



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

## **Kennisscan hinder door luchtvaartgeluid: Effecten van woningisolatie en niet-akoestische factoren**

RIVM Briefrapport 2019-0096  
E.E.M.M. van Kempen | S.N. Simon





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

## **Kennisscan hinder door luchtvaartgeluid: Effecten van woningisolatie en niet-akoestische factoren**

RIVM Briefrapport 2019-0096  
E.E.M.M. van Kempen | S.N. Simon

## Colofon

© RIVM 2019

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

DOI 10.21945/RIVM-2019-0096

E.E.M.M. van Kempen (auteur), RIVM  
S.N. Simon (auteur), RIVM

Contact:

Elise van Kempen  
Centrum Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid  
Email: [Elise.van.Kempen@rivm.nl](mailto:Elise.van.Kempen@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, directie Luchtvaart in het kader van het project M/330106/01 'Gezondheid- en hindereffecten luchtvaart, bijdrage luchtvaartnota'.

Dit is een uitgave van:  
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**  
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
Nederland  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

### **Kennisscan hinder door luchtvaartgeluid: Effecten van woningisolatie en niet-akoestische factoren**

Geluid van vliegverkeer kan hinder veroorzaken. Hiertegen worden maatregelen genomen door bijvoorbeeld woningen te isoleren. Tot nu toe is nauwelijks systematisch geëvalueerd of deze maatregelen effect hebben. Het RIVM raadt aan om dit wel systematisch te doen.

Bij deze evaluatie is het belangrijk om niet alleen de feitelijke veranderingen in geluidniveaus te onderzoeken. Net zo belangrijk is om rekening te houden met andere factoren die invloed hebben op de mate van hinder. Inzicht in hoe deze zogeheten niet-akoestische factoren met elkaar samenhangen is relevant. Kennis over deze factoren biedt aanknopingspunten om maatregelen te ontwikkelen die de hinder beperken of verminderen.

Voorbeelden van niet-akoestische factoren zijn persoonlijke en 'situationele' factoren. Zo is de ene persoon gevoeliger voor geluid dan de andere. Dat kan komen door erfelijke factoren, ziekte, medicijngebruik of anderszins. Dit gegeven heeft een sterke invloed op de mate waarin mensen zijn gehinderd door geluid. Maar ook de tevredenheid met de woning en woonomgeving bepalen in welke mate mensen last hebben van geluid van vliegverkeer.

Wat de onderlinge samenhang betreft, is het bijvoorbeeld belangrijk om mensen duidelijkheid te bieden over toekomstige geluidniveaus of maatregelen tegen geluid (bijvoorbeeld isolatie) en wie daarvoor in aanmerking komen. Die duidelijkheid kan namelijk het vertrouwen versterken in de overheid of organisatie die ze uitvoert en dat leidt weer tot minder hinder.

Dit zijn de belangrijkste conclusies van een kennisscan die het RIVM heeft uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW). De resultaten worden meegenomen in de nieuwe Luchtvaartnota, die in 2019 verschijnt. Hierin staan de hoofdlijnen van het rijksbeleid voor de luchtvaart en luchthavens in Nederland tussen 2020 en 2050.

Kernwoorden: hinder, geluid van vliegverkeer, niet-akoestische factoren, woningisolatie



## Synopsis

### **Knowledge scan of annoyance caused by aircraft noise: Effects of home insulation and non-acoustic factors**

Noise from air traffic can cause annoyance. Various mitigating measures have been taken in response, for example home insulation. However, until now, the effect of these measures has undergone little or no systematic evaluation. As a result, there is no substantiated knowledge base available in this regard. RIVM recommends carrying out such a systematic evaluation.

In carrying out this evaluation, it is important to not only investigate the factual changes in noise levels. It is just as important to take into account factors, other than the noise itself, which can also have an effect on the annoyance level. Insight into how these so-called non-acoustic factors interact with each other is also relevant. Knowledge regarding these factors can provide clues on how to develop measures for limiting or reducing the annoyance.

Examples of non-acoustic factors are personal and situational factors. After all, some people are more sensitive to noise than others. This may be due to hereditary characteristics, illness, medication use, or other factors. This has a strong impact on the degree to which people are annoyed by noise. The level of satisfaction with one's home and home environment also plays a role in determining the degree to which people are annoyed by noise from air traffic.

As far as mutual interactions are concerned, it is important, for example, to provide the persons concerned with clear information about future noise levels or measures aimed at combating noise (such as insulation) as well as who will be eligible for any such measures. In fact, such transparency can strengthen confidence in the government or organisation implementing the measures. And this, in turn, can reduce the level of annoyance.

These are the most important conclusions of a knowledge scan carried out by RIVM at the request of the Ministry of Infrastructure and Water Management (I&W). The results will be included in the new Aviation Memorandum due to be released in 2019. The latter sets out the main lines of government policy for aviation and airports in the Netherlands between 2020 and 2050.

Keywords: annoyance, noise from air traffic, non-acoustic factors, home insulation





## Inhoudsopgave

### **Samenvatting — 9**

#### **1 Inleiding — 11**

##### 1.1 Afbakening — 11

#### **2 Achtergronden — 13**

##### 2.1 Luchthavens en de aanpak van geluid — 13

##### 2.2 Wat is hinder? — 13

##### 2.3 Factoren die geluidhinder beïnvloeden — 14

##### 2.4 Typen interventies om geluidhinder te reduceren — 15

#### **3 Geluidisolatie en hinder — 17**

##### 3.1 Geluidisolatie — 17

##### 3.2 Resultaten van internationale studies — 17

##### 3.3 Geluidisolatie rond Schiphol — 18

##### 3.4 De rol van niet-akoestische factoren bij geluidisolatie — 21

#### **4 Niet-akoestische factoren en hinder — 23**

##### 4.1 Verschillende soorten niet-akoestische factoren — 23

##### 4.2 De grootte van de invloed van niet-akoestische factoren — 25

##### 4.2.1 De verklaarde variantie in statistische modellen — 25

##### 4.2.2 De grootte van de invloed uitgedrukt in decibellen — 25

##### 4.2.3 De grootte van de invloed uitgedrukt met een attributieve fractie — 26

##### 4.2.4 Het belang en de modificeerbaarheid van niet-akoestische factoren — 28

#### **5 Discussie — 33**

##### 5.1 Effecten van geluidisolatie — 33

##### 5.2 Niet-akoestische factoren — 34

##### 5.3 Communicatie over geluid en de rol van niet-akoestische factoren — 36

##### 5.4 Het betrekken van burgers en de rol van niet-akoestische factoren — 37

##### 5.5 Werkzaamheid in de praktijk: gebrek aan evidentie — 38

#### **6 Conclusies en aanbevelingen — 41**

##### 6.1 Conclusies — 41

##### 6.2 Aanbevelingen voor onderzoek — 42

##### 6.3 Aanbevelingen voor beleid — 42

#### **7 Referenties — 45**

#### **Bijlage 1 Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol — 53**

#### **Bijlage 2 Gebruikte bronnen — 55**

#### **Bijlage 3 Geluidisolatie — 57**

#### **Bijlage 4 Niet-akoestische factoren — 62**

#### **Bijlage 5 Geluid en gezondheid — 79**



## Samenvatting

Maatregelen rond luchthavens om de kwaliteit van de leefomgeving te verbeteren gaan ervan uit dat een reductie van de geluidbelasting voor de direct omwonenden direct zorgt voor een reductie van de negatieve effecten van het geluid, zoals negatieve gezondheidseffecten en hinder. Dit is echter niet in overeenstemming met de observatie dat een effect als hinder niet proportioneel afneemt met de blootstelling. Sterker nog: bij veranderingen in geluid blijken mensen vaak een sterkere of minder sterke reactie te vertonen dan op basis van blootstellingsniveaus en blootstelling-effect-relaties wordt verwacht. Als onderdeel van de opdracht 'Gezondheid -en hindereffecten Luchtvaart' heeft het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat het RIVM daarom gevraagd een kennisscan te maken waarin wordt ingegaan op de volgende twee aspecten:

- Het gezondheid bevorderende en/of hinder reducerende effect van geluidisolatie van woningen, en
- Niet-akoestische factoren in relatie tot geluidhinder.

De resultaten van deze scan zullen worden meegenomen in de nieuwe Luchtvaartnota die dit jaar zal verschijnen, en waarin de hoofdlijnen zullen worden opgenomen van het rijksbeleid voor de luchtvaart en luchthavens in Nederland tussen 2020 en 2050.

Het effect van isolatie is in een beperkt aantal studies onderzocht. Uit de resultaten van een studie waarin mensen werden gevolgd in de tijd, bleek dat het voorkomen van ernstige hinder en ernstige slaapverstoring minder werd wanneer de woning in de voorgaande drie jaar is geïsoleerd. Ook het optreden van verstoring van gesprekken, inspannende bezigheden en rust of slaap nam af. Deze bevindingen worden niet ondersteund door de resultaten van dwarsdoorsnedestudies waarin het effect van de huidige isolatiestatus van woningen werd onderzocht. Ondanks een verschil in geluidniveau, bleek er in deze studies geen/nauwelijks een verandering op te treden in hinder en slaapverstoring. Een dwarsdoorsnedestudie is echter niet de meest optimale onderzoeksopzet om het effect van isolatie te onderzoeken. Bij een dergelijke onderzoeksopzet worden deelnemers niet gevolgd voor, tijdens en na de isolatie van hun woning. Daarnaast kunnen de resultaten van de studies waarin de effectiviteit van isolatie is onderzocht, mogelijk mede verklaard worden door de invloed van niet-akoestische factoren. Het is daardoor nog niet duidelijk welke veranderingen in hinderbeleving isolatie bij omwonenden teweegbrengt. Om dat duidelijk te maken, is een interventiestudie nodig waarbij omwonenden worden gevolgd in de tijd.

Verder blijkt dat kennis over de invloed van niet-akoestische factoren op geluidhinder door vliegverkeer aanknopingspunten biedt om hinder te beheersen of te verminderen. Het gaat hierbij niet alleen om de mate van invloed die een factor heeft op de ondervonden hinder, maar ook om de mate waarin invloed uitgeoefend kan worden op de factor (modificeerbaarheid). Daarbij zijn factoren die van grote invloed zijn op hinder en die ook nog modificeerbaar zijn, het meest interessant.

Dergelijke indelingen zijn echter tot nog toe gebaseerd op kwalitatieve analyses en daarbij lopen maatregelen, factoren en effecten sterk door elkaar. Meer onderzoek is nodig om te bepalen in welke van de categorieën deze verschillende niet-akoestische factoren nu precies horen.

Bij het nemen van geluid reducerende maatregelen moet rekening worden gehouden met niet-akoestische factoren. Daarbij gaat het niet alleen om de factoren die van grote invloed op de hinder zijn en ook nog eens te beïnvloeden (modificeerbaar) zijn. Vanwege hun onderling sterke samenhang is het ook belangrijk om rekening te houden met niet-akoestische factoren die een minder grote invloed op hinder hebben en/of die nauwelijks of in mindere mate zijn te beïnvloeden. Dit kan gevolgen hebben voor hoe de maatregel wordt geïmplementeerd.

Communicatie over te nemen maatregelen en/of het beleid rond een luchthaven en het betrekken van de omwonenden daarbij is van groot belang voor het welslagen van deze maatregelen en/of beleid. Een aantal recente reviews biedt aanknopingspunten uit trajecten rond verschillende luchthavens om dit vorm te geven.

Een belangrijk kennishiaat is dat er nauwelijks *'evidence based'* voorbeelden van *'best practices'* voorhanden zijn die tot daadwerkelijke beïnvloeding van de hinder door het geluid van vliegverkeer leiden. Een belangrijke aanbeveling is dan ook om de effecten van (toekomstige) interventies op het gebied van vliegverkeer systematisch te beoordelen. Daarbij is het belangrijk dat men niet alleen de objectieve veranderingen in geluidsniveaus onderzoekt, maar dat men daarnaast ook kijkt naar de effecten op hinder, en naar niet-akoestische factoren. Daarnaast moet er meer inzicht komen in hoe belangrijke niet-akoestische factoren met elkaar samenhangen en van invloed zijn op hinder en de kwaliteit van leven. Deze kennis kan leiden tot een bredere waardering voor de impact van lawaai op dagelijkse activiteiten en de kwaliteit van leven.

Voor het beleid bevelen we aan om bij het nemen van geluid reducerende maatregelen en/of het maken van beleid rondom een luchthaven rekening te houden met niet-akoestische factoren. Dit kan echter gevolgen hebben voor hoe de geluid reducerende maatregelen en/of het beleid worden geïmplementeerd. Daarbij zijn communicatie over de te nemen maatregelen en/of het beleid rond een luchthaven en het betrekken van de omwonenden van groot belang.

## 1 Inleiding

Als onderdeel van de opdracht 'Gezondheid- en hindereffecten Luchtvaart' is het RIVM gevraagd om twee kennisscans te maken:

- Een kennisscan over het gezondheid bevorderende en/of hinder reducerende effect van geluidisolatie van woningen, en
- Een kennisscan over niet-akoestische factoren in relatie tot geluidhinder.

Omdat hinder in beide vraagstellingen een prominente rol inneemt, zijn beide scans in deze rapportage verwerkt tot één scan waarin wordt ingegaan op akoestische en niet-akoestische factoren van hinder en de bruikbaarheid voor beleid en geluid reducerende maatregelen op het gebied van geluid van vliegverkeer. Voor isolatie is in een aantal onderzoeken ook gekeken naar andere effecten dan hinder (bijvoorbeeld slaapverstoring). De effecten op deze eindpunten zullen we apart bespreken.

De resultaten van deze scan zullen worden meegenomen in de nieuwe Luchtvaartnota die dit jaar zal verschijnen, en waarin de hoofdlijnen zullen worden opgenomen van het rijksbeleid voor de luchtvaart en luchthavens in Nederland tussen 2020 en 2050. In de nota moeten door de rijksoverheid fundamentele beslissingen worden genomen over bijvoorbeeld de groei van de luchtvaart. De resultaten van deze scan moeten het ministerie aangrijpingspunten geven voor het luchtbeleid en helpen bij het bepalen van kennisvragen die nog moeten worden beantwoord omdat die kennis ontbreekt of omdat de bestaande kennis niet eenduidig is.

### 1.1 Afbakening

In deze scan richten we ons vooral op geluid van vliegverkeer. Daar waar relevant, betrekken we ook resultaten van studies waarin is gekeken naar geluid van weg- of railverkeer.

Het belangrijkste effect in deze scan is (ernstige) hinder. Vaak wordt hinder onderzocht als onderdeel van vragenlijstonderzoek. In de standaardvraag, vastgelegd door de *International Organization for Standardisation* (ISO) [1], waarmee hinder meestal gemeten wordt, wordt gerefereerd aan een periode van een jaar. Er zijn ook studies (waaronder experimenten) waarin naar acute hinder wordt gekeken. In deze scan richten we ons alleen op hinder na langdurige blootstelling aan geluid.

In deze scan gaan we in op verschillen in hinder binnen studies. Dat betekent dat we bekijken wat er bekend is over de eventuele invloed van isolatie en niet-akoestische factoren op hinder, dan wel hoe deze factoren de relatie tussen geluid van vliegverkeer en (ernstige) hinder door geluid van vliegverkeer beïnvloeden. Verschillen in gemeten en berekende hinder worden niet besproken. Ook zal er niet worden ingegaan op verschillen in blootstelling-effect-relaties tussen geluid van vliegverkeer en (ernstige) hinder die zijn afgeleid in verschillende studies.



## 2 Achtergronden

### 2.1 Luchthavens en de aanpak van geluid

De aanwezigheid van een luchthaven heeft effecten op de omgeving. Het kan gaan om positieve effecten zoals werkgelegenheid, inkomsten of mobiliteit. Ook zijn er negatieve effecten zoals geluid, geur en extra risico's voor de veiligheid en gezondheid. Het geluid afkomstig van het vliegverkeer van een luchthaven bepaalt vaak voor een groot deel de afwijzende houding die gemeenschappen hebben tegenover een luchthaven [2-4]: zo is het de belangrijkste reden voor de protesten en klachten over een luchthaven en het is de belangrijkste reden voor de tegenwerpingen die gemeenschappen hebben tegenover de uitbreiding van een luchthaven [5-7]. Door de combinatie van ontwikkelingen rond een luchthaven, zoals toename van het aantal vluchten, uitbreiding of ander baangebruik en de maatschappelijke bezorgdheid over de verstoring van het geluid van vliegtuigen, is de algemene verwachting dat de hinder rondom luchthavens zal blijven toenemen [8], ondanks het stiller worden van vliegtuigen. Volgens gegevens van de Gezondheidskundige Evaluatie (GES) daalde het percentage ernstige hinder in de regio Schiphol, desondanks van 17% naar 11%, in de periode 1996-2005 [9].

De afgelopen jaren zijn door luchtvaartautoriteiten van de diverse luchthavens inspanningen verricht om de hinder te beheersen of te reduceren [10]. Tot voor kort heeft men zich daarbij vooral gericht op akoestische factoren, ofwel het reduceren van de geluidbelasting. In 2001 presenteerde de Internationale Burgerluchtvaartorganisatie (ICAO) een aanpak om het management van omgevingsgeluid rondom individuele luchthavens aan te pakken, en om de meest kosteneffectieve geluid reducerende maatregelen te kunnen identificeren [11]. De aanpak staat ook wel bekend als de *'balanced approach'* en gaat uit van de volgende vier pijlers: (i) reductie van het geluid bij de bron, (ii) ruimtelijke ordening en omgevingsbeleid, (iii) procedures voor geluidreductie, en (iv) exploitatiebeperkingen [11, 12]. De maatregelen in de ICAO-benadering zijn gebaseerd op het idee dat een reductie van de geluidbelasting van de direct omwonenden direct zorgt voor een reductie van de negatieve effecten van het geluid, zoals negatieve gezondheidseffecten en hinder [8]. Dit is echter niet in overeenstemming met de observatie dat een effect als hinder niet noodzakelijkerwijs proportioneel afneemt met de blootstelling. En hoewel de aanpak die ICAO voorstelde destijds een grote stap voorwaarts was, bleef de acceptatie van geluidniveaus veroorzaakt door een luchthaven laag [5]. Dit ondanks het feit dat de geluidemissies van individuele vliegtuigen de afgelopen vijftig jaar sterk zijn gedaald.

### 2.2 Wat is hinder?

In deze scan richten we ons op hinder. Hinder wordt gezien als het belangrijkste gezondheidseffect dat optreedt ten gevolge van de blootstelling aan omgevingsgeluid. Dit blijkt uit een inventarisatie onder 68 internationale geluidsexperts, van wie meer dan de helft aangaf hinder als het voornaamste effect van geluid te zien [13]. Volgens de

Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) is '(geluid)hinder een verzamelterm voor allerlei negatieve gevoelens zoals ergernis, ontevredenheid, boosheid, teleurstelling, zich teruggetrokken voelen, hulpeloosheid, neerslachtigheid, ongerustheid, verwarring, het zich uitgeput voelen en agitatie'[14].

De relatie tussen de blootstelling aan geluid (meestal uitgedrukt als de jaargemiddelde geluidbelasting  $L_{DEN}$ ) en de mate van hinder, wordt meestal beschreven op basis van vragenlijstonderzoek. Daarin wordt hinder vaak gemeten door middel van vragenlijsten. Er is daartoe een internationale standaard ontwikkeld (de norm van de ISO), waarin is omschreven hoe de hindervraag moet worden gesteld [1]. De vraag verwijst per geluidbron naar de ervaren mate van hinder in de thuissituatie gedurende de afgelopen twaalf maanden. De mate van hinder wordt aangegeven op een schaal van 0 tot 10. Vervolgens wordt de gemeten hinder gerelateerd aan de geluidbelasting op de gevel van een woning.

Blootstelling aan geluid kan naast hinder nog tot andere effecten op de gezondheid leiden die onderling verschillen in ernst en klinische relevantie. De bekendste effecten die, naast hinder [15], in de loop der tijd zijn gemeten zijn: slaapverstoring, ontwaakreacties, leerprestaties van kinderen, hypertensie, coronaire hartziekten en beroertes, gehoorverlies [16-21]. Niet voor al deze effecten is de bewijskracht voor een relatie met de blootstelling aan geluid even sterk [22]. Ook komen niet alle effecten die kunnen worden toegeschreven aan de blootstelling aan geluid even vaak voor. Daarbij valt op dat het aantal gezondheidseffecten dat aan de blootstelling aan omgevingsgeluid is toe te schrijven over het algemeen toeneemt naarmate de ernst van de effecten afneemt [23, 24]. Dit heeft onder meer te maken met individuele gevoeligheid of kwetsbaarheid. In bijlage 5 wordt nader ingegaan op de relatie tussen geluid en gezondheid en hinder.

### 2.3 Factoren die geluidhinder beïnvloeden

Geluidhinder ontstaat in de eerste plaats omdat mensen worden blootgesteld aan geluid. Niet alleen het geluidniveau (de decibellen) spelen daarbij een rol. Ook andere factoren die direct zijn gerelateerd aan de blootstelling, spelen een rol bij de mate van hinder [15, 25-31]:

- De karakteristieken van het geluid waaraan men is blootgesteld zoals frequentie, aantal *events*, maximale niveaus en aanwezigheid meerdere geluidbronnen; en
- Interventies/maatregelen die de blootstelling aan het geluid reduceren zoals raam-sluit-gedrag, isolatie of de beschikbaarheid van een stille zijde.

Er zijn verschillende geluidkarakteristieken (ook wel aangeduid als akoestische factoren) die van belang zijn in relatie tot hoe men het geluid ervaart. Belangrijke akoestische factoren zijn aantallen geluid-*events*, karakteristieke geluidsfrequenties, pieken, het type geluidindicator en de geluidniveaus in de directe omgeving. Deze factoren blijven in deze scan buiten beschouwing.



Daarnaast zijn er ook factoren die niets met het fysieke geluid (de blootstelling) te maken hebben, die de mate van hinder kunnen beïnvloeden. Dat komt omdat de ervaring van geluid niet alleen door het geluid zelf maar ook door allerlei andere factoren wordt bepaald. Het gaat hierbij onder andere om de houding ten opzichte van of het vertrouwen in diegene die het geluid produceert of er verantwoordelijk voor is, verwachtingen,  *coping*, idee van beheersbaarheid, geluidgevoeligheid, media-aandacht. In de praktijk worden deze factoren vaak aangeduid als 'niet-akoestische' factoren. Ze omvatten een groot aantal aspecten en worden vaak onderverdeeld in persoonlijke, contextuele en sociale factoren. In deze kennisscan gaan we na welke factoren van belang zijn en hoe ze samenhangen met de hinder van mensen (zie ook hoofdstuk 4).

## **2.4 Typen interventies om geluidhinder te reduceren**

Er zijn verschillende mogelijkheden om de blootstelling aan geluid van een transportbron te reduceren. Ten behoeve van de WHO-richtlijnen voor omgevingsgeluid [22], hebben Brown en Van Kamp [32] een review gemaakt van de interventies die in de literatuur beschreven zijn op het gebied van omgevingsgeluid, waaronder geluid van vliegverkeer. Doel van de review was om te onderzoeken wat het effect van verschillende interventies was op hinder en gezondheid. Hiertoe werden vijf categorieën van transportinterventies geïdentificeerd om de verschillende soorten interventies met elkaar te kunnen vergelijken. Recent zijn deze categorieën nog wat uitgebreid [33]. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de verschillende categorieën en subcategorieën, met voorbeelden relevant voor geluid van vliegverkeer. De tabel toont dat interventies op verschillende niveaus mogelijk zijn. Het realiseren van geluidisolatie in de woning is in dit overzicht een pad-interventie (categorie B). Interventies gericht op het beïnvloeden van niet-akoestische factoren vallen onder de categorie 'Sociale interventies (Type E)'

Tabel 1. Indeling van geluidinterventies (ontwikkeld door [32, 33])

Type	Interventie categorie	Betekenis van categorie	Voorbeelden
<b>A</b>	Broninterventie	Verandering in blootstellingniveau	Wijziging in het aantal vluchten, motoremissieregulaties
		Activiteiten van de bron worden beperkt tot een bepaalde periode	Bijv. de activiteiten van de luchthaven tijdens een bepaalde periode worden beperkt: bijv. geen nachtvluchten
<b>B</b>	Pad-interventies*	Gericht op het veranderen en/of controleren van de overdracht van het geluid tussen bron en ontvanger	Isolatiemogelijkheden
<b>C</b>	Aanleg, verbetering of sluiting van infrastructuur	Opening van een nieuwe infrastructurale geluidsbron of sluiting van een bestaande	Nieuwe startbaan
		Regels voor aanwezigheid geluidgevoelige gebouwen binnen een geluidcontour	Luchthavenindeling Besluit
<b>D</b>	Andere fysieke interventies	Gericht op verandering in andere fysieke dimensies van woning / buurt van de ontvanger	Beschikking over stille zijde, beschikbaarheid van groen, gevarieerd <i>soundscape design</i>
<b>E</b>	Sociale interventies	Veranderen in gedrag voor een lagere blootstelling (voorkomen of afname blootstellingsduur)	Mensen leren hoe ze hun blootstelling kunnen veranderen
		Communicatie met omwonenden, voorlichting	Informeel mensen om hun perceptie over geluid te veranderen. Uitleggen aan mensen waarom er een verandering is in het geluid dat ze waarnemen
		Participatie, betrekken van stakeholders om gevoel van eigenaarschap te versterken en/of verantwoordelijkheid te creëren	Het aantonen van eigenaarschap m.b.t. oplossingen. Bijv. een samenwerkingsplan op het gebied van isolatie

\*Interventies die van invloed zijn op de overdracht van geluid van bron naar ontvanger

## 3 Geluidisolatie en hinder

### 3.1 Geluidisolatie

In de loop der jaren zijn veel woningen rond luchthavens (waaronder Schiphol) voorzien van geluidisolatie om de hinder te beperken. De bedoeling is dat bewoners worden blootgesteld aan lagere geluidniveaus op het moment dat hun woning is geïsoleerd tegen het geluid van vliegverkeer. Daardoor zullen ze minder hinder en slaapverstoring ervaren.

Geluidisolatie van woningen gebeurt niet altijd op dezelfde manier in verschillende landen; er zijn verschillende isolatiemogelijkheden. Ze kunnen worden ingedeeld in twee categorieën, namelijk dag-isolatie en nacht-isolatie. Deze indeling is gebaseerd op het overschrijden van de geluidsnorm en in welk gedeelte van het etmaal de blootstelling aan geluid plaatsvindt: gedurende de dag en avond (07:00-23:00 uur) of nacht (23:00-07:00 uur). Bij dag-isolatie worden de woonkamer, eetkamer én slaapkamer(s) geïsoleerd. Bij nacht-isolatie word(en) alleen de slaapkamer(s) geïsoleerd [34-36]. Isolatie kan plaatsvinden door middel van eenvoudige ingrepen, zoals het dichten van kieren en naden en het aanbrengen van geluidwerende ventilatievoorzieningen in de slaapkamers. Soms worden ook gevelisolatie, nieuwe beglazing (dubbele of driedubbele beglazing) of geluidwerende voorzieningen aan plafond, dakkapel of onder het schuine dak aangebracht [34-36].

### 3.2 Resultaten van internationale studies

Recent is, in twee internationale studies [34, 36] en een review [37], het gezondheid bevorderende effect / hinder reducerende effect van geluidisolatie onderzocht. Enkele kenmerken van deze studies zijn terug te vinden in Bijlage 2. De resultaten van de studies die de effectiviteit van isolatie op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder hebben onderzocht, zijn niet helemaal eenduidig. Meer details over de beschreven studies zijn terug te vinden in bijlage 3. Samenvattend kwam het volgende naar voren: Uit de Frankfurtstudie (FANS) [34] bleek dat het aanbrengen van dubbele beglazing en een actief ventilatiesysteem in de slaapkamer zorgde voor een daling van het geluidniveau in de woningen. Ondanks de daling in geluidniveau, hadden de maatregelen geen invloed op de ervaren hinder en slaapverstoring die de bewoners rapporteerden. In het onderzoek werd wel een negatieve associatie gevonden tussen de aanwezigheid van geluidisolatie en een verslechtering van het binnenklimaat. Uit een eerder literatuuronderzoek van Koehler en collega's [37] bleek dat het isoleren van woningen tegen vliegtuiggeluid, ondanks het verminderen in geluidniveau, niet of nauwelijks effect heeft op het ervaren van hinder, de slaapkwaliteit en de woontevredenheid. In tegenstelling tot de bevindingen van de Frankfurtstudie [34] en de review van Koehler en collega's [37], constateren Asensio en collega's [36] wel dat geluidisolatie van een woning een daling van de geluidhinder en slaapverstoring tot gevolg heeft.

### 3.3 Geluidisolatie rond Schiphol

In Nederland zijn tussen 1984 en 2012 op grote schaal woningen, scholen en zorgcentra geïsoleerd in de omgeving van Schiphol om de geluidbelasting te verminderen [35]. Het isolatieproject PROGIS (Project Geluidisolatie Schiphol) werd uitgevoerd door Rijkswaterstaat Noord-Holland in opdracht van het toenmalige Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Het isolatieproject werd in drie fasen uitgevoerd (GIS-1, GIS-2 en GIS-3).

In het kader van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES) zijn in 1996, 2002 en 2005 vragenlijstonderzoeken naar hinderbeleving uitgevoerd (zie ook bijlage 2 en 3) [9, 38, 39]. Door deze gegevens op individueel niveau te combineren met de gegevens van PROGIS kon de relatie tussen isolatie, geluidbelasting en ernstige hinder, ernstige slaapverstoring en indienen van klachten voor deze kennisscan worden onderzocht. Met de gekoppelde gegevens zijn in de beschikbare tijd een aantal verkennende statistische analyses uitgevoerd. De analyses konden alleen uitgevoerd worden om het verschil in hinder tussen wel en niet door PROGIS geïsoleerde deelnemers aan het GES-onderzoek te vergelijken. Voor inzicht in de verandering van de beleving van mensen die geluidisolatie krijgen aangeboden, was uitgebreid longitudinaal onderzoek noodzakelijk. Daarbij werd de hinder van bewoners die isolatie krijgen aangeboden gevolgd in de tijd. Voor een beperkt deel van de deelnemers aan de GES-onderzoeken was informatie over de isolatiestatus en de hinderbeleving op meerdere tijdstippen beschikbaar.

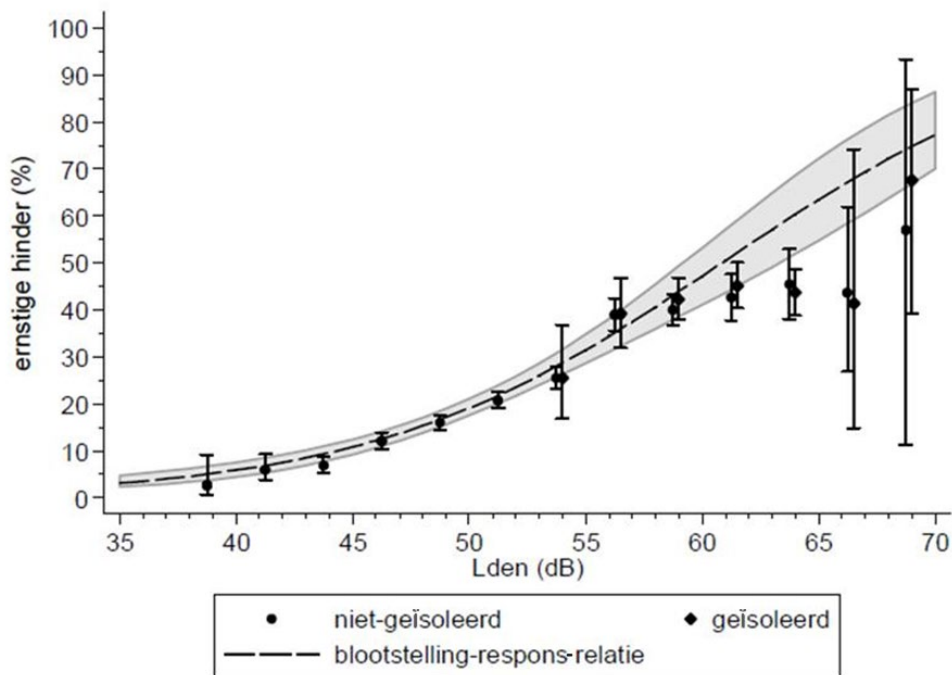
In Tabel 2 is de isolatiestatus van de deelnemers aan de drie GES-onderzoeken uit 1996, 2002 en 2005 weergegeven. Uit de tabel blijkt dat het percentage geïsoleerde woningen van de respondenten van de vragenlijstonderzoeken gaandeweg opliep van 7 naar 20%. Van een deel van de woningen kon de isolatiestatus niet uit de PROGIS-bestanden worden afgeleid (3%).

*Tabel 2. De isolatiestatus van de woningen van de deelnemers aan de GES-vragenlijstonderzoeken ten tijde van het onderzoek (Bron:[35])*

Isolatiestatus	1996		2002		2005	
	Aantal	%	Aantal	%	Aantal	%
Geïsoleerd	868	7	796	14	1.096	20
Niet geïsoleerd	10.553	89	4.920	84	4.187	77
Onzeker wel/niet geïsoleerd	391	3	157	3	142	3
Totaal	11.812	100	5.873	100	5.425	100

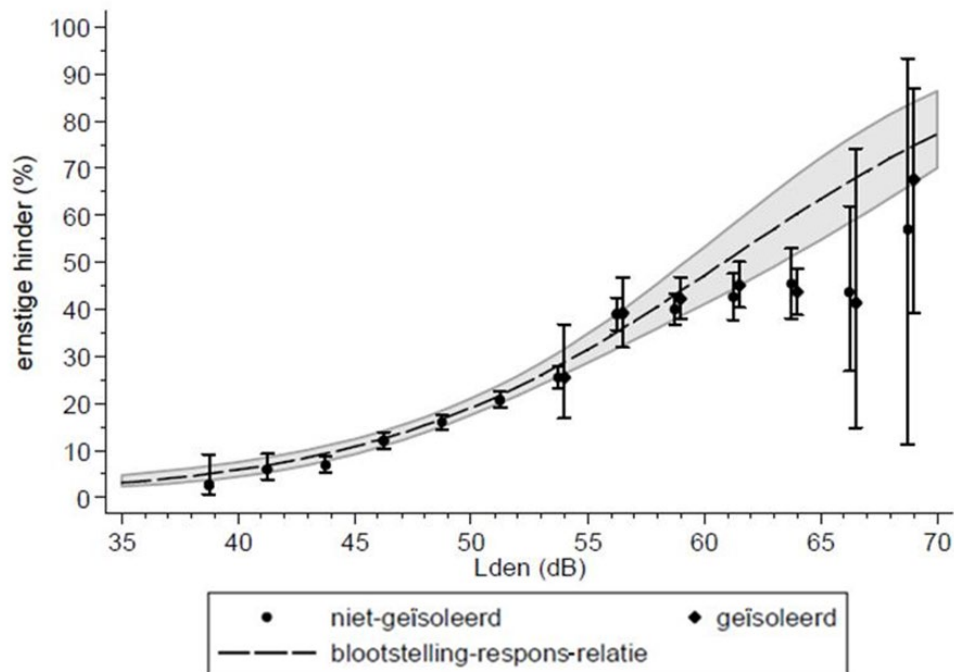
Uit de analyses komt geen duidelijke samenhang tussen isolatie en de prevalentie van ernstige hinder door geluid van vliegverkeer naar voren. In Figuur 1 is de gemiddelde prevalentie van ernstige hinder per 2,5 dB blootstellingscategorieën voor respondenten woonachtig in wel en niet geïsoleerde woningen rond Schiphol weergegeven. Tevens wordt de blootstelling-respons-relatie weergegeven die op basis van het GES-vragenlijstonderzoek uit 2002 is afgeleid [39]. Er zijn geen aanwijzingen die duiden op een groot verschil in hinderbeleving tussen onderzoek deelnemers in geïsoleerde en niet-geïsoleerde woningen. De prevalentie van ernstige hinder per 2,5 dB-categorie tussen beide groepen verschilt

nauwelijks van elkaar wanneer tevens de 95% betrouwbaarheidsintervallen in ogenschouw worden genomen.



*Figuur 1. De gemiddelde prevalentie van ernstige hinder per 2,5 dB blootstellingscategorie voor respondenten woonachtig in wel en niet geïsoleerde woningen rond Schiphol op basis van onderzoeken uit 1996, 2002 en 2005 en de gehanteerde blootstelling-respons-relatie voor Schiphol (Bron: [35])*

In Figuur 2 is, op eenzelfde wijze als in Figuur 1, de relatie weergegeven tussen de nachtelijke geluidbelasting en de prevalentie van ernstige slaapverstoring voor respondenten woonachtig in geïsoleerde en niet geïsoleerde woningen rondom Schiphol. Hier blijkt dat er geen groot verschil is in de prevalentie zelf gerapporteerde ernstige slaapverstoring tussen mensen die woonachtig zijn in geïsoleerde of niet-geïsoleerde woningen.



Figuur 2. De gemiddelde prevalentie van ernstige slaapverstoring per 2,5 dB blootstellingscategorie voor respondenten woonachtig in wel en niet geïsoleerde woningen rond Schiphol op basis van onderzoeken uit 1996, 2002 en 2005 en gehanteerde blootstelling-respons-relatie voor Schiphol (Bron: [35])

Van een deel van de deelnemers aan de GES-onderzoeken is de verandering in isolatiestatus tussen 2002 en 2005 bekend. Dit is weergegeven in tabel 3.

Tabel 3. De verandering van isolatiestatus tussen 2002 en 2005 onder 1985 deelnemers aan zowel vragenlijstonderzoek 2002 als in 2005 (Bron:[35])

		2002		Totaal
		Geen isolatie	Wel isolatie	
2005	Geen isolatie	1.526	0	1.526
	Wel isolatie	187	272	459
Totaal		1.713	272	1.985

De verandering in beleving van de 187 deelnemers waarvan de woning tussen 2002 en 2005 is geïsoleerd, is onderzocht ten opzichte van de overige deelnemers. Er zijn twee verschillende analyses uitgevoerd.

#### *Beleving geïsoleerde deelnemers ten opzichte van niet-geïsoleerde deelnemers*

Er werden geen statistisch significante verschillen waargenomen tussen de beleving van geïsoleerde en niet-geïsoleerde deelnemers op het voorkomen van ernstige hinder, ernstige slaapverstoring, het indienen van klachten gedurende de afgelopen twaalf maanden bij de CROS (Commissie Regionaal Overleg Schiphol), verstoring van gesprekken en van inspannende bezigheden. Dit resultaat komt overeen met de

bevindingen uit figuur 1 en 2. Een uitzondering op dit beeld is de verstoring van rust of slaap door vliegtuiggeluid. In geïsoleerde woningen komt dit vaker voor, na correctie voor het geluidniveau (uitgedrukt in  $L_{DEN}$  of in  $L_{night}$ ).

*Hinder en verstoring van deelnemers met geïsoleerde huizen in de afgelopen drie jaar ten opzichte van geen wijziging*

Isolatie van de woning in de voorgaande drie jaar blijkt een positieve samenhang met hinder en verstoring te hebben. De kans op ernstige hinder, ernstige slaapverstoring, verstoring van gesprekken, verstoring van inspannende bezigheden en verstoring van rust of slaap is lager wanneer woningen in de voorgaande drie jaar zijn geïsoleerd. De effecten op verstoring van gesprekken en van inspannende bezigheden zijn statistisch significant. De andere effecten zijn weliswaar niet statistisch significant, maar geven wel een indicatie dat de verstoring is afgenomen. Er zijn geen effecten gevonden van isolatie of de verandering in isolatiestatus op het indienen van klachten bij de toenmalige CROS in de afgelopen twaalf maanden.

### **3.4 De rol van niet-akoestische factoren bij geluidisolatie**

Volgens de review van Koehler en collega's [37] wordt de effectiviteit van geluidisolatie niet alleen bepaald door het geluidniveau. Alleen het aanbrengen van geluidisolatie heeft volgens de onderzoekers geen of slechts een matig effect op het verminderen van geluidhinder en/of op het verbeteren van de slaapkwaliteit. De review identificeerde een aantal niet-akoestische factoren die de effectiviteit van de geluidisolatie beïnvloeden, en daarmee de geluidhinder en slaapverstoring die bewoners ervaren. Deze niet-akoestische factoren zijn weergegeven in tabel 4.

Ook in het onderzoek rondom Schiphol is de rol van niet-akoestische factoren onderzocht. Daaruit bleek dat de respondenten in door PROGIS geïsoleerde woningen vaker (zeer) tevreden zijn over hun woningisolatie dan de respondenten woonachtig in niet door PROGIS geïsoleerde woningen. Eenzelfde associatie, hoewel statistisch niet significant, is zichtbaar wanneer de isolatie in de afgelopen drie jaar is uitgevoerd. Ook voor de tevredenheid over de woning is eenzelfde tendens waargenomen; respondenten zijn vaker tevreden wanneer de woning (recent) is geïsoleerd. Er is geen duidelijke samenhang van de geluidisolatie met de tevredenheid over de woonomgeving. Voor tevredenheid over het geluid in de woonomgeving is de tendens dat respondenten daarover minder tevreden zijn wanneer hun woning is geïsoleerd. Een recente isolatie was op deze vorm van tevredenheid niet van invloed. Ook uit de studie van Asensio en collega's [36] bleek er een positieve associatie te zijn tussen de isolatiestatus en tevredenheid met de woning of de woonomgeving.

Tabel 4. Niet-akoestische factoren die de effectiviteit van isolatiemaatregelen kunnen beïnvloeden (ontwikkeld door [37])

Niet-akoestische factoren	
Financiering van de isolatiemaatregelen	Mensen staan positiever ten opzichte van isolatiemaatregelen wanneer ze er zelf niet voor hoeven te betalen.
Verwachtingen van de respondenten	Verwachting van respondenten ten aanzien van geluidisolatie kan van invloed zijn op de persoonlijke tevredenheid.
Omstandigheden van het isolatieprogramma	Ontevredenheid over de wijze van informatieverschaffing, problemen met de financiering van maatregelen of administratieve problemen kunnen een negatieve invloed hebben op de acceptatie.
Neveneffecten van isolatiemaatregelen	Zowel positieve als negatieve neveneffecten van isolatiemaatregelen kunnen de waargenomen effectiviteit beïnvloeden. Positief: het verbeteren van het thermisch comfort in het huis en het verminderen van tocht. Bovendien kan thermische isolatie het lawaai van burens verminderen. Negatief: Mogelijk onvoldoende toevoer van verse lucht en het warm worden van kamers tijdens de zomermaanden.
Onjuist geïnstalleerde isolatiemaatregelen	Het geluidniveau kan in werkelijkheid minder zijn verlaagd na isolatie door slecht functionerende vulling van raamkozijn.
Gebruik van isolatievoorzieningen	In de zomer klagen meer mensen over warme kamers en maken geen/minder gebruik van de ventilatievoorzieningen. Ook worden ramen in de zomer vaker opengemaakt in vergelijking met winter en dit leidt tot meer geluidsoverlast.
Geluidbron	De associaties die mensen met een geluid(bron) hebben, kunnen van invloed zijn op de mate waarin ze de effectiviteit van isolatie ervaren.
Echte dB (A)-winsten	Een hogere dB (A)-winst door isolatiemaatregelen betekent niet een hoger tevredenheidsniveau.
Geluidpieken	Isolatiemaatregelen kunnen het aantal geluidpieken niet verminderen, waardoor de verstoring van de fysiologische activiteit van de respondenten tijdens hun slaap niet vermindert.
Kamertemperatuur en luchtvochtigheid (binnenklimaat)	Een slecht binnenklimaat kan zorgen voor een verslechtering van de slaapkwaliteit



## 4 Niet-akoestische factoren en hinder

### 4.1 Verschillende soorten niet-akoestische factoren

Al sinds ongeveer 25 tot 30 jaar is er al aandacht voor de invloed van niet-akoestische factoren op de beleving van omwonenden van een luchthaven [8]. Immers, net als andere omgevingsfactoren heeft omgevingsgeluid ook een subjectieve kant. Niet-akoestische factoren kunnen worden onderverdeeld in situationele, persoonlijke, contextuele en sociale factoren. Daarnaast wordt vaak ook naar demografische kenmerken gekeken.

#### *Situationele factoren*

Onder situationele factoren verstaan we niet-akoestische factoren die fysieke kenmerken van de woonomgeving beschrijven, maar niet direct samenhangen met het geluidniveau op de gevel van een woning. Het gaat hierbij om de aantrekkelijkheid van de buurt/omgeving, het type buurt, de stedelijkheidsgraad, de hoeveelheid groen, of de afstand tot voorzieningen. Over het algemeen zijn deze factoren stabiel in de tijd. Twee belangrijke factoren die vaker terugkeren in onderzoek [9, 38-47] naar de effecten van geluid van vliegverkeer in relatie tot hinder, zijn tevredenheid met de woonomgeving en stedelijkheid. Samenvattend kunnen we zeggen dat de resultaten van onderzoeken naar de invloed van stedelijkheid een inconsistent beeld laten zien voor wat betreft de relatie met hinder. Vaak is niet onderzocht hoe de mate van stedelijkheid van invloed is op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder.

#### *Persoonlijke factoren*

Een tweede groep niet-akoestische factoren betreft factoren die met de persoon zijn verbonden. Persoonlijke factoren zijn volgens Guski [28] *'variables which are linked tightly to an individual, which show a considerable stability over time and situations, and vary between individuals considerably.'* Factoren die in dit verband vaak worden genoemd zijn: (i) geluidgevoeligheid, (ii) angst voor de bron of voor het geluid, (iii) het gevoel dat het geluid vermijdbaar is, en (iv) omgaan met geluid (*coping*-stijl). Samenvattend kunnen we zeggen dat de resultaten van de verschillende studies impliceren dat geluidgevoeligheid van invloed is op hinder [38, 39, 42, 45, 48]. De resultaten van de studies die de invloed van geluidgevoeligheid op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder hebben onderzocht, zijn niet geheel eenduidig. In twee studies [49, 50] zijn wel aanwijzingen voor een interactie-effect gevonden, terwijl volgens de resultaten van een derde studie [51] het effect van geluidgevoeligheid onafhankelijk is van het geluidniveau. De resultaten van verschillende studies [9, 38-40, 42, 46, 50] impliceren dat angst voor de bron van invloed is op hinder: meer angst voor de bron hangt samen met meer hinder. Verder zijn er aanwijzingen gevonden dat angst voor de bron niet van invloed is op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder [50]. Samenvattend blijkt uit verschillende studies [35, 42, 45, 48, 52] dat coping van invloed is op de gerapporteerde hinder: naarmate deelnemers rapporteerden dat ze (vaker) iets tegen het geluid hadden

ondernomen, dan wel ze beter in staat waren om met het geluid om te gaan, rapporteerden ze minder hinder. Let op: om te bepalen of de toegepaste coping-strategie ook daadwerkelijk zin heeft gehad, is het beter om naar gezondheid te kijken; coping is namelijk onderdeel van het proces van blootstelling naar *appraisal* en hinder [53].

#### *Contextuele factoren*

Contextuele factoren zijn factoren die iets zeggen over de context waarin iemand is blootgesteld en/of gehinderd. Voorbeelden van contextuele factoren zijn: het proces rond veranderingen, procedurele rechtvaardigheid, (on)voorspelbaarheid van bijvoorbeeld de blootstelling aan geluid, toegang tot informatie, mogelijkheid (via de klachtentelefoon bijvoorbeeld) om een geluidprobleem aan te kaarten, voorkeuren te uiten, en media-aandacht.

Uit het korte overzicht in de bijlage blijkt dat de mogelijkheid om het probleem aan te kaarten en de voorspelbaarheid van het geluid lijkt samen te hangen met hinder. Verder bleek dat bij toename in geluid mensen vaak een sterkere reactie vertonen dan op basis van blootstellingsniveaus en blootstelling-effect-relaties wordt verwacht. Het omgekeerde is overigens ook mogelijk: bij een reductie in geluidsniveaus kunnen mensen juist ook veel minder sterk reageren dan op basis van blootstelling-respons-relaties wordt verwacht [32, 54]. Uit de recente review van Guski en collega's [15] is gebleken dat er mogelijk een invloed is van veranderingen op de door hen afgeleide blootstelling-effect-relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder.

#### *Sociale factoren*

Hieronder vallen factoren als houding ten opzichte van de bron, verwachtingen over toekomstig geluid, of economische binding met de geluidbron. Uit de studies bleek dat de verwachtingen over het toekomstige geluid sterk waren gerelateerd aan de hinder die mensen rapporteerden [39, 40, 42, 47, 48, 50]. In een aantal studies zijn tevens aanwijzingen gevonden dat verwachtingen over toekomstig geluid van invloed zijn op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder [48, 50]. De resultaten van studies [38, 39, 45, 48] waarin het effect van houding ten opzichte van de bron werd onderzocht, waren consistent: alle vonden een samenhang met hinder. Naarmate de houding ten opzichte van de bron positiever was, werd er minder hinder gerapporteerd. In de in deze scan betrokken luchtvaartstudies is de rol van economische binding nauwelijks onderzocht. Uit de analyses van een eerste GES-studie bleek dat het hebben van persoonlijk nut van Schiphol, de hinder vermindert [38].

Er is veel onderzoek verricht naar het effect van niet-akoestische factoren, maar vaak afzonderlijk en niet in samenhang. De inzichten uit wetenschappelijke reviews, de gezondheidskundige evaluatie van Schiphol en een aantal studies rondom nationale en internationale luchthavens, worden voor de belangrijkste factoren samengevat in bijlage 4. Hieruit blijkt dat de invloed van niet-akoestische factoren op het optreden van geluidhinder complex is en moeilijk is te voorspellen. In de meeste onderzoeken komt naar voren dat contextuele, sociale en persoonlijke factoren meer invloed hebben op hinder dan demografische factoren [55]. In een aantal gevallen is ook de invloed van niet-

akoestische factoren op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder onderzocht. De resultaten waren echter niet altijd eenduidig.

## 4.2 De grootte van de invloed van niet-akoestische factoren

In het verleden zijn verschillende methoden gebruikt om de grootte van de invloed van akoestische en niet-akoestische factoren op hinder te duiden:

- In termen van de verklaarde variantie;
- In termen van veranderingen in decibellen;
- Met behulp van attributieve fracties; en
- Kwalitatief, waarbij is gekeken naar belangrijkheid en modificeerbaarheid

### 4.2.1 *De verklaarde variantie in statistische modellen*

Volgens onder andere Job [56], zou geluid slechts 10 tot 33% van de variantie in hinder door geluid van vliegverkeer verklaren. Dus in feite is geluid een derde van het probleem. Maar het begrip verklaarde variantie is verwarrend en wordt in het publieke debat nogal eens verkeerd geïnterpreteerd. De hoeveelheid verklaarde variantie heeft vooral een statistische betekenis en is een indicatie van de betrouwbaarheid van de individuele voorspelling. Hoe hoger de verklaarde variantie, hoe beter het model in staat is de werkelijke waarde te voorspellen op grond van de variabelen in het model. De hoeveelheid verklaarde variantie is dus geen indicatie voor de grootte van het effect of voor de invloed die een factor op de omvang van het percentage (ernstige) hinder kan uitoefenen [55].

### 4.2.2 *De grootte van de invloed uitgedrukt in decibellen*

Het effect van niet-akoestische factoren kan ook worden uitgedrukt in decibellen. In 2014 heeft de *National Academy of Sciences Engineering and Medicine* [29] daartoe een poging gedaan op basis van de analyses van Miedema en Vos [27], Fields en collega's [57], Miedema en collega's [58] en Van Gerven en collega's [59].

Helaas lukte het niet om voor alle niet-akoestische factoren het effect in decibellen uit te drukken. Zo was er vooral informatie over demografische en persoonlijke factoren. Het resultaat wordt weergegeven in tabel 5. Een belangrijk deel van de factoren is ook besproken in bijlage 4. Uit de tabel blijkt dat de persoonlijke factoren een grotere invloed hadden op hinder dan de demografische factoren. Dit is analoog aan wat we in paragraaf 4.1 al constateerden.

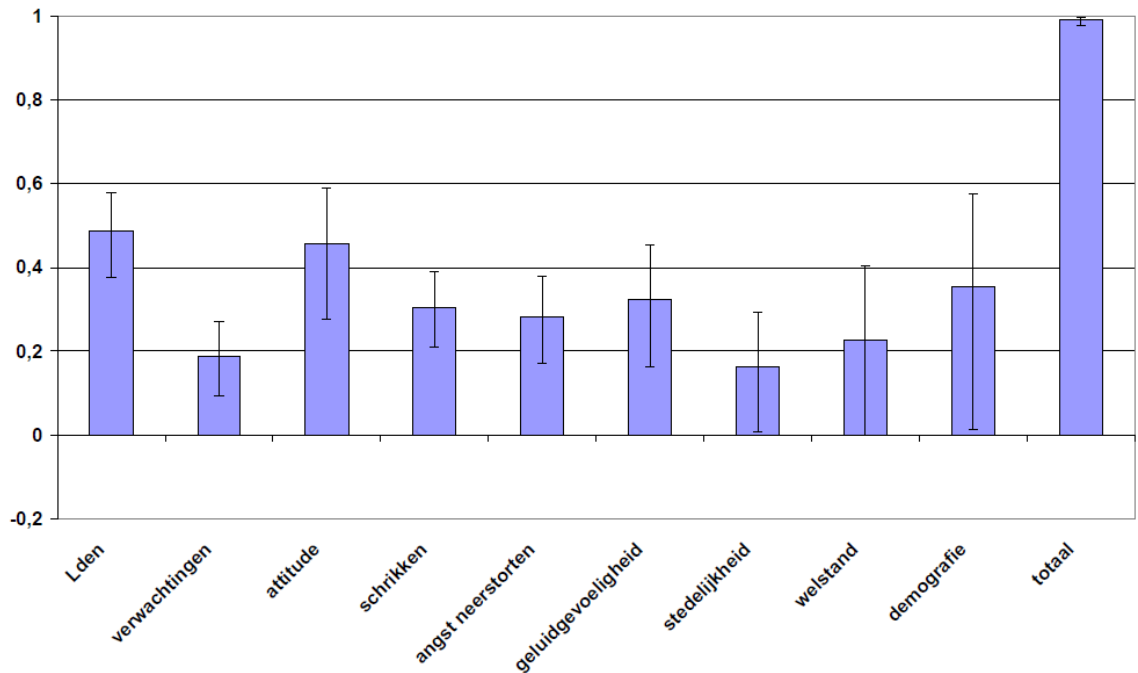
Op basis van Brown en Van Kamp [32] en Asensio en collega's [36] blijkt dat isolatie een relatief grote invloed heeft op hinder. Volgens Laszo en collega's [54] zou het gaan om een effect van 7-9 decibel. Hierbij moet worden opgemerkt dat Brown en Van Kamp [32] alleen de effecten van geluid van wegverkeer hebben onderzocht, omdat betrouwbare evidentie voor andere bronnen niet beschikbaar was en is. In de studie van Asensio en collega's [36] wordt geconstateerd dat het om een reductie van zo'n 10 decibel gaat. Het effect van isolatie op hinder, uitgedrukt in decibellen, is dus een stuk groter dan dat van demografische factoren en ligt ook een stuk hoger dan een aantal

persoonlijke factoren, zoals economische binding of gebruik van de geluidbron.

Tabel 5. De grootte van de invloed van een aantal niet-akoestische factoren uitgedrukt in decibel (uit: [29])

Niet-akoestische factor	Gemiddeld effect in dB	Aantal onderliggende studies	Aantal deelnemers	Bron
<b>Demografische en sociaaleconomische factoren</b>				
Geslacht	0	34	38.255	[27]
Leeftijd	3	47	62.983	[59]
Opleiding	2	26	30.427	[27]
Werkstatus	2	23	27.247	[27]
Huishoudgrootte	2	27	29.993	[27]
Huiseigenaarschap	2	25	29.463	[27]
<b>Persoonlijke factoren</b>				
Angst	19	12	17.494	[27]
Geluidgevoeligheid	11	29	33.977	[27, 49]
Gebruik van de geluidbron	2	12	16.800	[27]
Economische binding	2	14	21.516	[27, 57]
<b>Overige factoren</b>				
Verschillen tussen gemeenschappen	7	19	55.000	[57]
Meteorologische condities	1-3	41	51.130	[58]
Isolatie	5-10	6	1.543	[32, 34, 36, 37]

- 4.2.3 *De grootte van de invloed uitgedrukt met een attributieve fractie*  
 Vanuit het oogpunt van volksgezondheid en milieubeleid is het over het algemeen minder relevant welk individu binnen een groep getroffen wordt. Zinvoller is het om dan te kijken naar het totale aantal extra gehinderden dat als gevolg van de aanwezigheid van een bepaalde niet-akoestische factor voorkomt in de bevolking. De bijdrage van een determinant wordt ook wel uitgedrukt als de attributieve fractie.



Figuur 3. Attributieve fracties van factoren die van invloed zijn op ernstige hinder door vliegtuiggeluid (inclusief 95% betrouwbaarheidsinterval) (Bron:[39])

Als onderdeel van het vragenlijstonderzoek dat in 2002 is uitgevoerd rondom de luchthaven Schiphol, hebben Breugelmans en collega's [39] onderzocht hoe groot de bijdrage (uitgedrukt als attributieve fractie) is van een aantal niet-akoestische factoren op het voorkomen van ernstige hinder rondom de luchthaven. In dit onderzoek is, in aanvulling op de blootstelling aan geluid van vliegverkeer, de invloed van de volgende factoren bekeken: demografische factoren (leeftijd, geslacht en afkomst), stedelijkheidsgraad, het welstandsniveau, geluidgevoeligheid, angst voor het neerstorten van een vliegtuig, houding ten opzichte van de luchthaven en verwachtingen ten aanzien van veranderingen rond de luchthaven. In figuur 3 zijn de resultaten weergegeven door middel van een staafdiagram. De staaf 'totaal' geeft weer welke fractie van de in het onderzoeksgebied gevonden prevalentie van ernstige hinder toegeschreven kan worden aan de onderzochte factoren. De andere staven geven inzicht in het maximale effect dat door interventie op de betreffende factor kan worden bereikt. Op de y-as staat de fractie van het totale aantal ernstig gehinderden dat in theorie vermeden kan worden door invloed uit te oefenen op een factor. Uit de figuur blijkt dat factoren die (deels) zijn te beïnvloeden, zoals verwachtingen bij omwonenden ten aanzien van veranderingen rondom Schiphol en de houding ten opzichte van de luchthaven, een belangrijke bijdrage aan de prevalentie van ernstige hinder leveren. Uit de figuur blijkt echter ook dat factoren die veel minder te beïnvloeden zijn, zoals geluidgevoeligheid, angst voor neerstortende vliegtuigen, schrikken, welstand en stedelijkheid, een substantieel deel van de prevalentie van ernstige hinder mede beïnvloeden.

#### 4.2.4

##### *Het belang en de modificeerbaarheid van niet-akoestische factoren*

Het is belangrijk om te weten hoe groot de invloed is van de verschillende factoren die van invloed zijn op hinder. Maar daarmee weet je als beleidmaker nog niet of je er iets mee zou kunnen voor je beleid. Naast de grootte van de invloed van een niet-akoestische factor op hinder, is de mate van modificeerbaarheid van belang. In een aantal recente reviews [8, 31] wordt de mate van invloed op hinder en modificeerbaarheid tegen elkaar afgezet. Daarbij gaat het echter om een kwalitatieve analyse en daarbij lopen maatregelen, factoren en effecten sterk door elkaar. Om uitspraken te doen over de invloed van interventies op het gebied van niet-akoestische factoren is onderzoek nodig, dat het protocol voor interventiestudies volgt en waarbij zowel aandacht aan een reductie in geluid als in de effecten wordt betrokken [32, 60].

In 2011 hebben Dusseldorp en collega's [55] een tabel gepresenteerd waarin de potentiële invloed (globale ordegraad) van een aantal niet-akoestische factoren wordt weergegeven. De factoren in deze tabel hebben we zoveel mogelijk proberen in te delen naar grootte van invloed en mate van modificeerbaarheid. Ook nu gaat het weer om een kwalitatieve inschatting. Het voorlopige resultaat wordt weergegeven in tabel 6. Over het algemeen lijkt het erop dat persoonlijke factoren vaak niet beïnvloedbaar zijn. Situationele en contextuele factoren zijn vaak wel beïnvloedbaar. Bij de contextuele factoren gaat het dan vooral om beter communiceren door de producent van het lawaai. Bij sociale factoren wordt het al moeilijker omdat het kwaad dan vaak al is geschied, maar het is niet onmogelijk. Ook demografische factoren zijn nauwelijks beïnvloedbaar. Meer onderzoek is nodig om te bepalen in welke van de categorieën deze verschillende niet-akoestische factoren nu precies horen.

Kennis zoals gepresenteerd in tabel 6 kan van belang zijn voor beleid ten aanzien van effectieve geluid reducerende of mitigerende maatregelen. Het doel van dergelijke maatregelen is niet zozeer om geluidsniveaus te reduceren of het aantal mensen dat binnen een bepaalde contour woont te verminderen; het doel van deze maatregelen is veel meer om van de luchthaven een goede buurman te maken, om de relaties met de lokale gemeenschap te verbeteren en de tegenwerpingen die men tegen de luchthaven heeft te reduceren [8]. Met andere woorden, de maatregelen zijn niet zozeer gericht op het geluid zelf, maar op het effect dat het geluid op mensen heeft [61] (geluidhinder).

Daarbij is het van belang om bij de maatregelen niet alleen uit te gaan van de factoren die benoemd staan in het vak 'sterke invloed', 'modificeerbaar'. De factoren in dit vak hangen namelijk vaak samen met de andere factoren die in de tabel staan. Sterker nog: de niet-akoestische factoren die in de tabel zijn opgenomen, zijn in feite allemaal verschillende aspecten van hetzelfde probleem. Dit kunnen we illustreren met een voorbeeld:

Hoewel de luchtvaart op de lange termijn wereldwijd zorgt voor economische en sociale voordelen, zijn het eigenlijk vooral de direct omwonenden die, bijna direct, de negatieve effecten (omgevingsgeluid) ervaren. Dit draagt bij aan een algemeen gevoel van onrechtvaardigheid. Dit is een factor waarvan de invloed misschien

minder groot is, maar die ook weer gerelateerd is aan een factor als 'waargenomen beheersbaarheid (*'perceived control'*)'. Deze factor is van grote invloed op de mate van hinder en is volgens de tabel ook nog eens te beïnvloeden [8].

Tabel 6. Een poging om een aantal niet-akoestische factoren in te delen naar grootte van invloed en modificeerbaarheid, op basis van Dusseldorp en collega's [55]

Niet-akoestische factor	Grootte van invloed op hinder		
	Middel tot groot	Klein tot middel	Geen tot klein
<b>In meer of mindere mate modificeerbaar</b>	Waargenomen beheersbaarheid <sup>2</sup> Vertrouwen dat autoriteiten in staat zijn het probleem aan te pakken <sup>2</sup> Tevredenheid over isolatie Toegang tot informatie <sup>2</sup> Houding t.o.v. de bron <sup>2</sup> Tevredenheid met de woonomgeving Bezorgdheid over (bij) effecten van de bron	Verwachtingen over toekomstige geluidniveaus Procedurele rechtvaardigheid Voorspelbaarheid van de geluidssituatie <sup>2</sup> Aanwezigheid andere geluidbronnen	
<b>Niet – nauwelijks modificeerbaar</b>	Leeftijd (< 55 jaar) Geluidgevoeligheid Negatieve affectiviteit Angst voor de bron Vermogen tot coping	Woonduur Eigendom van de woning Eigen gebruik van de geluidbron <sup>1</sup> Mate van stedelijkheid Aanwezigheid andere geluidbronnen Belang dat aan de bron wordt gehecht	Leeftijd (> 55 jaar) Gezinsgrootte Opleiding Geslacht
<b>Onzeker/dient verder te worden onderzocht</b>	Gevoel dat het geluid door verantwoordelijken vermijdbaar is Mogelijkheid om geluidprobleem aan te kaarten/voorkeur te uiten <sup>2</sup>	Economische binding met geluidbron	

<sup>1</sup> Gebruik van luchthavendiensten; <sup>2</sup> Bij sociale factoren als waargenomen beheersbaarheid, vertrouwen dat autoriteiten in staat zijn het probleem aan te pakken, toegang tot informatie en de mogelijkheid om het geluidprobleem aan te kaarten, is het kwaad bij de ontvanger vaak al geschied. Het wordt dan heel moeilijk, maar niet onmogelijk, er iets aan te doen.



### *Geluidisolatie*

Voor interventies zoals de implementatie en beoordeling van de effectiviteit van een isolatieprogramma is het belangrijk rekening te houden met niet-akoestische factoren [8, 31, 32]: als onderdeel van isolatieprogramma's worden actieve maatregelen geïmplementeerd die de hoeveelheid geluid reduceren waaraan bewoners worden blootgesteld, zonder dat dit ten koste gaat van de luchthavencapaciteit/activiteiten. Het doel is om de blootstelling in huis te reduceren [62]. Toch is de tevredenheid over de implementatie van het isolatieprogramma van invloed op de ervaren hinder [36]. Bij de uitvoering van het programma moeten de autoriteiten rekening houden met verschillende niet-akoestische factoren: zo moeten de isolatiemaatregelen, bijvoorbeeld, niet ten koste gaan van de uitstraling van het huis (het moet allemaal wel esthetisch verantwoord zijn), en moeten ze rechtvaardig zijn. Want hoe rechtvaardig is het dat alleen slaap- en woonkamers mogen meedoen in het programma? Of: de ene woning die nog net binnen een bepaalde geluidscontour ligt mag nog wel meedoen, terwijl de aangrenzende woning die net buiten de contour ligt, niet mag meedoen. Daarnaast zijn isolatieprogramma's vaak duur. Ze hebben niet alleen tot doel om bewoners te beschermen tegen het geluid van bijvoorbeeld de luchthaven, maar ook om de acceptatie ten opzichte van de luchthaven bij de gemeenschap te verhogen. Al met al zou een isolatieprogramma waarin alle kamers van een woning worden meegenomen dus een veel effectievere maatregel kunnen zijn om de acceptatie te verhogen. Een dergelijk programma heeft echter net zoveel effect op de blootstelling als een minder uitgebreid programma.



## 5 Discussie

### 5.1 Effecten van geluidisolatie

Uit de analyses van de gezondheidskundige evaluatie van Schiphol in combinatie met de PROGIS-isolatiestatus komt naar voren dat er geen effect van de huidige isolatie is waar te nemen op het voorkomen van ernstige hinder, ernstige slaapverstoring en het indienen van klachten onder omwonenden van Schiphol. Er is geen statistisch significant verschil gevonden in hinder tussen de respondenten die wonen in geïsoleerde woningen en respondenten die wonen in niet-geïsoleerde woningen. Daarnaast is de verandering in hinder en slaapverstoring van een klein aantal deelnemers waarvan de woning tussen 2002 en 2005 werd geïsoleerd onderzocht ten opzichte van de overige deelnemers. Uit deze longitudinale analyses blijkt dat het voorkomen van ernstige hinder en ernstige slaapverstoring minder is wanneer de woning in de voorgaande drie jaar is geïsoleerd. Ook het optreden van verstoring van gesprekken, inspannende bezigheden en rust of slaap neemt af. Voor verstoring van gesprekken en inspannende bezigheden is deze bevinding statistisch significant, voor verstoring van rust of slaap niet. Isolatie op zich heeft geen eenduidige samenhang met verstoring van activiteiten. Voor de tevredenheid geldt dat er een duidelijker associatie is naarmate de vraagstelling specifiek op de isolatie of de woning is gericht. De aanwezigheid van (recente) isolatie hangt niet samen met tevredenheid over (het geluid in) de woonomgeving.

Deze ogenschijnlijke discrepantie in de resultaten van ernstige hinder en ernstige slaapverstoring kan mogelijk door selectieve deelname aan PROGIS worden verklaard. Onder de groep omwonenden die gemiddeld een grotere kans op ernstige hinder ondervinden, waren mogelijk meer mensen geneigd om aan PROGIS deel te nemen. De eventuele invloed van de geluidisolatie leidt bij hen tot vermindering van de kans op ernstige hinder. Het netto resultaat zou echter kunnen zijn dat de 'overgebleven' hinder in deze groep gelijk is aan de hinder in de groep omwonenden die minder last van het vliegtuiggeluid heeft en daarom minder geneigd is aan PROGIS deel te nemen. Het effect van isolatie wordt dan niet in een dwarsdoorsnede-onderzoek waargenomen, omdat onbekend is wat de hinder was voordat werd geïsoleerd. Worden mensen echter gevolgd in de tijd, zoals in een longitudinaal onderzoek, dan zou deze eventuele invloed zuiverder kunnen worden vastgesteld.

Een tweede mogelijke verklaring is dat de invloed van isolatie op de hinderbeleving na verloop van tijd wegebt. Deze hypothese kon met de huidige gegevens niet worden onderzocht, omdat de datum van isolatie van het GIS-1-programma niet precies bekend was. Een derde mogelijke verklaring is dat ernstige hinder, ernstige slaapverstoring en het indienen van een klacht niet de effecten zijn die het gevoeligst zijn voor beïnvloeding door verandering van de isolatiestatus. Uit literatuuronderzoek van Koehler en collega's [37], en de Frankfurtstudie (FANS) [34] blijkt dat het isoleren van woningen tegen vliegtuiggeluid, ondanks het verminderen in geluidniveau, niet of nauwelijks effect heeft op het ervaren van hinder, de slaapkwaliteit en de woontevredenheid.

Wanneer naar tevredenheid met de woning of de woonomgeving werd gevraagd, bleek uit de PROGIS-analyse [35] en de studie van Asensio en collega's [36] wel een duidelijkere positieve associatie met de isolatiestatus. Een vierde mogelijke verklaring is dat implementatie van isolatiemaatregelen kan zorgen voor een verslechtering van het binnenklimaat. Uit de Frankfurtstudie [34] bleek dat er een negatieve associatie is tussen woningisolatie en het binnenklimaat.

Bij het opstellen en uitvoeren van isolatiemaatregelen wordt de aanname gemaakt dat de tegen geluid geïsoleerde omwonenden op de meest effectieve wijze gebruik zullen maken van de aangebrachte isolatiemaatregelen. Dit is lang niet altijd het geval, omdat mensen bijvoorbeeld met de ramen open willen slapen. Of omdat mensen het geluid beoordelen alsof ze op hun stoep staan, omdat ze ook ongestoord buiten in de tuin willen zitten.

## 5.2 Niet-akoestische factoren

De onderzochte literatuur toont dat de kennis over niet-akoestische factoren nog beperkt is, maar wel aanknopingspunten kan bieden om geluidhinder rondom een luchthaven te beheersen of te verminderen. Daarbij kan een indeling in de invloed die factoren hebben op de hinderbeleving en de mate waarin een factor te modificeren is, behulpzaam zijn. Dergelijke indelingen zijn echter tot nog toe gebaseerd op kwalitatieve analyses en daarbij lopen maatregelen, factoren en effecten sterk door elkaar. Op basis van de gegevens van Dusseldorp en collega's [55] hebben we een eerste nieuwe poging gedaan en daarbij het aantal categorieën wat uitgebreid:

- Grote tot middelgrote invloed, meer of mindere mate modificeerbaar,
- Middelgrote tot kleine invloed, meer of mindere mate modificeerbaar,
- Geen tot kleine invloed, meer of mindere mate modificeerbaar,
- Grote tot middelgrote invloed, niet of nauwelijks modificeerbaar,
- Middelgrote tot kleine invloed, niet of nauwelijks modificeerbaar, en
- Geen tot kleine invloed, niet of nauwelijks modificeerbaar.

Net als bij de eerdere pogingen ging het ook hier om een kwalitatieve inschatting. Meer onderzoek is nodig om te bepalen in welke van de categorieën deze verschillende niet-akoestische factoren nu precies horen.

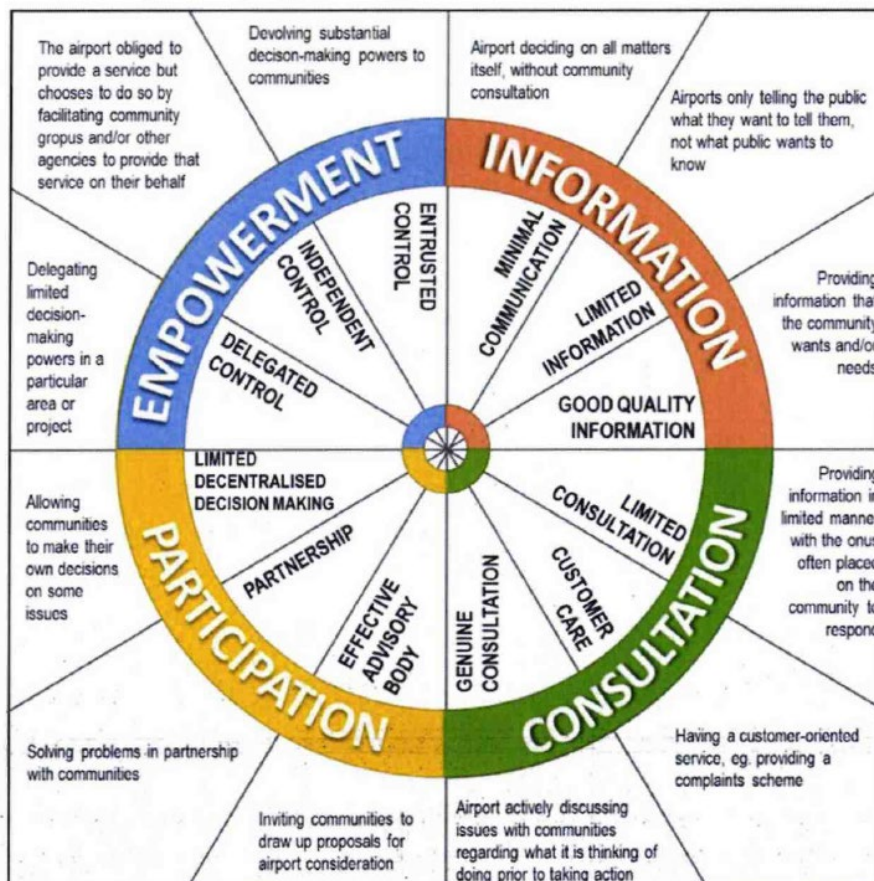
Ook om uitspraken te doen over de invloed van interventies op het gebied van niet-akoestische factoren is onderzoek nodig dat het protocol voor interventiestudies volgt en waarbij zowel aandacht aan een reductie in geluid als in de effecten wordt betrokken [32, 60].

De kennis over niet-akoestische factoren kan gebruikt worden om de hinder te beheersen of te reduceren [8, 31, 32]. Niet-akoestische factoren hangen onderling sterk samen. Daarom is het van belang bij het nemen van geluid reducerende maatregelen of beleid rekening te houden met zowel modificeerbare als niet-modificeerbare factoren. Dit

ondanks het feit dat deze andere niet-akoestische factoren misschien van minder grote invloed zijn op de ervaren hinder.

Niet-akoestische factoren kunnen bij het nemen van geluid reducerende maatregelen volgens een aantal recente reviews het beste worden geadresseerd door middel van communicatie en het betrekken van burgers ('*community engagement*') [8, 31]. Het model van Davidson [63] geeft hier een aantal handvatten voor (zie ook figuur 4) [8, 31]:

- Voorzie de omwonenden van duidelijke en objectieve informatie die kan helpen bij het begrijpen van kansen, problemen, alternatieven of oplossingen.
- Verzamel feedback van de omwonenden over de informatie die ze hebben verkregen.
- Zorg dat de zorgen en aspiraties van de lokale gemeenschap duidelijk zijn *voordat* een besluit wordt genomen, zodat hun respons ook meegenomen kan worden in de besluitvorming; omdat het een participatief besluitvormingsproces is, is het de bedoeling dat besluiten met elkaar worden gedeeld.
- Geef waar mogelijk de besluitvorming in handen van omwonenden (*empowerment*). Dit kan op verschillende niveaus, variërend van het delegeren van beperkte besluitvormingsbevoegdheden in een bepaald gebied of project tot het delegeren van wezenlijke besluitvormingsbevoegdheden aan gemeenschappen.



Figuur 4. Het model van Davidson (Bron:[63] in [8])

Hoewel het model van Davidson [63] een eerste aanzet geeft voor het betrekken van burgers en communicatie, valt het buiten het bereik van deze kennisscan. We zullen er in deze rapportage dan ook niet nader op ingaan.

### 5.3 Communicatie over geluid en de rol van niet-akoestische factoren

Bij het communiceren over akoestische factoren (de blootstelling, het geluid) en/of geluid reducerende maatregelen, moet rekening gehouden worden met de invloed van niet-akoestische factoren. In de reviews van Asensio en collega's [8] en COMOTI, MMU en ZEUS [31] worden hier een aantal zaken over gezegd. Uit onderzoek is gebleken dat een duidelijke, simpele en effectieve communicatie het vertrouwen van omwonenden in de autoriteiten kan verhogen. Maar om te zorgen dat communicatie effectief is, moet men bereid zijn om de omwonenden centraal te stellen en tegemoet te komen aan hun verwachtingen. De traditionele communicatie die als doel heeft burgers te onderwijzen vanuit het perspectief van de luchthaven, wordt tegenwoordig niet meer op prijs gesteld [64, 65]. Het doel van communicatie moet namelijk niet alleen gericht zijn op educatie maar ook op samenwerking (co-creatie), een open discussie en partnerschap. Voor dat laatste is tweerichtingsverkeer nodig. Bovendien kan daarbij gebruik worden gemaakt van de kennis over niet-akoestische factoren: de mogelijkheid om invloed uit te oefenen op de bron ('voice'), waargenomen beheersbaarheid, vertrouwen, voorspelbaarheid van de geluidssituatie, vermijding, verwachtingen over de toekomst van de luchthaven. Communicatie die twee kanten op gaat, kan helpen vertrouwen op te bouwen, indien het open, transparant en eerlijk en tijdig is en terwijl er tegelijkertijd ook empathie en respect wordt getoond aan/door de verschillende stakeholders. Hoe eerder het proces van communicatie start, hoe groter de opbrengsten zullen zijn. Daarbij is het belangrijk dat de betrokken luchtvaartautoriteiten op een uniforme en consistente manier communiceren [8].

Luchthavens geven vaak informatie over geluidemissies afkomstig van een monitoringsysteem of geluidkaarten. Soms is het zelfs mogelijk de geluidemissie 'real time' te volgen. Een dergelijk systeem biedt voordelen: klachten kunnen direct worden gekoppeld aan vliegbewegingen of andere activiteiten van de luchthaven. De rapportages die echter op basis van dergelijke monitoringsystemen worden gemaakt, zijn vaak moeilijk te begrijpen voor het publiek. Terwijl de luchthaven het publiek wil informeren, ervaart het publiek dergelijke informatie vaak als te technisch, counter-intuïtief en vaak ook nog eens als niet in overeenstemming met hoe men het zelf ervaart. Een oorzaak is dat de blootstelling vaak wordt gerapporteerd aan de hand van geaggregeerde geluidmaten [8]. Deze maten zijn weliswaar heel nuttig voor planners en de autoriteiten (soms zelfs wettelijk voorgeschreven), maar ze voldoen vaak niet aan de verwachtingen van het publiek. Bewoners hebben vaak meer behoefte aan alternatieve maten als het aantal *events*, maximale geluidsniveaus. Ook hebben ze eerder behoefte aan locatie-specifieke informatie in plaats van kaarten waar de overall emissies van de luchthaven worden weergegeven. Uit onderzoek van Phun en collega's [66] is gebleken dat de tolerantie bij

omwonenden over plannen verandert op het moment dat ze worden voorzien van informatie over toekomstige plannen en de sociaaleconomische voordelen van deze plannen. Op het moment dat bewoners werden voorzien van informatie die de gehele situatie beschreef, nam de tolerantie ten opzichte van de plannen af, terwijl op het moment dat bewoners werden voorzien van meer locatie-specifieke informatie, geschikt voor leken, de tolerantie toenam. Door de huidige techniek is het mogelijk om informatie dicht bij het publiek te brengen en tegelijkertijd het begrip en de acceptatie te verhogen door mensen zelf te laten meten of meters te plaatsen en daarbij gebruik te maken van allerlei *visual (reality) tools* [8].

Informatie dicht bij het publiek brengen betekent: a) geef informatie die specifiek is voor de locaties van de bewoners op basis van modellen, en b) neem metingen bij mensen thuis of in hun buurt met behulp van sensoren, smartphones, geluidmeters.

Daarmee betrek je niet alleen het publiek, maar erken je ook nog eens min of meer hun zorgen. Bovendien komt de informatie ook nog eens beter overeen met hun ervaringen. Afhankelijk van het probleem en de context kan toepassing van een of meerdere van deze basisregels helpen om de relatie met de lokale gemeenschap te verbeteren.

#### **5.4 Het betrekken van burgers en de rol van niet-akoestische factoren**

Daarnaast is het voor het succes van het beleid rondom een luchthaven van belang de betreffende gemeenschappen in alle fases van het proces zo goed mogelijk te betrekken en te laten participeren: van ontwikkeling tot realisatie van de maatregel tot uitvoering. In de review van COMMOTIE, MMU en ZEUS [31] wordt dieper ingegaan op de theorie van het betrekken van burgers. Het betrekken van burgers kan als doel hebben om informatie te verspreiden (bijvoorbeeld verduidelijking van problemen en behoeften, ontwikkeling van alternatieve oplossingen, evaluatie van de gevolgen), maar het kan ook een rol spelen bij het bevorderen van de acceptatie bij de omwonenden (in het bijzonder: legitimeren van de rol van bijvoorbeeld de overheid, luchthaven, andere stakeholders en ontwikkeling van vertrouwen). Ook het oplossen van een eventueel conflict (het zoeken van consensus, tegengestelde belangen) wordt als doel genoemd [67]. Met andere woorden, door burgers te betrekken kan transparantie van een organisatie en/of besluit worden gefaciliteerd, kan het vertrouwen en het begrip van de gemeenschap worden bevorderd over de voorgenomen plannen, terwijl tegelijkertijd eventuele conflicten tussen stakeholders kunnen worden gereduceerd.

Deze doelen van het betrekken van burgers hangen nauw samen met niet-akoestische factoren die van invloed zijn op hinder: bijvoorbeeld vertrouwen, legitimiteit, *empowerment*, rechtvaardigheid en verantwoording. Op het moment dat burgers worden betrokken bij het uitwerken van een oplossing van een project of probleem dat van invloed is op hun dagelijks leven, dan zorgt dit er volgens Webler en collega's [68] voor dat burgers zich ontwikkelen tot verantwoordelijke, democratische burgers (*social learning*). Dit is volgens COMMOTIE, MMU en ZEUS [31] direct gerelateerd aan een belangrijke en modificeerbare factor, 'de mogelijkheid om invloed uit te oefenen op het gedrag van de

bron'. Deze factor is echter alleen maar te beïnvloeden als er ook daadwerkelijk mogelijkheden worden aangeboden om dat gedrag van bijvoorbeeld de luchthaven te beïnvloeden.

Twee belangrijke elementen voor het welslagen van het proces van betrekken van burgers zijn kennisverwerving ('*cognitive enhancement*') en het opzijzetten van (persoonlijke) verzoeken/acties die alleen ten goede komen aan de stakeholder zelf, maar het verzoeken/uitvoeren van acties die de gemeenschap/groep als geheel ten goede komen ('*moral development*' of '*social learning*'). Op het moment dat de stakeholders aan een participatieproces niet de benodigde kennis en/of zich bepaalde manieren van denken eigen kunnen maken en/of hun eigen belangen niet opzij kunnen zetten, dan zal het participatieproces gebaseerd zijn op individuele voorkeuren en preferenties. Het participatieproces zal dan niet duurzaam zijn. Publieke participatie moet een proces zijn dat voordelen biedt aan alle stakeholders (voor- en tegenstanders), waarbij men door middel van onderbouwde en ethische besluiten zou moeten zoeken naar een duurzame uitkomst [68]. Dit betekent dat als luchtvaartactoren streven naar meer sociaal aanvaardbare resultaten in hun ontwikkeling, en besluiten de houding ten opzichte van de bron te verbeteren en dus mogelijk de bijbehorende hinder te verminderen, zij de deelnemers moeten ondersteunen bij kennisverwerving. Dat houdt in dat ze informatie over de (geluid)situatie niet alleen op een begrijpelijke manier moeten aanbieden, maar ook zodanig dat deze informatie ervoor zorgt dat mensen de situatie volledig begrijpen [31]. Met andere woorden, het is dus van belang dat iedereen een gelijk kennisniveau krijgt/heeft. Concreet betekent dit dat iedereen dezelfde taal moet spreken, die voor iedereen begrijpelijk is, dat toegang tot expertise voor iedereen beschikbaar is, dat het besluitvormingsproces inclusief en transparant is, en dat de geldigheid van claims moet kunnen worden aangevochten. De praktische gevolgen van een dergelijke benadering zijn:

- gebruik geluidindicatoren die iedereen gemakkelijk begrijpt,
- betrek luchthavens, luchtvaartautoriteiten en de betrokken gemeenschappen vanaf het begin en in alle stadia van het proces, en
- doe investeringen in het onafhankelijk onderwijzen van de deelnemers.

## 5.5 Werkzaamheid in de praktijk: gebrek aan evidentie

Verschillende instanties (ICAO, EUROCONTROL, CANSO, ACI en FAA) op het gebied van luchtvaart hebben het belang van het betrekken van burgers en communicatie waarbij inzichten zoals hierboven beschreven al erkend als het gaat om de aanpak van luchtvaartgeluid of zelfs verwerkt in richtlijnen [65, 69-72]. De ICAO heeft haar '*balanced approach*' recent herzien en er een vijfde pijler aan toegevoegd: '*people issues*' [31, 69].

Een probleem is dat er nauwelijks '*evidence based*' voorbeelden van '*best practices*' voorhanden zijn die tot daadwerkelijke beïnvloeding van de hinder door het geluid van vliegverkeer leiden. Ook over de effecten van het betrekken van burgers en communicatie op niet-akoestische factoren en hinder door geluid van vliegverkeer is weinig bewijslast beschikbaar [32]. De enige relevante vliegverkeerstudie is volgens



Brown en Van Kamp [32], een studie naar het effect van het invoeren van geluidspauzes (*Lärmpausen*) rondom de luchthaven Frankfurt [48]: de beperkingen voor het vliegverkeer in de nacht werden met een uur in de vroege nacht en een uur in de vroege ochtend aangescherpt gedurende een jaar. Door middel van een vragenlijstonderzoek en focusgroepen werd het effect van deze interventie onderzocht. Hieruit bleek dat de omwonenden de aanscherping van de nachtelijke vliegreuen niet hadden waargenomen. De hinder onder de omwonenden was niet gereduceerd. Uit de focusgroepen bleek dat slechts een aantal omwonenden was geïnformeerd over de maatregel. Bovendien bleek het project niet aan te sluiten op de beleving en de verwachtingen van de omwonenden.



## 6 Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

Op basis van de bevindingen in deze scan, concluderen we het volgende:

- Het effect van isolatie is in een beperkt aantal studies onderzocht. Uit de resultaten van een studie waarin mensen werden gevolgd in de tijd, bleek dat het voorkomen van ernstige hinder en ernstige slaapverstoring minder werd wanneer de woning in de voorgaande drie jaar is geïsoleerd. Ook het optreden van verstoring van gesprekken, inspannende bezigheden en rust of slaap nam af. Deze bevindingen worden niet ondersteund door de resultaten van dwarsdoersnedestudies waarin het effect van de huidige isolatiestatus van woningen werd onderzocht. Ondanks een verschil in geluidniveau, bleek er in deze studies geen/nauwelijks verschil te zijn in hinder en slaapverstoring. Een dwarsdoersnedestudie is echter niet de meest optimale onderzoeksopzet om het effect van isolatie te onderzoeken. Daarnaast kunnen de resultaten van de studies waarin de effectiviteit van isolatie is onderzocht, mogelijk mede verklaard worden door de invloed van niet-akoestische factoren. Het is daardoor nog niet duidelijk welke veranderingen in hinder isolatie bij omwonenden teweegbrengt.
- Kennis over de invloed van niet-akoestische factoren op hinder door geluid van vliegverkeer biedt aanknopingspunten om hinder te beheersen of te verminderen. Het gaat hierbij niet alleen om de grootte van de invloed, maar vooral ook om de modificeerbaarheid van de factor. Daarbij zijn factoren die zowel van grote invloed zijn op hinder en die ook nog modificeerbaar zijn, het meest interessant. Dergelijke indelingen zijn echter tot nog toe gebaseerd op kwalitatieve analyses en daarbij lopen maatregelen, factoren en effecten sterk door elkaar. Op basis van de gegevens van Dusseldorp en collega's [55] hebben we een eerste nieuwe poging gedaan. Net als bij de eerdere pogingen ging het ook hier om een kwalitatieve inschatting. Meer onderzoek is nodig om te bepalen in welke van de categorieën deze verschillende niet-akoestische factoren nu precies horen.
- Niet-akoestische factoren hangen onderling sterk samen. Dit betekent dat de niet-akoestische factoren die een minder grote invloed op hinder hebben en/of nauwelijks of in mindere mate modificeerbaar zijn, niet uit het oog moeten worden verloren. Wanneer bij het nemen van geluid reducerende maatregelen rekening wordt gehouden met niet-akoestische factoren, dan kan dat gevolgen hebben voor hoe de maatregel wordt geïmplementeerd.
- Communicatie over en het betrekken van omwonenden bij de implementatie van geluid reducerende maatregelen is van groot belang voor het welslagen van een project.

## 6.2 Aanbevelingen voor onderzoek

Op basis van de bevindingen in deze scan bevelen we het volgende aan:

- Een belangrijk kennishiaat is dat er nauwelijks *'evidence based'* voorbeelden van *'best practices'* voorhanden zijn die tot daadwerkelijke beïnvloeding van de hinder door het geluid van vliegverkeer leiden. Daarom wordt aanbevolen om de effecten van (toekomstige) interventies op het gebied van vliegverkeer systematisch te evalueren. Daarbij is het belangrijk dat men niet alleen de objectieve veranderingen in geluidniveaus onderzoekt, maar dat men daarnaast ook kijkt naar de effecten op hinder, en niet-akoestische factoren. Belangrijke factoren zijn volgens Brown en Van Kamp [32] in dit verband de aanvaardbaarheid van resultaten, attitudes (bijvoorbeeld houding ten opzichte van de luchthaven) en de kwaliteit van leven. Het RIVM zou hier een goede bijdrage aan kunnen leveren. In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat loopt er bij het RIVM al een project. Maar daarbij ligt de focus op geluid van weg- en railverkeer.
- Er moet meer inzicht komen in hoe belangrijke niet-akoestische factoren met elkaar samenhangen en van invloed zijn op hinder en de kwaliteit van leven, en in welke mate ze te beïnvloeden zijn. Deze kennis kan leiden tot een bredere waardering voor de impact van lawaai op dagelijkse activiteiten en de kwaliteit van leven. Doordat RIVM in de loop der jaren verschillende onderzoeken heeft uitgevoerd rondom verschillende Nederlandse luchthavens, beschikt het over een groot aantal data op het gebied van blootstelling aan geluid van vliegverkeer, niet-akoestische factoren, hinder, en kwaliteit van de leefomgeving.

## 6.3 Aanbevelingen voor beleid

Op basis van de bevindingen in deze scan komen we tot de volgende aanbevelingen voor het beleid:

- Er zijn verschillende aangrijpingspunten en interventiemogelijkheden om de blootstelling aan transportgeluid te reduceren. Er wordt aanbevolen om bij het nemen van geluid reducerende maatregelen en/of het maken van beleid rondom een luchthaven rekening te houden met niet-akoestische factoren. Dit kan gevolgen hebben voor hoe de geluid reducerende maatregelen en/of het beleid worden geïmplementeerd.
- Daarnaast zijn communicatie over de te nemen maatregelen en/of het beleid rond een luchthaven en het betrekken van de omwonenden van groot belang voor het welslagen van deze maatregelen en/of beleid.

Een belangrijk project om in de nabije toekomst in de gaten te houden is het Europese project *'Aviation Noise Impact Management through Novel Approaches'* (ANIMA) [73]. Binnen dit project zoekt men naar nieuwe benaderingen en tools op het gebied van communicatie en het betrekken van burgers zodat beleid, luchthavenautoriteiten en andere stakeholders samen met burgers op een goede manier kunnen omgaan met de effecten van het geluid van luchthavens. Men probeert antwoorden te vinden op een aantal van de kennishiaten die hierboven

staan geformuleerd. Het ANIMA-project wordt gefinancierd vanuit het Horizon2020-programma van de Europese Unie en is in 2017 van start gegaan. Het project zal eindigen in september 2021.



## 7 Referenties

1. International Organization for Standardisation, *Acoustics - Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys*. 2003, International Organization for Standardisation, Geneva, Switzerland.
2. Lawton RN and Fujiwara D, *Living with aircraft noise: airport proximity, aviation noise and subjective wellbeing in England*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2016. **42**: p. 104-118.
3. International Civil Aviation Organization, *On board. A sustainable future. ICAO Environmental report 2016. Aviation and climate change*. 2016, ICAO: Montreal, QC, Canada.
4. Asensio C, *Air transport noise*. Applied Acoustics, 2014. **84**: p. 1-2.
5. Brooker P, *Do people react more strongly to aircraft noise today than in the past?* Applied Acoustics, 2009. **70**: p. 747-752.
6. May M and Hill SB, *Questioning airport expansion: a case study of Canberra international airport*. Journal of Transport Geography, 2006. **14**(6): p. 437-450.
7. Fidell S, Silvati L, and Haboly E, *Social survey of community response to a step change in aircraft noise exposure*. Journal of Acoustic Society of America, 2002. **111**: p. 200-209.
8. Asensio C, Gasco L, and Arcas G de, *A review of non-acoustic measures to handle community response to noise around airports*. Current Pollution Reports, 2017. **3**(3): p. 230-244.
9. Houthuijs DJM and Wiechen CMAG van, *Monitoring van gezondheid en beleving rondom de luchthaven Schiphol*. 2006, RIVM: Bilthoven.
10. Le Masurier P, et al., *Attitudes to noise from aviation sources in England (ANASE): Final report for Department of Transport*. 2007.
11. International Civil Aviation Organization, *Annex 16 to the Convention on International Civil Aviation, part V, in A37-18, Appendix C, I.a. resolution*, Editor. 2001.
12. International Civil Aviation Organization, *Guidance on the balanced approach to aircraft noise management*. 2004, ICAO.
13. Guski R, Felscher-Suhr U, and Schuemer R, *The concept of noise annoyance: how international experts see it*. Journal of Sound and Vibration, 1999. **223**(4): p. 513-527.
14. Berglund B, et al., *Guidelines for community noise*. 1999, World Health Organization: Geneva.
15. Guski R, Schreckenberg D, and Schuemer R, *WHO Environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and annoyance*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017. **14**: p. 1539.
16. Basner M and McGuire S, *WHO Environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018. **15**: p. 519.

17. Clark C and Paunovic K, *WHO Environmental noise guidelines for the European Region: A systematic review on environmental noise and cognition*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018. **15**: p. 285.
18. Clark C and Paunovic K, *WHO Environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and quality of life, well-being and mental health*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018. **15**(11): p. 2400.
19. Kempen E van, et al., *WHO Environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: a summary*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018. **15**: p. 379.
20. Nieuwenhuijsen MJ, Ristovska G, and Dadvand P, *WHO Environmental Noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and adverse birth outcomes*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017. **14**: p. 1252.
21. Sliwinska-Kowalska M and Zaborowski K, *WHO Environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and permanent hearing loss and tinnitus*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2017. **14**: p. 1139.
22. World Health Organization Regional Office for Europe, *Environmental noise guidelines for the European region*. 2018, World Health Organization Regional Office for Europe: Copenhagen.
23. American Thorax Society, *Guidelines as to what constitutes an adverse respiratory health effect, with special reference to epidemiological studies on air pollution*. American Review of Respiratory Diseases, 1985. **131**: p. 666-668.
24. Babisch W, *The noise/stress concept, risk assessment and research needs*. Noise and Health, 2002. **4**(16): p. 1-11.
25. Fields JM, *Effect of personal and situational variables on noise annoyance: with special reference to implications for en route noise*. 1992, Federal Aviation Administration, NASA Langley Research.
26. Lercher P, *Environmental noise and health: an integrated research perspective*. Environment International, 1996. **22**(1): p. 117-129.
27. Miedema HME and Vos H, *Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise*. Journal of the Acoustical Society of America, 1999. **105**(6): p. 3336-3344.
28. Guski R, *Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance*. Noise and Health, 1999. **1**(3): p. 45-56.
29. National Academies of Sciences Engineering and Medicine, *Research methods for understanding aircraft noise annoyances and sleep disturbance*. 2014, The National Academies Press: Washington DC.
30. Vader R, *Noise annoyance mitigation at airports by non-acoustic measures*. 2007, Vader Management: Netherlands.



31. COMOTI, MMU, and Zeus GmbH, *Aviation Noise Impact Management through Novel Approaches. D2.4: Recommendations on annoyance mitigation and implementation for communication and engagement*. 2019, Romanian Research and Development Institute for Gas Turbines, Manchester Metropolitan University, Zeus GmbH.
32. Brown AL and Kamp I van, *WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review of transport noise interventions and their impacts on health*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2017. **14**(8): p. E873.
33. Kamp I van, Brown AL, and Schreckenberg D, *Soundscape approaches in urban planning: implications for an intervention framework*, in *Proceedings of the 23rd International Congress on Acoustics*. 2019: Aachen, Germany.
34. Schreckenberg D, *Aircraft noise annoyance and resident's acceptance and use of sound proof windows and ventilation systems*, in *The 41st International Congress and Exposition on Noise Control Engineering 2012 (INTER-NOISE 2012)*, Burroughs C, Editor. 2012, Institute of Noise Control Engineering - USA (INCE-USA): New York City, USA.
35. RIVM and RIGO, *Evaluatie Schipholbeleid. Schiphol beleefd door omwonenden*. 2005, RIVM, RIGO in opdracht van de ministeries van Verkeer en Waterstaat en van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer: Den Haag.
36. Asensio C, Recuero M, and Pavon I, *Citizen's perception of the efficacy of airport noise insulation programmes in Spain*. *Applied Acoustics*, 2014. **4**(84): p. 107-115.
37. Koehler J, Ruijsbroek A, and Poll van R, *Effectiveness of insulation measures and underlying factors*, in *35th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2006)*. 2006, Institute of Noise Control Engineering USA (INCE-USA): Honolulu, Hawaii.
38. TNO-PG and RIVM, *Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten in de regio Schiphol. Resultaten van een vragenlijstonderzoek*. 1998, RIVM, TNO-PG: Bilthoven.
39. Breugelmans ORP, et al., *Gezondheid en beleving van de omgevingskwaliteit in de regio Schiphol: 2002. Tussenrapportage Monitoring Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol*. 2004, RIVM: Bilthoven.
40. Poll R van, Breugelmans O, and Dreijerink L, *Belevingsonderzoek vliegbasis Geilenkirchen. Percepties van inwoners in Nederland*. 2008, RIVM: Bilthoven.
41. Schreckenberg D and Meis M, *Noise annoyance around an international airport planned to be extended* in *The 36th International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2007)*. 2007, Turkish Acoustical Society: Istanbul, Turkey.
42. Schreckenberg D, et al., *Aircraft noise and quality of life around Frankfurt Airport*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2010. **7**: p. 3382-3405.
43. Wirth K, Brink M, and Schierz Ch, *Swiss noise study 2000: noise annoyance around the airport Zurich*. *Zeitschrift für Lärmbekämpfung*, 2004. **51**(2): p. 48-56.

44. Bartels S, *Aircraft noise-induced annoyance in the vicinity of Cologne/Bonn Airport. The examination of short-term and long-term annoyance as well as their major determinants*. 2014, Technische Universitat Darmstadt: Darmstadt.
45. Bartels S, Rooney D, and Muller U, *Assessing aircraft noise-induced annoyance around a major German airport and its predictors via telephone survey. The COSMA study*. Transportation Research Part D, 2018. **59**: p. 246-258.
46. Dongen JEF van, Steenbekkers JHM, and Vos H, *De kwaliteit van de leefomgeving rond Groningen Airport Eelde*. 1999, TNO Preventie en Gezondheid: Leiden.
47. Marsman G and Leidelmeijer K, *Leefbaarheid Schipholregio: meer dan geluid alleen. De resultaten van een enquête onder bewoners*. 2001, RIGO Research en Advies BV: Amsterdam.
48. Schreckenber D, et al., *Effects of aircraft noise on annoyance and sleep disturbances before and after expansion of Frankfurt Airport. Results of the NORAH study, WP1 'Annoyance and quality of life', in 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2016): Towards a quieter future*, Kropp W, Estorff O von, and Schulte-Fortkamp B, Editors. 2016, Curran Associates, Inc.: Hamburg, Germany.
49. Miedema HME and Vos H, *Noise sensitivity and reactions to noise and other environmental conditions*. Journal of the Acoustical Society of America, 2003. **113**(3): p. 1492-1504.
50. Houthuijs D, et al., *Burden of annoyance due to aircraft noise and non-acoustical factors, in The 36th International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2007)*. 2007, Turkish Acoustical Society: Istanbul, Turkey.
51. Kamp I van, et al., *The role of noise sensitivity in the noise-response relation: a comparison of three international airport studies*. Journal of the Acoustical Society of America, 2004. **116**(6): p. 3471-3479.
52. Kroesen M, Molin EJE, and Wee GP van, *Testing a theory of aircraft noise annoyance: a structural equation analysis*. Journal of the Acoustical Society of America, 2008. **123**: p. 4250-4260.
53. Kamp I van, *Coping with noise and its health consequences*. 1990, University of Groningen, University Medical Center Groningen: Groningen.
54. Laszlo HE, et al., *Annoyance and other reaction measures to changes in noise exposure. A review*. Science of the Total Environment, 2012. **435-436**: p. 551-562.
55. Dusseldorp A, et al., *Handreiking geluidhinder wegverkeer. Berekenen en meten*. 2011, RIVM: Bilthoven.
56. Job RFS, *Community response to noise: a review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction*. Journal of Acoustic Society of America, 1988. **83**: p. 991-1001.
57. Fields JM, Ehrlich GE, and Zador P, *Theory and design tools for studies of reactions to abrupt changes in noise exposure*. 2000, National Aeronautics and Space Administration: Washington DC.
58. Miedema HME, Fields JM, and Vos H, *Effect of season and meteorological conditions on community noise annoyance*. Journal of Acoustic Society of America, 2005. **117**(5): p. 2853-2865.

59. Gerven van PWM, et al., *Annoyance from environmental noise across the lifespan*. Journal of Acoustic Society of America, 2009. **126**(1): p. 187-194.
60. Brown AL and Kamp I van, *A conceptual model of environmental noise interventions and human health effects*, in *44rd International Congress on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2015): Implementing noise control technology*, Burroughs C, Editor. 2015, Institute of Noise Control Engineering USA (INCE-USA): San Francisco, California, United States of America.
61. Sanchez D, et al., *Current issues in aviation noise management: a non-acoustic factors perspective*, in *22nd International Congress on Sound and Vibration*. 2015: Florence, Italy.
62. Asensio C, et al., *Airport noise insulation programs: the Spanish case*. Noise and Vibration Worldwide, 2012. **43**(2): p. 8-15.
63. Davidson S, *Spinning the wheel of empowerment*. Planning, 1998. **1262**: p. 14-15.
64. Burn MM. *An assessment of airport community involvement efforts*. 2005 [cited 2019 03-05-2019].
65. Woodward JM, Briscoe LL, and Dunholter P, *Aircraft noise: a toolkit for managing community expectations*. 2009, Transportation Research Board ACRP.
66. Phun VK, Hirata T, and Yai T, *Effects of noise information provision on aircraft noise tolerability: results from an experimental study*. Journal of Air Transport Management, 2016. **52**: p. 1-10.
67. Hanchey J, *The objectives of public participation*, in *Public involvement techniques: a reader of ten years experience at the Institute for Water Resources*, Creighton J, Priscolli J, and Dunning M (eds.), Editors. 1998, Institute for Water Resources US Corps of Engineers: Alexandria, VA.
68. Webler T, Kastenholz H, and Renn O, *Public participation in impact assessment: a social learning perspective*. Environmental Impact Assessment Review, 1995. **15**: p. 443-463.
69. International Civil Aviation Organization, *Community engagement for aviation environmental management*. 2017, ICAO: Montreal, Quebec, Canada.
70. EUROCONTROL, *Eurocontrol specification for Collaborative Environmental Management (CEM) 2018*, EUROCONTROL: Brussels.
71. Civil Air Navigation Services Organisation (CANSO) and Airports Council International (ACI), *Managing the impacts of aviation noise. A guide for airport operators and air navigation service providers*. 2015, CANSO and ACI.
72. Federal Aviation Administration (FAA), *Community involvement manual*. 2016, US Department of Transportation, Federal Aviation Administration: Washington DC.
73. ANIMA. *Aviation Noise Impact Management through Novel Approaches (ANIMA)*. 2018 [cited 2019 06-05-2019].
74. Rijkswaterstaat and Ministerie van Infrastructuur. *Project Geluidisolatie Schiphol (PROGIS)*. [cited 2019 28 mei]; Available from: <https://www.rijkswaterstaat.nl/wegen/projectenoverzicht/gevelisolatie/project-geluidisolatie-schiphol-progis.aspx>.

75. Franssen EAM, et al., *Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use*. Occupational and Environmental Medicine, 2004. **61**: p. 405-413.
76. Kamp I van, et al., *Mental health as context rather than health outcome of noise: competing hypotheses regarding the role of sensitivity, perceived soundscapes and restoration*, in *The 42th International Congress on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2013)*. 2013, Austrian Noise Abatement Association: Innsbruck, Austria. p. 3804-3811.
77. Muller U, et al., *The NORAH-sleep study: effects of the night flight ban at Frankfurt Airport*, in *Towards a quieter future. The 45th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (INTER-NOISE 2016)* 2016, German Acoustical Society: Hamburg, Germany.
78. Quehl J, Muller U, and Mendolia F, *Short-term annoyance from nocturnal aircraft noise exposure: results of the NORAH and STRAIN sleep studies*. International Archives of Occupational and Environmental Health, 2017. **90**(8): p. 765-778.
79. Baudin C, et al., *Aircraft noise and psychological ill-health: the results of a cross-sectional study in France*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2018. **15**: p. 1642.
80. Nassur AM, et al., *The impact of aircraft noise exposure on objective parameters of sleep quality: results of the DEBATS study in France*. Sleep Medicine, 2019. **54**: p. 70-77.
81. Otto F and Mueller L, *Study of thermal behavior of dwellings in Raunheim. Final report (in German)*. 2011, Zentrum fur Umweltbewusstes Bauen e.V.: Kassel, Germany.
82. Otto F and Mueller L, *Study of thermal behavior of dwellings in Raunheim*, in *The 2nd Conference against changes of German air traffic act*. 2011: Kelsterbach, Germany.
83. Miller JD, *Effects of noise on people*. Journal of the Acoustical Society of America, 1974. **56**(3): p. 729-764.
84. Hajema KJ, et al., *De invloed van een vliegtuigramp op de ervaren milieuhinder en gezondheid van omwonenden*. 2000, GGD Oostelijk Zuid-Limburg: Heerlen.
85. Kamp I van and Davies H, *Noise and health in vulnerable groups: a review*. Noise and Health, 2013. **15**(64): p. 153-159.
86. White K, Hofman W, and Kamp I van, *Noise sensitivity in relation to baseline arousal, physiological response and psychological features to noise exposure during task performance*, in *39rd International Congress on Noise Control Engineering INTER-NOISE 2010: Noise and sustainability*. 2010, Sociedade Portuguesa de Acustica: Lisbon, Portugal. p. 3132-3138.
87. Reijneveld SA, *The impact of the Amsterdam aircraft disaster on reported annoyance by aircraft noise on psychiatric disorders*. International Journal of Epidemiology, 1994. **23**: p. 333-340.
88. Job RFS, et al., *Public reactions to changes in noise levels around Sydney airport*, in *The 1996 International Congress on Noise Control Engineering (INTERNOISE 1996)*. 1996, Institute of Acoustics: Liverpool, UK.
89. Brink M, et al., *Annoyance responses to stable and changing aircraft noise exposure*. Journal of Acoustic Society of America, 2008. **124**(5): p. 2930-2941.

90. Maris E, *The social side of noise annoyance (De sociale kant van geluidhinder)*. 2008, Universiteit van Leiden: Leiden.
91. Stallen PJM, *A theoretical framework for environmental noise annoyance*. *Journal of Noise and Health*, 1999. **1**(3): p. 69-79.
92. Gezondheidsraad: Commissie Geluid en Gezondheid, *Geluid en gezondheid*. 1994, Gezondheidsraad: Den Haag.
93. Gezondheidsraad, *Grote luchthavens en gezondheid*. 1999, Gezondheidsraad: Den Haag.
94. Eriksson C, Pershagen G, and Nilsson M, *Biological mechanisms related to cardiovascular and metabolic effects by environmental noise*. 2018, WHO Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark.



## Bijlage 1 Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol

In het kader van het IMER (Integrale Milieueffectrapportage) Schiphol is sinds 1993 aandacht besteed aan mogelijke effecten van het wonen in de buurt van een luchthaven op de gezondheid onder omwonenden van Schiphol. Op basis van de resultaten van de eerste fase (Fase I) is er in samenwerking met universiteiten en kennisinstellingen nader kennis genererend gezondheidsonderzoek rond Schiphol uitgevoerd (Fase II) en werd een gezondheidsmonitoring-programma opgezet (Fase III).

In 1996 is als onderdeel van fase II een onderzoek [38] uitgevoerd met als doel:

- Het bepalen van het voorkomen (de prevalentie) van hinder, slaapverstoring, ervaren gezondheid, luchtwegklachten, medicijngebruik, risicobeleving en woontevredenheid in de regio Schiphol, en
- Het bestuderen van relaties tussen hinder, slaapverstoring, ervaren gezondheid, luchtwegklachten, medicijngebruik, risicobeleving en woontevredenheid enerzijds en de blootstelling aan vliegtuiggeluid en/of luchtverontreiniging door vliegverkeer anderzijds.

Doelstelling van het monitoringprogramma Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES) was: 'het periodiek bepalen van de milieubelasting samenhangend met de activiteiten van de luchthaven Schiphol en van de milieu-gerelateerde gezondheidstoestand van omwonenden, om eventuele veranderingen in milieukwaliteit en de gezondheidseffecten daarvan te kunnen vaststellen'. Dit alles gebeurde in de context van de uitbreiding van de luchthaven met een vijfde landingsbaan (2003).

In de periode 2002-2006 zijn in het kader van fase III van GES (de gezondheidsmonitoring) en naar aanleiding van een evaluatie van het Schipholbeleid (2005) de volgende activiteiten uitgevoerd:

- Onderzoek naar zelf gerapporteerde hinder, slaapverstoring, gezondheid en beleving door middel van twee vragenlijstonderzoeken (2002 en 2005) [9, 39];
- Kwalitatief onderzoek (aan de hand van focussengroepen) naar welke factoren een rol spelen bij hinder en/of slaapverstoring; hoe vliegtuiggeluid wordt ervaren, de mening over de verschillende partijen die bij besluitvorming zijn betrokken, informatiebehoefte en wie dat zou moeten leveren, vormen van compensatie;
- Een panelonderzoek onder omwonenden gestratificeerd op de beoogde verandering in blootstelling (toename geluid, afname geluidniveaus en gelijkblijvende geluidniveaus) [9];
- Het in kaart brengen van de ziekenhuisopnamen ten gevolge van hartvaatziekten en luchtwegaandoeningen en het medicijngebruik tegen hartvaatziekten/verhoogde bloeddruk, luchtwegaandoeningen, en het gebruik van slaap- en kalmeringsmiddelen; en

- Het nader in kaart brengen en duiden van de klachten over vliegtuiggeluid zoals geregistreerd door de Commissie Regionaal Overleg Schiphol (CROS).



## Bijlage 2 Gebruikte bronnen

### *Reviews (overzichten)*

Voor het maken van deze scan hebben we geput uit verschillende reviews (overzichten van de wetenschappelijke literatuur) waarin de effecten van niet-akoestische factoren en isolatie zijn onderzocht [8, 15, 25-29, 31, 32, 37, 44].

### *Resultaten Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol*

Daarnaast hebben we geput uit de resultaten van (vragenlijst)onderzoeken die zijn gedaan in het kader van Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES). Concreet gaat het dan om drie vragenlijstonderzoeken die zijn uitgevoerd in 1996, 2002 en 2005 en een panelstudie uitgevoerd in de periode 2002-2005 [9, 38, 39]. Daarbij zijn ook de resultaten van een koppeling tussen respondenten die hebben deelgenomen aan het tweede GES-vragenlijstonderzoek en de isolatiestatus van hun woning op basis van het Project Geluidisolatie Schiphol (PROGIS) meegenomen [74]. In Bijlage 1 wordt een verdere omschrijving gegeven van de GES.

Als onderdeel van de GES, zijn in 1996, 2002 en 2005 dwarsdoorsnede-onderzoeken uitgevoerd onder personen van achttien jaar en ouder waarbij gebruik is gemaakt van een schriftelijke vragenlijst. Daarin is gevraagd naar zowel kenmerken van gezondheid als mogelijke determinanten van gezondheid. Ten behoeve van het panelonderzoek zijn 600 panelleden geworven uit de groep deelnemers van het GES-vragenlijstonderzoek uit 2002. Zij zijn geselecteerd op basis van hun verwachte verandering in blootstelling aan geluid van vliegverkeer door de opening van de Polderbaan.

*Tabel 1. Overzicht van kenmerken van onderzoeken uitgevoerd in het kader van Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES)*

<b>Studie</b>	<b>Design*</b>	<b>Aantal deelnemers</b>	<b>Respons (%)</b>	<b>Meetperiode(s)</b>
GES-1 [38]	DD	11.812	39	Nov 1996 – Feb 1997
GES-2 [39]	DD	5.873	46	April-Nov 2002
GES-3 [9]	DD	6.091	49	Mei-Juni 2005
Panel [9, 50]	PS	600		Nov 2002, 2003-2005

\*Design: DD = Dwarsdoorsnedestudie, PS = Panelstudie

De resultaten van de onderzoeken uitgevoerd in het kader van GES zijn destijds niet alleen beschreven in RIVM-rapporten, maar ook in een publicatie van RIGO [38] en in wetenschappelijke artikelen, zoals bijvoorbeeld in: [50, 51, 75, 76].

### *Relevante studies rondom nationale en internationale luchthavens*

Ook zijn de resultaten meegenomen van diverse studies rondom andere Nederlandse luchthavens en Europese luchthavens. In onderstaande tabel wordt een overzicht van deze studies gepresenteerd.

Tabel 2. Overzicht van studies meegenomen in deze scan

Studie	Design*	N <sup>†</sup>	Respons (%)	Leeftijd (jr.)	Meetjaar	Lucht-haven <sup>‡</sup>
AWACS [40]	DD	9.365	36	17-65	2008-09	1
FANS [41, 42]	DD	2.312	61	18 +	2005	2
SNS2000 [43]	DD	1.826	52		2001	3
NORAH [48]	P	9.244 (t=0) 4.867 (t=1) 3.508 (t=3)		18 +	2011 2012 2012	2
NORAH slaapstudie [77]	P	49 (t=1) 83 (t=2) 187 (t=3)		18-78	2011 2012 2013	2
COSMA [44, 45]	DD	1.262	33,7	18+	2010	4
Groningen [46]	DD	407		18+	1999	5
STRAIN [78]	DD	64		19-61	2001-02	4
DEBATS [79]	DD	1.244	30	18+	2011-15	6, 7, 8
DEBATS slaapstudie [80]	DD	112	~ 46	18+	2011	6, 7

\*Design: DD = Dwarsdoornedestudie, P = Panelstudie; † = Aantal deelnemers;  
‡Luchthaven: 1 = Militaire luchthaven Geilenkirchen; 2 = Luchthaven van Frankfurt; 3 = Luchthaven Kloten-Zürich, 4 = Luchthaven van Keulen-Bonn, 5 = Groningen Airport Eelde; 6 = Paris-Charles de Gaulle, 7 = Toulouse Blagnac, 8 = Lyon-Saint Exupery

### Literatuursearch

Ten slotte zijn, daar waar relevant, de resultaten meegenomen van een literatuursearch naar niet-akoestische factoren uitgevoerd in 2018. Het gebruikte zoekprofiel is hieronder terug te vinden.

1. Search 'non-acoustic'[tiab] OR 'non-acoustical'[tiab] OR nonacoustic\*[tiab] OR 'non-acoustic'[ot] OR 'non-acoustical'[ot]
2. Search nnoyance[tiab] OR disturbance[tiab] OR nuisance[tiab] OR bother\*[tiab] OR 'community response'[tiab] OR 'sleep disturbance'[tiab] OR expectations[tiab] OR attitude\*[tiab] OR perception\*[tiab] OR 'noise-sensitivity'[tiab] OR sensitivity[tiab] OR 'quiet-side'[tiab] OR trust[tiab]
3. Search perception[mh] OR annoyance[ot] OR disturbance[ot] OR nuisance[ot] OR bother\*[ot] OR 'community response'[ot] OR 'sleep disturbance'[ot] OR expectations[ot] OR attitude\*[ot] OR perception\*[ot] OR 'noise-sensitivity'[ot] OR 'quiet-side'[ot] OR trust[ot]
4. Search #1 AND (#2 OR #3)
5. Search (review[ti] OR 'synthesis review'[tiab] OR 'meta-analysis'[tiab] OR metaanalysis[tiab] OR review[pt] OR 'review literature as topic'[mh] OR 'meta-analysis'[pt] OR 'meta-analysis as topic'[mh]) NOT 'chart review'[tiab]
6. Search #4 AND #5

## Bijlage 3 Geluidisolatie

In deze bijlage gaan we dieper in op de resultaten van twee internationale studies [34, 36] waarin het gezondheid bevorderende effect / hinder reducerende effect van geluidisolatie werd onderzocht. Een aantal kenmerken van deze studies is ook terug te vinden in tabel 2 van bijlage 2.

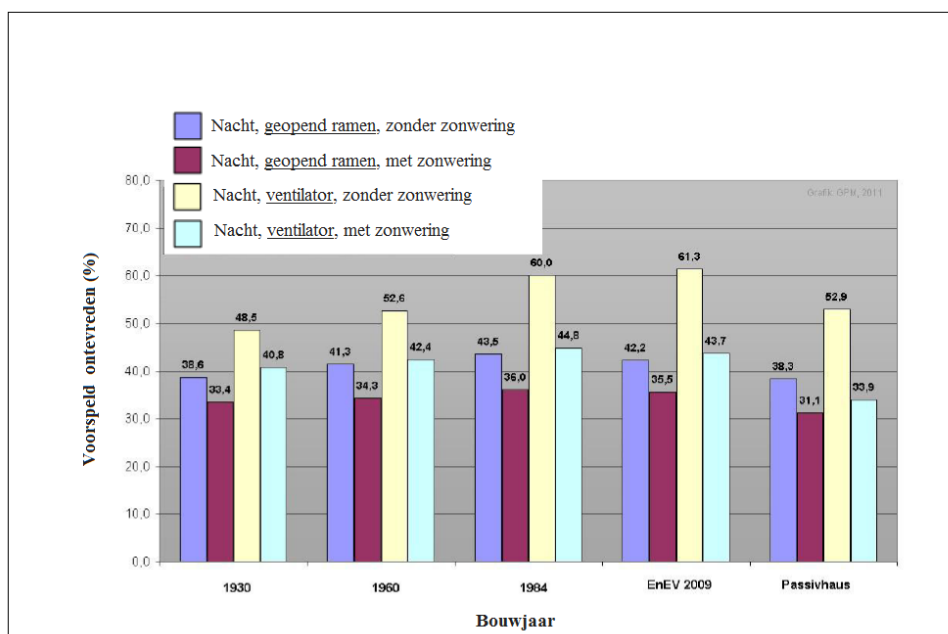
Uit de Frankfurt Airport Studie (FANS) [34] bleek dat het isolatieprogramma, het aanbrengen van dubbele beglazing en een actief ventilatiesysteem in de slaapkamer, zorgden voor een daling in het geluidniveau binnen de woningen. Ondanks de daling in geluidniveau waren de resultaten over de effectiviteit van het isolatieprogramma op hinder en slaapstoring niet eenduidig. In tabel 3 is te zien dat het raamgedrag en het gebruik van een actief ventilatiesysteem een statistisch significante invloed hebben op de gemiddelde hinder, de gemiddelde slaapverstoring en het binnenklimaat in de slaapkamer. Hiernaast is ook te zien dat het zich comfortabel voelen aan het binnenmilieu, een statistisch significante invloed heeft op hinderbeleving en slaapverstoring. Hieruit kwam dat er een negatieve associatie bestaat tussen de aanwezigheid van geluidisolatie en een verslechtering van het binnenklimaat.

Tabel 3. De invloed van het raamgedrag, het gebruik van het ventilatiesysteem en de ervaren kwaliteit van het binnenklimaat op hinder, slaapverstoring en het binnenklimaat (overgenomen uit:[34])

	Hinder door geluid van vliegverkeer		Slaapverstoring door nachtelijk geluid van vliegverkeer		Slaap rust		Kwaliteit binnenklimaat	
	Gem	Std	Gem	Std	Gem	Std	Gem	Std
Vensterpositie (n=742-750)								
Gesloten	3,8	1,1	2,9	1,2	3,1	1,2	3,0	1,1
Half open/gekanteld	3,3	1,3	2,4	1,2	3,3	1,1	3,4	1,1
Open	3,5	1,3	2,6	1,1	3,2	1,2	3,6	1,0
Gebruikt het ventilatiesysteem (n=474-481)								
Nee	3,5	1,3	2,5	1,2	3,2	1,2	3,5	1,1
Ja	3,7	1,1	2,8	1,2	3,1	1,1	3,1	1,1
Beoordeelt de kwaliteit van het binnenklimaat als (n=706-714)								
Niet aangenaam	4,2	0,8	3,7	1,0	2,5	1,0		
Een beetje aangenaam	4,2	0,9	3,3	1,2	2,6	1,2		
Matig aangenaam	3,6	1,1	2,7	1,2	3,3	1,1		
Nogal aangenaam	3,3	1,3	2,3	1,1	3,2	1,2		
Zeer aangenaam	3,1	1,5	2,1	1,2	3,7	1,1		

Afkortingen: Gem = gemiddelde, Std = Standaarddeviatie, n = aantal deelnemers

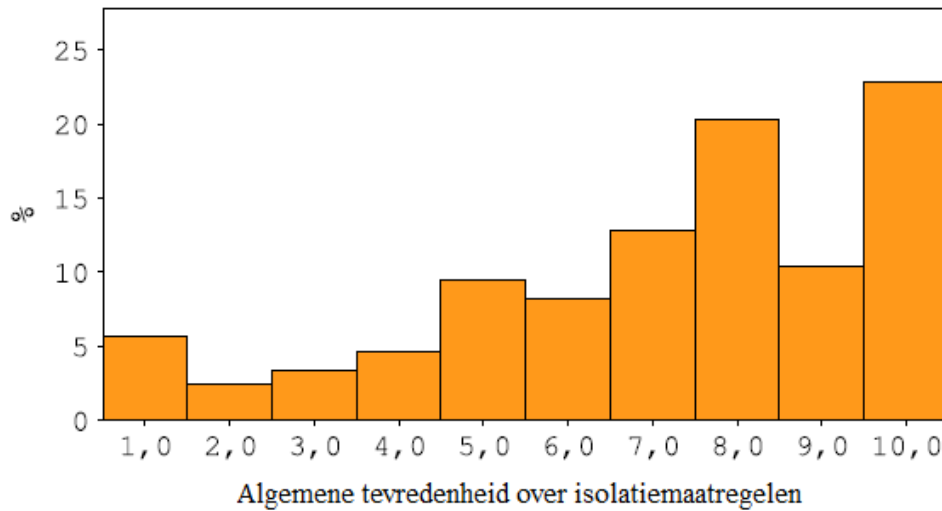
Uit de resultaten van een scenario-analyse die werd uitgevoerd in opdracht van de gemeente Raunheim bleek dat het voorspelde thermaal comfort lager was in scenario's met gesloten ramen, met en zonder zonnescerm en het gebruiken van actieve ventilatiesystemen. Het voorspelde thermaal comfort bleek hoger te zijn in scenario's met en zonder zonnescerm en geopende ramen om de woning te ventileren [81, 82]. De resultaten van de analyse van de gemeente Raunheim maken volgens Schreckenber [34] duidelijk dat adequaat gebruik van geluidisolatie in de woning van invloed is op de door de bewoner ervaren kwaliteit van het binnenklimaat.



Figuur 1. Het effect van geluidisolatie op het thermaal comfort gedurende de nacht (Bron:[81, 82] in: [34]).

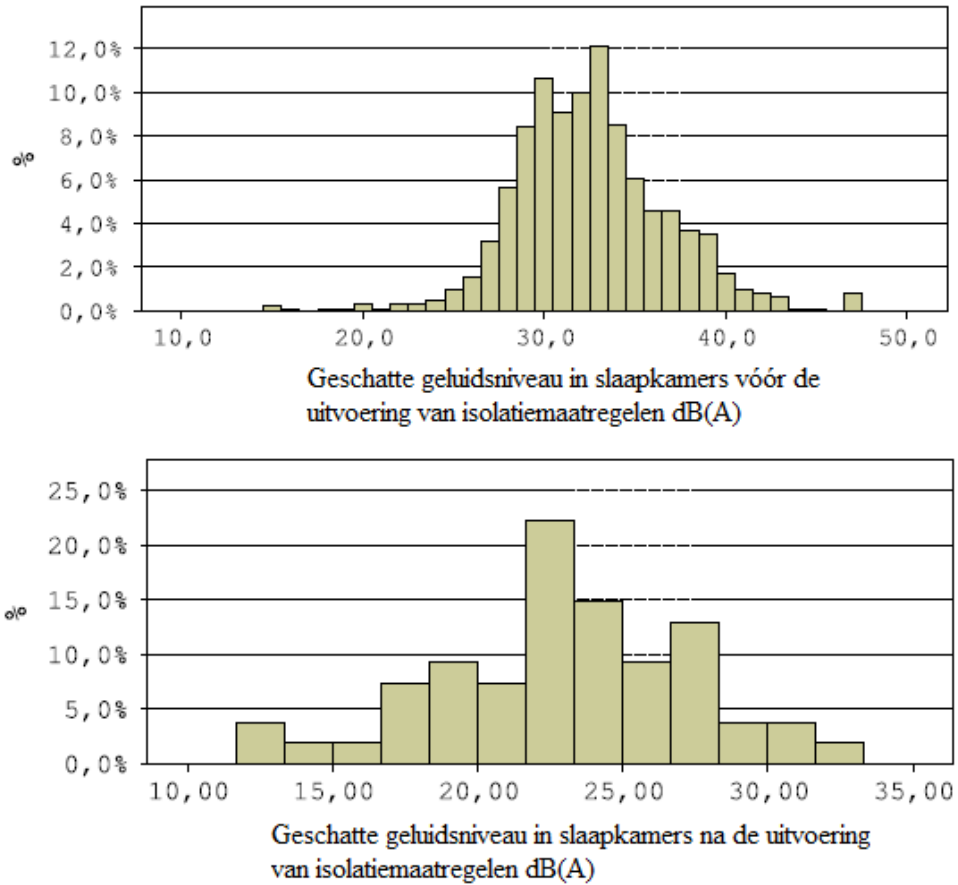
De resultaten van de Frankfurt-studie suggereren dat geluidisolatiemaatregelen voor woningen, met name geluiddichte ramen en ventilatiesystemen, onvoldoende efficiëntie bieden in termen van vermindering van hinder en slaapverstoring.

In de studie van Asensio en collega's [36] werd de effectiviteit van geluidisolatiemaatregelen bepaald aan de hand van de verbetering in tevredenheid over de isolatie en vermindering in hinder. In figuur 2 is te zien hoe tevreden de respondenten (N=689) waren met de kwaliteit van de isolatie. 50% van de respondenten hadden de kwaliteit van de isolatie een 8 of hoger gegeven. De gemiddelde score was een 7,1, terwijl 60% van de respondenten aangegeven had dat er nog kamers in hun woning waren waarover ze minder tevreden waren met de isolatie. Dit kwam doordat het effect van de isolatie minder groot was dan ze hadden verwacht.



Figuur 2. Tevredenheid over de kwaliteit van de isolatie na implementatie van de isolatiemaatregelen (Bron:[36])

In figuur 3 is te zien hoe de geluidniveaus in de slaapkamer zijn verdeeld voor en na implementatie van de isolatiemaatregelen. Aan de linkerkant wordt het berekende geluidniveau in de slaapkamer weergegeven gedurende de nacht, voor de implementatie van de isolatiemaatregelen. De gemiddelde geluidbelasting was toen 32,2dB. Aan de rechterkant wordt het berekende geluidniveau na de implementatie van de isolatiemaatregelen weergegeven. Na de implementatie was de gemiddelde geluidbelasting gedaald tot 23,0 dB met een standaarddeviatie van 4,5 dB. De implementatie van de isolatiemaatregelen zorgden voor een daling in de geluidbelasting van gemiddeld ongeveer 10dB.



Figuur 3. Histogram met het berekende geluidniveau voor (boven) en na (onder) implementatie van isolatiemaatregelen in de slaapkamer (Bron: [36])

In tabel 4 is de gemiddelde hinderscore na de implementatie van isolatiemaatregelen weergegeven. Uit de tabel blijkt dat de hinderscore door vliegtuiggeluid met 43,5% is gedaald voor de dag-periode. Voor de nacht-periode bedroeg de daling 44,7%. Er is ook een daling van de hinderscore voor andere geluidbronnen na de implementatie van isolatiemaatregelen.

Tabel 4. Daling in gerapporteerde hinder na de implementatie van isolatiemaatregelen (Bron:[36])

Geluidbron	Periode	N	Gemiddelde hinderscore	% reductie in hinderscore
Vliegverkeer	Dag	677	3,7	43,5
	Nacht	669	3,4	44,7
Andere bronnen	Dag	675	1,6	41,0
	Nacht	667	1,3	54,2

De resultaten van de studie van Asensio en collega's [36] laten zien dat na de implementatie van isolatie mensen meer tevreden zijn over de kwaliteit van de geluidisolatie en dat de gemiddelde hinderscore daalde.

## Bijlage 4 Niet-akoestische factoren

Niet-akoestische factoren omvatten een groot aantal aspecten. Ze worden vaak onderverdeeld in situationele, persoonlijke, contextuele en sociale factoren. Daarnaast wordt vaak ook naar demografische kenmerken gekeken. In deze bijlage worden de inzichten afkomstig uit reviews op het gebied van niet-akoestische factoren, de GES en een aantal andere studies rondom nationale en internationale luchthavens voor de belangrijkste factoren samengevat en weergegeven.

### **Situationele factoren**

Situationele factoren die vaker terugkeren in onderzoek naar de effecten van geluid van vliegverkeer in relatie tot hinder, zijn tevredenheid met de woonomgeving en stedelijkheid. Ook tevredenheid met geluidisolatie is een factor die vaker terugkomt. Deze wordt besproken in hoofdstuk 3.

#### *Tevredenheid van de woonomgeving*

Op basis van een review van Lercher [26] is er voldoende evidentie dat er een relatie is tussen de mate van geluidhinder en de mate van tevredenheid met de woonomgeving en/of directe leefomgeving. Hoe beter men zijn/haar directe leefomgeving waardeert, hoe minder hinder men rapporteert. Een vergelijkbare assumptie geldt voor zaken als de aanwezigheid van groen, de afstand tot voorzieningen, of andere zaken die een omgeving aantrekkelijker maken. Als mensen toegang hebben tot een plek die natuurlijk aandoet (bijvoorbeeld door de aanwezigheid van groen), en die uitnodigt om er te blijven en tot rust te komen of om mensen te ontmoeten, is de hinder door geluid lager.

Sindsdien heeft een aantal studies het effect van tevredenheid met (aspecten van) de woonomgeving op hinder door geluid van vliegverkeer onderzocht. Hieronder worden de resultaten kort samengevat. Uit de resultaten van de GES-vragenlijstonderzoeken [9, 38, 39] en andere luchtvaartstudies [40-47] blijkt het volgende: In een aantal van de beoordeelde studies [9, 38-40, 42, 47] is de relatie tussen de blootstelling aan geluid en woontevredenheid onderzocht. In deze studies werd geen of slechts een beperkte samenhang gevonden tussen de blootstelling aan geluid van vliegtuigen en (aspecten van) woontevredenheid. Dit zou verklaard kunnen worden uit het feit dat het oordeel over de blootstelling aan geluid deel uitmaakt van een totaal oordeel over de woonomgeving, en de blootstelling dus meer indirect van invloed is op de woontevredenheid [9]. In een aantal studies is de correlatie tussen hinder en woontevredenheid onderzocht. De resultaten waren niet consistent. De rol van tevredenheid met (aspecten van) de woonomgeving op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder is alleen in FANS [42] onderzocht. Na aanvullende correctie voor tevredenheid met (aspecten van) de woonomgeving bleek de associatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder door geluid van vliegverkeer niet/nauwelijks te veranderen.

#### *De mate van stedelijkheid*

Een andere factor die een aantal keren is onderzocht, is de mate van stedelijkheid (woningdichtheid). Volgens Miller [83] (in: [44]) is de hinder het hoogst in landelijke gebieden, gevolgd door sub-urbane



gebieden, stedelijke gebieden, woongebieden, commerciële en industriële gebieden. Het idee is dat, in aanwezigheid van veel achtergrondgeluid, de hinder wordt veroorzaakt door een verstoring geluid als het geluid van vliegverkeer lager is [44, 83]. De hinder neemt toe naarmate er minder achtergrondgeluid is.

Als onderdeel van de drie GES-vragenlijstonderzoeken [9, 38, 39] is ook de mate van stedelijkheid meegenomen. Het gebied rondom Schiphol kenmerkt zich door grote verscheidenheid in de mate van verstedelijking. Om de hinder te beheersen, was (en is) het beleid dat vliegverkeer zoveel mogelijk over de dunbevolkte gebieden moet vliegen. Daarbij werd er impliciet van uitgegaan dat geluid overal net zo hinderlijk is. In het eerste GES-vragenlijst-onderzoek [38] bleek dat de deelnemers die in niet-stedelijke gebieden woonden, voornamelijk dicht bij (op maximaal 5 kilometer afstand) de luchthaven woonden. De woningen van de deelnemers die in zeer sterk stedelijke gebieden woonden, lagen over het algemeen een stuk verder van de luchthaven af (op ongeveer 5 tot 15 kilometer afstand). Daarom werd destijds besloten om voor de mate van stedelijkheid te corrigeren. Ook in het tweede GES-onderzoek [39] is voor stedelijkheid gecorrigeerd bij de bestudering van de relatie tussen blootstelling en het percentage ernstige hinder. Uit de analyses bleek dat de mate van stedelijkheid van invloed is op de gerapporteerde hinder door geluid van vliegverkeer: naarmate personen in een meer stedelijk gebied wonen, rapporteren ze meer hinder door geluid van vliegverkeer. In vergelijking met andere niet-akoestische factoren als 'attitude tot de bron' of geluidgevoeligheid, was de bijdrage van stedelijkheid beperkt (zie ook figuur 2 in de hoofdtekst) [39].

Marsman en Leijdelmeijer [47] hebben bekeken hoe de mate van hinder door geluid van vliegverkeer was verdeeld over verschillende woonmilieus rondom Schiphol. Woonmilieus worden gebaseerd op gegevens die op 4-cijferige postcodes bekend zijn, zoals woningtype en stedelijkheid. Er bleek gemiddeld dat het percentage ernstige hinder in de woonmilieus 'stedelijk laat-oorlogen' en 'grootstedelijk recent' *lager* (61 en 63%) was dan de percentages ernstige hinder in de andere woonmilieus (~70-75%) [47]. Dit was in tegenstelling tot wat in de GES-vragenlijstonderzoeken werd gevonden.

De resultaten van het Europese COSMA-project [45] waren redelijk consistent met de bevindingen van Miller [83]. In dit project bleek de mate van stedelijkheid een significante voorspeller van hinder te zijn. Uit de resultaten bleek dat personen die in een meer stedelijk gebied woonden, veel minder waren gehinderd door geluid van vliegverkeer dan personen die in een landelijk gebied woonden.

Samenvattend kunnen we zeggen dat de resultaten van onderzoeken naar de invloed van stedelijkheid een inconsistent beeld laten zien voor wat betreft de relatie met hinder. In de studies is niet onderzocht hoe de mate van stedelijkheid van invloed is op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder.

### **Persoonlijke factoren**

Een tweede groep niet-akoestische factoren betreft factoren die aan de persoon zijn verbonden. Ze worden ook wel aangeduid als persoonlijke factoren. Ze omvatten volgens Guski [28] *'variables which are linked*

*tightly to an individual, show a considerable stability over time and situations, and vary between individuals considerably.'* Factoren die in dit verband vaak worden genoemd zijn: (i) geluidgevoeligheid, (ii) angst voor de bron of voor het geluid, (iii) het gevoel dat het geluid vermijdbaar is, en (iv) omgaan met geluid (coping-stijl).

### *Geluidgevoeligheid*

Een van de meest onderzochte en meest invloedrijke persoonlijke factoren bij hinder door geluid is geluidgevoeligheid. Mensen verschillen in de mate waarin zij gevoelig zijn voor geluid. Geluidgevoeligheid kan het beste worden omschreven als een toestand van het individu, die een verhoogde reactie op geluid veroorzaakt. Dit kan een biologische, psychologische of leefstijl-gerelateerde achtergrond hebben en een tijdelijk of stabiel persoonlijkheidskenmerk zijn ([35] in [40]). Volgens Van Kamp en collega's [76] (in Hajema en collega's [84]) doen er verschillende hypothesen de ronde over de etiologie van geluidgevoeligheid: zo zou geluidgevoeligheid het gevolg kunnen zijn van bijvoorbeeld een fysieke aandoening, mentale stoornis; daarnaast kan het ook een kwestie van aanleg zijn: ze zijn dan al direct vanaf de geboorte geluidgevoelig of het wordt getriggerd door omgevingsstressoren als geluid [85, 86].

Geluidgevoeligheid is direct van invloed op hinder. Naarmate mensen meer geluidgevoelig zijn, rapporteren ze meer hinder [25, 27, 29, 49, 51]. Dit bleek ook uit de resultaten van de GES-vragenlijstonderzoeken: In zowel het eerste als in het tweede GES-vragenlijstonderzoek bleek geluidgevoeligheid een sterke relatie te hebben met hinder: naarmate personen meer geluidgevoelig waren, rapporteerden ze meer hinder [38, 39]. De resultaten van de twee GES-onderzoeken waren consistent met de bevindingen van het vragenlijstonderzoek rondom de militaire luchthaven in Geilenkirchen [40]: een hogere gevoeligheid hing samen met meer hinder.

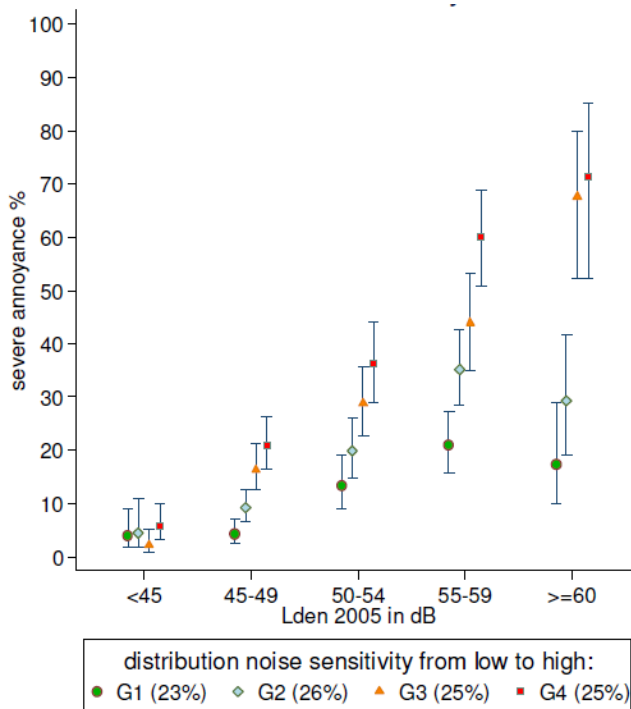
Ook in het COSMA-project bleek geluidgevoeligheid samen te hangen met de mate van hinder: naarmate deelnemers aangaven meer geluidgevoelig te zijn, rapporteerden ze ook meer hinder [45]. Ten slotte bleek ook in de NORAH-studie dat geluidgevoeligheid positief was geassocieerd met hinder door geluid van vliegverkeer.

Geluidgevoeligheid bleek echter een minder goede voorspeller te zijn voor de waargenomen veranderingen in hinder [48].

Ook in FANS [42] bleek meer gevoeligheid samen te hangen met meer hinder ( $r = 0,36$ ). Na aanvullende correctie voor de blootstelling aan geluid van vliegverkeer veranderde deze associatie niet. Er bleek een zwakke, maar statistisch significante associatie te zijn tussen de blootstelling aan geluid van vliegverkeer en geluidsgevoeligheid: mensen die waren blootgesteld aan hogere geluidsniveaus van vliegverkeer bleken meer geluidgevoelig te zijn dan mensen die waren blootgesteld aan lagere geluidsniveaus. Na aanvullende correctie voor hinder door geluid van vliegverkeer veranderde de richting van deze associatie. Ten slotte bleek dat de associatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder niet veranderde na correctie voor geluidgevoeligheid.

Er is ook onderzocht in hoeverre geluidgevoeligheid van invloed is op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder. Zo onderzochten Miedema en Vos [49] in de relatie tussen geluid van vliegverkeer en

hinder door geluid van vliegverkeer de interactie tussen blootstelling aan geluid van vliegverkeer en geluidgevoeligheid. Uit hun analyses bleek dat de interactie significant was: de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder zou sterker zijn naarmate men meer geluidgevoelig was.



*Figuur 1. De prevalentie van ernstige hinder door geluid van vliegverkeer (en 95% betrouwbaarheidsinterval) bij verschillende geluidbelastingniveaus (uitgedrukt in  $L_{DEN}$ ) voor verschillende groepen met een verschillende mate van geluidgevoeligheid. Waarbij G1 niet/nauwelijks geluidgevoelig is en G4 heel erg geluidgevoelig (Bron:[50])*

De bevindingen van Miedema en Vos [49] zijn niet consistent met de bevindingen van Van Kamp en collega's [51]. Op basis van de resultaten van studies rondom de luchthavens van London, Sydney en Amsterdam vonden ze geen aanwijzingen voor een mogelijk interactie-effect. De resultaten van deze studie impliceren dat het effect van geluidgevoeligheid onafhankelijk is van de hoogte van het geluidniveau. Ook met behulp van de gegevens verzameld tijdens het derde GES-vragenlijst-onderzoek is de interactie onderzocht tussen geluid van vliegverkeer en geluidgevoeligheid in de relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder [9, 50]. Het resultaat is weergegeven in figuur 1 van deze bijlage. De figuur laat zien dat naarmate men meer geluidgevoelig is, de prevalentie van ernstige hinder toeneemt bij een gegeven geluidbelastingniveau (uitgedrukt in  $L_{DEN}$ ). Bij het laagste geluidbelastingniveau (<45 dB  $L_{DEN}$ ) hebben verschillen in geluidgevoeligheid nauwelijks invloed op de prevalentie van ernstige hinder; bij het hoogste geluidbelastingniveau ( $\geq 60$  dB  $L_{DEN}$ ) is de prevalentie van ernstige hinder hoger in de groepen personen die relatief erg geluidgevoelig zijn in vergelijking met de groepen personen die relatief minder geluidgevoelig zijn of dat zelfs niet zijn.

Samenvattend kunnen we zeggen dat de resultaten van de verschillende studies impliceren dat geluidgevoeligheid van invloed is op hinder [38, 39, 42, 45, 48]. De resultaten van de studies die de invloed van geluidgevoeligheid op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder hebben onderzocht, zijn niet geheel eenduidig. In twee studies [49, 50] zijn wel aanwijzingen voor een interactie-effect gevonden, terwijl volgens de resultaten van een derde studie [51] het effect van geluidgevoeligheid onafhankelijk is van het geluidniveau.

### *Angst*

Bij angst kan het gaan om angst voor de bron (bijvoorbeeld het neerstorten van een vliegtuig) of directe angstreacties op geluid (zoals schrikken of bang worden). Angstreacties kunnen door tal van persoonlijke en contextuele factoren worden beïnvloed. Zo is bijvoorbeeld waargenomen dat mensen na een vliegramp in hun omgeving aanzienlijk meer hinder van vliegtuigen ervaren en angstiger reageren op het geluid van vliegtuigen dan voor die ramp [84, 87].

Ook in de GES-vragenlijstonderzoeken werd angst onderzocht. In het eerste GES-onderzoek [38] gaven 3.803 respondenten aan wel eens te schrikken of bang te worden van het horen van vliegtuigen.

Belangrijkste redenen waren: (i) het geluid: dit vond men hard, of snerpnd en door merg en been gaand, of plotseling, (ii) men was bang dat er een vliegtuig zou neerstorten. De blootstelling aan geluid van vliegverkeer (uitgedrukt als Kosten Eenheid (B65)) bleek samen te hangen met het schrikken of bang worden van vliegtuiggeluid: naarmate het geluidniveau sterker werd, nam het percentage deelnemers dat aangaf wel eens te schrikken of bang te worden van het horen van vliegtuiggeluid toe. Deze associatie viel weg na correctie voor mogelijk verstorende factoren. Er werd geen associatie gevonden tussen de afstand tot de luchthaven en het schrikken of bang worden van vliegtuiggeluid. Ook niet na correctie voor mogelijk verstorende factoren. De associatie tussen het schrikken of bang worden van vliegtuiggeluid en hinder door geluid van vliegverkeer is niet gerapporteerd.

In het tweede GES-onderzoek [39] zijn aspecten van angst onderzocht: angst voor het neerstorten van vliegtuigen, en schrikken bij het horen van vliegtuigen. Voor beide aspecten is onderzocht hoe ze samenhangen met hinder door geluid van vliegtuigen. Om vast te stellen in welke mate iemand schrikt bij het horen van een vliegtuig, heeft men de antwoorden op vragen over het optreden van vier reacties (schrikken, bang, hartkloppingen, gespannen) gebruikt. Uiteindelijk bleek dat naarmate mensen meer schrikken bij het horen van vliegtuigen en/of vaker angst rapporteerden voor het neerstorten van vliegtuigen, ze ook meer hinder rapporteren.

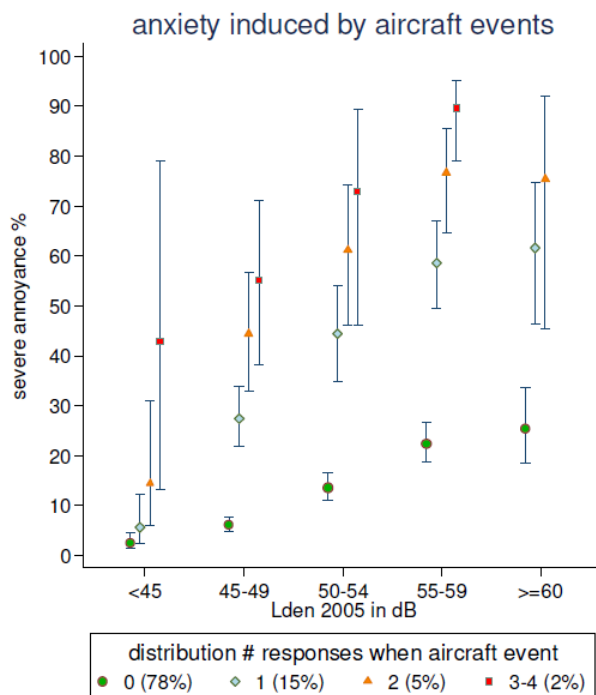
In de AWACS-studie [40] is de invloed van angst op hinder door geluid van vliegverkeer niet onderzocht. Wel is de invloed van angstaanjagendheid op de mate van bezorgdheid onderzocht. Naar aanleiding van een risicovolle activiteit kunnen mensen piekeren of zorgelijke gedachten hebben. Een risicovolle activiteit kan ook gevoelens oproepen. Veelal zijn dat negatieve gevoelens (maar positieve gevoelens kunnen er ook zijn). Uit groepsinterviews die destijds onder omwonenden van de luchtmachtbasis zijn gehouden, bleek dat men

bepaalde gevoelens zoals angst direct associeerde met de AWACS en de vliegbasis. In de daaropvolgende vragenlijst zijn gevoelens als angst (angstaanjagendheid) wel gemeten, maar kon geen aparte relatie worden gelegd tussen angst en de mate van bezorgdheid.

Ook als onderdeel van de studie rondom de luchthaven Eelde is niet gekeken naar angst, maar wel naar de rol van het hebben van een onveilig gevoel als een vliegtuig wordt gehoord. Dit gevoel bleek het hoogst te zijn in de binnen-zone (dicht bij de luchthaven met hoogste geluidbelasting) en het laagst in het controlegebied. Dit gevoel van onveiligheid bleek ook samen te hangen met de hinder door geluid van vliegverkeer (correlatie  $\sim 0,60$ ) [46].

In FANS [42] is als onderdeel van de houding tot de luchtvaart de invloed van *'fears/negative attitudes towards air traffic'* onderzocht. Hieronder valt onder meer het aspect 'angst voor een vliegtuigcrash'. Ten behoeve van de analyses is dit aspect gecombineerd met antwoorden op vragen over verstoring/hinder door de luchtvaart (anders dan geluid), wantrouwen in de autoriteiten en negatieve verwachtingen over de leefsituatie na uitbreiding van de luchthaven. Uit de resultaten bleek dat er een sterke correlatie was tussen deze zogenoemde *'fears/negative attitudes towards air traffic'* en hinder door geluid van vliegverkeer. Ook na correctie voor versturende factoren als geluidgevoeligheid, zelf-gerapporteerde gezondheidsklachten, woontevredenheid, huiseigenaarschap, SES, kwaliteit van leven en positieve attitude ten opzichte van de regionale ontwikkelingen.

Alleen als onderdeel van het derde GES-vragenlijst[9, 50]-onderzoek is er onderzoek gedaan naar de interactie tussen angst en geluid van vliegverkeer in de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder door geluid van vliegverkeer. Uitgesplitst naar mate van angst voor vliegverkeer-*events* is voor verschillende combinaties van geluidbelastingniveaus de prevalentie van ernstige hinder bepaald. Het resultaat is te zien in figuur 2 van deze bijlage.



Figuur 2. De prevalentie van ernstige hinder door geluid van vliegverkeer (met 95% betrouwbaarheidsinterval) bij verschillende geluidbelastingniveaus (uitgedrukt in  $L_{DEN}$ ) voor verschillende groepen met een verschillende mate van angst. Waarbij de groene bolletjes aangeven dat er geen/nauwelijks angst is en de rode bolletjes aangeven dat er veel angst is (Bron: [50]).

De relaties tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder lopen vrij consistent voor de verschillende angst-groepen. Een uitzondering vormt de groep met personen die niet/nauwelijks angst ervaart voor vlieg-events: voor deze groep verloopt de relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder op een vergelijkbare manier als bij de andere angst-groepen. Alleen begint de relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder bij de groep die niet/nauwelijks angst ondervindt, bij lagere hinderniveaus.

Samenvattend kunnen we zeggen dat de resultaten van de verschillende studies impliceren dat angst voor de bron van invloed is op hinder: meer angst voor de bron hangt samen met meer hinder. Verder zijn er aanwijzingen gevonden dat angst voor de bron niet van invloed is op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder.

#### *Coping: omgaan met geluid*

Kenmerkend voor omgevingsgeluid is dat het niet altijd direct beheersbaar is door het individu. Andere manieren om met dit type van onbeheersbare stimuli om te gaan noemen we coping [35]. Er zijn verschillende soorten coping [35, 53]:

- Probleemgerichte of directe coping, waarbij wordt gestreefd naar een verandering in de situatie. Een voorbeeld is het sluiten van de ramen.
- Vermijding en geruststellende gedachten (ook wel indirecte coping genoemd): deze strategie is veelal gericht op het verminderen van emoties. Bijvoorbeeld door het ontkennen van

het probleem, het benadrukken van alle positieve kanten of het gebruik van kalmeringsmiddelen of door letterlijk de situatie uit de weg te gaan: oordoppen dragen of vaak elders vertoeven.

Ook in de GES-vragenlijstonderzoeken en in het GES-panel is coping gemeten. In de eerste twee GES-onderzoeken [38, 39] is gevraagd welke stappen mensen hebben ondernomen tegen het vliegtuiglawaai en/of (de uitbreiding van) Schiphol. In het eerste GES-onderzoek [38] bleek dat 71% van de deelnemers geen stappen heeft ondernomen. Daarnaast heeft 14% van de deelnemers de Commissie Geluidhinder Schiphol gebeld en 11% heeft een bezwaarschrift ondertekend. 7% heeft een openbare vergadering of demonstratie bijgewoond. In het tweede GES-onderzoek [39] werd dezelfde vraag gesteld. Het blijkt dat maar liefst 18% heeft geklaagd bij een officiële instantie; verreweg de meeste deelnemers hebben dat gedaan bij de Commissie Geluidhinder Schiphol. Verder blijkt dat 11% van de deelnemers een bezwaarschrift heeft ondertekend en dat 7% een openbare vergadering of demonstratie heeft bijgewoond. Andere stappen die mensen gezet hebben waren: ze zijn lid geworden van een organisatie tegen vliegtuiglawaai, ze hebben een ingezonden brief geschreven aan een krant, of ze hadden een stukje Bulderbos gekocht. In het eerste GES-onderzoek hadden de deelnemers daarnaast ook nog de mogelijkheid om aan te geven of ze een poging tot verhuizing hadden gedaan en/of dat ze de politie, gemeente of provincie hadden benaderd. In 2008 rapporteerde Kroesen op basis van data afkomstig van het eerste GES-vragenlijstonderzoek dat coping, samen met *perceived control*, was gerelateerd aan hinder door geluid van vliegverkeer [52].

In de rapportage 'Evaluatie Schipholbeleid' wordt er iets gezegd over de resultaten van het panelonderzoek [35]: 'De als verschillend beschouwde strategieën blijken redelijk sterk met elkaar samen te hangen. In de panelstudie worden geruststellende gedachten het meest gebruikt; vermijdingsgedrag het minst. Probleemgericht gedrag komt middelmatig voor. Alle strategieën hangen in gelijke mate samen met ernstige hinder. Dit betekent dat de mate van hinder de urgentie bepaalt van het zoeken naar allerlei manieren om met geluid om te gaan.' Volgens de rapportage kan over de effectiviteit van de verschillende manieren om de hinder te reduceren op basis van de beschikbare resultaten nog niet veel worden gezegd.

Alleen in de Duitse studies [42, 45, 48] is het effect van coping in relatie tot blootstelling aan geluid van vliegverkeer en hinder onderzocht. In de groep deelnemers in de COSMA-studie die aangaf dat ze wel eens iets tegen het geluid van vliegverkeer hadden ondernomen, was de hinder door geluid van vliegverkeer lager dan in de groep deelnemers die aangaf dat ze niets tegen het geluid van vliegverkeer hadden ondernomen [44, 45]. Voorbeelden van maatregelen die mensen hadden ondernomen tegen het geluid van vliegverkeer waren het sluiten van een raam, het gebruik van oordoppen, harder gaan praten tijdens een gesprek, terugtrekken in een rustige kamer, het gebruik van tuin of balkon vermijden, de radio of televisie harder zetten of medicatie als tranquilizers of slaappillen nemen.

Ook in FANS bleek hinder door geluid van vliegverkeer statistisch significant gecorreleerd te zijn met coping: naarmate mensen vaker aan coping doen, bleken ze vaker hinder te rapporteren. Na aanvullende

correctie voor geluid door vliegverkeer veranderde deze associatie nauwelijks. Ook bleek er een statistisch significante associatie te zijn tussen coping en de blootstelling aan geluid. Na correctie voor hinder door geluid van vliegverkeer werd deze associatie een stuk minder sterk, maar was deze nog wel steeds statistisch significant. Naarmate mensen zijn blootgesteld aan hogere geluidsniveaus, doen ze vaker aan coping [42].

Uit de resultaten van het NORAH-project bleek dat coping negatief was geassocieerd met hinder door geluid van vliegverkeer: hoe beter de capaciteit van de deelnemers om met het geluid om te gaan, hoe minder hinder er werd gerapporteerd. Daarnaast bleek coping een belangrijke bijdrage te leveren aan de verandering in de gerapporteerde hinder [48].

Samenvattend blijkt dat coping van invloed is op de gerapporteerde hinder: naarmate deelnemers rapporteerden dat ze (vaker) iets tegen het geluid hadden ondernomen, dan wel ze beter in staat waren om met het geluid om te gaan, ze minder hinder rapporteerden. Let op: Om te bepalen of de toegepaste coping-strategie ook daadwerkelijk zin heeft gehad, is het beter om naar gezondheid te kijken; coping is namelijk onderdeel van het proces van blootstelling naar *appraisal* en hinder [53].

### **Contextuele factoren**

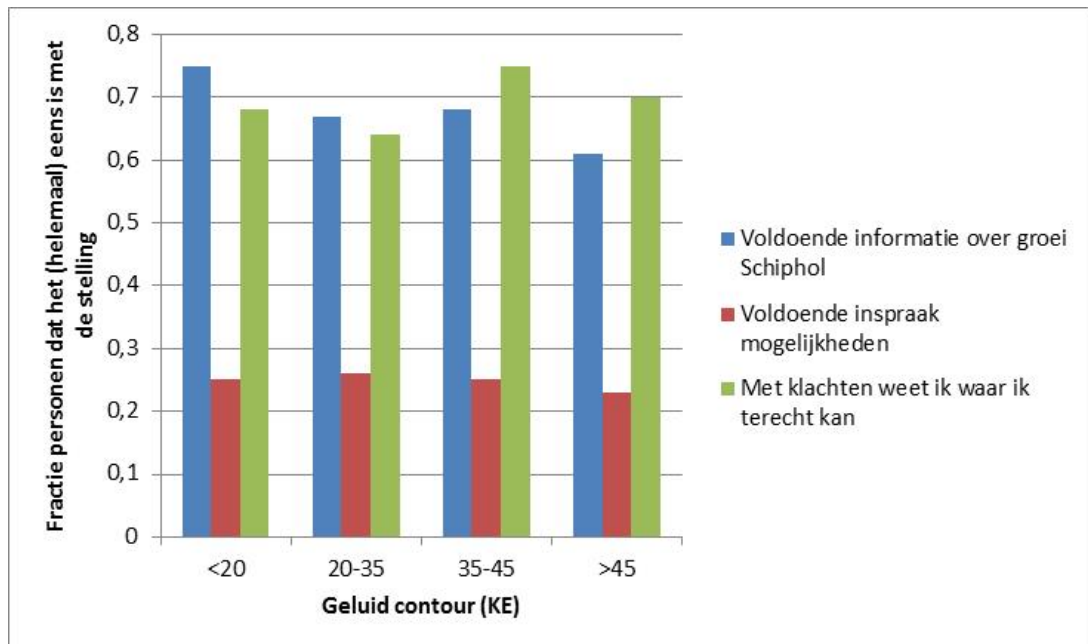
Contextuele factoren zijn factoren die iets zeggen over de context waarin iemand is blootgesteld en/of gehinderd. Voorbeelden van contextuele factoren zijn: het proces rond veranderingen, procedurele rechtvaardigheid, (on)voorspelbaarheid van bijvoorbeeld de blootstelling aan geluid, toegang tot informatie, mogelijkheid (via de klachtentelefoon bijvoorbeeld) om een geluidprobleem aan te kaarten, voorkeuren te uiten, en media-aandacht.

#### *Voorspelbaarheid blootstelling, toegang tot informatie*

In de rapportage 'Evaluatie schipholbeleid' staat daarover het volgende te lezen: 'Uit focusgroepen is gebleken dat de (on)voorspelbaarheid van het geluid een factor van belang is bij wat geluid hinderlijk maakt. De indruk is dat afwijkingen van het "normale" patroon (route en hoogte) leiden tot meer hinder. Wanneer mensen van tevoren weten wanneer ze aan geluid worden blootgesteld, wordt dit als minder hinderlijk ervaren dan wanneer dit onverwacht het geval is' [35].

Uit het onderzoek van Marsman en Leijdelmeijer [47] is meer bekend. Zo blijkt dat bewoners die in de geluidcontour wonen met de hoogste geluidbelasting door vliegverkeer (45 KE en hoger) vaker aangeven dat ze de informatieverstrekking rondom de groeiplannen van Schiphol onvoldoende vonden dan de bewoners die wonen in de geluidcontour met de laagste geluidbelasting door vliegverkeer (20 KE) (zie ook figuur 3 uit deze bijlage). Daarnaast vond ook een kleiner aandeel van de personen in de 45 KE-contour dat ze voldoende inspraakmogelijkheden had dan de personen in de geluidcontouren met de laagste geluidbelasting.





Figuur 3. Aandeel personen dat het (helemaal) eens is met stellingen met betrekking tot een aantal contextuele factoren (Afgeleid uit:[47])

Ook de relatie met hinder is door Marsman en Leijdelmeijer [47] onderzocht. Zo bleek dat de groep mensen die vinden dat zij onvoldoende informatie ontvangen over de groei van Schiphol meer hinder door geluid van Schiphol ondervinden dan de groep mensen die niet vindt dat ze onvoldoende informatie ontvangen. Ook ondervinden mensen die vinden dat ze onvoldoende mogelijkheden hebben om inspraak te hebben in de plannen rond de uitbreiding van Schiphol meer hinder.

#### *Media-aandacht en veranderingssituaties*

Media-aandacht en andere soorten publiciteit over geluidbelasting zou volgens verschillende publicaties van invloed zijn op hoe mensen reageren op geluid. Het betreft vaak een unieke en complexe situatie waarin het lastig/onmogelijk is om de effecten van media-aandacht te scheiden van andere factoren. In hun rapportage betreffende de reacties op een verandering in de geluidbelasting rondom de luchthaven van Sydney (Australië), geven Job en collega's [88] aan dat de media-aandacht voordat de uitbreiding van Kingsford Smith Airport had plaatsgevonden, van invloed was geweest op de gerapporteerde hinder. Een echt bewijs is het volgens de auteurs echter niet. Onderzoek rondom het vliegveld Zürich-Kloten concludeerde dat de hinder niet toenam tussen 2001 en 2003, ondanks de toegenomen media-aandacht voor de geplande veranderingen van de luchthaven [89].

Wellicht is er wel iets te zeggen over de indirecte rol van de media. De meest recente studies zijn vaak uitgevoerd tijdens of in aanloop naar een geplande verandering (bijvoorbeeld een nieuwe start/landingsbaan, het aanpassen van vliegroutes). Dit gaat ook gepaard met meer media-aandacht. Uit de reviews van Brown en Van Kamp [32] en Laszo en collega's [54] weten we dat mensen bij veranderingen in geluid vaak een sterkere reactie vertonen dan op basis van blootstellingniveaus en

blootstelling-effect-relaties wordt verwacht. Het omgekeerde is overigens ook mogelijk: bij een reductie in geluidniveaus kunnen mensen juist ook veel minder sterk reageren dan op basis van blootstelling-respons-relaties wordt verwacht. Uit de *evidence review* van Guski en collega's [15] blijkt dat de invloed van verandering mogelijk van invloed is geweest op de door hen afgeleide blootstelling-respons-relatie. Er bleek dat in vijf van de twaalf studies waarop de BR-relatie voor geluid van vliegverkeer was gebaseerd, sprake was van een verandersituatie. In vijf andere studies was er nauwelijks sprake van een verandersituatie. In de overige twee studies was het niet mogelijk de studie in te delen. Voor zowel de vijf studies waar sprake was van een verandersituatie als voor de vijf studies waar geen sprake was van een verandersituatie, is een relatie afgeleid voor de associatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder. De relatie afgeleid voor de studies met een verandersituatie lag hoger dan de relatie afgeleid voor de studies waar geen sprake was van een verandersituatie: bij gelijke geluidsniveaus waren mensen in een verandersituatie vaker ernstig gehinderd dan mensen die niet met een verandersituatie te maken hadden.

Uit bovenstaand korte overzicht blijkt dat de mogelijkheid om het probleem aan te kaarten en de voorspelbaarheid van het geluid, samen lijkt te hangen met hinder. Verder bleek dat bij veranderingen in geluid mensen vaak een sterkere reactie vertonen dan op basis van blootstellingsniveaus en blootstelling-effect-relaties wordt verwacht. Het omgekeerde is overigens ook mogelijk: bij een reductie in geluidniveaus kunnen mensen juist ook veel minder sterk reageren dan op basis van blootstelling-respons-relaties wordt verwacht [32, 54]. Uit de recente review van Guski en collega's [15] is gebleken dat er mogelijk een invloed is van veranderingen op de door hen afgeleide blootstelling-effect-relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder.

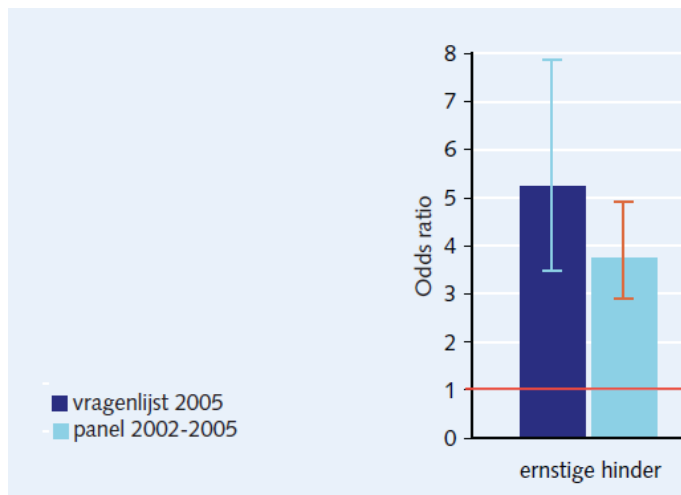
### **Sociale factoren**

Hieronder vallen factoren als houding ten opzichte van de bron, verwachtingen over toekomstig geluid, en economische binding met de geluidbron.

#### *Verwachtingen over toekomstig geluid*

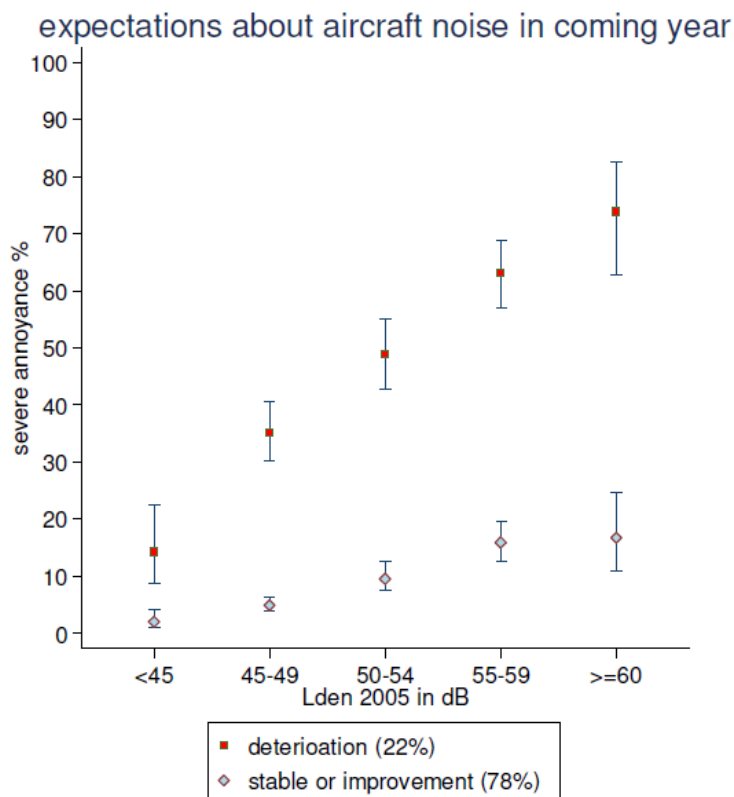
Volgens de literatuur blijken negatieve verwachtingen over de geluidontwikkeling in de toekomst een bijdrage te leveren aan de ervaren hinder en tevens een rol te spelen in de relatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder. Ook is er een link via tevredenheid met de woonomgeving. De verwachting over hoe het geluid in iemands buurt zich in de toekomst zal ontwikkelen, is een van de aspecten die sterk de mate van tevredenheid met de woonomgeving bepalen [9]. Ook is het waarschijnlijk dat het hebben van negatieve verwachtingen over de ontwikkeling van de situatie rondom een luchthaven te maken heeft met het vertrouwen dat mensen stellen in de luchthaven of overheid. Met andere woorden: Vinden mensen dat de luchthaven op een rechtvaardige manier handelt en hebben ze werkelijk oog voor de (geluid)situatie waarin de mensen zitten [26, 28, 90, 91]? Vertrouwen is naast transparantie een van de factoren die essentieel zijn om de verwachtingen die omwonenden hebben over de ontwikkelingen van een luchthaven te kunnen beïnvloeden [35].

Als onderdeel van het tweede en derde GES-vragenlijst-onderzoek [9, 39] werden de verwachtingen over het geluid in kaart gebracht met een aantal vragen waarin werd geïnformeerd of er een verbetering of een verslechtering werd verwacht in de mate van verstoring door geluid van vliegtuigen bij het voeren van een gesprek, het ingespannen bezig zijn of bij rusten/slapen. Daaruit werd een somscore berekend (Cronbach's Alpha: 0,94). Uit de resultaten bleek dat de verwachtingen die mensen hebben over de toekomstige geluidssituatie, naast geluid, de grootste invloed hebben op de ervaren ernstige hinder. Als men verwacht dat de geluidssituatie verder zal verslechteren, is de kans dat men zich ernstig gehinderd voelt gemiddeld vier tot vijf keer zo groot als wanneer men die verwachtingen niet heeft [9].



*Figuur 4. De verhouding (uitgedrukt door middel van een Odds Ratio) tussen het percentage ernstige hinder en het indienen van klachten onder omwonenden die de verwachting hebben dat de geluidssituatie zal verslechteren ten opzichte van de percentages onder omwonenden die verwachten dat de situatie gelijk zal blijven of verbeteren, gecontroleerd voor geluid en niet-akoestische factoren, inclusief 95% betrouwbaarheidsinterval (Bron:[35])*

Naast de invloed van verwachtingen op hinder is door de GES-onderzoekers ook nog onderzocht in hoeverre de verwachtingen die mensen hebben, van invloed zijn op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder. Het resultaat wordt weergegeven in figuur 5.



*Figuur 5. De prevalentie van ernstige hinder door geluid van vliegverkeer (met 95% betrouwbaarheidsinterval) bij verschillende geluidbelastingniveaus (uitgedrukt in  $L_{DEN}$ ) voor mensen die verwachten dat er het komende jaar een achteruitgang van de geluidssituatie te verwachten is (rode bolletjes) en voor mensen die verwachten dat de geluidssituatie in het komende jaar niet verandert of zelfs verbetert (groene ruitjes) (Bron: [50])*

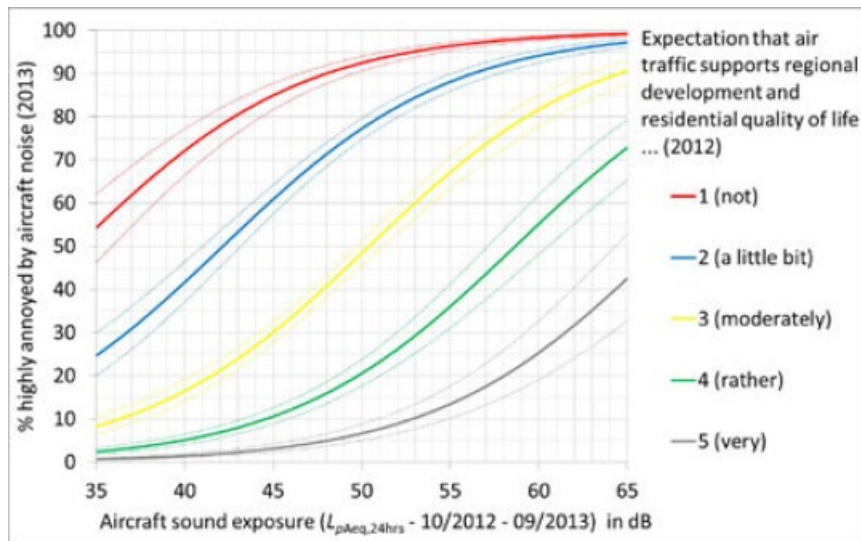
Uit Figuur 5 blijkt dat de relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder veel steiler verloopt voor de groep mensen die een achteruitgang verwacht in vergelijking met de groep mensen die geen verandering verwacht of die verwacht dat de situatie verbetert.

In het vragenlijstonderzoek dat Marsman en Leijdelmeijer [47] in 2000-2001 uitvoerde onder 3.037 personen is ook onderzocht wat de invloed is van verwachtingen over aspecten van de woonomgeving waar mensen wonen. Hoewel de bewoners verwachten dat Schiphol de komende jaren zou blijven groeien en de grote meerderheid dit een goede zaak voor de economie achtte, was er tegelijkertijd een substantiële groep die dacht dat ze door het groeiende Schiphol minder prettig in het gebied zouden wonen. In de 35-45 KE-zone was deze groep het grootst.

Ook als onderdeel van het AWACS-onderzoek [40] zijn de verwachtingen over het geluidniveau in kaart gebracht aan de hand van een vraag of men het komend jaar voor- of achteruitgang verwachtte. Een negatieve verwachting over het geluidniveau bleek sterk samen te hangen met andere belangrijke voorspellers van hinder, zoals de houding ten opzichte van de vliegbasis, negatieve gevoelens, totale bezorgdheid en totaal vertrouwen. Verder is gekeken naar de onderlinge

interactie-effecten; er bleek een samenhang te zijn tussen negatieve gevoelens bij de gedachte aan AWACS en negatieve verwachtingen ten opzichte van het lawaai in het komende jaar. Deze interactie is volgens de onderzoekers vooral te verklaren door het feit dat de meerderheid van de mensen die geen negatieve verwachtingen hebben ook geen negatieve gevoelens ervaren. Daarnaast had de meerderheid van de mensen met weinig tot geen negatieve gevoelens geen negatieve verwachtingen.

Als onderdeel van FANS [42] zijn de verwachtingen over de toekomstige kwaliteit van leven na uitbreiding van de luchthaven van Frankfurt gemeten. Uit de statistische analyses bleek dat naarmate mensen vaker negatieve verwachtingen hadden over de toekomstige kwaliteit van leven na uitbreiding van de luchthaven, ze significant vaker hinder door geluid van vliegverkeer rapporteerden. Na correctie voor hinder door geluid van vliegverkeer werd de associatie aanmerkelijk zwakker en veranderde van richting. De associatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder door geluid van vliegverkeer wordt minder sterk, maar blijft statistisch significant na aanvullende correctie voor negatieve verwachtingen. Daarnaast bleek dat naarmate mensen vaker positieve verwachtingen rapporteerden over de toekomstige kwaliteit van leven na uitbreiding van de luchthaven, ze minder vaak gehinderd waren door geluid van vliegverkeer. Deze associatie werd sterker na aanvullende correctie voor de blootstelling aan geluid van vliegverkeer. De associatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder door geluid van vliegverkeer veranderde niet na aanvullende correctie voor positieve verwachtingen. In de NORAH-studie [48] is de invloed van positieve verwachtingen over de invloed van vliegverkeer onderzocht. Uit de analyses bleek dat het hebben van positieve verwachtingen negatief was geassocieerd met hinder door geluid van vliegverkeer: hoe positiever de verwachtingen over het vliegverkeer, hoe minder hinder er werd gerapporteerd of andersom. In groepen waarin geen grote veranderingen in geluidniveau waren en waar het geluid met meer dan 2 dB toenam, bleken de verwachtingen een belangrijke bijdrage te leveren aan de verandering in de gerapporteerde hinder. De onderzoekers hebben tevens onderzocht in hoeverre de verwachtingen die de deelnemers hadden, van invloed waren op de relatie tussen geluid van vliegverkeer en de hinder die de deelnemers rapporteerden. Het bleek dat de relatie tussen geluid van vliegverkeer veranderde naarmate deelnemers het meer eens waren met de verwachting dat het vliegverkeer de regionale ontwikkeling ondersteunt en de kwaliteit van leven van de bewoners bevordert. Naarmate mensen positievere verwachtingen hebben, begint de relatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder bij hogere geluidniveaus en is het verloop minder stijf. Dit is in overeenstemming met de bevindingen van Houthuijs en collega's [50].

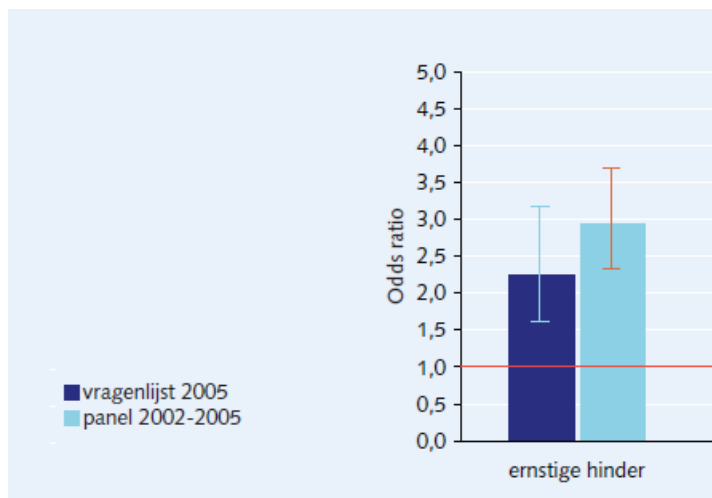


Figuur 6. De relatie tussen geluid van vliegverkeer en het percentage ernstige hinder door geluid van vliegverkeer voor verschillende groepen mensen die verschillende verwachtingen hebben over de invloed van de luchtvaart op ontwikkeling van de regio waarin ze wonen en over de invloed op de kwaliteit van hun leefomgeving (Bron: [48])

### Houding

Houding of attitude geeft weer hoe mensen aankijken tegen de mogelijke veroorzakers (bijvoorbeeld luchthaven of de overheid) van het lawaai: positief of juist niet.

In het eerste GES-vragenlijstonderzoek zijn verschillende indicatoren onderzocht die iets zeggen over de houding ten opzichte van de groei van Schiphol. Deze bleken samen te hangen met hinder. Mensen die vonden dat Schiphol een mooi bedrijf was waar Nederland trots op moet zijn, rapporteerden minder hinder dan mensen die dat niet vonden. Hetzelfde geldt voor een positieve houding ten aanzien van de groei van Schiphol. Een positieve houding ten aanzien van (de groei van) Schiphol hangt statistisch significant samen met een sterkere relatie tussen geluid van vliegverkeer en de hinderscore (toename van correlatie van 0,26 naar 0,63) [38]. De resultaten van het tweede en derde GES-vragenlijstonderzoek en het panelonderzoek van 2002-2005 bevestigen dit beeld [9, 39].



*Figuur 7. De verhouding (Odds Ratio) tussen het percentage ernstige hinder en het indienen van klachten onder omwonenden die een negatieve houding hebben ten aanzien van Schiphol of de Rijksoverheid ten opzichte van het percentage onder omwonenden die een positieve houding hebben, gecontroleerd voor geluid en niet-akoestische factoren, inclusief 95% betrouwbaarheidsinterval (Uit:[35])*

Uit de analyses van het tweede GES-vragenlijstonderzoek bleek tevens dat de houding die mensen hebben ten opzichte van Schiphol en de overheid een belangrijke bijdrage aan de prevalentie van ernstige hinder levert. De bijdrage was vergelijkbaar met de blootstelling aan geluid van vliegverkeer (uitgedrukt in  $L_{DEN}$ ).

Ook in de Duitse luchthavenprojecten is de rol van houding onderzocht. In het COSMA-project is de invloed van de houding ten opzichte van de luchthaven op de mate van hinder onderzocht. Uit de analyses bleek dat naarmate mensen een positievere houding hebben ten opzichte van de luchthaven, ze minder hinder rapporteerden [45].

In de NORAH-studie [48] is onderzocht in welke mate de houding die mensen hadden ten opzichte van luchtvaart geassocieerd wordt met de gerapporteerde hinder in 2011. In de groepen die te maken hadden met een afname van meer dan 2 dB dan wel met een toename van meer dan 2 dB, bleek dat het hebben van een meer positieve houding ten opzichte van luchtvaart negatief was geassocieerd met hinder door geluid van vliegverkeer: naarmate mensen luchtvaart minder als milieuvuilend evalueerden, des te minder hinder er werd gerapporteerd. In beide groepen bleek het oordeel over hoe milieuvuilend luchtvaart was, ook een belangrijke bijdrage te leveren aan de verandering in gerapporteerde hinder. In de groepen waarin grote veranderingen in geluidniveau waren te verwachten, bleek ook het oordeel dat vliegverkeer al dan niet gevaarlijk was, een belangrijke bijdrage te leveren aan de verandering in de gerapporteerde hinder.

#### *Economische binding*

In het eerste GES-vragenlijstonderzoek is onderzocht wat de invloed is van economische binding. Uit de analyses bleek dat het hebben van persoonlijk nut van Schiphol, de hinder vermindert. Mensen die aangeven dat hun werkzaamheden of die van hun huisgenoten direct of indirect verband houden met Schiphol, rapporteerden minder hinder dan

de mensen die aangaven dat hun werkzaamheden of die van hun huisgenoten geen verband houden met Schiphol. De correlatie tussen geluid van vliegverkeer en ernstige hinder wordt echter sterker door het hebben van persoonlijk nut: de correlatie tussen geluid van vliegverkeer en hinder nam toe van 0,26 naar 0,54 [38].

### **Demografische kenmerken**

De mogelijke invloed van demografische kenmerken als leeftijd, geslacht, opleiding of inkomen zijn in het verleden onderzocht door middel van een meta-analyse [25] en door middel van her-analyses van bestaande data [27, 59].

Uit de analyses van Miedema en Vos [27] en Fields [25] blijkt dat de invloed van geslacht op de gerapporteerde hinder niet consistent is. Mogelijk is dit afhankelijk van het aantal uren dat men thuis is [55]. Voor leeftijd wordt in de meeste onderzoeken gevonden dat vooral mensen in de leeftijd van dertig tot vijftig jaar meer hinder rapporteren ten opzichte van zowel jongere als oudere groepen. Het verschil is echter klein: volgens Miedema en Vos [27] gaat het om maximaal 3 dB. Daarnaast wordt er voor leeftijd vaak ook een (omgekeerd) U-vormig verband gevonden. Zo vonden Van Gerven en collega's [59] op basis van een her-analyse van gegevens van 62.983 personen afkomstig van verschillende studies (waaronder ook Nederlandse) dat de prevalentie ernstige hinder het hoogst was in de groep deelnemers van middelbare leeftijd (met een piek bij 45 jaar), terwijl de prevalentie van ernstige hinder juist het laagst was in zowel de oudste als de jongste leeftijdsgroepen. Dit patroon was onafhankelijk van de geluidbelasting en een niet-akoestische factor als geluidgevoeligheid.

In de analyses van Fields [25] en Miedema en Vos [27] zijn aanwijzingen gevonden dat mensen met een hogere sociaaleconomische status iets vaker gehinderd zijn. De verschillen zijn volgens Miedema en Vos [27] echter klein (oplopend tot maximaal 3 decibel).

Ook rondom Schiphol is in het verleden de invloed van demografische factoren onderzocht. In zowel een panelstudie als in de vragenlijstonderzoeken is een aantal sociaal-demografische en sociaaleconomische kenmerken van de individuele respondenten meegenomen: leeftijd, geslacht, opleiding, beroepssituatie en werkrelatie met Schiphol. Deze kenmerken bleken wel enige invloed te hebben op ernstige hinder, maar de omvang was beperkt. De belangrijkste onderscheidende factor in de onderzoeken rondom Schiphol was opleiding. Hoger opgeleiden in het panelonderzoek waren vaker ernstig gehinderd. In het vragenlijstonderzoek was dit alleen voor klagen statistisch significant.

In het vragenlijstonderzoek rondom de militaire luchthaven Geilenkirchen is alleen de invloed van geslacht onderzocht. Uit de resultaten bleek dat mannen iets meer gehinderd zijn dan vrouwen [40]. Dit wijkt af van de meeste onderzoeken, waarin vrouwen juist meer geluidhinder ondervinden [27].

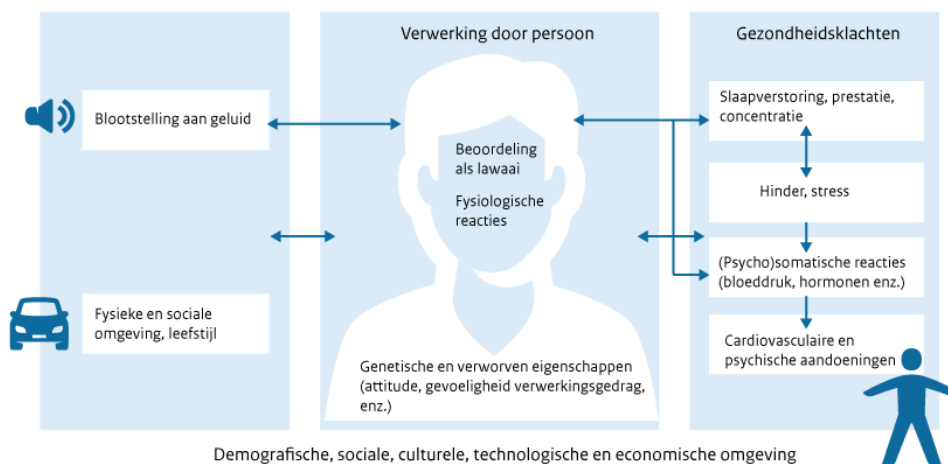


## Bijlage 5 Geluid en gezondheid

De negatieve invloed van geluid op onze gezondheid kan grotendeels worden verklaard door stress [14, 22, 92-94]. Omgevingsgeluid wordt namelijk beschouwd als een stressor. Wanneer je wordt blootgesteld aan stressoren, veroorzaakt dat in eerste instantie allerlei lichamelijke reacties. Zo wordt het lichaam in staat van paraatheid gebracht door het autonome zenuwstelsel ((nor-)adrenaline komt vrij). Daardoor neemt de hartslag toe en stijgt de bloeddruk, worden spieren aangespannen, en wordt de ademhaling versneld. Ook zal de productie van cortisol stijgen, waardoor de bloeddrukspiegel stijgt en de stofwisseling versneld wordt. Normaal gesproken is dit een heel normale en gezonde lichamelijke reactie. Immers, het helpt om beter te presteren. Echter, als deze situatie te lang duurt of heel vaak voorkomt, dan heeft het lichaam geen tijd om te herstellen. Dan kunnen er klachten en aandoeningen ontstaan zoals hart- en vaatziekten. Bovendien, bij ongezonde stress ontstaat vaak ook een ander gedrag. Dit kan op termijn ook weer van invloed zijn op de gezondheid.

De blootstelling aan omgevingsgeluid kan daarnaast ook psychische stress veroorzaken: als iemand zich maar vaak en lang genoeg ergert/stoort aan het omgevingsgeluid, kan dat ook schadelijk zijn voor de gezondheid. Met andere woorden: effecten kunnen ook het gevolg zijn van de beoordeling ('*appraisal*') van het geluid. In onderstaand model wordt verondersteld dat een deel van de gezondheidseffecten van geluid ontstaan doordat een individu het geluid (soms onbewust) als ongewenst beoordeelt. Deze negatieve beoordeling van geluid kan niet alleen tot acute fysiologische effecten leiden, maar ook tot psychologische effecten (zoals hinder) leiden.

Model voor de relatie tussen geluid en gezondheid



Bron: Gezondheidsraad, 1999; bewerkt door het RIVM

Figuur 1. Conceptueel model geluid en gezondheid (afgeleid van: [93])

**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*