prijzenfunctie niet alle verklarende variabelen zitten en deze weggelaten variabelen samenhangen met verkeersgeluid ('omitted variable bias').

Dat deze overschatting reëel is wijst Bateman (2001) uit. Hij schat vier modellen. In het eerste model worden de huizenprijzen alleen verklaard door kenmerken van de woning en geluid. In dit geval daalt de huizenprijs met 0,84% door 1 dB geluidstoename. Als ook omgevingskenmerken worden meegenomen als verklarende variabelen, daalt dit getal tot 0,57%. Indien daarbovenop ook variabelen die de bereikbaarheid van de woning meten meegenomen worden in het model, is dit percentage 0,42%. Tenslotte, als ook de visuele aspecten in het model worden opgenomen, daalt het percentage tot 0,20%.

Vooraf de visuele aspecten zitten vaak niet in de modellen van de HP-studies voor geluid. Het effect van verkeersgeluid op de huizenprijzen is dus kleiner dan de resultaten van deze studies aangeven: er is een overschatting van de waarde van geluid.

Luchtverontreiniging

Luchtverontreiniging is een ander aspect dat vaak niet in HP-studies meegenomen wordt. Klaeboe (2000) geeft aan dat er een verband is tussen de mate van luchtverontreiniging en de mate van geluidshinder: hoe hoger de mate van luchtverontreiniging, hoe groter de geluidshinder van mensen bij eenzelfde geluidsniveau. Dit leidt dus tot een overschatting van het effect van geluid op de huizenprijzen.

Daar staat tegenover dat bij berekening van de baten van geluidsmaatregelen de vermindering van luchtverontreiniging ook vaak niet meegenomen wordt. Hofschreuder et al. (2005) toont bijvoorbeeld aan dat bij een hoog geluidsscherm, de luchtverontreiniging kan afnemen. Dit leidt weer tot een onderschatting van de baten van geluidsreducerende maatregelen. De luchtverontreiniging zal echter niet tot nul afnemen en dus is de aanname gerecht-



vaardigd dat HP-studies die niet corrigeren voor het verschil in luchtkwaliteit tot een overschatting komen van de waardering voor geluid.

5.3.2 Contingent valuation-methode

De contingent valuation (CV)-methode is een 'stated preference'-methode, die uitgaat van de antwoorden van ondervraagden over hun gedrag in hypothetische situaties. Bij de CV-methode worden ondervraagden rechtstreeks gevraagd naar hun waardering voor een bepaald project.

Hoewel de validiteit van CVM bij lokale milieuproblemen, zoals geluidshinder, door experts als groter wordt geacht dan bij landelijke milieuproblemen (zie bijvoorbeeld Hoevenagel, 1994), zijn er helaas maar weinig contingent valuation-studies gedaan in Nederland. Dit komt vooral omdat het moeilijk is om een goede vragenlijst op te stellen om geluidreducties te waarderen en CVM-onderzoek vrij kostbaar is. Navrud (2002) geeft een bereik van de resultaten van stated preference-studies, waarbij geluidreducties gewaardeerd zijn. Dit bereik blijkt erg groot te zijn (door verschillen in methodologie, onderzoeksgebied etc.).

Een ander nadeel van deze methode is dat de willingness to accept (WTA) vaak hoger is dan eenzelfde willingness to pay (WTP). De WTP is hier het geldbedrag dat consumenten willen betalen voor geluidsreductie, terwijl de WTA het geldbedrag is dat consumenten willen ontvangen voor een geluidsverhoging. Volgens de economische theorie zouden de WTP en WTA aan elkaar gelijk moeten zijn, maar in de praktijk blijkt dat zelden het geval. Uit empirisch en experimenteel onderzoek is bijvoorbeeld gebleken dat mensen een te betalen bedrag ruim zeven maal hoger waardeerden dan een te ontvangen bedrag (Horowitz and Connell, 2002). Mensen willen dus een hoger bedrag ontvangen voor een geluidsverhoging van bijvoorbeeld 65 naar 66 dB dan dat zij willen betalen voor een geluidsverlaging van 66 naar 65 dB. Hiervoor zijn verschillende redenen aan te geven (zie ook hoofdstuk 6.3)²⁰. De WTA/WTP-ongelijkheid blijkt ook uit empirisch onderzoek naar geluid. Uit een CV-studie voor verkeersgeluid rondom een luchthaven (Carlsson, 2004) blijkt bijvoorbeeld dat de WTA hoger is dan de WTP. Bovendien wil een groot gedeelte van de ondervraagden uit deze studie helemaal geen geluidsverandering (ook geen verbetering).

Tot slot wordt wel ten nadele van deze methode opgemerkt de vrijblijvendheid waarmee bedragen genoemd kunnen worden, waardoor ondervraagden sociaal wenselijke antwoorden kunnen geven (OEEI, 2000).

²⁰ Voor een deel komt dat omdat geluid een publiek goed is en mensen zich daarvan terdege bewust zijn. De lagere waarde voor de WTP reflecteert dus voor een deel de uitkomsten die als het *Prisoners Dilemma* bekend zijn geworden en die niet altijd goed zijn te filteren in een enquête. Dit wil overigens niet zeggen dat de WTA dan in principe een betere waarde is.

5.3.3 Directe waardering van de schade

De schade die geluidsoverlast veroorzaakt kan ook direct gewaardeerd worden. De schadelijke effecten bestaan uit: de toegenomen ziektelast door geluidsoverlast, het verlies aan productiviteit (door geluidsoverlast op werk of door slaapproblemen door geluidsoverlast thuis), lagere schoolresultaten door geluidsoverlast op scholen of thuis.

Om de effecten direct te waarderen, is informatie nodig over:

- de relatie tussen geluidsoverlast en de effecten (dosiseffect);
- de waardering van deze effecten.

Er is geen kwantitatieve informatie beschikbaar over in welke mate geluidsoverlast leidt tot verminderde productiviteit of lagere schoolresultaten. Er zijn daarom maar weinig studies die de effecten van geluidsoverlast hebben gewaardeerd.

In 2000 waren er in Nederland ongeveer 37.000 DALY's door geluidsoverlast (Knol en Staatsen, 2005).

Het RIVM (2007) heeft deze DALY's door geluidsoverlast gewaardeerd en gaat hierbij uit van een bedrag van € 4.000 - € 14.000 per DALY. Er zijn echter grote verschillen in de geldwaarde die aan een DALY toegekend wordt. De DALY's die in RIVM (2007) worden gehanteerd zijn veel lager dan wat nationaal en internationaal gewoonlijk is. Voor een belangrijk deel komt dit doordat RIVM (2007) kijkt naar de gemiddelde kosten voor ziekenhuiskundige ingrepen terwijl men internationaal naar de marginale kosten kijkt van ingrepen die nog acceptabel worden geacht. Er is in de literatuur een grote verscheidenheid te vinden aan waarden die worden geadviseerd voor een DALY. In de MKBA Bodemsanering rekent MNP met € 70.000 per verloren levensjaar in termen van DALY (MNP, 2007). De Raad voor de Volksgezondheid en Zorg beveelt een overeenkomstig bedrag aan, te weten € 80.000 per gezond levensjaar (RVZ, 2006). Het ExternE project, een pan-Europees langdurig onderzoeksprogramma om externe effecten te moneteriseren, beveelt in hun laatste rapportage een waarde aan van € 75.000 per DALY (in prijzen van 2000). In prijzen van 2005 komt dit overeen met € 78.500.

Als we deze meer waarschijnlijke waarde gebruiken, volgt daaruit dat de kosten van geluidsoverlast in Nederland gelijk aan bijna 3 miljard Euro. Deze bedragen zijn een onderschatting van de waardering van de effecten van geluidsoverlast, aangezien de verminderde arbeidsprestatie en schoolprestaties niet meegenomen zijn.

Uiteraard zijn er vele ethische kanttekeningen te plaatsen bij het moneteriseren van leven en gezondheid (zoals de vraag of een mensenleven wel in geld is uit te drukken)²¹.

²¹ Er bestaan ook praktische bezwaren zoals het feit dat de waardering van mortaliteit nauwelijks empirisch valt waar te nemen, de schadeschattingen een lineair verband veronderstellen tussen risico's en waardering, dat risicoaversie tot grotere waarden kan leiden en het feit dat de WTP-studies waardes geven voor volwassenen terwijl de meeste gezondheidseffecten ingrijpen op ouderen en zieken die wellicht een andere waardering geven voor hun toch al niet zo gezonde levensjaren wat weer tot lagere waarden kan leiden.



5.4 Resultaten van de studies

Een waardering van geluid afkomstig van buitenlandse studies kan niet zomaar overgenomen worden voor Nederland. Naast het feit dat de WTP voor geluidsreducties per land of zelfs per bevolkingsgroep kan verschillen, geldt voor de HP-methode dat de woningmarkt verschilt per land. Er zal daarom vooral gekeken worden naar studies voor Nederland. Eerst zal een aantal studies behandeld worden en vervolgens worden de resultaten van deze studies met elkaar vergeleken.

5.4.1 HP-studies

Twee HP-studies voor Nederland zijn uitgevoerd door Udo (2006) en Theebe (2004).

Theebe (2004) keek naar 160.000 verkochte huizen in Noord-Holland, Utrecht en Zuid-Holland in de periode 1997-1999. Als verklarende variabelen in de regressievergelijking werden, naast geluid, kenmerken van het huis, omgevingsfactoren en de bereikbaarheid van treinstations en snelwegen meegenomen. Verder werd een niet-lineaire impact van het verkeersgeluid (van auto's, vliegtuigen en treinen) op huizenprijzen mogelijk gemaakt.

De belangrijkste conclusie van dit rapport is dat een geluidsniveau boven de 65 dB de huizenprijzen met 0,3-0,5% verlaagd. Tussen 40-65 dB is de impact van het geluidsniveau heel klein. Bij geluidsniveaus onder de 40 dB wordt een premie tot 6,5% betaald op de huizenprijzen. De nabijheid van een treinstation of een snelweg heeft maar weinig invloed op de huizenprijzen.

Udo et al. (2006) keek naar 1.500 verkochte huizen in Baarn en Soest in de periode 1996-2000. In de regressie worden de huizenprijzen bepaald aan de hand van de kenmerken van de woning, de ligging ten opzichte van voorzieningen, omgevingsfactoren en de geluidsniveaus (van weg- en spoorverkeer). Een lineaire impact van het verkeersgeluid op de huizenprijzen werd verondersteld.

Conclusie van dit rapport is dat de NSDI-waarde verschilt per variërende drempelwaarde. Bij een drempelwaarde van 45 dB is de NSDI-waarde 1,1% en deze loopt op tot 1,9% bij een drempelwaarde van 60 dB.

Navrud (2002) geeft een overzicht van verschillende studies die de HP-methode hebben toegepast om geluid te waarderen. De NSDI-waardes van deze studies schommelen tussen de 0,08-2,3%, met een gemiddelde rond de 0,55%. Deze waardes gelden alleen voor wegverkeer, voor railverkeer zijn er te weinig studies beschikbaar. De resultaten van Theebe (2004) en Udo et al. (2006) vallen binnen dit bereik.

Benefit transfers

Benefit transfer wordt toegepast om de resultaten van een bepaald gebied te gebruiken voor een ander gebied. Nellthorp (2007) heeft de resultaten van een HP-studie voor Birmingham gebruikt om tot een waardering van (weg- en spoorverkeer)geluid voor heel Engeland te komen. De resultaten van deze studie worden geschikt gemaakt voor andere locaties door gebruik te maken van de relatie tussen de WTP voor geluidsreducties en inkomen. Deze relatie wordt ook gebruikt om huurhuizen mee te nemen in de analyse. De gevonden prijs voor geluid wordt geconverteerd in een bedrag per jaar aan de hand van de relatie tussen huur- en koopprijzen van woningen in Birmingham. De waardering verschilt van € 6,80 tot € 46 per persoon per jaar, afhankelijk van het oorspronkelijke geluidsniveau.

5.4.2 CV-studies

Navrud (2002) geeft een overzicht van de verschillende CV-studies. Het bereik van de WTP voor geluidreductie uit deze studies is € 2 - € 32 per dB per huishouden per jaar (in 2001 prijzen).

Arsenio (2006) heeft een stated preference-studie uitgevoerd in 1999 om verkeersgeluid in Lissabon te waarderen. Ondervraagden (in totaal 412) konden kiezen uit twee verschillende appartementen die verschilden in geluidsniveau, uitzicht, zonlicht en de maandelijkse kosten voor schoonmaak en onderhoud. Om tot een waardering van geluid te komen werden deze maandelijkse kosten variabel gemaakt. Een geluidsreductie van 40 naar 39 dB werd met € 28 per jaar gewaardeerd, terwijl een geluidsverhoging van 40 naar 41 dB met € 38 per maand gewaardeerd werd. Dit relatief grote verschil wordt mogelijk deels verklaard door de prospect-theorie (zie paragraaf 6.3): een verlies veroorzaakt meer negatief gevoel dan een winst van dezelfde grootte aan positief gevoel veroorzaakt.

5.4.3 Vergelijking resultaten

Contingent valuation-studies geven een waarde voor geluid per jaar, terwijl hedonic pricing-studies de relatie tussen geluid en huizenprijzen kwantificeren. Om de resultaten van CV- en HP-studies met elkaar te vergelijken is het dus nodig om ook de resultaten van HP-studies te transformeren naar een bedrag voor geluid per jaar. Dit kan worden gedaan door bijvoorbeeld aan te nemen dat de hypothecaire leningen waarmee huizen gefinancierd worden een looptijd van 35 jaar hebben en de rente 7% is.

Tabel 4 maakt duidelijk dat er niet één waarde voor geluid is. Niet alleen verschillen de resultaten tussen HP- en CV-studies, ook binnen de HP-studies verschilt het bedrag voor één dB vermindering per jaar behoorlijk. Dit laatste verschil kan deels verklaard worden door het verschil in gemiddelde huizenprijs.



Uit Schipper et al. (1998) blijkt dat HP-studies met hogere gemiddelde huizenprijzen meestal ook hogere NSDI-waardes vinden²².

De waardering van geluid ligt tussen de € 2 en € 200 (per huishouden/jaar/dB). Uit de Nederlandse HP-studies komt naar voren dat de waardering van geluid tussen de € 39 en € 200 ligt.

De waardering van een dB-geluidsvermindering/verhoging hangt bovendien af van het oorspronkelijke geluidsniveau: hoe hoger het oorspronkelijke geluidsniveau, hoe hoger de waardering van geluid.

Tabel 4 Vergelijking van de resultaten

HP-studies				
Studie	Drempel-waarde	NSDI	Gem. huizenprijs	Per jaar/per dB
Theebe (2004)	Geen	0,4%	€ 134.675	€ 39
Udo (2006)	45 dB	1,1%	€ 146.094	€ 116
	50 dB	1,3%	€ 146.094	€ 137
	55 dB	1,7%	€ 146.094	€ 179
	60 dB	1,9%	€ 146.094	€ 200
Benefit transfer				
Nellthorp (2007)	Geluids-klasse			Per jaar/per dB
	45-50 dB			€ 7
	50-55 dB			€ 13
	55-60 dB			€ 20
	60-65 dB			€ 26
	65-70 dB			€ 33
	70-75 dB			€ 40
CV-studies				
Studie	Geluids-niveau	Vermindering/Verhoging		Per jaar/per dB
Navrud (2002)	-	Vermindering		€ 2-€ 32
Arsenio (2006)	40 dB	Vermindering		€ 28
	40 dB	Verhoging		€ 38

Noot: Resultaten uit HP-studies vergelijkbaar gemaakt op basis van netto contante waarde met looptijd van 35 jaar en 7% rente.

5.5 MKBA (kosten en baten van geluidsmaatregelen)

Opvallend is dat de meeste studies zich bezighielden met de waardering van geluidshinder en niet zozeer met een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA).

Een van de uitzonderingen zijn RIVM (2007), die een MKBA heeft uitgevoerd van geluidsmaatregelen. Voor de baten van geluidsmaatregelen zijn de effecten van geluid op huizen- en grondprijzen bepaald. De effecten van geluid op de huizenprijzen zijn berekend met een NSDI van 0,5% voor wegverkeer en een NSDI van 0,25% voor spoorverkeer. De NSDI voor wegverkeer is bepaald als gemiddelde

²² De aanname dat de vraagcurve voor geluid identiek is voor alle individuen klopt dus niet: blijkbaar stijgt de waardering voor geluid met de huizenprijs (en dus met het inkomen als er een relatie tussen de huizenprijs en het inkomen van de koper is).

van verschillende (Nederlandse en buitenlandse) studies en de NSDI voor spoorverkeer is een aanname (aangenomen is dat geluid van wegverkeer twee keer zo hinderlijk is als geluid van spoorverkeer). Het zou echter beter zijn geweest om net als Nellthorp (2007) uit te gaan van de resultaten van een binnenlandse studie (Udo, 2006 of Theebe, 2004) en deze resultaten te vertalen naar heel Nederland m.b.v. benefit transfer.

Ook zijn de effecten van geluid op de onbebouwde grondprijzen berekend. Totaal is in Nederland door geluid een verlies van bijna 11 miljard Euro geleden.

Uit de studie blijkt dat bronmaatregelen (snelheidsverlaging, stille banden, etc.) de meest kosteneffectieve maatregelen zijn. Het optimale punt van geluidsreductie is het punt waar een extra dB-geluidsreductie evenveel baten oplevert als dat het kost. Dit punt ligt bij een gemiddelde geluidsreductie van 7 dB. Ongeveer 7 miljard Euro (65% van de maximale baten) kan kosteneffectief ingezet worden voor geluidsmaatregelen in Nederland.

Nijland et al. (2003) heeft ook een MKBA uitgevoerd naar een selectie van geluidsmaatregelen. De invoering van geluidsarme banden is de meest kosteneffectieve maatregel. Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee typen geluidsmaatregelen:

- maatregelen met stijgende opbrengsten bij een groeiende mate van implementatie, zoals stille banden en geluidsarme remmen voor goederentreinen;
- maatregelen met dalende opbrengsten, zoals stille wegdekken en het polijsten van bestaand spoor.

Maatregelen van het laatste type dienen alleen geïmplementeerd te worden op 'hotspots' (plekken met relatief veel geluidsoverlast), terwijl maatregelen van het eerste type beter grootschalig toegepast kunnen worden.

5.6 Conclusie en beleidsimplicaties

Geluid kan gewaardeerd worden met de hedonic pricing (HP)-methode, met de contingent valuation (CV)-methode of door de schadelijke effecten van geluid direct te waarderen.

De meeste studies die geluid waarderen hanteren de hedonic pricing-methode. Er is een aantal nadelen verbonden aan deze methode. Veel studies gaan bijvoorbeeld uit van een lineaire relatie tussen de geluidsbelasting en de woningprijzen, terwijl het aannemelijk is dat geluidsreducties hoger gewaardeerd worden bij hogere geluidsniveaus. Verder zijn er verschillende aspecten die leiden tot een onderschatting (te hoge drempelwaardes, het niet meenemen van effecten op scholen en kantoren) respectievelijk overschatting (het weglaten van verklarende variabelen zoals visuele aspecten) van het effect van geluid op de huizenprijzen.



De resultaten van HP-studies zijn vooral lokaal toepasbaar. Om de resultaten van een lokale HP-studie te transformeren naar heel Nederland kan benefit transfer gebruikt worden.

Contingent Valuation is over het algemeen betere methode om externe effecten te waarderen, maar het is erg tijdrovend om een goede CV-studie uit te voeren. Er zijn weinig goede CV-studies voor Nederland beschikbaar.

Er zijn ook maar amper studies die de effecten van geluid direct waarderen. Er is namelijk maar weinig bekend over de relatie tussen geluid en productiviteit (op school en op werk) en over de relatie tussen geluid en ziektelast. Er is bovendien een grote spreiding in de waardering van de ziektelast (DALY's).

Geconcludeerd kan worden dat er geen eenduidige waarde voor geluid is te geven: het bereik van de resultaten is erg groot.

Uit de Nederlandse HP-studies komt een waarde tussen de € 39 en € 200 (per huishouden/jaar/dB). Indien wordt verondersteld dat de meeste mensen niet op de hoogte zijn van de gezondheidsschade van geluid, wordt deze schade niet meegenomen als mensen een huis kopen. In dit geval dient de waarde die uit HP-studies komt verhoogd te worden. De EU adviseert een bedrag van € 25 per dB/huishouden/jaar, maar hier is weinig bewijs voor.

Geluidmaatregelen die de geluidbelasting verminderen, genereren maatschappelijke baten die de kosten van de maatregelen kunnen compenseren. De meest recente MKBA voor geluidmaatregelen (RIVM, 2007) toont aan dat op basis van hedonic pricing ongeveer 7 miljard Euro kosteneffectief ingezet kan worden om geluid te reduceren. Dit betreft voornamelijk bronmaatregelen voor het spoor- en weg verkeer. De baten betreffen waardeverhoging van woningen en bouwgronden.

Beleidsimplicaties

Vanuit MKBA-methodiek is het optimaal om voor heel Nederland te bekijken waar het efficiëntst maatregelen genomen kunnen worden. Op locaties waar de baten als gevolg van geluidsafname groter zijn dan de kosten van geluidsreducerende maatregelen, is het welvaartsverhogend om maatregelen te treffen. Onder het huidige beleid worden alleen maatregelen getroffen bij wijzigingen aan de infrastructuur. Onder het nieuwe beleid worden geluidsproductieplafonds vastgesteld op basis van de huidige geluidsniveaus. Het nieuwe beleid komt dus al iets dichterbij de optimale situatie, zoals die hierboven geschetst is.

Onder het huidige RWS-doelmatigheidscriterium worden geluidsreducerende maatregelen alleen uitgevoerd als de totale kosten van zo'n maatregel lager zijn dan het product van € 3.000 per dB per woning:

$$Kosten \leq 3.000 \cdot \sum_{i=1}^N \Delta dB_i \text{ .}$$

Onder het nieuwe doelmatigheids criterium dienen de kosten van maatregelen lager te zijn dan € 8.000 per weegpunt.

$$Kosten \leq 8.000 \cdot \sum_{i=1}^N Weegpunt_i$$

In Figuur 2 is de verhouding tussen het geluidsniveau en de weegpunten weergegeven. Gemiddeld is ook ongeveer € 3.000 per dB toename per woning beschikbaar, omdat een weegpunt gemiddeld 2,6 dB bedraagt. Vanwege de verschillen in systematiek is een verdergaande vergelijking niet mogelijk.

We kunnen deze getallen vergelijken met de resultaten van de HP-studies voor Nederland. Uit Tabel 5 blijkt dat uit de studies van Theebe (2004) en Udo (2006) naar voren komt dat de waarde voor een dB-verandering per woning tussen de € 539 en € 2.776 ligt. In het geval van sanering is de hoogste waarde het meest relevant, omdat sanering altijd plaatsvindt bij hoge geluidsbelastingen. Deze waarde ligt in de orde grootte van € 3.000 per dB per woning. Eerder is overigens al toegelicht dat er op HP-studies opmerkingen gemaakt kunnen worden vanwege onder- en overschattingen. Maar met de huidige kennis kunnen we echter concluderen dat € 3.000 per dB per woning realistisch is.

Tabel 5 Waardering van een dB-verandering per woning

Studie	Drempelwaarde	NSDI	Gem. huizenprijs	Waarde per dB per woning
Theebe (2004)	40 dB	0,4%	€ 134.675	€ 539
Udo (2006)	55 dB	1,7%	€ 146.094	€ 2.484
	60 dB	1,9%	€ 146.094	€ 2.776

Een andere implicatie van de studies besproken in dit hoofdstuk is dat een geluidsreductie van 1 dB hoger gewaardeerd wordt bij een hoger geluidsniveau dan bij een lager geluidsniveau. Bij eenzelfde geluidsniveau en bij een gelijk budget, is het vanuit MKBA-methodiek dus beter om een grotere groep woningen minder ingrijpend te saneren in plaats van enkele hoogbelaste woningen ingrijpend te saneren.

Onder de huidige regelgeving gelden alleen verplichtingen bij ingrepen op of aan de infrastructuur, daarnaast bij spoor wanneer er sprake is van een toename van meer dan 1,5 dB vanwege wijzigingen in snelheden danwel aantal of type ingezet materieel. Onder het nieuwe doelmatigheids criterium is er bij hogere geluidsniveaus een groter budget beschikbaar om maatregelen te treffen. Vanuit MKBA-methodiek is het beter om de hoogste geluidsbelastingen aan te pakken in plaats van willekeurige locaties waar reconstructies plaatsvinden en waar zowel sprake kan zijn van relatief lage als van hoge geluidbelastingen. Dit kan overigens wel conflicteren met een notie over rechtvaardigheid omdat huizenbezitters zo overgecompenseerd kunnen worden²³.

²³ Huizenbezitters hebben al een lagere prijs voor hun woning betaald en worden met de geluidsmaatregelen dus dubbel gecompenseerd.



De vraag rijst of het niet beter is om één landelijk uniform geluidsproductieplafond vast te stellen. Vanuit MKBA-methodiek kan hiervoor gepleit worden. Zodoende kunnen hoge geluidsniveaus iets worden teruggebracht (niet doelmatige maatregelen uitgezonderd), en lagere geluidsniveaus nog wat groeien. Op die manier kan het geluid het meest kosteneffectief worden bestreden, omdat de maatregelen bij de hoogst toelaatbare geluidsniveaus worden genomen, waar de baten het hoogste zijn. Tegelijk kan hier tegenin gebracht worden dat de WTP hoger is dan de WTA. Met andere woorden: mensen waarderen geluidstoenames sterker dan geluidsafnames. Dit pleit voor geluidsproductieplafonds gelijk aan de heersende waarden. Welke vorm van het stellen van geluidsproductieplafonds maatschappelijk het meest efficiënt is, blijft echter de vraag.



6 Psychologische verklaringen voor geluidshinder

6.1 Inleiding

De vorige twee hoofdstukken gaven de stand van de economische waardering weer, zowel via de stated/revealed preferences-methoden (hoofdstuk 5) als via de directe waardering van gezondheidseffecten. Belangrijke constatering daarbij is dat de economische waardering een grote variatie kent in uitkomsten. Voor een deel is dat logisch omdat geluid een locatiegebonden probleem is. Maar een ander belangrijk aspect is dat er nog relatief weinig aandacht is in de economie op de psychologie van de geluidshinder.

Geluidshinder is een ingewikkelde problematiek. Hinder wordt individueel beleefd en is afhankelijk van persoonlijke omstandigheden. Bij de geluidshinder speelt een rol wie het geluid veroorzaakt, hoe het geluid klinkt, welke visuele aspecten erbij betrokken zijn, etc. De associatie (interpretatie en beleving) die mensen zelf maken en frequentie van het geluid zijn dus van invloed op de overlast die wordt ervaren. Job (1988) vond dat ongeveer 20% van het verschil in hinderbeleving verklaard kon worden door het geluidsniveau waaraan mensen werden blootgesteld. Psychosociale factoren, zoals gevoeligheid voor geluid, controle, iemands opvatting over de bron van het geluid en visuele aspecten blijken ook een grote rol te spelen bij het ervaren van geluidshinder. Deze aspecten zijn voor een deel ook door de overheid te beïnvloeden bij de vormgeving van het geluidshinderbeleid en dus relevant voor het beleid.

6.2 Sociale en psychologische factoren

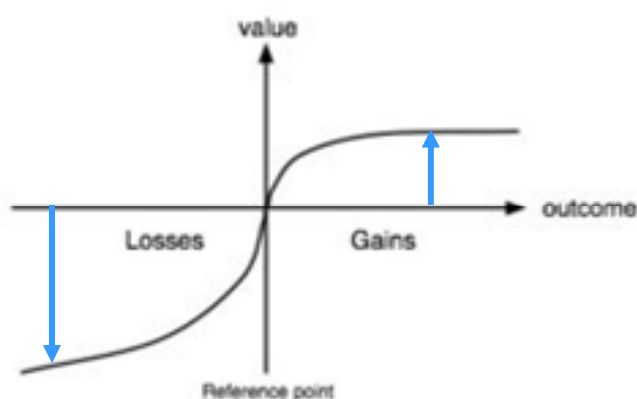
In de sociale psychologie worden verschillende modellen gebruikt voor het verklaren van geluidshinder. Sommige van deze modellen, zoals de Prospect theorie van Kahneman (Kahneman & Tversky, 1979), cognitieve load-theorie van Stallen (1999), focussen op hoe individuen geluid beleven. Andere modellen, zoals de social justice-theorie, zien geluidshinder als een sociaal proces, waarbij naast het geluid en de persoon zelf ook de interactie tussen personen een rol speelt.

Hoewel de modellen allemaal een iets andere insteek hebben, zijn ze allemaal nuttig als handvat om grip te krijgen op geluidshinder. De modellen focussen op verschillende aspecten van geluidshinder. Deze focus op verschillende aspecten moet eerder gezien worden als een teken dat de modellen elkaar aanvullen, dan als een teken dat de modellen strijdig zijn. We zullen hieronder de verschillende modellen bespreken, voor elk model aangeven hoe het is gebruikt in onderzoek, hoe het samenhangt met de effecten die in vorige paragrafen zijn besproken en ook wat de implicaties voor het beleid zouden kunnen zijn.

6.3 Prospect theorie

Kahneman's Prospect Theory (Kahneman & Tversky, 1979) beschrijft hoe mensen winsten en verliezen waarderen (zie ook Figuur 8). De theorie verklaart hoe mensen verschillende kosten en baten afwegen die met zo'n waardering samenhangen. De theorie is gebaseerd op empirisch materiaal en een van de opmerkelijke aspecten is de asymmetrische waardering van kosten en baten: een verlies van grootte X veroorzaakt meer negatief gevoel dan een winst van dezelfde grootte aan positief gevoel veroorzaakt. Dit hangt samen met het in de economische psychologie bekende verschil in uitkomsten tussen onderzoek op basis van WTP en onderzoek op basis van WTA. WTA is over het algemeen hoger dan WTP, zoals ook in economische studies gevonden werd door onder andere Carlsson (zie paragraaf 5.3.2 voor een uitgebreidere bespreking van de economische effecten). Dat komt ondermeer door het endowment-effect, zoals beschreven door Thaler (Thaler, 1980), dat zegt dat mensen meer waarde hechten aan een goed dat ze in bezit hebben, dan aan een goed dat ze eventueel in bezit kunnen krijgen. Zo blijkt bijvoorbeeld uit onderzoek van Kahneman en Thaler (1990) dat de prijs die mensen vragen (WTA) voor een artikel dat ze zojuist gekregen hebben, hoger ligt dan de prijs die ze voor dat artikel zouden willen betalen (WTP)²⁴.

Figuur 8 Voorbeeld van subjectieve waardering van kosten en baten door individuen op basis van Kahneman's Prospect Theory



²⁴ Een ander essentieel onderdeel van de Prospect-theorie is dat het marginale effect van kosten en baten afneemt. Hogere baten leiden tot meer positief gevoel, maar twee keer zo grote baten leiden niet tot twee keer zo groot positief gevoel. Iets vergelijkbaars geldt voor kosten: twee maal zo hoge kosten leiden niet tot een twee maal negatiever gevoel. Omdat Kahneman zijn onderzoek deed naar de waardering van financiële winsten en verliezen, kan hieruit echter niet automatisch geconcludeerd worden dat een geluidstoename van bijvoorbeeld 60 naar 65 dB vervelender wordt gevonden dan een geluidstoename van 65 naar 70 dB. Dosis-effectrelaties zoals gerapporteerd door Miedema e.a. (2007), wijzen er juist op dat een toename van 65 naar 70 dB als hinderlijker wordt ervaren dan een toename van 60 naar 65 dB.



6.4 Social justice theory

Onderzoek naar sociale rechtvaardigheid (social justice) heeft aangetoond dat verschillende kenmerken van een procedure beïnvloeden hoe rechtvaardig mensen de procedure vinden. Over het algemeen vinden mensen een procedure rechtvaardig als de procedure transparant is, als er ruimte is voor inspraak, als de procedure consequent wordt toegepast en als de procedure respectvol wordt toegepast. Mensen geven de voorkeur aan rechtvaardige procedures en de uiteindelijke tevredenheid is meestal hoger bij het volgen van een rechtvaardige procedure.

Er zijn twee verschillende verklaringen waarom mensen de voorkeur geven aan rechtvaardige procedures, een instrumentele en een relationele verklaring. De instrumentele verklaring stelt dat mensen een voorkeur voor rechtvaardige procedures hebben, omdat het in hun eigen belang is en omdat rechtvaardige procedures op de lange termijn tot de beste uitkomsten leiden. De relationele verklaring daarentegen stelt dat hoe mensen behandeld worden impliciete informatie over hun sociale status geeft: als ze rechtvaardig behandeld worden, is dat een teken dat ze volwaardige leden van de groep zijn, en dat ze serieus genomen worden.

Maris (2007) heeft verschillende experimenten gedaan waarin onderzocht wordt hoe de rechtvaardigheid van een procedure geluidshinder beïnvloedt bij verschillende geluidsniveaus (50 of 70 dB). Daaruit blijkt dat de procedure inderdaad invloed heeft op hoeveel geluidshinder proefpersonen ervaren. Bij een onrechtvaardige procedure werd meer geluidshinder gerapporteerd dan bij een neutrale procedure, ongeacht het geluidsniveau waaraan proefpersonen werden blootgesteld. Bij een rechtvaardige procedure werd minder geluidshinder ervaren dan bij een neutrale procedure, maar alleen bij het hoge geluidsniveau (70 dB); bij het lage geluidsniveau werd geen effect gevonden. Figuur 9 geeft een grafische weergave van de resultaten van de experimenten. Er is duidelijk te zien dat het verschil in hinder als gevolg van de verschillende procedure van dezelfde orde grootte is als het verschil in hinder als gevolg van de verschillende geluidsniveaus.

Hieruit blijkt dat geluidsoverlast niet alleen afhangt van geluidskarakteristieken, maar ook van de sociale context, zoals neutrale versus onrechtvaardige procedures. Afwijkingen van de dosisresponsecurve (zoals besproken in paragraaf 3.2) moeten daarom niet puur als meetfout gezien worden, maar kunnen een indicatie zijn dat er op sociaalpsychologisch gebied iets aan de hand is.

Figuur 9 Resultaten experimenten Maris

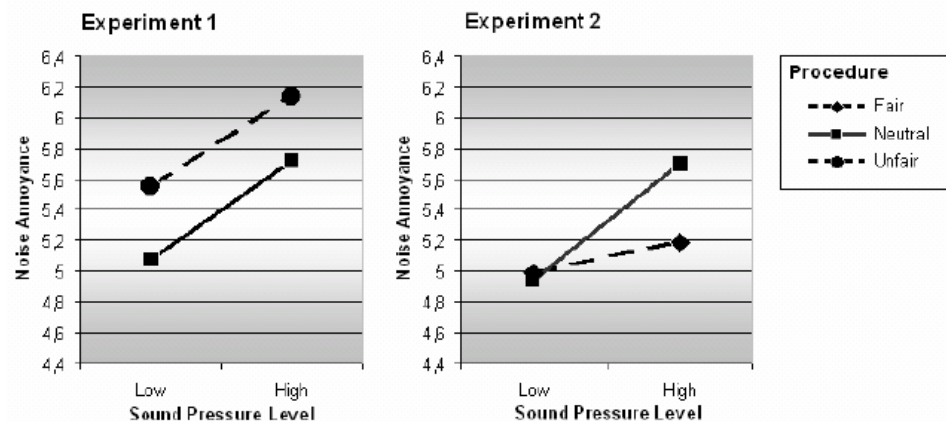


Figure 1: Noise annoyance after 15 minutes of exposure in the experiments 1 (left), and 2 (right).

Bron: Maris, 2006.

Het effect van procedures

Maris (2007) heeft verschillende experimenten gedaan naar de effecten van procedure op de overlast die mensen rapporteren. We bespreken hier twee van de experimenten, een waarbij gekeken is naar het effect van een rechtvaardige (versus neutrale) procedure en een waarbij gekeken is naar het effect van een onrechtvaardige (versus neutrale) procedure.

Rechtvaardig versus neutraal

Het onderzoek is een 2 (neutrale versus rechtvaardige procedure) x 2 (50 dB versus 70 dB) design waarbij proefpersonen een taak moeten uitvoeren. In de neutrale procedure krijgen proefpersonen tijdens de taak vliegtuiggeluid te horen. In de rechtvaardige procedure wordt aan proefpersonen gevraagd aan welk soort geluid (vliegtuiggeluid, radio, of natuurgeluiden) ze de voorkeur geven en zegt de experimentator hier zoveel mogelijk rekening mee te zullen houden; vervolgens krijgen ze ongeacht hun keuze vliegtuiggeluid te horen.

Uit de analyses blijkt dat geluidshinder (deels) kan worden verklaard door het geluidsniveau waaraan mensen worden blootgesteld en door de procedure die de experimentator hanteert (neutraal versus rechtvaardig). Een hoger geluidsniveau leidde tot meer geluidshinder, maar er werd geen hoofdeffect gevonden van procedure (rechtvaardig versus neutraal) op geluidshinder. Er werd wel een interactie tussen geluidsniveau en procedure gevonden: bij het hoge maar niet bij het lage geluidsniveau leidde de rechtvaardige procedure tot minder geluidshinder dan de neutrale procedure.

Onrechtvaardig versus neutraal

Het onderzoek is een 2 (neutrale versus onrechtvaardige procedure) x 2 (50 dB versus 70 dB) design waarbij proefpersonen een taak moeten uitvoeren. In de neutrale procedure krijgen proefpersonen tijdens de taak vliegtuiggeluid te horen, in de onrechtvaardige procedure wordt aan proefpersonen gevraagd van welk soort geluid (vliegtuiggeluid, radio, of natuurgeluiden) ze het minste last denken te hebben, en vervolgens krijgen ze ongeacht hun keuze vliegtuiggeluid te horen. Uit de analyses blijkt dat geluidshinder (deels) kan worden verklaard door het geluidsniveau waaraan mensen worden blootgesteld en door de procedure die de experimentator hanteert (neutraal versus onrechtvaardig). Uiteraard leidde een hoger geluidsniveau tot meer geluidshinder, maar bij de onrechtvaardige procedure werd meer geluidshinder gerapporteerd dan in de neutrale procedure. Er werd geen interactie tussen geluidsniveau en procedure gevonden.

Het verschil tussen rechtvaardig en onrechtvaardig zit bij deze experimenten dus niet in het geluid dat proefpersonen te horen krijgen, want in alle gevallen krijgen de proefpersonen hetzelfde geluidsfragment te horen. Het verschil tussen rechtvaardig en onrechtvaardig zit puur in het gedrag van de experimentator: in de rechtvaardige conditie zegt de experimentator zoveel mogelijk rekening te houden met de voorkeur van de proefpersoon, in de onrechtvaardige



conditie loopt de experimentator weg zonder enige uitleg te geven aan de proefpersoon. Hieruit blijkt dat het voor de ervaren geluidshinder van belang is hoe iemand behandeld wordt: is de experimentator welwillend, maar kan hij er ook niets aan doen, of weigert de experimentator rekening te houden met wat de proefpersoon wil? Qua geluid is het effect hetzelfde, qua overlast zeker niet.

6.5 Controle en coping

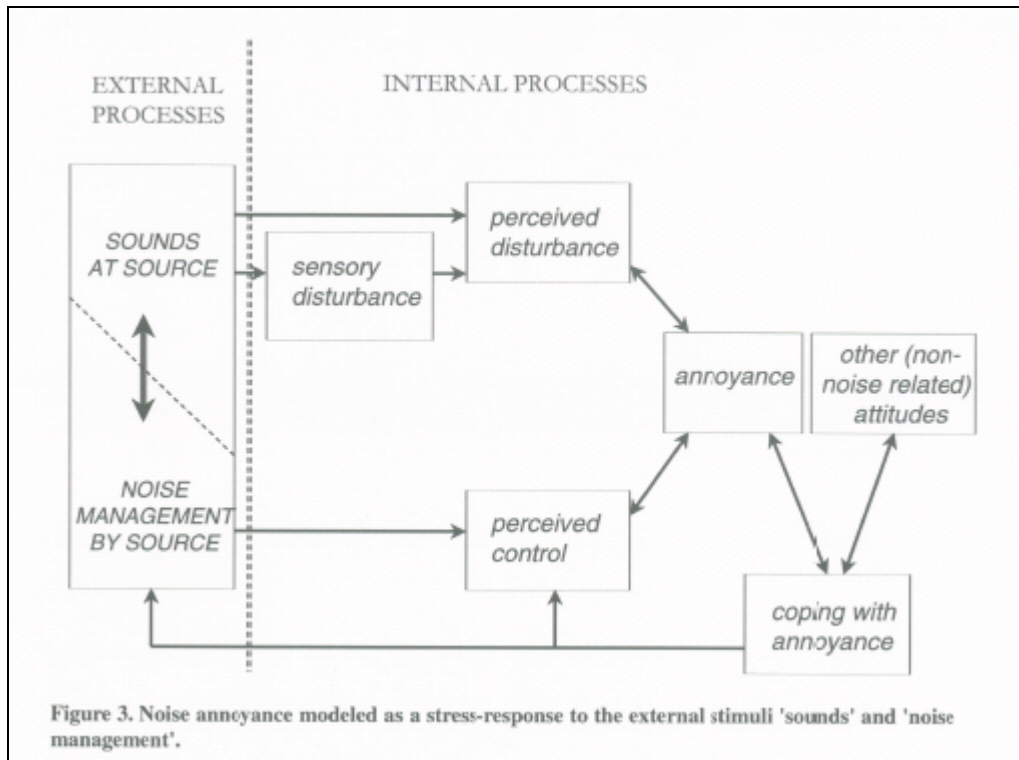
Stallen (1999) stelt een model voor waarin hinder met name beïnvloed wordt door twee factoren: de verstoring die iemand ervaart (veroorzaakt door het geluid) leidt tot psychologische stress, maar de middelen die hij/zij heeft om daar mee om te gaan (controle over de verstoring en coping) reduceren deze stress. Het hangt dus af van de balans tussen deze factoren of iemand hinder ervaart. Zolang iemand voldoende controle ervaart om met de verstoring om te gaan, zal hij geen of weinig hinder ervaren. Maar als iemand het gevoel heeft dat hij geen controle heeft over de verstoring, er geen invloed op uit kan oefenen en geen/onvoldoende copingmechanismen tot zijn beschikking heeft, zal hij naar alle waarschijnlijkheid hinder ervaren. Hinder is dus een resultaat van twee factoren: verstoring door geluid en de mogelijkheid om de verstoring te verminderen. Dit betekent dat een grote verstoring in combinatie met veel middelen om er mee om te gaan misschien minder hinder oplevert dan een kleinere verstoring zonder controle of coping mogelijkheden.

Controle en coping zijn behoorlijk brede begrippen. Zo vallen in deze theorie ook aspecten als voorspelbaarheid van het geluid, toegang tot informatie en inspraak (zie ook de paragraaf 'Social justice theory') onder het concept 'controle', omdat ze allemaal invloed hebben op hoeveel controle iemand ervaart. Belangrijk hierbij is dat het gaat over de controle die iemand ervaart, niet over de controle die iemand daadwerkelijk heeft²⁵: iemand die weinig mogelijkheden ziet om invloed uit te oefenen op de verstoring, zal waarschijnlijk meer hinder ervaren dan iemand die het gevoel heeft dat hij iets kan doen om minder last te hebben van de verstoring. Coping is de manier waarop iemand op de verstoring reageert, bijvoorbeeld het verminderen van de verstoring door de ramen dicht te houden.

Andere uitkomsten die hiermee in verband kunnen worden gebracht zijn bijvoorbeeld dat de beschikbaarheid van een groen gebied kan helpen problemen van verkeersgeluid te verminderen (Gidlöf-Gunnarsson et al., 2007) en dat 'trait anxiety' (hoe angstig iemands karakter is) en geluidsgevoeligheid ook invloed hebben op geluidsoverlast (Persson, 2007). Ook Miedema (1999) vond in een meta-analyse een sterk effect van geluidsgevoeligheid op geluidshinder: volgens zijn schatting is het verschil in hinderbeleving tussen mensen die niet/nauwelijks gevoelig zijn voor geluid en mensen die zeer gevoelig zijn, ongeveer even groot als het effect van 11 dB verschil in geluidsterkte.

²⁵ Hierbij moet natuurlijk opgemerkt worden dat er over het algemeen een verband bestaat tussen de controle die iemand ervaart en de controle daadwerkelijk heeft. Dit verband is echter niet perfect, en in een vergelijkbare situatie zal de ene persoon meer controle ervaren dan de andere.

Figuur 10 Hinder en copingsgedrag



6.6 Cognitieve load

Een andere manier om naar achtergrondgeluid te kijken, is om het te beschouwen als iets wat een beroep doet op onze cognitieve vermogens. Het geluid moet door de hersenen verwerkt worden en dat kost aandacht en energie. Trimmel (2006) heeft onderzocht hoe achtergrondgeluid reactietijd en hersenactiviteit beïnvloedt. Hij liet proefpersonen een visuele taak uitvoeren, waarbij hun reactietijd en hun hersenactiviteit gemeten werd. In de ene conditie was het stil, in de andere conditie was er achtergrondgeluid van 60 dB (een combinatie van verkeersgeluid, blaffende honden en spraak). De reactietijd was langer als er achtergrondgeluid was, dan als het stil was. Uit de metingen aan de hersenactiviteit bleek dat er corticale inhibitie plaatsvond in de conditie met achtergrondgeluid. Dit komt er op neer dat het geluid actief genegeerd wordt en dat kost energie die een proefpersoon anders in de visuele taak had kunnen steken.

De hersenactiviteit die in de conditie met achtergrondgeluid werd gemeten, is ook geassocieerd met slechtere informatieverwerking. Dit zou ook deels kunnen verklaren waarom geluidsoverlast soms tot slechtere leerprestaties leidt. Hierbij moet echter wel worden opgemerkt dat waarschijnlijk ook andere gevolgen van geluidsoverlast een rol spelen, zoals slaapproblemen en het slechter verstaan van de leraar.



6.7 Conclusies

In de sociale psychologie zijn er een aantal theorieën die allemaal net wat andere aspecten van geluidshinder belichten. De centrale ideeën die aan bod gekomen zijn bij het bespreken van de theorieën, zijn:

- prospect-theorie;
- social justice;
- controle en coping: wat kan iemand zelf doen om hinder te verminderen, en wat kan hij doen als hij toch hinder ondervindt;
- cognitieve load.

Vanuit het beleidsperspectief zijn met name de prospect theorie en de social justice-theorie van belang. De prospect-theorie maakt onderscheid tussen de waardering van geluidstoenames en geluidsafnames, waarbij toenames sterker worden gewaardeerd dan afnames. Tevens laat deze theorie zien dat de manier waarop hinder gemeten kan worden in stated preference-onderzoek, invloed heeft op de uitkomsten. De social justice-theorie benadrukt het belang van een rechtvaardige procedure en een respectvolle omgang met mensen die geluidshinder ondervinden. Inspraak is essentieel, ook als het niet altijd mogelijk is om aan de wensen van omwonenden tegemoet te komen en hoewel respectvolle communicatie de problemen waarschijnlijk niet kan oplossen, voorkomt het wel dat de problemen verergeren zonder dat daar puur op basis van het geluidsniveau een aanleiding voor is. Controle²⁶ en coping bieden minder duidelijke aanknopingspunten voor het beleid, omdat het voor een groot deel individuele factoren betreft. Cognitieve load is beleidsmatig nog lastiger, omdat het geen bewust proces is.

²⁶ Afgezien van controle door rechtvaardige procedures, zoals al bij de social justice-theorie is besproken.



7 Conclusies en discussie

In dit hoofdstuk leggen we de huidige en toekomstige beleidspraktijk naast de literatuur en trekken we conclusies. Allereerst gaan we in op rechtvaardigheid versus maatschappelijke efficiëntie. Vervolgens trekken we conclusies op basis van de economische en psychosociale literatuur.

7.1 Politieke keuzes versus maatschappelijke efficiëntie

Vanuit maatschappelijke efficiëntie gezien dienen maatregelen te worden toegepast op de plaatsen waar de baten-kostenverhouding het grootst is. In het geluidsbeleid spelen politieke keuzes echter een rol, die de maatschappelijke efficiëntie van het beleid kunnen aantasten:

- Er bestaan verschillende saneringsprogramma's naast elkaar met straks mogelijk verschillende saneringsdrempels. Dit beïnvloedt de kosten-effectiviteit van de toegepaste maatregelen. Uit oogpunt van onder andere de kosteneffectiviteit worden thans voorstellen uitgewerkt om de verschillende saneringsprogramma's om te vormen naar één groot saneringsprogramma met één saneringsdrempel.
- In de Wgh-sanering is de situatie in 1986/1987 bepalend voor het wel of niet in aanmerking komen voor sanering.
- Het wetsvoorstel dat in procedure is gebracht geldt niet voor geluidsoverlast in binnenstedelijk gebied, veroorzaakt door stedelijke infrastructuur, terwijl daar gelijke problemen spelen als langs rijksinfrastructuur. Momenteel wordt ook gewerkt aan nieuwe wetgeving voor gemeentelijke en provinciale wegen.
- Boven de maximale grenswaarden (65/70 dB) neemt het saneringsbudget sterk toe.
- In geval van plafondverhoging worden niet-doelmatige maatregelen acceptabel geacht bij overschrijding van de maximale waarde.

Ondanks dat de maatschappelijke efficiëntie aangetast kan worden, kunnen er politieke redenen zoals rechtvaardigheid zijn om een bepaald beleid te voeren.

7.2 Economische waardering van geluidshinder

In de economische literatuur bestaat een grote mate van variatie in uitkomsten rondom de waardering van geluid. Niet alleen verschilt de waardering per methode (hedonic pricing, contingent valuation en directe waardering), maar ook binnen bijvoorbeeld de HP-studies verschilt de waardering (voornamelijk door het lokale karakter van HP-studies en verschillen in meegenomen regressievariabelen).

Nederlandse HP-studies vinden een waarde voor geluid tussen de € 39 en € 200 per dB per huishouden per jaar. De waardering van geluidsschade met de hedonic pricing-methode is echter aan veel onzekerheden onderhevig. De HP-methode leidt snel tot een overschatting van de schade omdat met

geluidsoverlast correlerende variabelen, zoals visuele hinder, tot geluidsoverlast worden gerekend. Tegelijkertijd kan HP tot een onderschatting leiden, omdat een verlies aan arbeidsproductiviteit niet verdisconteerd wordt. Ook vindt een onderwaardering plaats omdat ook geluid onder 55 dB als hinder wordt ervaren. In een MKBA zou dit meegenomen moeten worden, maar vaak wordt dit niet gedaan.

Er bestaat in de economische literatuur van waardering weinig tot geen aandacht voor de subjectieve beleving van geluidshinder: deze wordt geacht direct te zijn meegenomen in de bepaling van de WTP. Het subjectieve karakter van de beleving van geluidshinder impliceert wel dat benefit transfers een hachelijke onderneming zijn voor de waardering van geluidshinder.

De kosten volgens de hedonic pricing-methode voor Nederland zouden volgens RIVM (2007) ongeveer 11 miljard Euro bedragen. Ongeveer 2/3 hiervan kan worden verminderd met maatregelen die minder kosten dan ze aan baten opleveren. Andere schattingen komen tot lagere kosten: een inschatting aan de hand van de gezondheidsschade komt tot een bedrag van 3 miljard Euro per jaar. Hierbij dient evenwel opgemerkt te worden dat er ook maatschappelijke kosten verbonden zijn aan geluidshinder die niet tot gezondheidsschade leiden. Daarom lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat geluidsoverlast een behoorlijke kostenpost voor de Nederlandse samenleving is, overeenkomend met 0,6-2% van het jaarlijkse BNP.

De beleidsaanbevelingen uit de economische studies die geluidshinder hebben gewaardeerd zijn als volgt:

- Bij eenzelfde geluidsniveau en bij gelijke kosten, is het vanuit MKBA-methodiek beter om een grotere groep woningen minder ingrijpend te saneren in plaats van enkele hoogbelaste woningen ingrijpender te saneren, omdat bij toenemende geluidsbelasting de hinder en gezondheidseffecten meer dan evenredig toenemen. Volgens de huidige Wgh is het alleen verplicht om bij reconstructies maatregelen te treffen, die zowel bij hoge als lage geluidsniveaus worden uitgevoerd. Vanuit MKBA-oogpunt dienen de hoogste geluidsniveaus het eerst te worden gesaneerd ongeacht of die door reconstructies of nieuwe aanleg worden veroorzaakt. De introductie van GPP's is daarom een verbetering van de kosteneffectiviteit van het beleid. Of één uniform plafond, of plafond op basis van de heersende waarden de beste oplossing is blijft onduidelijk. De MKBA-methodiek pleit voor een uniform plafond, terwijl de prospect theorie pleit voor het niet verder laten toenemen van de heersende geluidsniveaus.
- De NoMo-sanering geldt voor rijks- en spoorwegen, terwijl de Wgh-sanering alleen geldt voor blootgestelde woningen voor 1986. Voor woningen in stedelijk gebied die na 1986 zijn blootgesteld aan hoge geluidsniveaus, door stedelijke infrastructuur, bestaat nog geen saneringsprogramma. Vanuit MKBA-oogpunt is het echter inefficiënt om in de steden hoge geluidsniveaus te laten bestaan. Sanering van deze stedelijke locaties levert grote baten op. Niet alleen in termen van gezondheid en hinder, maar ook door het vrijkomen van bouwgrond. De beschikbaarheid van maatregelen voor het stedelijk



gebied is echter beperkter. Het is zinvol te onderzoeken of een soortgelijk programma opgezet kan worden voor steden.

- Het bestaande RWS-doelmatigheids criterium komt overeen met wat men kan verwachten aan schade op basis van hedonic pricing bij een geluidsniveau boven de 55/60 dB. Het nieuwe doelmatigheids criterium genereert dezelfde soorten maatregelenpakketten en is vergelijkbaar met de huidige praktijk.
- Binnen het nieuwe doelmatigheids criterium is vijf keer meer budget beschikbaar voor hoogbelaste woningen dan woningen met een geluidsbelasting 1 dB boven de voorkeurswaarde. Dit is bij benadering gelijk aan de toename van het aantal gehinderde mensen volgens de Miedema-curves.
- Het nieuwe doelmatigheids criterium bevat een opslag boven 65/70 dB. In het beleid wordt deze opslag gemaakt vanwege de NoMo-sanering. Deze politieke keuze is te verdedigen vanwege het optreden van gezondheidseffecten bij hogere geluidsniveaus. Maar of 65/70 dB de optimale grens is, waarbij gezondheidseffecten optreden is onduidelijk.
- Bij het nieuwe doelmatigheids criterium wordt een maximaal budget vastgesteld om geluidswerende maatregelen te treffen, afhankelijk van de toekomstige belasting. De afweging om daarbinnen tot toepassing van kosteneffectieve maatregelen te komen, is vergelijkbaar met het bestaande RWS-criterium.
- Op dit moment worden neveneffecten als luchtkwaliteit en veiligheid niet meegenomen bij de ontwikkeling van het geluidsbeleid. Dit heeft een onderschatting van de baten tot gevolg. Met name het vermijden van blootstelling aan fijn stof gaat gepaard met baten.

7.3 Sociaal-psychologisch

Vanuit de beleving kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De individuele beleving van geluidshinder speelt een belangrijke rol. dB is maar ten dele een verklaring voor overlast. Elementen als attitude en geluidsgevoeligheid zijn naast de geluidsterkte ook heel belangrijk. In de MKBA-literatuur komt deze persoonlijke beleving niet naar voren, en wordt er uitgegaan van dB's. Aan de andere kant is het lastig beleid te ontwikkelen op een subjectieve parameter als geluidshinder. Een objectieve maat die hinder beter benadert is echter niet voorhanden.
- De Miedema-curves zijn dan ook een sterke versimpeling van de werkelijkheid, omdat de spreiding in deze grafieken groot is. Ondanks deze nuance zijn de Miedema-curves wel de best beschikbare basis voor het beleid.
- Laagfrequente geluiden zijn hinderlijker dan even sterke geluiden op hogere frequenties. Bij geluid gemeten in dB wordt hiermee geen rekening gehouden. Onderzocht dient te worden of en hoe hiervoor gecorrigeerd kan worden. RWS onderzoekt momenteel de mogelijkheden om beter rekening te houden met voegovergangen.
- Ondanks dat de huidige en nieuwe procedures transparant zijn, is het vanwege het persoonlijke karakter van geluidsbeleving mogelijk dat elementen in de vormgeving van het beleid (extra) hinder oproepen bij burgers. Het gaat om mensen die sterke hinder ondervinden omdat:

- mensen weinig begrip hebben voor een onderscheid dat geldt op basis van 1986, meer dan 20 jaar geleden;
- de inspraak in de verschillende procedures als onvoldoende wordt ervaren;
- hoogbelaste woningen in steden, blootgesteld aan geluid van stedelijke infrastructuur, niet onder een saneringsprogramma vallen;
- een maatregel(pakket) niet doelmatig is, waardoor een plafondverhoging wordt toegekend;
- men in een woning woont waaraan in het verleden een hogere waarde is toegekend, terwijl nu toch een geluidsplafond gaat gelden op basis van de heersende waarde;
- huizen op een saneringslijst staan, maar maatregelen lang uitblijven;
- huizen in principe wel onder een saneringsprogramma vallen, maar sanering niet doelmatig blijkt te zijn;
- men tot kwetsbare groepen behoort, die vatbaarder zijn voor geluid.

Verwachtingen over de toekomstige geluidsbelasting hebben een grote invloed op de ervaren ernstige hinder en slaapverstoring. Onder de huidige regelgeving kan het lawaai groeien. Met de introductie van geluidproductieplafonds worden geluidstoenames voorkomen. Deze plafonds verminderen de negatieve verwachtingen over de toekomstige geluidsniveaus en hebben hierdoor een positieve invloed op de ervaren hinder en slaapverstoring. Ook vanuit de prospect-theorie is beter om op grotere schaal te voorkomen dat geluidsbelastingen toenemen dan op een kleinere schaal (bij reconstructies) het geluidsniveau naar de voorkeurswaarde terug te brengen.

Van de verschillende theorieën die in de sociale psychologie gebruikt worden om de beleving van geluidshinder te begrijpen, zijn met name de prospect theorie en de social justice-theorie van belang. De prospect-theorie stelt dat mensen kosten en baten verschillend waarderen: een verlies van grootte X veroorzaakt meer negatief gevoel dan een winst van dezelfde grootte aan positief gevoel veroorzaakt.

De social justice-theorie benadrukt het belang van een rechtvaardige procedure en een respectvolle omgang met mensen die geluidshinder ondervinden. De meeste mensen geven de voorkeur aan rechtvaardige procedures en de uiteindelijke tevredenheid is meestal hoger bij het volgen van een rechtvaardige procedure. Over het algemeen vinden mensen een procedure rechtvaardig als de procedure transparant is, als er ruimte is voor inspraak, als de procedure consequent wordt toegepast en als de procedure respectvol wordt toegepast. Inspraak is essentieel, ook als het niet altijd mogelijk is om aan de wensen van omwonenden tegemoet te komen en hoewel respectvolle communicatie de problemen waarschijnlijk niet kan oplossen, voorkomt het wel dat de problemen verergeren zonder dat daar puur op basis van het geluidsniveau een aanleiding voor is. In het huidige beleid is er al ruimte voor inspraak en worden bewoners betrokken bij de sanering.



7.4 Slot en aanbevelingen voor aanvullend onderzoek

Ten opzichte van het nieuwe beleid kunnen we de volgende conclusies trekken:

- Het nieuwe beleid is transparanter. Het gaat meer om het hier en nu. Voor burgers is dit beter te begrijpen. Maar er zijn ook verliezers; in het verleden toegekende hogere geluidswaarden vervallen, als sindsdien het geluid is toegenomen door een groei in het verkeersvolume.
- De NoMo-sanering is over het algemeen welvaartsverhogend, zolang de maatregelen doelmatig zijn.
- De introductie van geluidsproductieplafonds is een verbetering van de kosteneffectiviteit van het beleid. Ook geeft dit mensen zekerheid over waar ze aan toe zijn.
- Het gebruik van een doelmatigheids criterium is zinvol. Het nieuwe doelmatigheids criterium is inhoudelijk op het bestaande RWS-criterium gebaseerd.

In Tabel 6 gaan we hier iets dieper op in en vergelijken we het oude en het nieuwe beleid.

Tabel 6 Vergelijking van het oude en het nieuwe beleid

Score op	Huidig beleid	Nieuw beleid	Opmerking
MKBA	+	+(+)	Vanuit economisch oogpunt is het de introductie van een GPP en het vervallen van de saneringsverplichting een verbetering van de kosteneffectiviteit van het beleid. De kostenbaten afweging binnen het nieuwe doelmatigheids criterium is gebaseerd op het huidige RWS-doelmatigheids criterium.
Beleving/ verwachtingen	-	+	Vanuit beleving is de introductie van GPP nuttig, omdat mensen weten waar ze aan toe zijn (indien plafondverhogingen beperkt zullen worden toegepast).
Prospect-theorie	-	+	Het voorkomen van geluidstoenames is beter dan het op een beperkt aantal plaatsen verminderen (indien plafondverhogingen beperkt zullen worden toegepast).
Social justice-theorie	-/+	+	Op het gebied van procedures en communicatie zijn er weinig verschillen tussen het huidige en nieuwe beleid. Mensen vinden het RWS-doelmatigheids criterium moeilijk te begrijpen. Mogelijk is het nieuwe beleid beter te uit te leggen.
(Distributieve) rechtvaardigheid	-	-/+	Nieuw beleid gaat meer uit van het hier en nu in plaats van het verleden. Mensen vinden dat waarschijnlijk rechtvaardiger. Introductie van een uniform GPP is echter rechtvaardiger ²⁷ dan plafonds op basis van de huidige geluidsniveaus.

²⁷ Vanuit Aristoteles geometrische rechtvaardigheid: als er geen reden is waarom twee personen ongelijk zijn dan moeten zij gelijk behandeld worden.

Inspraak en communicatie lijken van belang voor de beleving van geluidshinder. Om hier nog beter op in te kunnen spelen zou er nader gekeken kunnen worden naar de precieze invulling van de (informele) inspraakprocedure en naar de sterktes en zwaktes van de huidige vormgeving van de inspraakprocedure. Er zou met name onderzocht kunnen worden of er verschillen zijn tussen projecten waar bewoners tevreden over waren en projecten waar bewoners ontevreden over waren: is er een duidelijk verband te vinden tussen hoe mensen de inspraak hebben beleefd en hoe tevreden ze zijn en wat zijn de factoren die het succes van een inspraakprocedure bepalen?

Voorts valt op dat het geluids*beleid* zelf nog niet onderhevig is geweest aan een integrale MKBA. Juist in een integrale MKBA kunnen afwegingen tussen uitvoeringskosten enerzijds en een verlies aan (kosten)effectiviteit anderzijds, in een uniform analysekader worden beoordeeld.

Daarnaast is het zinvol te onderzoeken of voor binnenstedelijk gebied een vergelijkbare systematiek te ontwikkelen om ongebreidelde groei van geluid te voorkomen.

Tot slot dient nader te worden onderzocht of en hoe een correctie gemaakt kan worden voor lage frequenties. Deze leveren meer hinder op.



8 Literatuur

Arsenio et al., 2006

Elisabete Arsinio, Abigail L. Bristow, Mark Wardman
Stated choice valuations of traffic related noise
In : Transportation Research Part D 11, (2006); p.15-31

Babisch et al., 2005

W. Babisch, B. Beule, M. Schust, N. Kersten, H. Ising
Traffic noise and risk of myocardial infarction
In : Epidemiology, Vol. 16, no. 1 (2005); p. 33-40

Babisch , 2006

W. Babisch
Transportation Noise and Cardiovascular Risk : Review and Synthesis of
Epidemiological Studies, Dose Effect Curve and Risk Estimation
Berlin : UBA, 2006

Bateman et al., 2001

Ian Bateman, Brett Day, Iain Lake, and Andrew Lovett
The effect of road traffic on residential property values : a literature review and
hedonic pricing study
Edinburgh : Scottish Executive Development Department, 2001

Berglund et al., 1999

B. Berglund, T. Lindvall, D.H. Schwela
Guidelines for Community Noise
London : WHO (World Health Organisation), 1999

Bistrup et al., 2001

Marie Louise Bistrup (ed.), Staffan Hygge, Lis Keiding, Willy Passchier-Vermeer
Health effects of noise on children and perception of the risk of noise
Copenhagen : National Institute of Public Health, 2001

Breugelmans et al., 2004

O.R.P. Breugelmans, C.M.A.G. van Wiechen, I. van Kamp, S.H. Heisterkamp
D.J.M. Houthuijs
Gezondheid en beleving van omgevingskwaliteit in de regio Schiphol: 2002
(Tussenrapportage Monitoring Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol)
RIVM rapport 630100001/2004
Bilthoven : RIVM, 2004

Carlsson et al., 2004

Fredrik Carlsson, Elina Lampi, Peter Martinsson

Measuring the marginal values of noise disturbance from air traffic: does the time of the day matter?

In : Transportation research Part D 9 (2004); p. 373-385

CE, 2007

S.M. (Sander) de Bruyn, M.J. (Martijn) Blom, A. (Arno) Schroten, M. (Machiel) Mulder

Leidraad MKBA in het milieubeleid : Versie 1.0

Delft : CE Delft, 2007

Clark et al., 2005

Charlotte Clark, Rocio Martin, Elise van Kempen, Tamuno Alfred, Jenny Head, Hugh W. Davies, Mary M. Haines, Isabel Lopez Barrio, Mark Matheson and Stephen A. Stansfeld

Exposure-Effect Relations between Aircraft and Road Traffic Noise Exposure at School and Reading Comprehension : The RANCH Project

In : American Journal of Epidemiology, vol. 163, no.1 (2005), p. 27-37

CPB, 2006

M. Lijesen, W. Van der Straaten, J. Dekkers, R. Van Elk

Geluidsnormen voor Schiphol : Een welvaartseconomische benadering

Den Haag : CPB, 2006

dBvision, 2008

Voorlopige afronding onderzoek doelmatigheidscriterium voor geluidsproductieplafonds, versie 2 (Memo), (dit is een nog niet vastgesteld concept)

dBvision, 5 juni 2008

Ellebjerg Larsen et al., 2002

Lars Ellebjerg Larsen, Bo Mikkelsen, Hans Bendtsen

Traffic noise annoyance : A survey, in: Aarhus, Odense & Randers

Lyngby : Danish Transport Research Institute, 2002

ExternE, 2005

Peter Bickel and Rainer Friedrich (eds.)

Externalities of Energy : Methodology (ExternE), 2005 Update

Stuttgart : Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung - IER

Universität Stuttgart, 2005

Gezondheidsraad, 2004

Over de invloed van geluid op de slaap en de gezondheid

Den Haag : Gezondheidsraad, 2004

<http://www.gr.nl>



Gidlöf-Gunnarson et al., 2007

Anita Gidlöf-Gunnarson, Evy Öhrström

Noise and well-being in urban residential environments : The potential role of perceived availability to nearby green areas

In : Landscape and urban planning 83 (2007); p.115-126

Fidell, 1992

S. Fidell

Interpreting findings about community noise response to environmental noise exposure: what do data say?

In : Proc. I.O.A.14(4) (Euro-Noise), 1992

Franssen et al., 2004

E.A.M. Franssen, J.E.F. Dongen, J.M.H. Ruysbroek, H. Vos, R.K. Stellato

Hinder door milieufactoren en de beoordeling van de leefomgeving in Nederland

Bilthoven : RIVM, 2004

Hofschreuder et al., 2005

P. Hofschreuder, A.E.G. Tonneijck, E.; Hofschreuder, E.

Optimalisatie van geluidsschermen voor de verbetering van de luchtkwaliteit

Wageningen : WUR, Agrotechnology & Foods Innovations, 2005

Horowitz and, McConnell, 2002

J.K. Horowitz and K.E. McConnell

A Review of WTA/WTP Studies

In : Journal of Environmental Economics and Management 44 (2002); p..426-427

Ising et al., 2004

Harmut Ising, in co-operation with Wolfgang Babisch, Rainer Guski, Barbara Kruppa and Christian Maschke

Exposure and effect indicators of environmental noise

Berlin : Berlin Zentrum Public Health, 2004

Job, 1988

R.F.S. Job

Community response to noise: a review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction

In : Journal of the Acoustical Society of America . 83 (1988); p. 991-1001

Kahneman et al., 1999

D. Kahneman, J.L Knetsch, R.H. Thaler

Experimental tests of the endowment effect and the Coase theorem

In : The Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 6, (1990) p. 1325-1348

Kahneman and Tversky 1979

D. Kahneman and A. Tversky

Prospect theory: an analysis of decision under risk

In : Econometrica, vol. 47, no. 2, (1979); p.263-292

Klaeboe et al., 2000

R. Klaeboe, M. Kolbenstvedt, J. Clench-Aas, A. Bartonova
Oslo traffic study part 1: an integrated approach to assess the combined effects of noise and air pollution on annoyance
In : Atmospheric Environment 34, (2000); p. 4727-4736

Knol and Staatsen, 2005

A.B. Knol and B.A.M. Staatsen
Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands 1980-2020
Bilthoven : RIVM, 2005

Kruize et al., 2007

Hanneke Kruize, Peter P. J. Driessen, Pieter Glasbergen, Klaas van Egmond,
Environmental equity and the role of public policy: experiences in the Rijnmond Region
In : Environmental Management, vol. 40, Issue 4, (2007) p. 578-595

Leventhall, 2004

H.G. Leventhall
Low frequency noise and annoyance
In : Noise & Health, vol.6, no.23. (2004); p. 59-72

London Health Commission, 2003

Noise & Health : Making the link
London : London Health Commission, 2003

Maris E. et al., 2007

Eveline Maris, Pieter J. Stallen, Riel Vermunt, and Herman Steensma
Noise within the social context: Annoyance reduction through fair procedures
In : Journal of the Acoustical Society of America, vol.121, no.4 (2007); p. 2000-2010

Maris E. et al, 2007

E. Maris, R.J. Stallen, R. Vermunt, H. Steensma
Evaluating noise in social context : The effect of procedural unfairness on noise annoyance judgments
In : Journal of the Acoustical Society of America, vol.122, no. 6 (2007); p.3483-3494

Miedema and Vos, 1999

H.M.E. Miedema and H. Vos
Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise
In : Journal of the Acoustical Society of America, vol.105, no.6, (1999); p 3336-3344



Miedema and Oudshoorn, 2001

H.M.E. Miedema and C.G. Oudshoorn

Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals

In : Environmental Health Perspectives, vol.109, no.4 (2001); p. 409-416, 2001

Miedema, 2007

H.M.E. Miedema

Annoyance caused by environmental noise: elements for evidence-based policies

In : Journal of social issues, vol. 63, no. 1, (2007); p 41-57

MNP, 2007

A.P. van Wezel, R.O.G. Franken, E. Drissen, C.W. Versluijs, R. van den Berg
Maatschappelijke Kosten-BatenAnalyse van de Nederlandse bodemsaneringsoperatie

Bilthoven : Milieu- en Natuurplanbureau, 2007

Navrud , 2002

S. Navrud

The State-Of-The-Art on Economic Valuation of Noise. Final Report to European Commission DG Environment, April 14th 2002

Aas (No) : Department of Economic and Social Sciences, Agricultural University of Norway, 2002

Nethorp et al., 2007

J. Nellthorp, A. Bristow, B. Day

Introducing Willingness-to-pay for noise changes into transport appraisal: an application of benefit transfer

In : Transport Reviews, vol.27, no.3, (2007); p. 327-353

Niemann and Maschke, 2004

H. Niemann, C. Maschke

WHO LARES Final Report : Noise effects and morbidity

Berlin : S.n., 2004

Nijland et al., 2003

H. A. Nijland, E.E.M.M. Van Kempen, G.P. Van Wee, J. Jabben

Costs and benefits of noise abatement measures.

In: Transport Policy 10 (2003); p. 131-140

OEEI, 2000

Onderzoeksprogramma Economische Effecten Infrastructuur (OEEI) : Welvaartsaspecten bij de evaluatie van infrastructuurprojecten

Den Haag : ministerie van Verkeer en Waterstaat, ministerie van Economische Zaken, 2000

Öhrström et al., 2006

Evy Öhrström, Emiina Hadzubajramovic, Maria Holmes, Helena Svensson
Effects of road traffic noise on sleep: studies on children and adults
In : Journal of Environmental Psychology, 26, (2006); p.116-126

Ouis, 2002

D. Ouis
Annoyance caused by exposure to road traffic noise: an update
In : Noise Health, vol.4, no5, (2002) 69-79

Persson et al., 2007

Roger Persson, Jonas Björk; Jonas Ardo, Maria Albin, Kristina Jakobsson
Trait anxiety and modelled exposure as determinants of self-reported annoyance to sound, air pollution and other environmental factors in the home
In : International archives of occupational and environmental health, 81 (2007); p. 179-191

Prasher, 2003

D. Prasher
NOPHER Noise Pollution Health Effects Reduction, Final report 2000-2003
London : University College London, 2003

Raggam et al., 2007

R. Raggam, M. Cik, R. Höldrich, K. Fallast, E. Gallasch, M. Fend, A. Lackner, E. Marth
Personal noise ranking of road traffic: Subjective estimation versus physiological parameters under laboratory conditions
In : International Journal of Hygiene and Environmental Health, Vol. 210, No. 2, (2007), p. 97-105

RIVM, 2003

A.E.M. Franssen, J.M.I. Kwekkeboom
Effecten van geluid door wegverkeer op de slaap
Bilthoven : RIVM, 2003

RIVM, 2004

H. Kruize, A.A. Bouwman
Environmental (in)equity in the Netherlands : A case study on the distribution of environmental quality in the Rijnmond region
Bilthoven : RIVM, 2004

RIVM, 2005

E.E.M.M. van Kempen van, B.A.M. Staatsen, I. van Kamp
Selection and evaluation of exposure-effect relationships for health impact assessment in the field of noise and health
Bilthoven : RIVM, 2005



RIVM, 2007

J. Jabben, C. Potma, S. Lutter

Baten van geluidmaatregelen : Een inventarisatie voor weg- en railverkeer in Nederland. RIVM rapport 680300002/2007, 2007

Bilthoven : RIVM, 2007

RVZ, 2006

Raad voor de Volksgezondheid en Zorg

Zinnige en duurzame zorg

Zoetermeer : RVZ, 2006

Ruijgroek et al., 2004

E.C.M. Ruijgrok, R. Brouwer, H. Verbruggen

Waardering van natuur, water en bodem in Maatschappelijke Kosten Baten Analyses, Een handreiking ter aanvulling op de OEI-leidraad

Den Haag : ministeries van V&W, EZ en LNV, 2004

Schipper et al., 1998

Y. Schipper, P. Nijkamp, P. Rietveld

Why Do Aircraft Noise estimates Differ? A Meta-Analysis

In : Journal of Air Transport Management, 4, p. (1998) 117-124

Stallen, 1999

P.J.M. Stallen

A theoretical framework for environmental noise annoyance

In : Noise & Health, no.3 (1999) p. 69-79

Stansfeld and Matheson, 2003

S.A. Stansfeld, M.P. Matheson

Noise pollution: non-auditory effects on health

In : British Medical Bulletin, 68, (2003) p. 243-257

Thaler, 1980

R. Thaler

Toward a positive theory of consumer choice

In: Journal of Economic Behaviour & Organization, Vol. 1, No. 1 (1980); p. 39-60

Theebe, 2004

M. Theebe

Planes, trains and automobiles: The impact of traffic noise on house prices

In : Journal of Real Estate Finance and Economics, vol.28, no.2/3, (2004) p. 209-234

TNO Inro, 2002

H.M.E. Miedema, W. Passchier-Vermeer, H. Vos

Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance

Delft : TNO Inro, 2002

Trimmel and Poelzl, 2006

M. Trimmel and G. Poelzl

Impact of background noise on reaction time and brain DC potential changes of VDT-based spatial attention

In : Ergonomics vol. 49, no. 2, (2006); p.202-208

UBA, 2003

C. Maschke, U. Wolf, T. Leitmann

Epidemiologische Untersuchungen zum Einfluss von Lärmstress auf das Immunsystem und die Entstehung von Arteriosklerose (Epidemiological studies on the influence of noise stress on the immune system and the development of arteriosclerosis (in German), Anschlussbericht des Forschungsvorhabens

Berlin : UBA, 2003

Udo et al., 2006

J. Udo, L.H.J.M. Janssen en S. Kruitwagen

Stilte heeft zijn prijs

In : Economisch Statistische Berichten, jrg. 31, nr. 4477 (2006); p. 14-16

WHO, 2007

Night Noise Guidelines for Europe

Bonn : WHO, regional Office for Europe, 2007

Yifan H. et al., 2008

Yifan Huang, Guoqing Di, Yiting Zhu, Youpeng Hong, Bangjun Zhang

Pair-wise comparison experiment on subjective noise annoyance rating of noise samples with different frequency spectrums but same A-weighted level

In press



CE Delft

**Oplossingen voor
milieu, economie
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

Beleving en MKBA in het geluidsbeleid

Een verkenning naar beleving
en kosten-batenanalyse
bij de aanpak van geluidshinder

Bijlagen

Rapport

Delft, augustus 2008

Opgesteld door: L.C. (Eelco) den Boer
G.J. (Gerdien) van de Vreede
F. (Femke) de Jong
S.M. (Sander) de Bruyn





A Begeleidingsgroep

Het onderzoek is begeleid door verschillende mensen uit het werkveld:

- Jeanette Veurman (Ministerie van V&W);
- Jeroen van den Berg (Ministerie van V&W);
- Edwin Verheijen (Ministerie van V&W);
- Jan Anne Annema (Ministerie van V&W, KIM);
- Hans Nijland (Planbureau voor de Leefomgeving);
- Martin van de Berg (Ministerie van VROM).



B Betrouwbaarheid en spreiding

Bij het schatten van statistische grootheden voor een populatie zijn twee begrippen van belang:

- 1 Betrouwbaarheid.
- 2 Standaarddeviatie.

Om verwarring te voorkomen, lichten we deze begrippen hieronder toe.

B.1 Betrouwbaarheid

De betrouwbaarheid is een maat voor hoe precies het gemiddelde²⁸ van een bepaalde variabele bepaald is. Stel dat we van 1.000 Nederlandse mannen de lengte meten. We kunnen dan een vrij accurate schatting van de gemiddelde lengte van de Nederlandse man maken. Het berekende gemiddelde zal dan bijvoorbeeld 1,80 m zijn, met een betrouwbaarheidsinterval van 1,79 m tot 1,81 m. Dit betrouwbaarheidsinterval geeft dus een indicatie van de waarde van het gemiddelde en van de spreiding die je zou vinden als je heel vaak het gemiddelde zou schatten op basis van een steekproef. Het geeft echter geen directe indicatie van de spreiding die in de populatie aanwezig is: een heel klein betrouwbaarheidsinterval wil zeggen dat het gemiddelde van een variabele erg precies bepaald is, maar het wil zeker niet zeggen dat de spreiding in de populatie klein is.

B.2 Standaarddeviatie

De standaarddeviatie is een maat voor de 'gemiddelde' afwijking van het gemiddelde en geeft een indicatie van de spreiding die in de populatie aanwezig is. Net als in het vorige voorbeeld meten we van 1.000 Nederlandse mannen de lengte en bepalen weer het gemiddelde. Het gemiddelde zal weer 1,80 m zijn. Dit gemiddelde zegt nog weinig over de spreiding in de populatie: zijn alle mannen tussen 1,70 m en 1,90 m of zijn is de range van lengtes van 1,60 m tot 2,00 m? In beide gevallen kan het gemiddelde gelijk zijn, maar in het eerste geval is de spreiding (en dus de standaarddeviatie) veel kleiner dan in het tweede geval. Een grote standaarddeviatie wil zeggen dat er veel spreiding is in de waarden die in de steekproef of in de populatie gemeten worden, maar een grote standaarddeviatie kan prima samengaan met een zeer precieze schatting van het gemiddelde.

²⁸ In de populatie of in de steekproef



C Interviews

C.1 Afgenomen interviews

Binnen het project zijn interviews gehouden met verschillende partijen:

- Rijkswaterstaat Zuid-Holland (Jo Smits, Hans van Ettinger);
- Bureau Sanering Verkeerslawaaï (Wibo Soede);
- Prorail (Jan van den Brink);
- Gemeente Amsterdam (Arold Brand).

C.2 Samenvatting en interpretatie van de gesprekken

Hieronder geven we een samenvatting van de gevoerde gesprekken.

C.2.1 Algemeen

In de volgende drie gevallen worden maatregelen tegen geluidshinder genomen:

- geluidssanering in het kader van sanering (uitgevoerd door BSV);
- aanpassingen aan de weg (vanwege wet geluidshinder);
- bouwactiviteiten langs de weg (de gemeente laat woningen langs de weg bouwen, en om geluidsoverlast te voorkomen/beperken moeten er maatregelen getroffen worden).

De volgorde van saneringen in de subsidietrajecten wordt door BSV bepaald. Als een gemeente een project aanmeldt, zet BSV dat op de lijst uit te voeren projecten. Als er urgentie is, komt het project bovenaan de lijst te staan. Dit zorgt ervoor dat mensen met een minder urgent project jarenlang op de lijst kunnen staan.

Er wordt momenteel nog centraal over saneringen van rijksweginfrastructuur beslist, maar het zou misschien efficiënter zijn om dat decentraal (RWS) te doen, zodat de onderhoud en sanering in één keer kan worden uitgevoerd. Nadeel is wel dat dan misschien lokale politieke belangen een rol gaan spelen.

Het doelmatigheidscriterium is leidend bij het bepalen van het type maatregel. Omdat het criterium redelijk streng is, wordt er relatief veel aan gevelisolatie gedaan en minder vaak schermen geplaatst. Mensen willen zelf vaak liever een scherm dan gevelisolatie, omdat ze dan ook rustiger in de tuin kunnen zitten. De verschillende criteria genereren niet dezelfde maatregelen.

De voorkeur van burgers voor een type maatregel is niet eenduidig. Door RWS werd de voorkeur van burgers voor schermen aangegeven. Dit werd door Prorail niet bevestigd.

Op dit moment werkt RWS aan aanbevelingen omtrent voegovergangen (tussen het wegdek en de brug en soms ook bij viaducten). In de huidige toestand zorgen deze voegovergangen vaak voor overlast, omdat bij elke auto die passeert een

klap te horen is en ook omdat er veel lage frequenties in het geluid zitten. Door het gebruik van stillere voegovergangen hoopt RWS de overlast te beperken. Ook is er een zonering berekend om aan te geven waar het waarschijnlijk is dat er geluidsoverlast ontstaat als gevolg van de voegovergangen.

C.2.2 Klachten

Over geluid komen veel meer klachten binnen dan over luchtkwaliteit. Mensen klagen met name dat ze slechter slapen, dat ze niet meer rustig in de tuin kunnen zitten en dat het nooit meer gewoon rustig is. De volgende zaken vallen op:

- Klagers in het algemeen kunnen nergens terecht. RWS heeft alleen middelen en bevoegdheid bij wegaanpassingen.
- Mensen beseffen vaak pas na een tijdje (1 of 2 jaar) dat het geluid van de weg overlast oplevert.
- Klagers zijn vaak universitair geschoolde blanke mannen van boven de 50.
- Bij spoor wordt over het algemeen meer geklaagd bij een goederenspoorlijn dan wanneer het gaat over passagiersvervoer.

Er bestaat geen correlatie tussen de hoeveelheid inspraak en de klachten achteraf. Bij de aanleg van een scherm in Gouda was er weinig inspraak, terwijl er achteraf veel klachten waren. Bij een ander project is dit soms omgekeerd.

C.2.3 Inspraakmogelijkheden en communicatie

Burgers worden op verschillende manieren betrokken bij de besluitvorming, zowel formeel als informeel. Voor projecten die onder de tracé-wet vallen, wordt er een MER-procedure gestart en zijn er inspraakmogelijkheden. Voor andere projecten gaat het om artikel 3 Awb. Vervolgens zijn er informele voorlichtingsavonden. De inspraak van burgers is echter beperkt, omdat in de procedures al in een heel vroeg stadium vrij veel vastligt. Er is geen mogelijkheid om variabelen te houden.

RWS heeft ook een geluidssimulator ontwikkeld, waarmee verschillende geluidsniveaus weergegeven kunnen worden. Deze simulator wordt bijvoorbeeld bij inspraakavonden gebruikt, om bewoners het verschil te laten horen tussen de huidige situatie en de situatie met maatregelen. De ervaringen met deze simulator zijn goed. Overigens blijft er altijd een verschil bestaan tussen de wensen van bewoners en de maatregelen die RWS aanbiedt. Deze simulator wordt ook door Prorail gebruikt.

De opkomst op informatieavonden is wisselend. Soms komt er (bijna) niemand, soms is het erg druk. RWS ziet geen verband tussen hoe druk de informatieavonden bezocht worden, en hoeveel klachten er achteraf zijn.

Mensen hebben vrij weinig inspraak in de vormgeving van een geluidsscherm. De eigenschappen van het geluidsscherm worden namelijk grotendeels al gekozen in het geluidsonderzoek en liggen dan vast.



In theorie kunnen mensen gevelisolatie weigeren, maar dat gebeurt niet zo vaak. De meeste mensen willen namelijk graag dat er iets aan de geluidsoverlast gedaan wordt. Omdat burgers nooit één blok vormen worden de maatregelen vaak wel uitgevoerd, ook als er protest is.

RWS en Prorail nemen alle klachten serieus. Deze worden teruggekoppeld naar de gemeente, de oorzaak wordt onderzocht. Er is echter geen mogelijkheid/middelen om vanwege klachten maatregelen te nemen.

Prorail houdt een informele voorlichting voordat de formele procedures gestart worden, om te 'peilen' hoe de plannen vallen bij bewoners. Inbreng kan dan nog eenvoudiger meegenomen worden in de plannen.

Het is soms moeilijk uit te leggen aan burgers dat er niet verder teruggesaneerd kan worden dan de saneringsdrempel is, terwijl de voorkeurswaarde veel lager is. Op andere plaatsen dient een hogere waarde te worden aangevraagd, omdat woningen buiten de sanering vallen. Beleidsmedewerkers hebben soms het gevoel 'weinig' te kunnen bieden.

C.2.4 Conclusies

- Voor burgers is het bestaande 'saneringsgat' moeilijk te begrijpen of accepteren.
- De formele inspraak van burgers is beperkt, omdat in met name de MER-procedure - maar ook bij inspraak volgens artikel 3.4 Awb - al in een heel vroeg stadium vrij veel vastligt als gevolg van onderzoek. Er is geen mogelijkheid om ontwerpvariabelen te houden, omdat reeds in een vroeg stadium keuzes gemaakt moeten worden. Naast formele bijeenkomsten worden er ook informele (geen onderdeel van procedure) bijeenkomsten georganiseerd, welke wisselend bezocht worden door burgers. Indien informele bijeenkomsten worden gehouden voordat de procedures in gang zijn gezet zijn de mogelijkheden en betrokkenheid van burgers groter.
- Omdat geluidsbeleving voor een groot deel afhankelijk is van niet akoestische factoren, is informele communicatie waarschijnlijk zeer zinvol. Zeker wanneer het nieuwe doelmatigheids criterium meer ruimte laat voor het invullen van maatregelen.
- Er blijft altijd een verschil bestaan tussen de wensen van bewoners en de maatregelen die RWS aanbiedt. Bijvoorbeeld wanneer er bij capaciteitsuitbreiding niet gesaneerd kan/mag worden, maar slechts de geluidstoename kan worden tenietgedaan.
- Op voorlichtingsavonden gebruikt RWS een geluidssimulator om bewoners een reële indruk van de daling van het geluidsniveau te laten horen.
- Over geluid komen veel meer klachten binnen dan over luchtkwaliteit. Mensen klagen met name dat ze slechter slapen, dat ze niet meer rustig in de tuin kunnen zitten, en dat het nooit meer gewoon rustig is. Mensen hebben echter niet een eenduidige voorkeur voor maatregelen.