

RIVM Briefrapport 630310003/2008, bijlage bij brief 248/08 BMV RW/RvP

## **Gezondheids- en belevingseffecten Vliegbasis Geilenkirchen**

**Een verkenning**

RIVM

Contact:

R. van Poll

MGO

[ric.van.poll@rivm.nl](mailto:ric.van.poll@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), in het kader van project 630310/02 'NIMBY-onderzoek'.

Dit briefrapport is tot stand gekomen met bijdragen van (in alfabetische volgorde):

O. Breugelmans

P. Fischer

D. Houthuijs

R. van Poll

W. Swart

Centrum voor Milieu Gezondheid Onderzoek (MGO), RIVM

© RIVM 2008

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'.

## Briefrapport in het kort

### **Gezondheids- en belevingseffecten Vliegbasis Geilenkirchen. Een verkenning**

Het verwachte aandeel kinderen met een zwakke leesprestatie in de Nederlandse regio rond de vliegbasis Geilenkirchen als gevolg van blootstelling aan geluid van het militaire vliegverkeer bedraagt ongeveer 7% oftewel 1 à 2 kinderen extra (groep 8) binnen de 50 dB(A) geluidcontour. Het verwachte aandeel gevallen van verhoogde bloeddruk bij volwassenen in de regio bedraagt ongeveer 3% oftewel ruim 100 personen extra binnen de 50 dB(A) geluidcontour. Het verwachte aandeel gevallen van acute hartinfarct in de regio bedraagt ongeveer 4% oftewel ongeveer 1 hartinfarct per 40 jaar extra bij personen binnen de 60 dB(A) geluidcontour. De beleving van de leefomgeving door de inwoners is negatiever dan voor de Nederlandse populatie. Vooral in Onderbanken, Brunssum en Schinnen wordt veel hinder en bezorgdheid ervaren.

Dit zijn de belangrijkste resultaten van een verkennende studie naar een aantal effecten van het militair vliegverkeer rond de vliegbasis Geilenkirchen die het RIVM in opdracht van het Ministerie van VROM heeft uitgevoerd in mei en juni 2008.

Op basis van de berekende blootstelling aan geluid van het militair vliegverkeer is geschat hoeveel inwoners blootstaan aan een bepaald geluidsniveau. Vervolgens is met behulp van recente (literatuur)gegevens en blootstelling-respons relaties het effect van blootstelling aan geluid van militair vliegverkeer op het vóórkomen van (een zwakke) leesprestatie, verhoogde bloeddruk en acute hartinfarct geschat.

# Inhoudsopgave

|          |                                                    |           |
|----------|----------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                                   | <b>5</b>  |
| 1.1      | Achtergrond en doel                                | 5         |
| 1.2      | (Gezondheids)effecten                              | 6         |
| 1.3      | Methode                                            | 6         |
| 1.4      | Blootstellingssituatie en aantallen blootgestelden | 7         |
| <b>2</b> | <b>Geschatte omvang van de effecten</b>            | <b>10</b> |
| 2.1      | Beleving                                           | 10        |
| 2.1.1    | Hinder                                             | 10        |
| 2.1.2    | Zelfgerapporteerde slaapverstoring                 | 13        |
| 2.1.3    | Ervaren Gezondheid                                 | 13        |
| 2.1.4    | Woontevredenheid                                   | 15        |
| 2.1.5    | Bezorgdheid                                        | 15        |
| 2.2      | Leesprestatie bij kinderen                         | 16        |
| 2.3      | Gezondheid                                         | 18        |
| 2.3.1    | Luchtverontreiniging                               | 18        |
| 2.3.2    | Geluid                                             | 19        |
| <b>3</b> | <b>Discussie en Conclusies</b>                     | <b>23</b> |
| 3.1      | Beleving                                           | 23        |
| 3.2      | Leesprestatie                                      | 23        |
| 3.3      | Gezondheidseffecten                                | 24        |
| 3.4      | Conclusies:                                        | 25        |
| <b>4</b> | <b>Literatuur</b>                                  | <b>26</b> |
|          | <b>Bijlage 1 Tabel Beleving</b>                    | <b>29</b> |

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond en doel

In juni 2005 heeft de toenmalig minister van VROM besloten artikel 40 van de Wet op de Ruimtelijke Ordening (NIMBY-procedure) toe te passen op bestemmingsplannen (Schinveld-Oost en Buitengebied) van de gemeente Onderbanken. De minister doet dit om op deze wijze de door de NAVO gewenste veilige vliegbanen ('vliegfunnel') te realiseren. Deze zijn nodig vanwege de opstijgende en landende militaire vliegtuigen vanaf de Vliegbasis Geilenkirchen (waaronder AWACS) over Nederlands grondgebied.

Als gevolg hiervan wordt in januari 2006 in totaal 6 hectare bos (gebied a) gekapt in het Schinveldse bos, gemeente Onderbanken. Nog eens 1 hectare (b) staat op de rol te worden gekapt. Van een ander gebied van 13 hectare (c) moeten bomen die te hoog gaan doorgroeien worden gekapt.

Enkele partijen gaan in beroep tegen deze 'NIMBY'-procedure en in juli 2008 doet de Raad van State uitspraak in een bodemprocedure (Raad van State, zaaknummer 200603057/1 d.d. 18 juli 2007). De Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State komt tot de conclusie dat de minister niet bevoegd was om voor het gebied van 13 hectare (c) de 'NIMBY'-procedure te voeren. Voor de overige 7 hectare is volgens de Afdeling bestuursrechtspraak wel aan de eisen van de wet voldaan maar is de Raad van oordeel dat het besluit van de minister van VROM onzorgvuldig is voorbereid en niet deugdelijk is gemotiveerd. De raad schorst het besluit voor de overgebleven hectare bos. De afdeling is van oordeel dat: "De enkele stelling dat weliswaar onmiskenbaar sprake is van een aan de Awacs-vliegtuigen gekoppelde negatieve gezondheidsbeleving, maar vooralsnog uit daarop gerichte onderzoeken niet is gebleken van meetbare fysieke/klinische effecten, kan niet als een draagkrachtige motivering worden aangemerkt. Het had op de weg van verweerder gelegen om bij zijn standpuntbepaling in ieder geval de meest actuele wetenschappelijke inzichten over de relatie tussen overlast en luchtverontreiniging van vliegtuigen enerzijds en (volks)gezondheid anderzijds te betrekken". Tegen het uitblijven van een nieuw besluit op bezwaar zijn beroepen ingesteld. In april 2008 doet de Raad van State uitspraak in deze beroepen en verklaard deze gegrond. De Raad van State draagt de minister op om binnen de gestelde termijn een nieuw besluit te nemen (Raad van State, zaaknummer 200707109/1 d.d. 29 april 2008).

Tegen deze achtergrond heeft het Ministerie van VROM het RIVM verzocht inzichtelijk te maken wat de veranderingen in gezondheidseffecten (aard, omvang) zijn als gevolg van de eventueel veranderende blootstelling (immissies) door het kappen van 6 ha. (a) bos en mogelijke kap van nog 1 ha. (b) bos.

Het RIVM heeft naar aanleiding van deze vraag laten weten dat om aan te kunnen geven of de bomenkap heeft geleid tot gewijzigde immissies, die op hun beurt weer zouden kunnen leiden tot veranderingen in gezondheidseffecten, het van belang is de blootstellings situatie (voor en na) te kennen. Voor zover bekend zijn er alleen voor- en nametingen voor geluid (zie NLR-rapportages 2004 en 2006, Lania 2004, 2006) en dan nog slechts voor een beperkt aantal punten. Dit is te weinig om een volledige gezondheidseffectschatting (voor geluid) op te baseren. Het is wel mogelijk om voor een aantal relevante gezondheidseindpunten inschattingen te maken (orde grootte) van het vóórkomen van deze effecten in de

bevolking als gevolg van blootstelling van activiteiten van de vliegbasis en het militair vliegverkeer (cf. eerder RIVM advies (Tweede kamer, 2005)).

De vraagstelling naar aanleiding van het verzoek van VROM is dan ook als volgt geformuleerd:

*Wat is de geschatte omvang van een aantal (gezondheids)effecten in de bevolking rond de vliegbasis Geilenkirchen als gevolg van blootstelling aan emissies van militair vliegverkeer van de vliegbasis, in het bijzonder de AWACS-vliegtuigen?*

## 1.2 (Gezondheids)effecten

Relevante emissies van militair vliegverkeer zijn: geluid, geur en luchtverontreiniging, daarnaast brengt vliegverkeer externe veiligheidsrisico's met zich mee. Effecten die met emissies en de aanwezigheid van vliegverkeer in verband worden gebracht zijn vrij divers zoals: aantasting van de woontevredenheid, verminderde leesprestatie bij kinderen, hinder, bezorgdheid, slaapverstoring, afname van de ervaren gezondheid, hypertensie en acuut myocard infarct. Samengevat zijn dit de volgende effecten: 1) belevingsaspecten, 2) leesprestatie en 3) gezondheidseffecten.

Van de hierboven genoemde effecten zijn recente (literatuur)gegevens beschikbaar en zijn blootstelling respons relaties beschikbaar op basis waarvan de omvang van effecten kan worden geschat. Vliegverkeer wordt ook wel geassocieerd met een toename van bepaalde medicijnen, aantasting van het hormoon- en immuunsysteem, psychische stoornissen en een verlaagd geboortegewicht. Voor het optreden van deze effecten is de wetenschappelijke bewijslast bij de geluidniveaus zoals die rond vliegvelden wordt aangetroffen nog onvoldoende (Van Kamp et al., 2004).

## 1.3 Methode

Voor de belevingsaspecten (hinder, slaapverstoring, ervaren gezondheid, woontevredenheid en bezorgdheid) is gebruik gemaakt van de resultaten van het onlangs afgeronde RIVM-onderzoek 'Belevingsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen. Percepties van Nederlandse bewoners', (RIVM, 2008). Dit betreft een grootschalig vragenlijst onderzoek waaraan in totaal 2500 inwoners deelnamen uit negen Nederlandse gemeenten die binnen de invloedssfeer van de vliegbasis liggen. De vragenlijst ging onder andere in op de bovengenoemde belevingsaspecten. De vragenlijst is in augustus-september 2007 afgenomen.

Voor luchtverontreiniging zijn door de NLR gemodelleerde immissies van fijn stof (PM10) en stikstofdioxide (NO2) (zie Lania et al., 2008b) vergeleken met referentiewaarden afkomstig van registraties uit het Landelijk Luchtmeetnet (RIVM, 2005).

Om een kwantitatieve inschatting te kunnen maken van de omvang van effecten op leesprestaties, hypertensie en acuut myocard infarct die gerelateerd zijn aan de blootstelling aan geluid moet informatie beschikbaar zijn over hoeveel mensen aan welke geluidniveaus worden blootgesteld. Ook zijn blootstelling-respons relaties nodig. Deze relaties geven per geluidniveau weer welk percentage van de populatie kans heeft op een bepaald effect.

De blootstelling aan geluid van het militair vliegverkeer in de regio rond de basis Geilenkirchen is berekend in  $L_{den}$ . Dit is gedaan voor de jaren 2005 en 2007. De berekeningen zijn uitgevoerd door de NLR volgens de gebruikelijke methode (Lania, 2008a) en een standaard rekenvoorschrift (van der Wal, 2001a, 2001b). Op basis van de berekende blootstelling aan geluid is geschat hoeveel inwoners blootstaan aan een bepaald geluidsniveau. Hiertoe zijn de geluidgegevens gekoppeld aan gegevens uit het Woning en Populatiebestand. Dit bestand bestaat uit een verwijzende sleutel naar het AdresCoördinatenbestand Nederland (ACN), aangevuld met de velden woningtype, bouwjaar woning, aantal woningen per 6ppc en gemiddeld aantal bewoners per woning afkomstig uit het Geomarktprofiel. Door koppeling met het bedrijvenbestand is de functie van een adres bepaald.

Voor leesprestaties bij kinderen is gebruikt gemaakt van de resultaten van recent verschenen Europees onderzoek (RANCH; Stansfeld et al., 2005; Clark et al., 2006). In RANCH is de invloed van geluid van onder andere (burger)vliegverkeer op ondermeer de leesprestatie van 9-11 jarige schoolkinderen onderzocht. Dit onderzoek is rond drie Europese luchthavens (Amsterdam, London en Madrid) uitgevoerd en in totaal hebben 2844 kinderen aan het onderzoek deelgenomen. Voor de relatie tussen vliegtuiggeluid en hypertensie is gebruik gemaakt van de resultaten van een meta-analyse die is uitgevoerd met de resultaten van vijf studies in het kader van een nog niet afgerond project van de Wereldgezondheidsorganisatie over de effecten van vliegtuiggeluid (Babisch en van Kamp, persoonlijke mededeling). Voor acuut myocard infarct als gevolg van blootstelling aan geluid is gebruik gemaakt van de resultaten van meta-analyses van Babisch (2006, 2008) en van Kempen en Houthuijs (2008).

De berekende effecten van militair vliegverkeer op de leesprestatie, hypertensie en acuut myocard infarct worden naast verwachte absolute aantallen ook weergegeven als een 'populatie attributief risico (PAR)'. Een PAR geeft het aandeel gevallen weer van een effect dat samenhangt met de onderzochte blootstelling. Met andere woorden een PAR geeft het aandeel gevallen weer dat zou worden vermeden wanneer er geen blootstelling was aan de onderzochte factor onder de aanname dat geen van de andere risicofactoren verandert en dat er sprake is van een direct oorzakelijke relatie tussen de blootstelling aan militair vliegtuiggeluid en het betreffende effect.

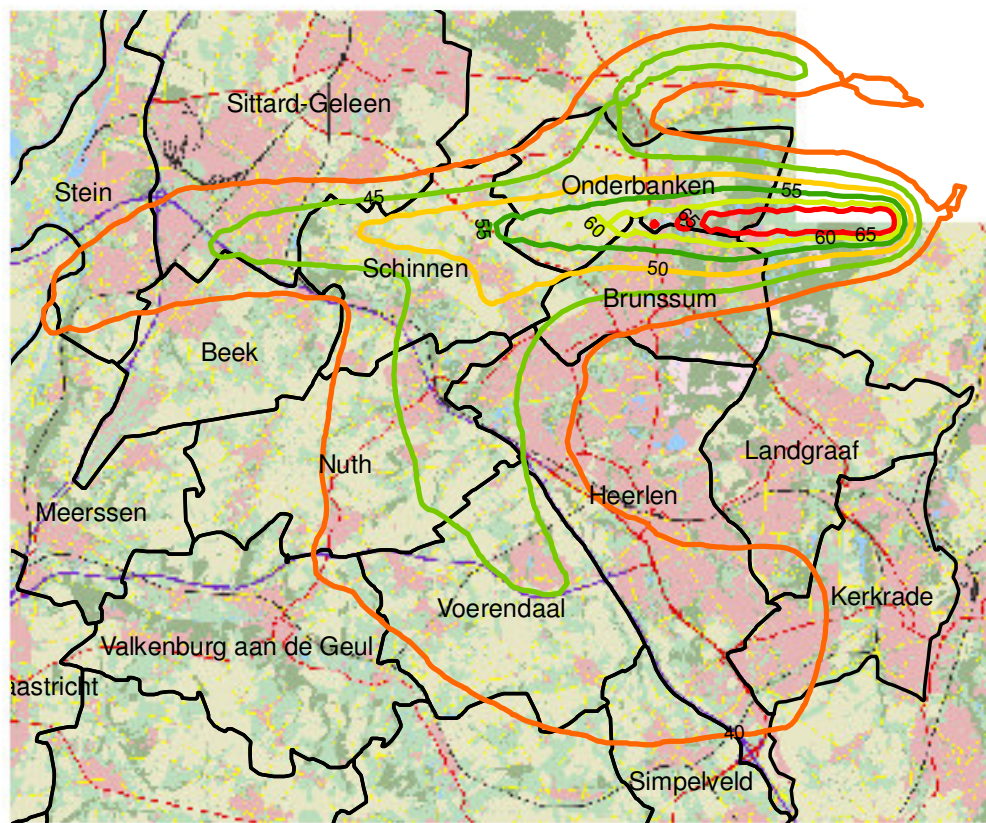
## 1.4 Blootstellingssituatie en aantallen blootgestelden

De blootstelling aan emissies van militair vliegverkeer wordt vooral bepaald door de vliegbewegingen van en naar de vliegbasis. Daarnaast zijn er emissies als gevolg van activiteiten op de basis zelf. In 2005 was het aantal vliegbewegingen 3214, waarvan 15 weekend of nacht vliegbewegingen. In 2007 waren dit 2794 vliegbewegingen, waarvan 7 weekend of nacht vliegbewegingen (Commissie AWACS, 2007). Een vermindering van het aantal vliegbewegingen van ongeveer 13% ten opzichte van 2005.

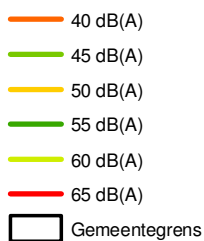
In Figuur 1 zijn de geluidscontouren<sup>1</sup> ( $L_{den}$  per 5 dB(A)) van geluid van militair vliegverkeer weergegeven. De invloed van vliegverkeer van andere vliegvelden in de regio (bijvoorbeeld Maastricht-Aachen Airport, Liege Airport) is hierin niet verdisconteerd.

---

<sup>1</sup> De  $L_{den}$  is een geluidsbelastingmaat en spreekt men van geluidsbelasting, geluidsbelastingcontour en geluidsbelastingniveau enzovoorts. Voor de leesbaarheid wordt in dit briefrapport echter geluid, geluidcontour en geluidsniveau gehanteerd.



#### geluidcontouren Lden 2007



**Figuur 1 Blootstelling aan geluid van militair vliegverkeer in contouren van 5 dB(A) vanaf 40 dB(A).**

In Tabel 1 is vanaf 40 dB(A) per geluidcontour van 5 dB(A) het aantal inwoners weergegeven dat aan deze niveaus is blootgesteld. Deze aantallen zijn bepaald zoals beschreven in paragraaf 1.3 Methode. In 2005 wonen ongeveer 184.000 mensen binnen de 40 dB(A) contour, in 2007 is dit aantal iets lager, ongeveer 177.000, vermoedelijk als gevolg van de afname in het aantal vluchten in 2007 ten opzicht van 2005, waardoor de geluidcontouren kleiner zijn geworden. In totaal zijn in 2005 ongeveer 19.700 en in 2007 ongeveer 16.100 mensen blootgesteld aan een geluidniveau van 50 dB(A) of meer. Uit Figuur 1 blijkt dat dit met name inwoners betreft in de gemeente Onderbanken, Brunssum en Schinnen. Het aantal inwoners blootgesteld aan een geluidniveau van 60 dB(A) of meer bedraagt bijna 350 mensen in 2005 en ruim 300 mensen in 2007. Dit betreft met name inwoners van Onderbanken en Brunssum.

**Tabel 1 Aantal inwoners per Lden categorie (5 dB(A)) en per contour 2005 en 2007**

| <b>Lden<br/>catgeorie</b> | <b>Inwoners<br/>per<br/>categorie<br/>2005</b> | <b>Lden<br/>contour</b> | <b>Inwoners<br/>per<br/>contour<br/>2005</b> | <b>Lden<br/>catgeorie</b> | <b>Inwoners<br/>per<br/>categorie<br/>2007</b> | <b>Lden<br/>contour</b> | <b>Inwoners<br/>per<br/>contour<br/>2007</b> |
|---------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|
| 40-44 <sup>2</sup>        | 99127                                          | ≥ 40                    | 183702                                       | 40-44                     | 113394                                         | ≥ 40                    | 176715                                       |
| 45-49                     | 64861                                          | ≥ 45                    | 84575                                        | 45-49                     | 47250                                          | ≥ 45                    | 63321                                        |
| 50-54                     | 13201                                          | ≥ 50                    | 19714                                        | 50-54                     | 11974                                          | ≥ 50                    | 16071                                        |
| 55-59                     | 6171                                           | ≥ 55                    | 6513                                         | 55-59                     | 3780                                           | ≥ 55                    | 4097                                         |
| 60-64                     | 308                                            | ≥ 60                    | 342                                          | 60-64                     | 308                                            | ≥ 60                    | 317                                          |
| 65 en >                   | 34                                             | ≥ 65                    | 34                                           | 65 en >                   | 9                                              | ≥ 65                    | 9                                            |

<sup>2</sup> Als gevolg van de rekenmethode voor de geluidniveaus kan de 40 Lden contour kleiner uitvallen dan dat deze feitelijk is. Hierdoor kan het geschat aantal inwoners lager uitvallen dan in werkelijkheid het geval is. Dit geldt overigens alleen voor de 40 Lden categorie. Dit heeft dus geen invloed op de schatting van de omvang van de gepresenteerde effecten daar deze pas vanaf 50 Lden veronderstelt worden op te treden.

## 2 Geschatte omvang van de effecten

Zoals in de inleiding is aangegeven worden verschillende typen (gezondheids)effecten beschreven: 1) belevingsaspecten zoals hinder, slaapverstoring, woontevredenheid en bezorgdheid, 2) leesprestatie bij kinderen en 3) gezondheidseffecten: hypertensie en acuut myocard infarct. Het vóórkomen van de effecten wordt weergegeven in aantallen of percentages, voorzien van een 95%-betrouwbaarheidsinterval (bi).

### 2.1 Beleving

Zoals aangegeven in paragraaf 1.3 Methode is voor de belevingsaspecten gebruik gemaakt van de resultaten van het 'Belevingsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen', (RIVM, 2008). In het 'Belevingsonderzoek' is beleving omschreven als 'het geheel van overtuigingen, attitudes, oordelen en gevoelens die mensen erop nahouden ten aanzien van de vliegbasis Geilenkirchen en het militair vliegverkeer. Het belevingsonderzoek is uitgevoerd onder inwoners van de gemeenten Schinnen, Brunssum, Onderbanken, Heerlen, Kerkrade, Landgraaf, Nuth, Simpelveld en Voerendaal. In totaal namen 2500 inwoners deel aan het onderzoek. In deze onderzoeksregio woonden ten tijde van het onderzoek ongeveer 220.000 mensen van 18 jaar en ouder, de leeftijdsgrens voor deelname aan het onderzoek.

Achtereenvolgens komen aan bod ernstige hinder van geluid, geur en trillingen, ernstige slaapverstoring, ervaren gezondheid, woontevredenheid en ernstige bezorgdheid over het wonen in de buurt van een militaire vliegbasis. In de tekst worden percentages weergegeven. In Bijlage 1 worden schattingen van aantallen inwoners gegeven.

#### 2.1.1 Hinder

De activiteiten op en rond de vliegbasis Geilenkirchen veroorzaken geluid, geur en trillingen. De omwonenden kunnen hier hinder door ervaren. Er bestaat een grote verscheidenheid in individuele hinderbeleving bij verschillende geluid- en geurniveaus. Dit maakt het lastig om uitspraken te doen over de verwachte hinder die een individu zal ondervinden. Het is wel mogelijk om vast te stellen welk deel van de bevolking (ernstige) hinder kan ervaren van omgevingsfactoren (geluid, geur, trillingen). Het percentage ernstig gehinderden is een maat voor de hinder die de bevolking ervaart over een langere periode door blootstelling aan omgevingsfactoren. Het geeft geen inzicht in de acute hinderbeleving van kortdurende variaties in blootstelling door vliegtuigpassages.

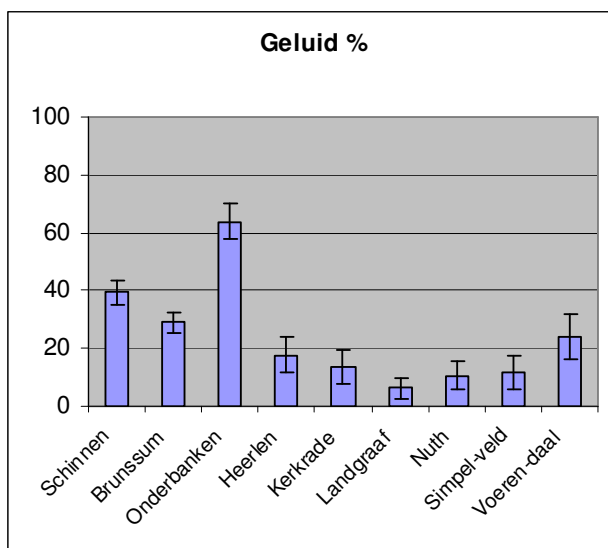
Ernstige hinder is bepaald met behulp van een gestandaardiseerde vraag (ISO, 2003). Respondenten geven op een 11-puntsschaal (0-10, geen hinder – zeer veel hinder) de mate van ervaren hinder gedurende het afgelopen jaar weer. Het aandeel respondenten dat 8 of meer scoort noemen we ernstig gehinderd.

In het jaar voorafgaand aan het belevingsonderzoek (augustus 2006 tot en met juli 2007) meldt de Commissie AWACS 2724 vliegbewegingen waarvan 10 weekend en nachtvliegbewegingen.

#### *Geluid*

Op basis van de gegevens van het vragenlijstonderzoek bedraagt het aandeel inwoners van 18 jaar of ouder in de gemeenten Schinnen, Brunssum, Onderbanken, Heerlen, Kerkrade, Landgraaf, Nuth, Simpelveld en Voerendaal dat ernstige hinder ervaart als gevolg van militair vliegverkeer van de vliegbasis Geilenkirchen

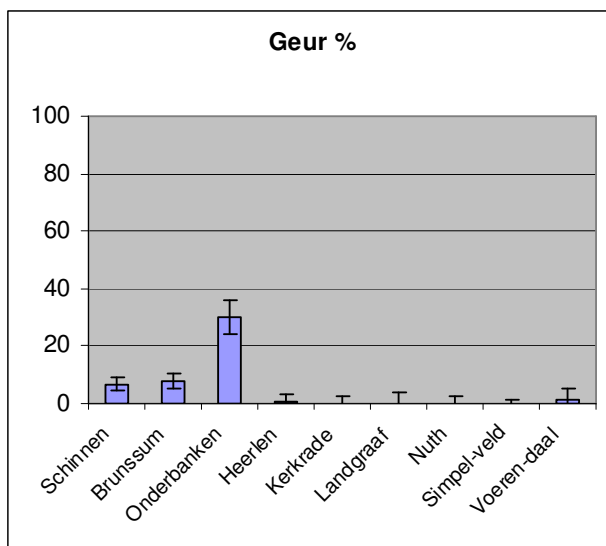
18,6% (bi: 16,0 - 21,1). Op basis van dit aandeel bedraagt het aantal mensen dat ernstige geluidhinder ervaart naar schatting 41.200 (bi: 35.500 – 46.800). In het hele onderzoeksgebied wordt ernstige geluidhinder van militair vliegverkeer ervaren (Figuur 2). In de gemeenten Onderbanken, Schinnen en Brunssum is het aandeel ernstig geluidsgehinderden het hoogst. Het aantal ernstig geluidsgehinderden is het hoogst in de gemeente Brunssum. Voor heel Nederland bedraagt het aandeel ernstig geluidsgehinderden als gevolg van militair vliegverkeer 6% (Franssen et al., 2004). Het aandeel ervaren geluidhinder ligt al enige jaren op dit niveau (RIVM, 2008).



**Figuur 2 Aandeel ernstig geluidsgehinderden per gemeente**

#### *Geur*

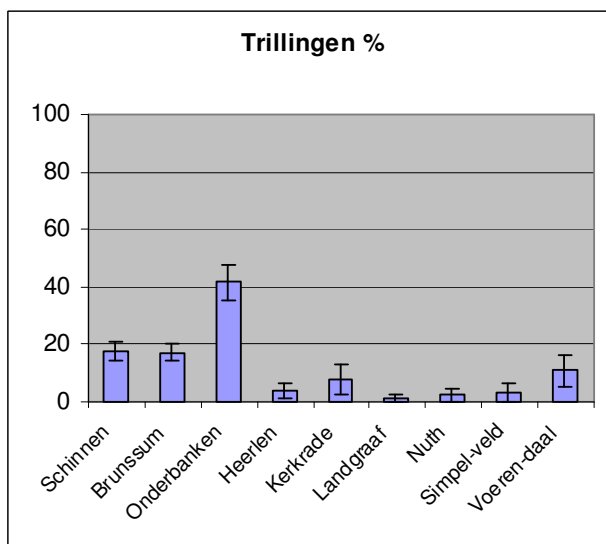
Het aandeel inwoners dat in het onderzoeksgebied ernstige geurhinder ervaart als gevolg van militair vliegverkeer van de vliegbasis Geilenkirchen bedraagt 5,2% (bi: 3,9 – 6,4). Het aantal mensen dat ernstige geurhinder ervaart bedraagt naar schatting 11.500 (bi: 8.600 – 14.200). Het aandeel ernstige geurhinder is het hoogst in de nabijheid van de vliegbasis: met name Onderbanken en in mindere mate in Brunssum en Schinnen (Figuur 3).



**Figuur 3 Aandeel ernstig geurgehinderden per gemeente**

#### *Trillingen*

Het aandeel inwoners dat ernstige trillingshinder ervaart als gevolg van militair vliegverkeer van de vliegbasis Geilenkirchen bedraagt 7,6% (bi: 6,2 – 9,1). Het aantal mensen dat ernstige trillingshinder ervaart bedraagt naar schatting 16.800 (bi: 13.700 – 20.100). Het aandeel ernstig ervaren trillingshinder is het hoogst nabij de vliegbasis, in Onderbanken gevolgd door Schinnen en Brunssum (Figuur 4).



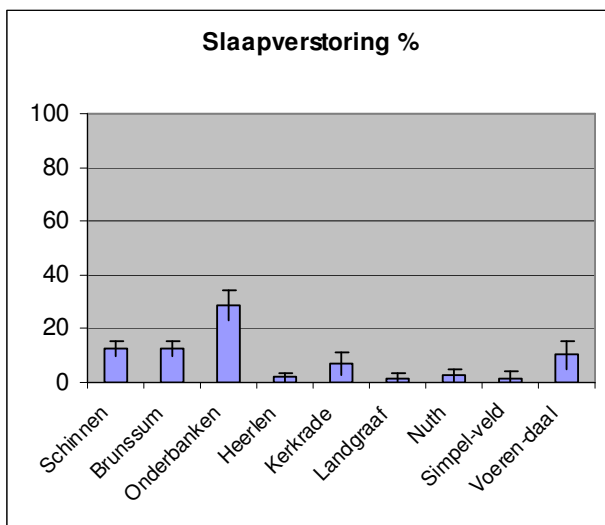
**Figuur 4 Aandeel ernstig trillingsgehinderden per gemeente**

### 2.1.2 Zelfgerapporteerde slaapverstoring

(Nachtelijk) geluid kan de slaap beïnvloeden (Gezondheidsraad, 2004). Dit kan tot uiting komen in wijzigingen in het inslapen, doorslapen, beweeglijkheid tijdens de slaap, de structuur van de slaap, fysiologische aspecten en effecten op de periode na de slaap. Volgens de Gezondheidsraad (2004) is er voldoende bewijs dat nachtelijk geluid de slaapkwaliteit en het algemene welbevinden nadelig beïnvloedt. Dit kan leiden tot hartslagversnelling, motorische onrust, verminderde slaapkwaliteit, slapeloosheid, of het gebruik van slaapmiddelen. Deze effecten zijn niet eenvoudig vast te stellen met een vragenlijst. De gebruikte vraag over de verstoring van de slaap door militair vliegverkeer geeft voornamelijk een indicatie van de (nachtelijke) hinder die omwonenden ervaren.

Ernstige slaapverstoring wordt op een soortgelijke manier als hinder bepaald (11-puntsschaal, aandeel respondenten met ernstige slaapverstoring: score 8 of hoger).

In het jaar voorafgaand aan het belevingsonderzoek (aug 2006 – jul 2007) meldt de Commissie AWACS in totaal 10 week-end en nachtvluchten. Het aandeel inwoners dat ernstige slaapverstoring ervaart als gevolg van militair vliegverkeer van de vliegbasis Geilenkirchen bedraagt 5,7% (bi: 4,5 – 6,8). Het aantal mensen dat ernstige slaapverstoring ervaart bedraagt naar schatting 12.600 (bi: 9.900 – 15.000). Het aandeel ernstig ervaren slaapverstoring is het hoogst in Onderbanken gevolgd door Schinnen en Brunssum (Figuur 5). Het relatief hoge aandeel slaapverstoring in relatie tot het aantal nachtvluchten kan deels worden verklaard door het feit dat relatief veel respondenten aangeven overdag te slapen (30%) en het aandeel ernstige slaapverstoring onder deze groep relatief hoog is (11%).



**Figuur 5 Aandeel ernstige slaapverstoring per gemeente.**

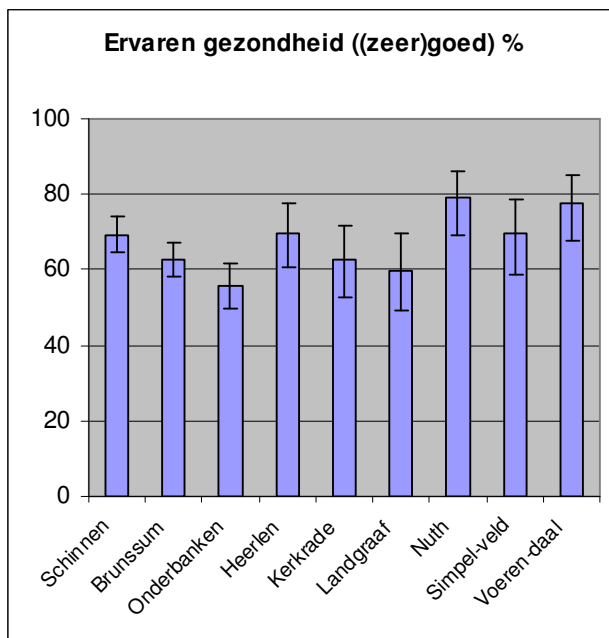
### 2.1.3 Ervaren Gezondheid

Ervaren gezondheid is een oordeel over de eigen gezondheid. Het is een samenvattende maat van allerlei gezondheidsaspecten die relevant zijn voor een persoon. Deze onderliggende gezondheidsaspecten variëren per persoon, maar hebben vaak betrekking op zowel de lichamelijke als de geestelijke

gezondheid. Voorbeelden zijn ziekten, lichamelijke beperkingen en handicaps, fitheid, vermoeidheid en depressieve gevoelens. Ook leefstijlfactoren, zoals voeding, roken en lichamelijke activiteit kunnen mede het oordeel over de eigen gezondheid bepalen (Hoeijmans et al., 2005).

De relatie tussen blootstelling aan geluid van vliegverkeer en een slecht ervaren gezondheid, als indicator van kwaliteit van leven, is in beperkte mate onderzocht (Gezondheidsraad, 1994; WHO, 1999; Van Kempen et al., 2005). Bij onderzoek in de jaren tachtig rond militaire vliegvelden en snelwegen is geen direct verband gevonden tussen blootstelling aan geluid van weg- en vliegverkeer en ervaren lichamelijke gezondheid. Er is wel een indirect verband waargenomen via hinder en met name stressreacties ten gevolge van blootstelling aan geluid (Van Kamp, 1990). Ook in recenter onderzoek (Jabaaij, 2005) is een verband gelegd tussen ervaren gezondheid en de mate van hinder door geluid.

Ervaren gezondheid wordt bevraagd met behulp van een 5-puntsschaal (1: zeer slecht – 5 zeer goed). Het aandeel mensen met een (zeer)goed ervaren gezondheid bestaat uit respondenten met een score van 4 of 5. Het aandeel mensen in Nederland dat zijn of haar gezondheid als (zeer)goed ervaart bedraagt 80% (Mac Gillavry et al., 2007). Het aandeel inwoners in het onderzoeksgebied rond de vliegbasis is lager, namelijk: 66,8% (bi: 63,1 - 70,3). Dit is lager dan het toch al lagere regio specifieke (voormalige GGD-regio Oostelijk Zuid Limburg) percentage van ongeveer 75% (Mac Gillavry et al., 2007). Het aantal mensen in de regio dat zijn of haar gezondheid als goed tot zeer goed ervaart is naar schatting 148.000 (bi: 140.000 – 156.000) (zie Bijlage 1 ). Het aandeel mensen dat zijn of haar gezondheid als (zeer) goed beoordeelt is het laagst in Onderbanken, Landgraaf, Kerkrade en Brunssum (Figuur 6).



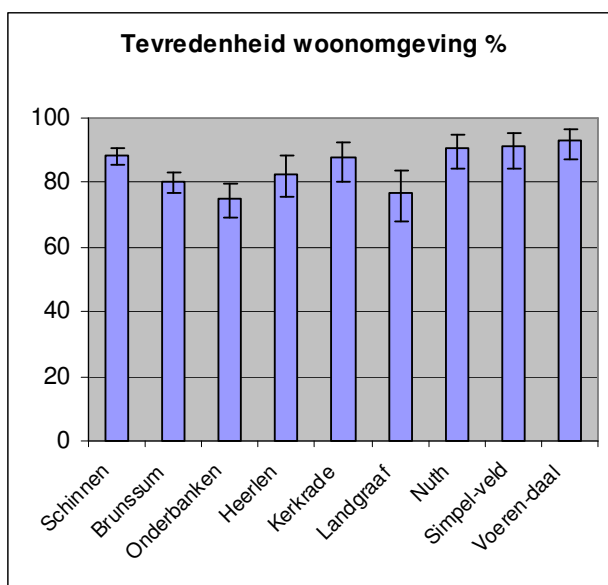
**Figuur 6 Aandeel ervaren gezondheid minstens goed per gemeente**

### 2.1.4 Woontevredenheid

Tevredenheid met het leven kan worden gezien als een optelsom van tevredenheden met afzonderlijke domeinen waaronder de woning en de woonomgeving (Leidemeijer et al., 2003). De tevredenheid met de woning en woonomgeving wordt op hun beurt weer bepaald door een groot aantal factoren. Fysieke kenmerken van de woning (zoals grootte en kwaliteit) en fysieke, sociale en ruimtelijke kenmerken van de woonomgeving (bijvoorbeeld geluids- en geuroverlast, criminaliteit, bevolkingssamenstelling van de buurt, aanwezigheid en kwaliteit van voorzieningen) spelen hierbij een rol (zie onder andere Bonaiuto et al., 1999 en 2003; Ellaway en McIntyre, 2001). De oordelen over deze feitelijke kenmerken bij elkaar genomen, leiden tot een totaaloordeel over de woonomgeving: woontevredenheid.

Woontevredenheid met de woonomgeving is op een 5-puntsschaal gemeten (1: zeer ontevreden – 5: zeer tevreden). Het aandeel mensen dat minstens tevreden is met de woonomgeving bestaat uit respondenten met een score van 4 of 5. Tevredenheid met de woonomgeving in de regio verschilt met 84% (bi 81% - 86%) weinig met het landelijke aandeel van tevredenheid met de woonomgeving (86%).

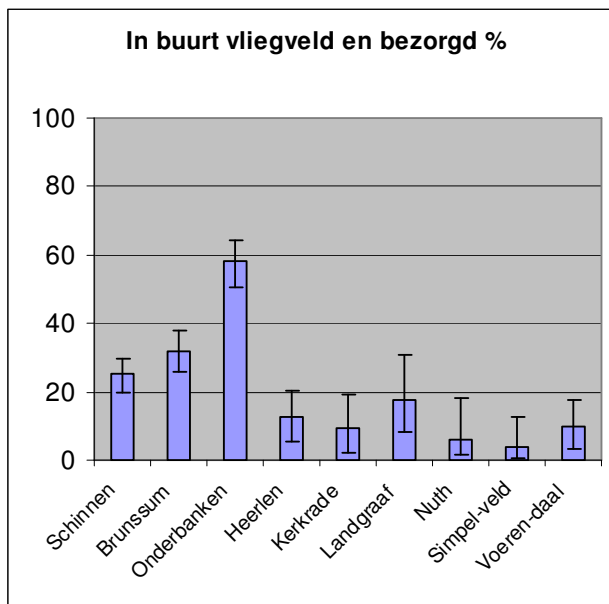
In Onderbanken en Landgraaf is het aandeel ‘minstens tevreden’ het laagst (Figuur 7).



Figuur 7 Aandeel (zeer) tevreden met de woonomgeving per gemeente

### 2.1.5 Bezorgdheid

Bezorgdheid, als laatste beleavingsaspect, is op een soortgelijke manier als hinder bepaald (ook een 11-puntsschaal, aandeel respondenten dat ernstig bezorgd is: score 8 of hoger). Het aandeel inwoners dat ernstig bezorgd is over wonen in de buurt van een militair vliegveld bedraagt 15,9% (bi: 12,1% - 20,2%). Het aantal mensen dat ernstig bezorgd is bedraagt naar schatting 35.000 (bi: 26.900 – 44.800). Het aandeel ernstig bezorgden is het hoogst in de gemeenten Onderbanken, Brunssum en Schinnen (Figuur 8).



**Figuur 8 Aandeel ervaren ernstige bezorgdheid over het wonen in de buurt van een militaire vliegbasis per gemeente**

## 2.2 Leesprestatie bij kinderen

In 1999 formuleerde de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) in “Guidelines for Community Noise” grenswaarden voor geluidniveaus gedurende de dag in klaslokalen (35 dB) en buiten op het schoolterrein (55 dB) vanwege effecten op spraakverstaanbaarheid en op verstoring van informatie-overdracht en -verwerking (Berglund et al., 1999). Uit de recente RANCH studie zijn er duidelijke aanwijzingen dat effecten van vliegtuiggeluid voor de aandacht, het geheugen en lezen bij kinderen onder deze grenswaarden optreden. In het onderzoek is er sprake van een lineaire relatie tussen de blootstelling aan vliegtuiggeluid ( $L_{Aeq,7-23u}$ : geluidniveau tijdens dag en avond) en de testscore van begrijpelijk lezen. Bij toenemende geluidniveaus neemt de testscore af (Stansfeld et al., 2005; Clark et al., 2006); per 5 dB toename in geluid treedt gemiddeld één tot twee maanden leesachterstand op.

Om de omvang van de effecten van vliegtuiggeluid op leesprestatie te kunnen kwantificeren is een analyse uitgevoerd met de gegevens van de RANCH studie. Hierbij is de invloed van vliegtuiggeluid op de leesprestatie beschreven als een verhoogde kans op een zwakke test voor begrijpelijk lezen. Deze benadering is eerder toegepast (van Kempen et al, 2005).

De resultaten van CITO-toetsen in het leerlingenvolgsysteem op basisscholen worden tegenwoordig veelal uitgedrukt als A, B, C, D of E-niveau. Het A-niveau zijn de 25% best scorende leerlingen; het E-niveau staat voor 10 % van de kinderen die het slechtst scoren. Dit laatste én laagste niveau geeft aan dat de leerling zwak tot zeer zwak presteert ten opzichte van leeftijdsgenoten. Het E-niveau is als ‘afwijkende’ waarde voor de leestest aangehouden. Dit houdt in dat wanneer vliegtuiggeluid geen invloed heeft op het

resultaat van een leestest, het percentage kinderen met een (zeer) zwakke leestest (E-niveau) op een school gemiddeld 10% bedraagt. Dit percentage neemt toe naarmate de blootstelling aan vliegtuiggeluid oploopt. De relatie wordt uitgedrukt in de vorm van een relatief risico; dit is de verhouding van het absolute risico op een zwakke leestest bij een bepaald geluidniveau ten opzichte van het risico bij een ander geluidniveau. Het relatieve risico (uitgedrukt als Odds ratio) bedraagt 1,26 (bi 1,07-1,48) per 10 dB(A) toename in vliegtuiggeluid. Het risico op een (zeer) zwakke leestest door vliegtuiggeluid wordt zichtbaar tussen de 50 en 55 dB LAeq,7-23u. Daarom is bij de berekeningen voor deze rapportage uitgegaan van een geluidniveau van 50 dB vanaf waar een extra risico op een (zeer) zwakke begrijpend leestest optreedt. Daar voor de berekeningen geen LAeq,7-23u beschikbaar was, is de Lden als indicator genomen.

Bij beschrijving van de omvang van de effecten is de populatie beperkt tot alle twaalfjarige kinderen (ongeveer 1/80e deel van de totale populatie). Dit is de leeftijd waarop kinderen doorgaans de basisschool verlaten en tevens het moment waarop een eventueel effect van geluid op de leesprestatie mede van invloed kan zijn op de keuze voor het vervolgonderwijs.

Uit het RANCH onderzoek bleek dat de samenhang tussen de geluidbelasting op het woonadres en die op het schooladres hoog is. Uit het onderzoek bleek zodoende niet welke locatie nu het meest relevant is voor de effecten die zijn gevonden. Bij de berekening van de omvang van de effecten in deze rapportage is uitgegaan van de geluidbelasting op het woonadres.

**Tabel 2 Verwacht aantal twaalfjarige kinderen met een (zeer) zwakke leestest en het extra aantal kinderen als gevolg van vliegtuiggeluid binnen de 50 dB(A) Lden geluidscontour van de vliegbasis Geilenkirchen**

|                                                                                                 | 2005                   | 2007                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Verwacht aantal kinderen binnen de 50 dB(A) contour                                             | 240                    | 200                   |
| Verwacht aantal kinderen met een (zeer) zwakke leestest binnen 50 dB(A) contour (E-niveau: 10%) | 24                     | 20                    |
| Extra aantal kinderen met (zeer) zwakke leestest veroorzaakt door vliegtuiglawaai               | 1,9<br>(bi: 0,6 – 3,3) | 1,6<br>(bi 0,5 – 2,7) |

In Tabel 2 zijn de resultaten voor de invloed van geluid van (militair) vliegverkeer op de leesprestatie weergegeven voor 2005 en 2007. Naar verwachting hebben jaarlijks ongeveer 1 à 2 kinderen in de 50 dB(A) Lden contour een (zeer) zwakke leestest als gevolg van vliegtuiggeluid. Hierbij is uitgegaan van 240 (2005) of 200 (2007) twaalfjarige kinderen binnen de 50 dB(A) Lden geluidscontour. Dit aantal is afgeleid uit het totale aantal inwoners binnen de geluidscontour en het percentage twaalfjarigen onder de bevolking (landelijk gemiddelde). Jaarlijks worden 24 (2005) of 20 (2007) twaalfjarige kinderen met een (zeer) zwakke leestest verwacht wanneer vliegtuiggeluid geen invloed op de leestest zou hebben. Zodoende wordt geschat dat van circa 7 % (PAR) van de twaalfjarige kinderen met een (zeer) zwakke leestest binnen in de 50 dB(A) Lden contour dit resultaat met de blootstelling aan vliegtuiggeluid samenhangt ( $100\% \cdot 1,9 / (1,9 + 24)$ ).

## 2.3 Gezondheid

### 2.3.1 Luchtverontreiniging

Omwonenden in de regio rond de vliegbasis zijn ook bezorgd over luchtverontreiniging van het militair vliegverkeer. Ongeveer 40% van de inwoners in de regio is bezorgd over gezondheidsklachten door de uitstoot van het militair vliegverkeer (RIVM, 2008). De bijdrage van vliegverkeer aan de lokale PM10 en NO2 niveaus, los van eventueel aanwezige drukke wegen van en naar het vliegveld, is doorgaans echter gering.

In 1994/1995 is in het kader van het INTERREG I-onderzoek op een aantal locaties in het grensgebied Geilenkirchen – Schinveld (gemeente Onderbanken) de luchtkwaliteit gemeten waarbij de concentratie van een reeks van stoffen werd bepaald (Goldschmidt, 2005). Voor stikstofdioxide (NO2) werd toentertijd in het stadsgebied Geilenkirchen relatief hoge waarden gevonden van  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Er lijkt een kleine invloed van het vliegverkeer in de directe nabijheid van de startbaan te zijn gemeten, maar dat leidde niet tot onacceptabele NO2 niveaus. Alle andere metingen waren representatief voor een redelijk bevolkt gebied en geven geen aanleiding om een invloed van de luchthaven te veronderstellen. Koolmonoxide werd met name aan de drukke wegverkeerstations gemeten en bleek niet verhoogd langs de startbaan. Indertijd is zwevend stof gemeten en niet de gezondheidkundig meest relevante fractie ervan (PM10 of PM2,5). Zowel in de stad Geilenkirchen als naast de landingsbaan werden verhoogde niveaus waargenomen. Deze bleven echter ver onder de toen vigerende grenswaarde (momenteel wordt geen grenswaarde voor zwevend stof meer gehanteerd). De niveaus van zwaveldioxide waren overal laag. Het niveau van Benzo(A)Pyreen lag onder  $1 \text{ nanogram}/\text{m}^3$  en aantoonbare PAK's werden pas gemeten na aanvang van het stookseizoen, duidend op lokale houtverbranding. De gemeten niveaus van Cadmium, Arseen, Lood en Nikkel bleven (ver) onder de in Nederland gehanteerde streefwaarden. De gemeten benzeenconcentraties fluctueerden rondom de huidige in Nederland gehanteerde grenswaarde van  $5 \text{ microgram}/\text{m}^3$ . Deze waarde is vergelijkbaar met de niveaus in drukke stedelijke straten. De auteurs wijzen er, terecht, op dat de benzeenmetingen moeilijk met jaargemiddelde normen kunnen worden vergeleken omdat onder nachtelijke condities met gering verkeer de niveaus zullen dalen. 24-uurs benzeenmetingen zouden dit euvel hebben kunnen verhelpen. Voor aldehyden is het onduidelijk of het hier om uitsluitend formaldehyde gaat of dat het een mengsel van aldehyden betreft. Voor fenolen is het niet duidelijk welke fenolen zijn gemeten. De trichlooretheen-niveaus bleken aan de hoge kant en de auteurs suggereerden aanvullende metingen. Voor koolwaterstoffen suggereren de resultaten dat de niveaus in de lucht erg laag zijn.

Het algemene beeld is dat er los van enkele specifieke lokaties (drukke wegverkeerspunten) geen verhoogde achtergrondniveaus van luchtverontreinigende stoffen zijn waargenomen.

Het NLR heeft voor de regio rond de vliegbasis (6 km. bij 6 km.) berekeningen van de concentraties van PM10 en NO2 gemaakt (Lania, 2008). De bijdragen van het militair vliegverkeer aan deze concentraties zijn kleiner dan eentiende microgram per kubieke meter ( $< 0,1 \text{ microgram}/\text{m}^3$ ). De hoogste berekende waarde voor NO2 (militair vliegverkeer en achtergrondconcentratie) bedraagt in 2005 28 microgram per kubieke meter en in 2007 27 microgram per kubieke meter (jaargemiddelde waarden). De hoogste

berekende waarde voor PM10 (militair vliegverkeer en achtergrondconcentratie) bedraagt voor 2005 25 microgram per kubieke meter en voor 2007 eveneens 25 microgram per kubieke meter. Deze niveaus van NO2 en PM10 liggen onder de landelijke norm van 40 microgram per kubieke meter en komen overeen met wat in Nederland gangbaar is. Ze liggen onder stadsachtergrondwaarden (RIVM, 2006). Deze immissies zijn vooral toe te schrijven aan de uitstoot van het plaatselijk wegverkeer.

Rondom Schiphol is eind jaren negentig en begin 2000 onderzoek uitgevoerd naar de bijdrage van de uitstoot door vliegverkeer aan de luchtverontreiniging (Thijssen en Van Loon, 2001). Er is toen gekeken naar vluchtige koolwaterstoffen (range C6 – C12), NO2, fijn stof en CO. De bijdrage van uitstoot van vliegverkeer aan de concentraties van de verschillende componenten bleek te variëren tussen de 1% en 6%. De grootste bijdrage aan de luchtverontreiniging kwam van grootschalig transport uit verder weg gelegen gebieden en wegverkeer.

Overigens betekent voldoen aan de norm niet dat er geen sprake kan zijn van een negatief effect op de gezondheid omdat er, zeker voor PM10 en hoogstwaarschijnlijk ook voor NO2, geen concentratie is aan te geven waar beneden geen gezondheidseffecten optreden.

In 1994 en 1995 is, eveneens in het kader van de INTERREG I-onderzoek, een onderzoek uitgevoerd naar luchtverontreiniging en effecten op de gezondheid in de regio van de vliegbasis (Einbrodt et al., 1995). Aanleiding toen was de vraag of het autoverkeer en het vliegverkeer van de vliegbasis Geilenkirchen de gezondheid van de bevolking in het Duits-Nederlandse grensgebied beïnvloeden. Dat onderzoek werd bij 364 schoolkinderen verspreid over 4 gemeenten uitgevoerd. Er kwamen uit het onderzoek geen aanwijzingen naar voren voor verschillen in gezondheid die veroorzaakt worden door luchtverontreiniging afkomstig van AWACS vliegverkeer. Daarnaast laten de resultaten van een onderzoek rond Schiphol naar luchtwegaandoeningen bij kinderen in relatie tot luchtverontreiniging geen verlaagde longfunctie noch meer luchtwegsymptomen zien (Van Vliet et al., 1999).

## 2.3.2 Geluid

### Hypertensie

In 1999 formuleerde de WHO in “Guidelines for Community Noise” geen grenswaarden voor hypertensie en/of hartaandoeningen (Berglund et al., 1999). De WHO oordeelde dat deze aandoeningen kunnen optreden na langdurige blootstelling aan geluidniveaus van 65-70 dB LAeq,24u. Echter, de samenhang tussen de blootstelling aan geluid en deze effecten is in zijn algemeenheid zwak. Voor hartziekten is de samenhang wat sterker dan voor hypertensie.

Tot 2000 was in de wetenschappelijke literatuur alleen een relatie tussen blootstelling aan vliegtuiggeluid en verhoogde bloeddruk beschreven op basis van het epidemiologische onderzoek van Knipschild (1977) dat in de jaren zeventig rond Schiphol is uitgevoerd. Recent zijn resultaten van onderzoeken uit Zweden (Rosenlund et al., 2001 en Eriksson et al. 2007), Japan (Matsui et al. 2004) en Europa (HYENA: Zweden, Duitsland, Engeland, Nederland, Italië en Griekenland: Jarup et al., 2008) beschikbaar gekomen waarin de geluidbelasting door vliegtuigen gedurende het etmaal is gerelateerd aan het extra risico op verhoogde bloeddruk. In het meest recente Zweedse onderzoek bleek dat bij oplopende geluidbelasting (vanaf 50 dB FBN ~ 50 dB Lden) de kans op hypertensie toeneemt (Eriksson et al., 2007).

De resultaten van deze recente onderzoeken én van het onderzoek van Knipschild zijn op een kwantitatieve manier in een meta-analyse samengevat. Hiervoor werden de verschillende geluidindicatoren uit de studies omgerekend naar een Lden. Uit de vijf onderzoeken is vervolgens in het kader van een nog niet afgerond project van de Wereldgezondheidsorganisatie over de effecten van vliegtuiggeluid een “gemiddelde” relatie tussen het risico op verhoogde bloeddruk en de Lden verkregen (Babisch en van Kamp, persoonlijke mededeling). Het relatieve risico (uitgedrukt als Odds ratio) bedraagt 1,13 (bi 1,00-1,28) per 10 dB(A) toename in vliegtuiggeluid. Deze “gemiddelde” relatie is bij de berekeningen toegepast. Op basis van de resultaten van Eriksson et al. (2007) is aangenomen dat het extra risico op hypertensie optreedt vanaf 50 dB Lden. Onder de 50 dB is aangenomen dat de prevalentie van verhoogde bloeddruk gemiddeld 25% bedraagt.

**Tabel 3 Verwacht aantal volwassenen met een hypertensie als gevolg van vliegtuiggeluid wonend binnen de 50 dB(A) Lden geluidscontour van de vliegbasis Geilenkirchen**

|                                                                                  | 2005                 | 2007                 |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Aantal personen binnen de 50 dB(A) contour                                       | 19.700               | 16.100               |
| Aantal personen dat risico loopt op hypertensie (personen $\geq$ 20 jaar)        | 14.900               | 12.100               |
| Verwacht aantal volwassenen met een hypertensie binnen de 50 dB(A) contour (25%) | 3.700                | 3.000                |
| Extra aantal volwassenen met een hypertensie veroorzaakt door vliegtuiglawaai    | 120<br>(bi: 1 – 250) | 100<br>(bi: 1 – 210) |

In Tabel 3 is de omvang van het extra aantal gevallen met hypertensie weergegeven op basis van het resultaat van de meta-analyse voor Lden. Op basis van landelijke cijfers worden er ongeveer 3.700 (2005) of 3.000 (2007) gevallen van hypertensie verwacht wanneer er geen sprake zou zijn van blootstelling aan vliegtuiggeluid. Het verwachte extra aantal gevallen van hypertensie door blootstelling aan vliegtuiggeluid van 50 decibel Lden of meer bedraagt 120 (2005) of 100 (2007). Dit is ongeveer 3% van het aantal personen met hypertensie binnen de geluidscontour. Naast ongezonde voeding en roken is hypertensie een van de belangrijkste risicofactoren voor het optreden van coronaire hartziekten (Feskens et al., 2006).

#### **Acuut myocard infarct**

Zoals eerder aangegeven, beschreef de WHO in 1999 in “Guidelines for Community Noise” dat hart- en vaatandoeningen kunnen optreden na langdurige blootstelling aan geluidniveaus van 65-70 dB LAeq,24u. In een recente meta-analyse van Babisch (2006, 2008) werd een blootstelling-respons relatie tussen geluid van wegverkeer (gedurende de dag en avond: LAeq,6-22u) en de incidentie van acuut myocard infarct afgeleid. Hiertoe werden de resultaten van 4 studies samengevoegd. In deze studies waren vrijwel alleen mannen betrokken. Het risico was verhoogd boven de 60 dB LAeq,6-22u. Voor geluid van vliegverkeer is geen blootstelling-respons relatie beschikbaar omdat er vrijwel geen studies zijn uitgevoerd naar de relatie tussen vliegtuiggeluid en klinische hart- en vaatandoeningen. Vandaar dat de blootstelling-respons relatie tussen wegverkeergeluid en acuut myocard infarct in dit rapport wordt gebruikt als (mogelijk conservatieve) benadering van de relatie voor vliegtuiggeluid. Mogelijk conservatief omdat, in tegenstelling tot bij vliegverkeer, het geluidniveau van wegverkeer over het algemeen maar aan één kant van de woning verhoogd is. De inwoners hebben zodoende bij wegverkeergeluid tot op zekere hoogte de

mogelijkheid om de blootstelling binnenshuis te verminderen door het gebruik van vertrekken met een lagere geluidbelasting.

Van Kempen et al. voerden in 2002 verschillende meta-analyses uit naar de relatie tussen geluid en diverse hart- en vaatandoeningen. De methodiek die Babisch hanteerde wijkt iets af van de wijze waarop van Kempen et al. de meta-analyses uitvoerden. Recent heeft van Kempen de resultaten van haar meta-analyse met nieuwe studies aangevuld. Tevens is voor de Nederlandse situatie de omvang van het extra aantal acuut myocard infarcten door geluid van weg- en railverkeer berekend (van Kempen en Houthuijs, 2008). Hierbij is geconcludeerd dat de relatie tussen wegverkeergeluid en de incidentie van acuut myocard infarct bij mannen het meest geschikt is om toe te passen bij het schatten van de omvang van de ziektelast van hart- en vaatandoeningen door omgevingsgeluid. Het relatieve risico bedraagt 1,13 (bi 1,03-1,23) per 10 dB(A) toename in wegverkeersgeluid.

Wanneer er geen sprake is van invloed van geluid, is ervan uitgegaan dat de incidentie van acuut myocard infarct in de regio per jaar gemiddeld 1,75 per 1.000 inwoners bedraagt (Roedig, 2006) .

In Tabel 4 is de omvang van het extra aantal gevallen van acuut myocard infarct weergegeven dat binnen de 60 dB(A) Lden contour wordt verwacht. Op basis van het aantal inwoners binnen de geluidscontour wordt ongeveer eens in de 2 jaar (2005 en 2007) een acuut myocard infarct verwacht wanneer er geen sprake zou zijn van blootstelling aan vliegtuiggeluid. Het extra aantal myocard infarcten veroorzaakt door blootstelling aan vliegtuiglawaai bedraagt 0,0237 per jaar (2005) of 0,0241 (2007), oftewel gemiddeld één extra geval in 42 jaar (2005, 2007). Dit komt overeen met 4% (PAR) van het aantal gevallen van acuut myocard infarct binnen de 60 dB(A) geluidscontour.

**Tabel 4 Verwacht aantal volwassenen met een acuut myocard infarct als gevolg van vliegtuiggeluid wonend binnen de 60 dB(A) Lden geluidscontour van de vliegbasis Geilenkirchen**

|                                                                                                 | 2005                         | 2007                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Aantal personen binnen de 60 dB(A) contour                                                      | 340                          | 320                          |
| Verwacht aantal gevallen van acute myocard infarct per jaar binnen 60 dB(A) contour (1,75/1000) | 0,59                         | 0,55                         |
| Extra aantal gevallen van acute myocard infarct per jaar veroorzaakt door vliegtuiglawaai       | 0,0237<br>(bi: 0,006 – 0,04) | 0,0241<br>(bi: 0,006 – 0,04) |

In Tabel 5 is wederom de omvang van het verwachte extra aantal gevallen van acuut myocard infarct weergegeven, maar nu binnen de 55 dB(A) Lden contour. Dit is een voorzichtigere benadering, dat wil zeggen dat wordt aangenomen dat effecten van vliegverkeer op het voorkomen van een acuut myocard infarct bij een 5 dB(A) lagere blootstelling optreden dan voor wegverkeergeluid geldt ('worst-case-scenario'). Op basis van het aantal inwoners binnen de geluidscontour worden ongeveer 11 (2005) dan wel 7 (2007) gevallen van acuut myocard infarct verwacht wanneer er geen sprake zou zijn van blootstelling aan vliegtuiggeluid. Het extra aantal myocard infarcten veroorzaakt door blootstelling aan vliegtuiglawaai bedraagt 0,28 per jaar (2005) dan wel 0,22 (2007), oftewel gemiddeld één extra geval in 4 jaar (2005) of gemiddeld één extra geval in 5 jaar (2007).

**Tabel 5 Verwacht aantal volwassenen met een acuut myocard infarct als gevolg van vliegtuiggeluid wonend binnen de 55 dB(A) Lden geluidscontour van de vliegbasis Geilenkirchen**

|                                                                                                 | 2005                      | 2007                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Aantal personen binnen de 55 dB(A) contour                                                      | 6.500                     | 4.100                     |
| Verwacht aantal gevallen van acuut myocard infarct per jaar binnen 55 dB(A) contour (1,75/1000) | 11                        | 7                         |
| Extra aantal gevallen van acuut myocard infarct per jaar veroorzaakt door vliegtuiglawaai       | 0,28<br>(bi: 0,07 – 0,48) | 0,22<br>(bi: 0,06 – 0,38) |

## **3 Discussie en Conclusies**

In dit briefrapport schetsen we de omvang van een aantal (gezondheids)effecten die zijn gerelateerd aan emissies van (militair) vliegverkeer. Hierbij geven we de ordegrrootte van de effecten weer: de gepresenteerde aantallen zijn schattingen van het aandeel en aantal mensen dat een effect kan ondervinden als gevolg van blootstelling aan militair vliegverkeer.

### **3.1 Beleving**

Voor de onderzochte effecten laten de resultaten zien dat al met al de beleving van de inwoners van de regio rond de vliegbasis negatiever is dan voor de Nederlandse populatie. Ze ervaren meer hinder, inclusief slaapverstoring, hun ervaren gezondheid is minder, en een groot deel van de inwoners is bezorgd over zijn/haar veiligheid met betrekking tot de woonsituatie. Voor geluidhinder en bezorgdheid geldt dat de invloedssfeer van de vliegbasis zich op z'n minst uitstrekt over het hele onderzoeksgebied en zich niet beperkt tot de gemeenten Schinnen, Onderbanken en Brunssum. In de gemeenten Onderbanken, Brunssum en Schinnen treden de gevonden effecten het meest op.

Ernstige geluidhinder van het militair vliegverkeer komt voor bij ongeveer 18,6% van de bevolking. Het aandeel ernstig geurgehinderden als gevolg van activiteiten van de vliegbasis Geilenkirchen is ongeveer 5,2%. Ernstige trillingshinder wordt door 7,6% ervaren. Ernstige slaapverstoring bedraagt 5,7%, waarvan een deel aan slaapverstoring overdag kan worden toegeschreven. De ervaren gezondheid is met 66,8% lager dan het toch al lagere GGD-regio specifieke percentage (zeer) goed ervaren gezondheid. Woontevredenheid lijkt in overeenstemming met landelijke cijfers, lokaal kan de woontevredenheid lager zijn. Ernstige bezorgdheid, tot slot, als gevolg van wonen in de buurt van de vliegbasis wordt door 15,9% van de bevolking ervaren.

### **3.2 Leesprestatie**

Het aantal kinderen met een zwakke leestest is gebaseerd op gegevens die afkomstig zijn van de RANCH studie. De omvang is berekend in relatie tot de Lden. Er waren geen gegevens beschikbaar over de LAeq, 7-23 u. waarvan in de RANCH studie gebruik is gemaakt. Er wordt aangenomen dat het effect van vliegtuiggeluid tussen de 50 en 55 dB optreedt. Niet bekend is hoelang het effect van geluid op de leesprestaties aanhoudt en of dit omkeerbaar is. Zodoende is in deze rapportage de keuze gemaakt om de omvang voor die leeftijdsgroep te berekenen waar een eventueel effect van geluid op de leesprestatie van invloed kan zijn op de keuze voor het vervolgonderwijs.

In 2005 werden ongeveer 240 kinderen van 12 jaar blootgesteld aan geluidsniveaus boven de 50 dB(A) Lden. Naar verwachting hebben 1 à 2 kinderen een (zeer) zwakke leestest als gevolg van deze blootstelling. Dit komt overeen met circa 7% van het verwachte aantal (zeer) zwakke leestesten binnen de 50 dB(A) geluidscontour. In 2007 werden ongeveer 200 kinderen van 12 jaar blootgesteld aan geluidsniveaus boven de 50 dB(A) Lden. Naar verwachting hebben 1 à 2 kinderen een (zeer) zwakke leestest als gevolg van deze blootstelling. Dit komt overeen met 7% (PAR) van het aantal (zeer) zwakke leestesten binnen de 50 dB(A) geluidscontour.

### 3.3 Gezondheidseffecten

De beschreven blootstelling-respons relaties zijn toegepast op het Nederlandse deel van de bevolking rond de vliegbasis Geilenkirchen. De resultaten geven een indicatie van het aantal mensen dat hypertensie of een acuut myocard infarct als gevolg van blootstelling aan vliegtuiggeluid zou kunnen hebben/krijgen. Er wordt vanuit gegaan dat effecten op de bloeddruk optreden vanaf geluidniveaus van 50 dB(A) Lden. Voor het optreden van een acuut myocard infarct wordt een ondergrens van 60 dB(A) Lden aangenomen.

#### *Verhoogde bloeddruk*

De blootstelling-respons relatie is afgeleid uit de resultaten van een vijftal studies waarvan er vier in Europa (allen burgerluchtvaart) en een in Japan (militair vliegverkeer) plaatsvonden. De blootstelling-respons relatie kent een ruime onzekerheid deels veroorzaakt door verschillen tussen de beschouwde studies (onderzoekszet, methoden, tijdsperiode, populaties, etc.).

Rond vliegbasis Geilenkirchen waren in 2005 bijna 20.000 mensen in Nederland blootgesteld aan geluidniveaus boven de 50 dB(A) Lden. Naar verwachting hebben hiervan ongeveer 120 mensen een verhoogde bloeddruk als gevolg van deze blootstelling. Dit komt overeen met 3% van het totale aantal verwachte gevallen van verhoogde bloeddruk binnen de 50 dB(A) geluidscontour. De resultaten laten zien dat in 2007 ruim 16.000 mensen blootgesteld werden aan geluidniveaus boven de 50 dB(A) Lden. Naar verwachting hebben ongeveer 100 mensen een verhoogde bloeddruk als gevolg van deze blootstelling. Dit komt overeen met 3% van het totale verwachte aantal gevallen van verhoogde bloeddruk binnen de 50 dB(A) geluidscontour.

#### *Acuut myocard infarct*

Er zijn geen specifieke relaties voorhanden tussen de blootstelling aan vliegverkeergeluid en het optreden van hart- en vaatziekten. Recent voerden van Kempen en Houthuijs (2008) een meta-analyse uit naar de blootstelling aan geluid van wegverkeer en hart- en vaataandoeningen, waarbij werd geconcludeerd dat de relatie tussen geluid van wegverkeer en de incidentie van myocard infarct bij mannen het meest geschikt is om toe te passen bij het schatten van de omvang van hartvaataandoeningen door omgevingsgeluid. Een onzekerheid bij de toepassing van deze relatie is het geluidniveau vanaf waar de relatie wordt toegepast. Het is aannemelijk dat het geluidniveau van vliegverkeer vanaf waar de blootstelling-respons relatie van wegverkeer kan worden toegepast ligt tussen de 55 en 60 dB.

Rond de vliegbasis Geilenkirchen werden in 2005 werden ongeveer 340 mensen blootgesteld aan geluidniveaus van 60 dB(A). Naar verwachting leidt dit tot gemiddeld 1 extra geval van acuut myocard infarct per 42 jaar. Dit komt overeen met ca. 4% van het totale aantal verwachte gevallen van acuut myocard infarct binnen de 60 dB(A) geluidscontour.

In 2007 werden ongeveer 320 mensen blootgesteld aan geluidniveaus van 60 dB(A). Naar verwachting leidt dit eveneens tot gemiddeld 1 extra geval van acuut myocard infarct per 42 jaar.

Wanneer als een voorzichtiger benadering wordt aangenomen dat effecten vanaf 55 dB(A) kunnen optreden, leidde dit in 2005, wanneer naar schatting 6.500 mensen zijn blootgesteld aan dit niveau tot 0,28 extra gevallen per jaar, of te wel gemiddeld 1 extra geval van acuut myocard infarct per 4 jaar. Dit komt overeen met circa 2% van het totale aantal verwachte gevallen van acuut myocard infarct binnen de 55 dB(A) geluidscontour. In 2007 waren ongeveer 4.100 mensen blootgesteld aan geluidniveaus van 55 dB(A) of meer. De verwachting is dat vliegtuiggeluid in deze situatie leidt tot 0,22 extra gevallen van

acuut myocard infarct oftewel 1 extra geval van acuut myocard infarct per 5 jaar. Dit komt overeen met 3% van het aantal gevallen van acuut myocard infarct binnen de 55 dB(A) geluidscontour.

### 3.4 Conclusies:

Met inachtneming van de gedane aannames en aanwezige onzekerheden in de schattingen zijn onze conclusies als volgt:

- Voor de onderzochte belevingsaspecten laten de resultaten zien dat de beleving van de inwoners van de regio rond de vliegbasis negatiever is dan voor de Nederlandse populatie. Vooral in Onderbanken, Brunssum en Schinnen wordt veel hinder en bezorgdheid ervaren. De ervaren geluidhinder van militair vliegverkeer ligt al enkele jaren rond het huidige hoge niveau.
- De gemodelleerde immissies van PM10 en NO2 in de buurt van de vliegbasis liggen onder stadsachtergrondwaarden en zijn voornamelijk toe te schrijven aan emissies van wegverkeer. De bijdrage van het militairvliegverkeer aan de achtergrondwaarden is gering.
- Het verwachte aandeel kinderen met een zwakke leesprestatie in de regio als gevolg van blootstelling aan geluid van het militaire vliegverkeer bedraagt ongeveer 7% oftewel 1 à 2 kinderen (groep 8) binnen de 50 dB(A) geluidcontour.
- Het verwachte aandeel gevallen van hypertensie bij volwassenen in de regio, dat is toe te schrijven aan blootstelling van geluid van het militair vliegverkeer bedraagt ongeveer 3% oftewel ruim 100 personen binnen de 50 dB(A) geluidcontour.
- Het verwachte aandeel gevallen van acuut myocard infarct in de regio, dat is toe te schrijven aan blootstelling van geluid van het militair vliegverkeer bedraagt ongeveer 4% oftewel ongeveer 1 myocard infarct per 40 jaar bij personen binnen de 60 dB(A) geluidcontour.

De geschatte effecten zijn gebaseerd op blootstelling-respons relaties die zijn afgeleid uit studies naar de relatie tussen geluid van *weg-* en *burgervliegverkeer*. In hoeverre deze de situatie rond de vliegbasis Geilenkirchen adequaat beschrijven is niet duidelijk. De gebruikte relaties zijn de best-beschikbare wetenschappelijke inzichten op dit moment.

Tot slot, het verzoek van het ministerie richtte zich op de invloed van de bomenkap op eventuele (gezondheids)effecten. Dus op het verschil in de situatie vóór en na de bomenkap. Of er een invloed is en wat de invloed van de bomenkap is op de uiteindelijke omvang van de verschillende immissies van het militair vliegverkeer is niet te bepalen omdat wij onvoldoende adequate gegevens hebben van de relevante milieubelastingsparameters vóór en na de bomenkap.

## 4 Literatuur

- Babisch W. (2006). Transportation noise and cardiovascular risk. Review and synthesis of epidemiological studies. Dose-effect curve and risk estimation. WaBoLu-Hefte 01/06. Umweltbundesamt. Berlin.
- Babisch W. (2008). Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise Health*; 10: 27-33.
- Berglund B, Lindvall T, Schwela DH (eds.). (1999). Guidelines for community noise. World Health Organisation. Geneva..
- Bonaiuto M, Aiello A, Perugini M, Bonnes M, Ercolani AP. (1999). Multidimensional perception of residential quality and neighbourhood attachment in the urban environment. *Journal of Environmental Psychology*; 19: 331-352.
- Bonaiuto M, Fornara F, Bonnes M. (2003). Indexes of perceived residential environmental quality and neighbourhood attachment in urban environments: a confirmation study on the city of Rome. *Landscape and Urban Planning*; 65: 41-52.
- Clark C, Martin R, Kempen E van, Alfred T, Head J, Davies HW, Haines MM, Lopez-Barrio I, Matheson M, Stansfeld SA. (2006). Exposure-Effect Relations between Aircraft and Road Traffic Noise Exposure at School and Reading Comprehension. The RANCH Project. *Am J Epidemiol*; 163: 27-37.
- Commissie AWACS Limburg (2007). Overzicht klachten: 2005 en 2007 [http://www.limburg.nl/upload/pdf/AWACS\\_klachtenluchtverkeer](http://www.limburg.nl/upload/pdf/AWACS_klachtenluchtverkeer). Uitgegeven door de Stichting Klachtentelefoon Luchtverkeer Zuid-Limburg onder verantwoordelijkheid van de Commissie AWACS Limburg.
- Einbrodt, HJ, Dott, W, Weishoff-Houben, M, Engler, A. (1995). Onderzoek naar de luchtverontreiniging en effecten op de gezondheid in het Duits-Nederlandse grensgebied. Interreg I. Nederlandse versie onder redactie van Jongmans-Liederkerken, G. GGD Oostelijk Zuid-Limburg, Heerlen.
- Ellaway A, McIntyre S. (2001). Women in their place: gender and perceptions of neighbourhoods and health in the West of Scotland. In: Dyck I, Lewis N, and Lafferty S. Editors. *Geographies of Women's health*. London and New York: Routledge.
- Eriksson C, Rosenlund M, Pershagen G, Hilding A, Östenson C, Bluhm G. (2007). Aircraft Noise and Incidence of Hypertension. *Epidemiology*; 18:716-721.
- Feskens EJM, Merry AHH, Deckers JW. (2006). Welke factoren beïnvloeden de kans op een coronaire hartziekte? In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM, <<http://www.nationaalkompas.nl>> Gezondheid en ziekte\ Ziekten en aandoeningen\ Hart vaatstelsel\ Coronaire hartziekten, 19 juni 2006.
- Franssen, EAM, Dongen, JEF, Ruysbroek, JMH, Vos, H, Stellato, RK (2004). Hinder door milieufactoren en de beoordeling van de leefomgeving in Nederland. RIVM-rapport nr. 815120001/2004. Bilthoven. Gezondheidsraad. (1994). Geluid en Gezondheid. Rijswijk: Gezondheidsraad. Rapport 1994/15.
- Gezondheidsraad. (2004). Over de invloed van geluid op de slaap en de gezondheid. Den Haag, 2004/14.
- Goldschmidt, E, Klinkhart, Th, Breuer, H. (1995). Messung luftgetragener Schadstoffe im Bereich Schinveld, Teveren, Geilenkirchen. Untersuchungsprogramm Interreg I. Chemische und Lebensmitteluntersuchungsamt der Stadt Aachen.
- Hoeymans N, Picavet HSJ, Tjhuis MAR. (2005). Wat is ervaren gezondheid en hoe wordt het gemeten? In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM,

- <<http://www.nationaalkompas.nl>> Gezondheid en ziekte\ Functioneren en kwaliteit van leven\ Ervaren gezondheid, 13 december 2005.
- ISO/TS 15666 (2003). Akoestiek – Vaststelling van geluidshinder met behulp van sociologisch en sociologisch-akoestisch onderzoek.
- Jabaaij L. (2005). LINH-cijfers: geluidsoverlast gaat gepaard met gezondheidsproblemen. Huisarts en Wetenschap; 48: 387.
- Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, et al. (2008). Hypertension and exposure to noise near airports. The HYENA Study. Environmental Health Perspectives; 116: 329–333
- Kamp I van. (1990). Coping with noise and its health consequences. Proefschrift: Groningen: Rijksuniversiteit Groningen. STYX.
- Kamp I van, Staatsen BAM, Kempen EEMM. (2004). Geluid en gezondheid. Handboek Lawaai beheersing, Hoofdstuk 2.
- Kempen EEMM van, Kruize H, Boshuizen HC, Ameling CB, Staatsen BAM, Hollander AEM de. (2002). The association between noise exposure and blood pressure and ischaemic heart disease: a meta-analysis. Environmental Health Perspectives; 110: 307-317.
- Kempen EEMM van, Kamp I van, Stellato RK, Houthuijs DJM, Fischer PH. (2005). Het effect van geluid van vlieg -en wegverkeer op cognitie, hinderbeleving en de bloeddruk van basisschoolkinderen. RIVM rapport 441520021. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Bilthoven.
- Kempen EEMM van, Houthuijs DJM. (In voorbereiding). Geluid van weg- en railverkeer en de omvang van de effecten op gezondheid en welbevinden in de Nederlandse bevolking. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Bilthoven. Knipschild PV. Medical effects of aircraft noise: community cardiovascular survey. Int. Arch. Occup. Environ. Hlth. 1977; 40: 185-190.
- Lania, H.A., Vogel, P (2006), Metingen vliegtuiggeluid Brunssum en Schinveld - Geluidbelasting ten gevolge van NAVO vliegbasis Geilenkirchen. Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium: NLR-CR-2004-120.
- Lania, H.A. (2006), Metingen vliegtuiggeluid Brunssum en Schinveld in 2006: Geluidbelasting ten gevolge van NAVO vliegbasis Geilenkirchen. Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium: NLR-CR-2006-487.
- Lania H.A (2008a). Berekening van de geluidsbelasting op Nederlands grondgebied nabij de vliegbasis Geilenkirchen in 2007. Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium: NLR-CR-2008-180
- Lania H.A., Bergmans D.H.T. en Middel J.. (2008b). Milieu-onderzoeken NAVO vliegbasis Geilenkirchen. Een overzicht, toelichting en aanvullende informatie. Nationaal Lucht en Ruimtevaartlaboratorium: NLR-CR-2008-287.
- Leidelmeijer K, Kamp I van. (2003). Kwaliteit van de leefomgeving en leefbaarheid; Naar een begrippenkader en conceptuele inkadering, RIVM Rapport 630950002; RIGO Rapport 80330.
- Matsui T, Uehara T, Miyakita T, Hitamatsu K, Osada Y, Yamamoto T. (2004). The Okinawa study: effects of chronic aircraft noise on blood pressure and some other physiological indices. Journal of Sound and Vibration; 277: 469-470.
- Mac Gillavry E, Hoeymans N , Picavet HSJ , Tijhuis MAR. (2007) . Minder goede ervaren gezondheid per GGD-regio 2001-2003. In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationale Atlas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM, <<http://www.zorgatlas.nl>> Gezondheid en ziekte\ Functioneren en kwaliteit van leven, 2 november 2007.

- Raad van State. (2007). Afdeling Bestuursrechtspraak. Uitspraak in het geding in zaaknummer 200603057/1. 18 juli 2007.
- Raad van State. (2008). Afdeling Bestuursrechtspraak. Uitspraak in het geding in zaaknummer 200707109/1. 29 april 2008.
- RIVM. (2006). <http://www.rivm.nl/milieukwaliteit/lucht/publicaties/overschrijdingen/overschrijdingen2005.jsp>.
- RIVM. (2008). Belevingsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen. Percepties van inwoners in Nederland. RIVM-rapport 630310001, Bilthoven.
- Roedig, A. (2006). Acuut hartinfarct 2001-2004 . In: Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationale Atlas Volksgezondheid. Bilthoven: RIVM, <<http://www.zorgatlas.nl>> Gezondheid en ziekte\ Ziekten en aandoeningen\ Hartvaatstelsel\ Coronaire hartziekten, 10 maart 2006.
- Rosenlund M, Berglund N, Pershagen G, Järup L, Bluhm G. (2001). Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise. *Occup. Environ. Med.*; 58: 769-773.
- Stansfeld SA, Berglund B, Clark C, Lopez-Barrio I, Fischer P, Öhrström E, Haines MM, Head J, Hygge S, Kamp I van , Berry BF, on behalf of the RANCH study team (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *Lancet*; 365: 1942–1949.
- Thijssse Th R, Loon M van. (2001). Nader onderzoek naar de luchtkwaliteit in de omgeving van Schiphol en de bijdrage van te onderscheiden bronnen. Apeldoorn: TNO-MEP. TNO-rapport R2001/382.
- Tweede kamer. (2005) Advies RIVM inzake gezondheidsonderzoek in gemeente Onderbanken. bijlage bij 30300 XI, nr. 9, BLG6429, BLG7039.
- Van Vliet, P.H.N., Aarts, F.J.H., Janssen, N.A.H., Brunekreef, B., Fischer, P.H., van Wiechen, C.M.A.G. (1999). Luchtwegaandoeningen bij kinderen in de omgeving van de luchthaven Schiphol. RIVM-rapportnummer 441520014, EOH Rapportnummer 1999-484. Nederland.
- van der Wal, HMM, Vogel, P, Wubben, FJM (2001a). Voorschrift voor de berekening van de Lden en Lnight geluidbelasting in dB(A) ten gevolge van vliegverkeer van en naar de luchthaven Schiphol Part 1: Berekeningsvoorschrift. NLR-CR-2001-372-PT-1.
- van der Wal, HMM, Vogel, P en Wubben, FJM (2001b). Voorschrift voor de berekening van de Lden en Lnight geluidbelasting in dB(A) ten gevolge van vliegverkeer van en naar de luchthaven Schiphol. Part 2: Toelichting op het berekeningsvoorschrift NLR-CR-2001-372-PT-2.
- WHO. (1999). Guidelines for community noise. Geneve: World Health Organization.

## Bijlage 1 Tabel Beleving

| Geluid        | Aantal inw. ≥18 jaar | % ernstig gehinderden | 95% bi         | Aantal ernstig gehinderden | 95% bi             |
|---------------|----------------------|-----------------------|----------------|----------------------------|--------------------|
| <i>Totaal</i> | <i>221900</i>        | <i>18,6</i>           | <i>16 21,1</i> | <i>41273</i>               | <i>35504 46821</i> |
| Schinnen      | 10730                | 39,4                  | 35 43,8        | 4228                       | 3756 4700          |
| Brunssum      | 24110                | 28,9                  | 25,1 32,7      | 6968                       | 6052 7884          |
| Onderbanken   | 6655                 | 63,9                  | 57,8 70,1      | 4253                       | 3847 4665          |
| Heerlen       | 74900                | 17,7                  | 11,4 23,9      | 13257                      | 8539 17901         |
| Kerkrade      | 41100                | 13,5                  | 7,5 19,4       | 5549                       | 3083 7973          |
| Landgraaf     | 31900                | 6,2                   | 2,5 9,8        | 1978                       | 798 3126           |
| Nuth          | 12900                | 10,6                  | 5,8 15,4       | 1367                       | 748 1987           |
| Simpelveld    | 9200                 | 11,6                  | 6 17,3         | 1067                       | 552 1592           |
| Voerendaal    | 10400                | 24,3                  | 16,4 32,1      | 2527                       | 1706 3338          |

| Geur          | Aantal inw. ≥18 jaar | % ernstig gehinderden | 95% bi         | Aantal ernstig gehinderden | 95% bi            |
|---------------|----------------------|-----------------------|----------------|----------------------------|-------------------|
| <i>Totaal</i> | <i>221900</i>        | <i>5,2</i>            | <i>3,9 6,4</i> | <i>11539</i>               | <i>8654 14202</i> |
| Schinnen      | 10730                | 9                     | 6,7 11,2       | 966                        | 719 1202          |
| Brunssum      | 24110                | 10,1                  | 7,8 12,5       | 2435                       | 1881 3014         |
| Onderbanken   | 6655                 | 36,2                  | 30,3 42,1      | 2409                       | 2016 2802         |
| Heerlen       | 74900                | 3,2                   | 0,4 6,1        | 2397                       | 300 4569          |
| Kerkrade      | 41100                | 2,4                   | 0,3 4,4        | 986                        | 123 1808          |
| Landgraaf     | 31900                | 3,9                   | 0 7,8          | 1244                       | 0 2488            |
| Nuth          | 12900                | 2,3                   | 0,1 4,6        | 297                        | 13 593            |
| Simpelveld    | 9200                 | 1,2                   | 0 2,8          | 110                        | 0 258             |
| Voerendaal    | 10400                | 5,3                   | 1,2 9,4        | 551                        | 125 978           |

| <b>Trillingen</b> | <b>Aantal inw. ≥18 jaar</b> | <b>% ernstig<br/>gehinderden</b> | <b>95% bi</b> |            | <b>Aantal ernstig<br/>gehinderden</b> | <b>95% bi</b> |              |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------|------------|---------------------------------------|---------------|--------------|
| <i>Totaal</i>     | <i>221900</i>               | <i>7,6</i>                       | <i>6,2</i>    | <i>9,1</i> | <i>16864</i>                          | <i>13758</i>  | <i>20193</i> |
| Schinnen          | 10730                       | 17,6                             | 14,4          | 20,7       | 1888                                  | 1545          | 2221         |
| Brunssum          | 24110                       | 17,2                             | 14,2          | 20,2       | 4147                                  | 3424          | 4870         |
| Onderbanken       | 6655                        | 41,6                             | 35,6          | 47,5       | 2768                                  | 2369          | 3161         |
| Heerlen           | 74900                       | 3,9                              | 1,2           | 6,7        | 2921                                  | 899           | 5018         |
| Kerkrade          | 41100                       | 7,7                              | 2,3           | 13,1       | 3165                                  | 945           | 5384         |
| Landgraaf         | 31900                       | 1,1                              | 0             | 2,8        | 351                                   | 0             | 893          |
| Nuth              | 12900                       | 2,5                              | 0,2           | 4,8        | 323                                   | 26            | 619          |
| Simpelveld        | 9200                        | 3,2                              | 0             | 6,7        | 294                                   | 0             | 616          |
| Voerendaal        | 10400                       | 11,0                             | 5,5           | 16,4       | 1144                                  | 572           | 1706         |

| <b>Slaapverstoring</b> | <b>Aantal inw. ≥18 jaar</b> | <b>% ernstig<br/>gehinderden</b> | <b>95% bi</b> |            | <b>Aantal ernstig<br/>gehinderden</b> | <b>95% bi</b> |              |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------------|---------------|------------|---------------------------------------|---------------|--------------|
| <i>Totaal</i>          | <i>221900</i>               | <i>5,7</i>                       | <i>4,5</i>    | <i>6,8</i> | <i>12648</i>                          | <i>9986</i>   | <i>15089</i> |
| Schinnen               | 10730                       | 12,6                             | 9,7           | 15,5       | 1352                                  | 1041          | 1663         |
| Brunssum               | 24110                       | 12,7                             | 10,1          | 15,4       | 3062                                  | 2435          | 3713         |
| Onderbanken            | 6655                        | 28,6                             | 23,1          | 34         | 1903                                  | 1537          | 2263         |
| Heerlen                | 74900                       | 1,9                              | 0             | 3,8        | 1423                                  | 0             | 2846         |
| Kerkrade               | 41100                       | 6,8                              | 2,6           | 11         | 2795                                  | 1069          | 4521         |
| Landgraaf              | 31900                       | 1,6                              | 0             | 3,5        | 510                                   | 0             | 1117         |
| Nuth                   | 12900                       | 2,6                              | 0,3           | 4,9        | 335                                   | 39            | 632          |
| Simpelveld             | 9200                        | 1,7                              | 0             | 3,9        | 156                                   | 0             | 359          |
| Voerendaal             | 10400                       | 10,2                             | 4,9           | 15,5       | 1061                                  | 510           | 1612         |

| <b>Tevredenheid<br/>woonomgeving</b> | <b>Aantal inw. ≥18 jaar</b> | <b>% (zeer) tevreden</b> | <b>95% bi</b> | <b>Aantal (zeer) tevreden</b> | <b>95% bi</b> |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|
| <i>Totaal</i>                        | 221900                      | 83,8                     | 80,9 86,3     | 185952                        | 179517 191500 |
| Schinnen                             | 10730                       | 88,2                     | 85,4 90,6     | 9464                          | 9163 9721     |
| Brunssum                             | 24110                       | 80,3                     | 76,7 83,4     | 19360                         | 18492 20108   |
| Onderbanken                          | 6655                        | 74,8                     | 69,3 79,5     | 4978                          | 4612 5291     |
| Heerlen                              | 74900                       | 82,7                     | 75,3 88,2     | 61942                         | 56400 66062   |
| Kerkrade                             | 41100                       | 87,6                     | 80,3 92,4     | 36004                         | 33003 37976   |
| Landgraaf                            | 31900                       | 76,9                     | 68,3 83,7     | 24531                         | 21788 26700   |
| Nuth                                 | 12900                       | 90,8                     | 84,1 94,8     | 11713                         | 10849 12229   |
| Simpelveld                           | 9200                        | 91,1                     | 84,4 95,1     | 8381                          | 7765 8749     |
| Voerendaal                           | 10400                       | 93                       | 87 96,3       | 9672                          | 9048 10015    |
| <b>Ervaren<br/>gezondheid</b>        | <b>Aantal inw. ≥18 jaar</b> | <b>% (zeer) goed</b>     | <b>95% bi</b> | <b>Aantal (zeer) goed</b>     | <b>95% bi</b> |
| <i>Totaal</i>                        | 221900                      | 66,8                     | 63,1 70,3     | 148229                        | 140019 155996 |
| Schinnen                             | 10730                       | 69,4                     | 64,6 73,9     | 7447                          | 6932 7929     |
| Brunssum                             | 24110                       | 62,8                     | 58,1 67,3     | 15141                         | 14008 16226   |
| Onderbanken                          | 6655                        | 55,9                     | 49,7 61,9     | 3720                          | 3308 4119     |
| Heerlen                              | 74900                       | 69,8                     | 60,8 77,6     | 52280                         | 45539 58122   |
| Kerkrade                             | 41100                       | 62,5                     | 52,5 71,6     | 25688                         | 21578 29428   |
| Landgraaf                            | 31900                       | 59,8                     | 49,3 69,6     | 19076                         | 15727 22202   |
| Nuth                                 | 12900                       | 79                       | 69,2 86,3     | 10191                         | 8927 11133    |
| Simpelveld                           | 9200                        | 69,6                     | 58,6 78,8     | 6403                          | 5391 7250     |
| Voerendaal                           | 10400                       | 77,6                     | 67,9 85       | 8070                          | 7062 8840     |

| <b>Bezorgdheid</b> | <b>Aantal inw. ≥18 jaar</b> | <b>% ernstig bezorgd</b> | <b>95% bi</b>    | <b>Aantal ernstig bezorgd</b> | <b>95% bi</b>      |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------|--------------------|
| <i>Totaal/</i>     | <i>221900</i>               | <i>15,9</i>              | <i>12,1 20,2</i> | <i>35282</i>                  | <i>26910 44863</i> |
| Schinnen           | 10730                       | 25,2                     | 19,6 31,3        | 2706                          | 2107 3358          |
| Brunssum           | 24110                       | 31,8                     | 25,9 38,0        | 7660                          | 6244 9161          |
| Onderbanken        | 6655                        | 58,3                     | 50,3 66,1        | 3880                          | 3346 4397          |
| Heerlen            | 74900                       | 12,5                     | 5,6 22,8         | 9364                          | 4219 17041         |
| Kerkrade           | 41100                       | 9,1                      | 2,0 22,3         | 3743                          | 816 9172           |
| Landgraaf          | 31900                       | 17,4                     | 8,3 29,4         | 5543                          | 2649 9381          |
| Nuth               | 12900                       | 6,1                      | 1,4 15,2         | 791                           | 179 1967           |
| Simpelveld         | 9200                        | 3,6                      | 0,5 11,2         | 332                           | 43 1029            |
| Voerendaal         | 10400                       | 10,1                     | 3,4 23,1         | 1051                          | 357 2402           |

***rivm***