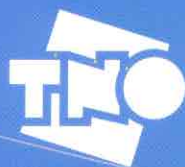


RIVM rapport nr 441520 015

Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol
Overzicht van de resultaten tot oktober 1999

E.A.M. Franssen, E. Lebret, B.A.M. Staatsen,
C.M.A.G. van Wiechen

november 1999



Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO
Netherlands Organization for Applied Scientific Research (TNO)



RIJKSINSTITUUT VOOR VOLKSGEZONDHEID EN MILIEU
NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH AND THE ENVIRONMENT

Colofon

Publicatiereeks Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol, rapportnummer 441520015

Dit rapport beschrijft de resultaten van een deelonderzoek dat is verricht in het kader van het meerjarige onderzoeksprogramma Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES). De Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol vormt onderdeel van het bredere Evaluatie- en Monitoringsprogramma Schiphol en Omgeving (EMSO). Het EMSO is bedoeld voor de evaluatie en monitoring van beleidsdoelstellingen op het gebied van de mainport-ontwikkeling en de kwaliteit van het leefmilieu bij Schiphol.

Onderzoeken in het kader van GES worden verricht in opdracht van de Ministeries van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, Verkeer en Waterstaat en Volksgezondheid, Welzijn en Sport en gecoördineerd en/of uitgevoerd door het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

Deze uitgave is te bestellen bij:

RIVM
Bureau Rapportenbeheer
Postbus 1
3720 BA Bilthoven

Fax: 030-2744404
Email: rivm.reports@rivm.nl

Prijs f 30,00

Abstract

This report provides an overview in Dutch of the current results of the Health Impact Assessment Schiphol (HIAS) research programme. This programme consists of a series of studies with different designs. In this report the results are summarised by health end-point: annoyance, cardiovascular diseases, sleep disturbance, respiratory diseases, perceived health, neurobehavioral effects, birth weight and perception of risks and residential satisfaction. A study on sleep disturbance in adults in relation to night-time aircraft noise has not yet been finished. Based on the results of the HIAS a monitoring system will be developed to study the health status of the population periodically in relation to expansion of the airport.

Voorwoord

Dit rapport geeft een overzicht van de resultaten van de tweede fase van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES) tot oktober 1999. Het is bedoeld als onderdeel van de rapportage (najaar 1999) van het Evaluatie- en Monitoringsprogramma Schiphol en Omgeving (EMSO). Een Engelstalige versie met resultaten tot maart 1999 is eerder verschenen, om informatie te verstrekken aan de internationale leden van de Gezondheidsraadcommissie "Large Airports and Public Health", ter gelegenheid van de workshop in maart 1999.

Het onderzoeksprogramma GES bestaat uit een aantal verschillende onderzoeken, die zijn uitgevoerd in samenwerking met verschillende onderzoeksinstituten. De uitkomsten van de reeds gerapporteerde en nog lopende onderzoeken zijn hier samengevat. Een belangrijk onderdeel van Fase II van de GES - het slaapverstoringsonderzoek - is, na een voorstudie, dit jaar van start gegaan en wordt naar verwachting medio 2002 gerapporteerd.

Inhoud

SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	11
1.1 Achtergrond	11
1.2 Onderzoeksgebied	13
2. METHODOLOGISCHE ASPECTEN	15
2.1 Selectie van gezondheidsindicatoren	15
2.2 Bepaling van de blootstelling	19
2.2.1 Vliegtuiggeluid	19
2.2.2 Luchtverontreiniging	20
3. RESULTATEN	21
3.1 Hinder	21
3.1.1 Inleiding	21
3.1.2 Vragenlijstonderzoek	21
3.2 Hart- en vaatziekten	24
3.2.1 Inleiding	24
3.2.2 Ziekenhuisopnames	24
3.2.3 Vragenlijstonderzoek	25
3.3 Slaapverstoring	26
3.3.1 Inleiding	26
3.3.2 Vragenlijstonderzoek	27
3.4 Luchtwegaandoeningen	28
3.4.1 Inleiding	28
3.4.2 Ziekenhuisopnames	31
3.4.3 Vragenlijstonderzoek	31
3.4.4 Onderzoek naar luchtwegaandoeningen bij kinderen	32
3.5 Ervaren gezondheid	33
3.5.1 Inleiding	33
3.5.2 Vragenlijstonderzoek	33
3.6 Effecten op cognitieve prestaties	34
3.6.1 Inleiding	34
3.6.2 Vooronderzoek	34

3.7 Geboortegewicht	35
3.7.1 Inleiding	35
3.7.2 Verloskunde gegevens	36
3.8 Risicobeleving en woontevredenheid	37
3.8.1 Inleiding	37
3.8.2 Risicobeleving in het vragenlijstonderzoek	37
3.8.3 Woontevredenheid in het vragenlijstonderzoek	38
4. CONCLUSIES EN TOEKOMSTIG ONDERZOEK	39
4.1 Gezondheidseffecten GES Fase II	39
4.2 Monitoring	44
REFERENTIES	45
VERZENDLIJST	48

Samenvatting

Als vervolg op de gezondheidkundige evaluatie voor de Milieu Effect Rapportage Schiphol in 1993 (Fase I) voert het RIVM, in opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en het Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport, verder onderzoek uit rond de luchthaven Schiphol, naar de gezondheidseffecten van milieuverontreiniging gerelateerd aan vliegverkeer. Het onderzoek is onderdeel van het Evaluatie- en Monitoringsprogramma Schiphol en Omgeving (EMSO). Deze Fase II van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES) bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Onderzoek met bestaande gezondheidsregistraties gericht op het gebruik van medicijnen (slaap- en kalmeringsmiddelen en CARA-middelen), geboortegewicht, hart- en vaatziekten en luchtweg-aandoeningen. Onderzoek dat gebruik maakt van registratiesystemen kent methodologische beperkingen en heeft daarom met name een signaalfunctie;
2. Eenmalig onderzoek in de woonomgeving naar de gezondheidstoestand van omwonenden van de luchthaven gericht op hinder, slaapverstoring, luchtwegklachten, ervaren gezondheid, cognitieve prestaties en risicobeleving. Dergelijk epidemiologisch veldonderzoek wordt verricht om de relatie tussen blootstelling aan milieuverontreiniging van vliegverkeer en gezondheidseffecten te bestuderen.

Fase II van de GES wordt in dit rapport samengevat tot en met de resultaten van *oktober 1999*. Het doel van deze rapportage is informatie te verstrekken ten behoeve van het EMSO. Een Engelstalige versie met resultaten tot *maart 1999* is eerder verschenen, om informatie te verstrekken aan de internationale leden van de Gezondheidsraadcommissie "Large Airports and Public Health", ter gelegenheid van de workshop in maart 1999 (22).

Uit onderzoek uitgevoerd tussen 1995 en 1999 in het kader van de GES, Fase II, zijn de volgende (gezondheids)effecten door blootstelling aan vliegtuiggeluid of in relatie tot de afstand tot de luchthaven Schiphol naar voren gekomen. Deze resultaten zijn overwegend gebaseerd op het vragenlijstonderzoek:

- Hinder van geluid, geur, stof/roet/rook en trillingen afkomstig van vliegtuigen, in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid en de afstand tot de luchthaven;
- Slaapverstoring, in relatie tot de blootstelling aan vliegtuiggeluid, onderzocht aan de hand van de indicatoren 'slaapverstoring door geluid van vliegtuigen', 'ervaren slaapkwaliteit' en het 'gebruik van slaap- of kalmeringsmiddelen';
- 'Medicijngebruik voor hart, bloedvaten, bloeddruk' als indicator voor hart- en vaatziekten, in relatie tot de blootstelling aan vliegtuiggeluid en de afstand tot de luchthaven. Een analyse van bestaande medische registraties, namelijk ziekenhuisopnames voor hart- en vaatziekten, liet geen duidelijke clustering rond de luchthaven zien;
- Slecht ervaren gezondheid, in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid en de afstand tot de luchthaven.

Er is *geen* consistente relatie gevonden tussen verschillen in blootstelling aan milieuverontreiniging van de luchthaven Schiphol en de volgende gezondheidseffecten:

- Luchtwegaandoeningen, in relatie tot blootstelling aan luchtverontreiniging afkomstig van het vliegverkeer. In twee onderzoeken (een onderzoek naar medicijngebruik en het vragenlijstonderzoek) werd een relatie gevonden tussen de afstand tot de luchthaven en luchtwegaandoeningen, onderzocht aan de hand van de indicatoren 'gebruik van medicijnen voor astma en/of allergie' en 'verschillende luchtwegklachten'. Een relatie met blootstelling aan luchtverontreiniging afkomstig van het vliegverkeer kon in deze onderzoeken niet worden gelegd. Analyses van bestaande medische registraties, namelijk ziekenhuisopnames voor luchtwegaandoeningen, lieten geen verband zien met de nabijheid van de luchthaven. In eenmalig onderzoek, speciaal gericht op luchtverontreiniging en luchtwegaandoeningen bij kinderen is geen verband gevonden tussen luchtverontreiniging van vliegverkeer en luchtwegaandoeningen of longfunctie;
- Verlaagd geboortegewicht, in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid.

De volgende indicatoren van (gezondheids)effecten zijn (nog) *niet uitgebreid gemeten*:

- Andere indicatoren van hart- en vaatziekten dan medicijngebruik, in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid (een haalbaarheidsonderzoek wordt momenteel uitgevoerd);
- Slaapverstoring in relatie tot blootstelling aan (gemeten) nachtelijk vliegtuiggeluid (het hoofdonderzoek is gestart in 1999, de resultaten worden verwacht in 2002);
- (Leer)prestaties en gedrag van kinderen in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid (een onderzoek wordt overwogen).

Op basis van de resultaten van het vragenlijstonderzoek zijn schattingen gemaakt van het aantal mensen dat een (gezondheids)effect heeft als gevolg van blootstelling aan vliegtuiggeluid. Als wordt gekeken naar het aantal omwonenden dat effecten van vliegtuiggeluid rapporteert, dan zijn ernstige geluidhinder en ernstige slaapverstoring de belangrijkste. In een straal van 25 kilometer rondom de luchthaven Schiphol gaat het om respectievelijk 265.000-465.000 en 120.000-180.000 mensen. Andere hier genoemde gezondheidseffecten ('medicijngebruik voor hart, bloedvaten, bloeddruk', 'slecht ervaren slaapkwaliteit', 'gebruik van slaap- of kalmeringsmiddelen', 'slecht ervaren gezondheid') zijn procentueel klein, en geschat in enkele duizenden mensen (range 2.000-14.000, afhankelijk van het soort effect) wonend in het gebied rondom Schiphol met een geluidbelasting van 20 Kosten-eenheden of meer (Zie Tabel II, pagina 10).

De resultaten geven verder aan dat hinder en slaapverstoring op een veel grotere schaal voorkomen dan in Fase I op basis van bestaande blootstelling-effect relaties werd geschat. Tevens blijken de blootstelling-effect relaties vaak niet lineair te zijn, maar af te vlakken bij relatief hoge geluidniveaus. Behalve geluid, als belangrijkste factor, spelen ook niet-akoestische factoren een rol in de blootstelling-

effect relaties, zoals bijvoorbeeld geluidgevoeligheid en angst voor het neerstorten van vliegtuigen. Een andere belangrijke bevinding is dat in absolute zin meer mensen (gezondheids)effecten van vliegtuiggeluid ondervinden buiten de wettelijke geluidzones (< 35 Ke en < 26 dB(A) $L_{Aeq, 23-06}$ uur voor nachtelijk vliegtuiggeluid) dan daarbinnen. Dit komt omdat buiten de wettelijke geluidzones veel meer mensen wonen dan daarbinnen (resp. 98,5% en 1,5% van het totaal aantal inwoners in het onderzoeksgebied). Tabel I geeft een overzicht van de percentuele en absolute omvang van de (gezondheids)effecten binnen deze wettelijke geluidzones, gebaseerd op de resultaten van het vragenlijstonderzoek.

Op grond van de resultaten van Fase II is de conclusie gerechtvaardigd, dat eventuele veranderingen in blootstelling en gezondheidseffecten door ontwikkelingen van de luchthaven Schiphol, niet uitsluitend op basis van (berekende) geluidbelasting kunnen worden vastgesteld. Dit onderstreept de noodzaak voor een monitoringsysteem als Fase III van de GES, om veranderingen in de milieukwaliteit en de gezondheidstoestand van de bevolking te kunnen signaleren. Voorstellen voor een dergelijk monitoringsysteem zijn in ontwikkeling.

Tabel I Aantallen personen met (gezondheids)effect binnen het gebied met een geluidbelasting van 35 Kosten-eenheden of meer (totaal aantal inwoners van 18 jaar en ouder: 23.510)

Effect	Prevalentie (percentage mensen dat het effect rapporteert)	Dat deel van de prevalentie dat kan worden toegeschreven aan vliegtuiggeluid	Aantal personen met effect door vliegtuiggeluid
Ernstige hinder door vliegtuiggeluid	48 - 65%	n.v.t.	12.000 - 15.000
Ernstige hinder door trillingen van vliegtuigen	39 - 45%	n.v.t.	9.000 - 11.000
Ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid*	33 - 39%	n.v.t.	6.000 - 7.000
Slecht ervaren slaapkwaliteit	73%	3,8 - 6,1%	900 - 1.400
Gebruik van slaap- of kalmeringsmiddelen	11%	2,6 - 3,6%	600 - 900
Slecht ervaren gezondheid	21%	2,3 - 4,4%	500 - 1.000
Gebruik van medicijnen voor hart, bloedvaten, bloeddruk (door arts voorgeschreven)	18%	1,7 - 2,3%	400 - 500

* Dit geldt voor het gebied met een geluidbelasting van 26 dB(A) of meer ($L_{Aeq, 23-06}$ uur) met een totaal aantal inwoners (18 jaar en ouder) van 18.460.

Tabel II Aantallen personen met (gezondheids)effect in het studiegebied rondom de luchthaven Schiphol, gebaseerd op de resultaten van het vragenlijstonderzoek

Effect	Prevalentie (percentage mensen dat het effect rapporteert)	Dat deel van de prevalentie dat kan worden toegeschreven aan vliegtuiggeluid	Aantal personen met effect door vliegtuiggeluid
Binnen het gehele studiegebied met een straal van 25 kilometer rondom de luchthaven Schiphol (totaal aantal inwoners van 18 jaar en ouder: 1.520.750)			
Ernstige hinder door vliegtuiggeluid	18 - 31%	n.v.t.	265.000 - 465.000
Ernstige hinder door trillingen van vliegtuigen	10 - 14%	n.v.t.	150.000 - 210.000
Ernstige hinder door geur	5 - 7%	n.v.t.	80.000 - 108.000
Ernstige hinder door stof/roet/rook	6 - 8%	n.v.t.	100.000 - 125.000
Ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid	8 - 12 %	n.v.t.	120.000 - 180.000
Binnen het gebied met een geluidbelasting van 20 Kosten-eenheden of meer (totaal aantal inwoners van 18 jaar en ouder: 370.280)*			
Slecht ervaren slaapkwaliteit*	72%	1,4 - 3,9%	5.300 - 14.300
Gebruik van slaap- of kalmeringsmiddelen*	10%	1,2 - 2,2%	4.500 - 8.100
Slecht ervaren gezondheid*	21%	-0,4 - 2,8%	-1.500** - 10.400
Gebruik van medicijnen voor hart, bloedvaten, bloeddruk (door arts voorgeschreven)*	17%	0,6 - 1,4%	2.100 - 5.200

* De schattingen van deze gezondheidseffecten worden bij een geluidbelasting van minder dan 20 Ke te onnauwkeurig.

** Omdat de schattingen in de 20 Ke-zone minder nauwkeurig zijn dan die in de 35 Ke-zone (zie Tabel I) kan het grote betrouwbaarheidsinterval rondom de puntschatting hier resulteren in een negatief getal.

Bron: (6)

1. Inleiding

In dit rapport wordt een samenvatting gegeven van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES). Na een inleiding over de achtergrond van het onderzoeksprogramma GES komen in Hoofdstuk 2 de opzet en werkwijze van het onderzoek kort ter sprake, evenals de overwegingen waarop de keuze voor de bestudeerde gezondheids- en blootstellingsparameters werd gebaseerd. Hoofdstuk 3 beschrijft de uitkomsten voor elk van de gezondheidsindicatoren die werden bestudeerd in relatie tot de milieuverontreiniging door vliegverkeer (geluid, luchtverontreiniging). De opzet en uitvoering van de onderzoeken die in dit rapport worden besproken, zijn beoordeeld door onafhankelijke (inter)nationale deskundigen (1).

1.1 Achtergrond

De nationale luchthaven Schiphol wordt in de nabije toekomst uitgebreid met een vijfde start- en landingsbaan. In 1993 werd een Milieu Effect Rapportage (MER) gepubliceerd, waarin de invloed van deze uitbreiding op zowel het milieu als de gezondheid werd beschreven (2). De taakopdracht voor de MER was onder andere gebaseerd op een adviesrapport van de Staatstoezicht op de Volksgezondheid. De opdracht bestond uit:

1. het beschrijven van de huidige gezondheidstoestand (met behulp van bestaande gezondheidsregistratiesystemen);
2. het beschrijven van de gezondheidsrisico's gerelateerd aan milieuverontreiniging van vliegverkeer;
3. het maken van voorstellen voor verder onderzoek en voor een gezondheidsmonitoringsysteem rondom de luchthaven Schiphol.

Onderzoek in het MER-kader heeft een beperkte reikwijdte door het korte tijdsbestek en de beperkte hoeveelheid beschikbare gegevens. Om die reden, en in overeenstemming met het advies van de Commissie MER, verzochten drie ministeries (VROM, V&W en VWS) het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) verder onderzoek naar de gezondheidseffecten van milieuverontreiniging door vliegverkeer voor te bereiden en te coördineren. Dit gezondheidkundig onderzoek Schiphol is onderdeel van het Evaluatie- en Monitoringsprogramma Schiphol en Omgeving (EMSO). GES wordt gecoördineerd door het RIVM en uitgevoerd in samenwerking met andere Nederlandse onderzoeksinstituten en universiteiten.

GES heeft de volgende doelstellingen:

1. Het verschaffen van verder inzicht in de huidige gezondheidstoestand van de bevolking rondom de luchthaven en het beschrijven van de potentiële gezondheidsrisico's met betrekking tot de milieuverontreiniging afkomstig van de luchthaven Schiphol;
2. Het verzamelen van informatie over blootstelling-effect relaties tussen verontreinigingen afkomstig van vliegverkeer en gezondheidseffecten;

3. Het ontwikkelen van een monitoringsysteem voor het signaleren van mogelijke veranderingen in de milieukwaliteit en gezondheidstoestand van de bevolking bij uitbreiding van de luchthaven.

GES wordt in drie fases uitgevoerd. In *Fase I*, die reeds in 1993 is afgerond, werden onderzoeken uitgevoerd in het kader van de MER. Deze fase bestond uit een kwantitatieve risico-evaluatie, een analyse van bestaande gezondheidsregistraties en een beperkt onderzoek naar risicobeleving en hinder. Verder werd nog ontbrekende kennis in kaart gebracht en zijn voorstellen gedaan voor toekomstig onderzoek. Onderzoek in het kader van *GES-Fase II* werd uitgevoerd in de periode 1995-2000. Deze fase kan worden onderverdeeld in twee soorten van onderzoek:

1. Onderzoek met behulp van bestaande gezondheidsregistraties

Gegevens afkomstig van bestaande gezondheidsregistraties werden gebruikt om de prevalentie van bepaalde gezondheidsindicatoren bij omwonenden van de luchthaven Schiphol te bestuderen. De indicatoren zijn gekozen aan de hand van de kwantitatieve risicoanalyse van Fase I. Deze zogeheten “semi-ecologische” studies zijn gebaseerd op individuele gezondheidsgegevens en geaggregeerde blootstellingsmaten (meestal op het niveau van een 4-posities postcode). Gegevens over belangrijke versturende variabelen zijn meestal niet beschikbaar. Ondanks de methodologische problemen en beperkingen in gegevens hebben deze semi-ecologische onderzoeken wel een signaalfunctie. Als er verschillen worden gevonden in de mate waarin ziekten vóórkomen, geeft dat in ieder geval aan dat bepaalde effecten nader onderzocht dienen te worden. Definitieve uitspraken over de oorzaak van eventuele verschillen in gezondheid kunnen echter niet worden gedaan. De volgende indicatoren zijn onderzocht: het gebruik van slaap- en kalmeringsmiddelen en medicijnen voor luchtwegaandoeningen, gebaseerd op apotheekgegevens (3), geboortegewicht aan de hand van gegevens uit de Landelijke Verloskunde Registratie (4) en het optreden van hart- en vaatziekten en luchtwegaandoeningen, gebaseerd op gegevens over ziekenhuisontslagen van de Landelijke Medische Registratie (5).

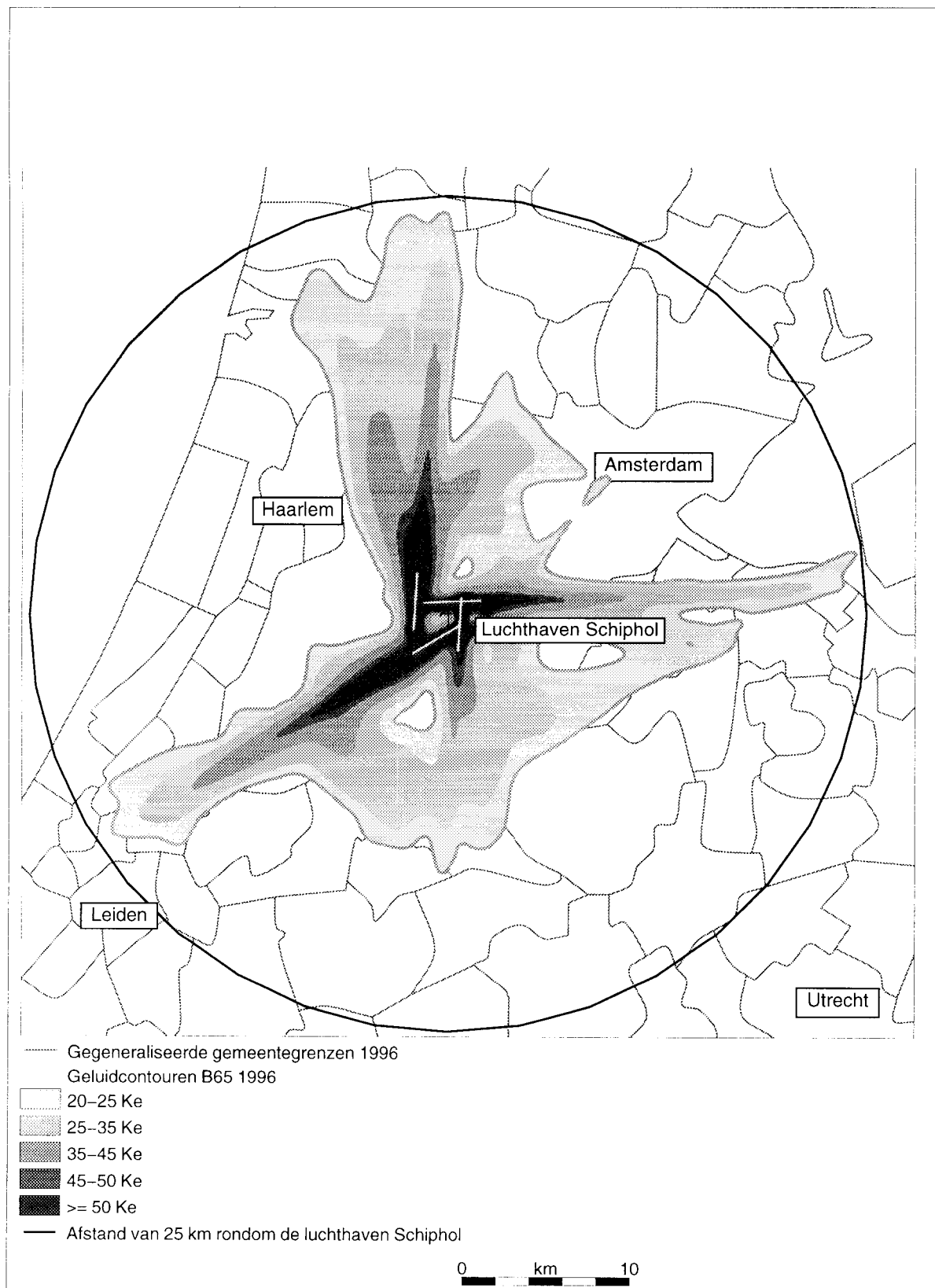
2. Epidemiologisch veldonderzoek

Epidemiologische veldonderzoeken worden verricht om de relatie tussen blootstelling aan milieuverontreiniging van vliegverkeer en gezondheidseffecten te bestuderen. Drie onderzoeken zijn inmiddels afgerond en in rapport verschenen: de resultaten van een vragenlijstonderzoek naar hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten (6), een vooronderzoek waarin methodiekontwikkeling en de haalbaarheid is bestudeerd voor onderzoek naar de effecten van vliegtuiggeluid op prestaties en gedrag van schoolkinderen (7) en een onderzoek naar luchtwegaandoeningen bij kinderen in relatie tot luchtverontreiniging afkomstig van vliegverkeer (8). Een onderzoek naar slaapverstoring bij volwassenen in relatie tot vliegtuiggeluid is in 1999 van start gegaan en heeft een doorlooptijd van drie jaar.

In het derde deel van GES (*Fase III*) wordt een monitoringsysteem voor gezondheid ontwikkeld.

1.2 Onderzoeksgebied

Figuur 1 geeft een overzicht van het onderzoeksgebied en de ligging van de luchthaven.



Figuur 1 Kaart van het onderzoeksgebied

2. Methodologische aspecten

2.1 Selectie van gezondheidsindicatoren

Verscheidene gezondheidsindicatoren zijn bestudeerd. Belangrijke criteria bij de keuze van relevante gezondheidsindicatoren voor verder onderzoek waren:

- (biologische) plausibiliteit van eventuele effecten;
- bewijs voor een blootstelling-effect relatie, gebaseerd op wetenschappelijke literatuur;
- het aantal mensen dat problemen zou kunnen ondervinden bij de huidige niveaus van geluid en luchtverontreiniging afkomstig van de luchthaven;
- bezorgdheid onder de bevolking over een eventueel gezondheidseffect.

Op basis van deze criteria werden hart- en vaatziekten, luchtwegaandoeningen, hinder, slaapverstoring, prestatie, geboortegewicht, en medicijngebruik aangewezen als belangrijke gezondheidsindicatoren. Bij de opzet van Fase II speelden echter ook statistische overwegingen, de beschikbaarheid van niet-invasieve methoden en logistieke mogelijkheden een belangrijke rol. Daarom werd besloten om de epidemiologische veldonderzoeken te richten op slaapverstoring, hinder, medicijngebruik, luchtwegklachten, en prestatie. Slaapverstoring, medicijngebruik en luchtwegaandoeningen werden tevens bestudeerd aan de hand van bestaande gezondheidsregistraties, evenals hart- en vaatziekten en geboortegewicht.

De bestudeerde gezondheidsindicatoren zijn een combinatie van directe en indirecte effecten van blootstelling aan milieuverontreinigingen, zoals (patho-)fysiologisch functioneren (bijvoorbeeld lichamelijke klachten, prestaties, ontwaakreacties), welzijn (ervaren gezondheid, risicobeleving, hinder) en medische consumptie (ziekenhuisopname, medicijngebruik). Sommige indicatoren worden rechtstreeks bepaald door middel van persoonlijke metingen, terwijl andere indirecter bepaald worden door middel van “koepelindicatoren” (bijvoorbeeld medische consumptie).

In veel gevallen bestaat er nog weinig inzicht in de wijze waarop gezondheidseffecten als gevolg van blootstelling aan milieuverontreinigingen ontstaan. Sommige van die effecten kunnen een rechtstreeks en onafhankelijk gevolg zijn van de blootstelling, terwijl andere effecten een tussenstap kunnen vormen. Zo kan de bloeddruk rechtstreeks beïnvloed worden door de blootstelling aan geluid, maar ook verhoogd zijn door stress die door geluid wordt opgeroepen. Omdat de causale relatie, het werkingsmechanisme en de wederzijdse beïnvloeding van effecten grotendeels onbekend zijn, wordt een grote verscheidenheid aan indicatoren naast elkaar bestudeerd.

In Tabel 1 worden de gezondheidsindicatoren die binnen het kader van de GES onderzocht zijn, de opzet en de methoden van de onderzoeken samengevat.

Tabel 1 Gezondheidsvariabelen, opzet en status van Fase II onderzoeken

OPZET	GEZONDHEIDS-INDICATOR	VERZAMELING GEZONDHEIDS-GEGEVENS	BLOOTSTELLINGS-GEGEVENS	VERSTO-RENDE VARIABE-LEN	ONDERZOEKS-GEBIED	POPULATIE	JAAR VAN ONDER-ZOEK	STATUS
Hart- en vaatziekten								
1. semi-ecologisch	Myocard infarct, hoge bloeddruk, ischemische hartziekte, cerebrovasculaire aandoeningen (CVA)	Ziekenhuisontslagen	-	A	55 x 55 km rond de luchthaven Schiphol	Alle leeftijden; n=1,5 miljoen, 296 4-positie postcodegebieden	1991-1993	+
2. dwarsdoornede-onderzoek	Medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk	Schriftelijke vragenlijst	·geluid: L _{Aeq} en B per 6-positie postcode gebied van het woonadres van de respondent ·luchtverontreiniging/geur: afstand van woonadres respondent tot luchthaven	B	Straal van 25 km rond de luchthaven Schiphol	Volwassenen (leeftijd ≥ 18); n=1.812	1996	+
Hinder								
1. dwarsdoornede-onderzoek	Specifieke hinder, niet-specifieke hinder	Schriftelijke vragenlijst	zie hart- en vaatziekten (2)	B	Straal van 25 km rond de luchthaven Schiphol	volwassenen (leeftijd ≥ 18); n=1.812	1996	+
Slaapverstoring								
1. semi-ecologisch	slaapmiddelen	Apotheekgegevens	Gemiddelde Ke (B65) per 4-positie postcodegebied	A	55 x 55 km rond de luchthaven Schiphol	alle leeftijden; n=213.524 32 apotheken die 27 4-positie postcode-gebieden bestrijken	1993-1994	+
2. dwarsdoornede-onderzoek	Slaap- en kalmeringsmiddelen, slaapverstoring, kwaliteit van de slaap	Schriftelijke vragenlijst	zie hart- en vaatziekten (2)	B	Straal van 25 km rond de luchthaven Schiphol	Volwassenen (leeftijd ≥ 18); n=1.812	1996	+
3. panel onderzoek pilot	ontwaak reacties, beweeglijkheid tijdens de slaap, vermoeidheid overdag	actometrie, dagboek, aandachtstaak	Simultane metingen van geluid in de slaapkamers en buitenshuis in de omgeving van de woning van de proefpersoon	B	Rijsenhout en Spaarndam, twee dorpen bij de luchthaven Schiphol met een voldoende aantal geluidgebeurtenissen door overvluchten tijdens de nachtperiode. Verschillende woonkernen rond luchthaven Schiphol.	Volwassenen (leeftijd 20-50); n=11; 27 nachten	1998	x
hoofdonderzoek	gebaseerd op uitkomst vooronderzoek						1999-2002	-

Vervolg van Tabel 1 Gezondheidsvariabelen, opzet en status van Fase II onderzoeken

OPZET	GEZONDHEIDS-INDICATOR	VERZAMELING GEZONDHEIDS-GEGEVENS	BLOOTSTELLINGS-GEGEVENS	VERSTOR. VARIAB.	ONDERZOEKSGEBIED	POPULATIE	JAAR VAN ONDERZ.	STATUS
Luchtwegaandoeningen								
1. semi-ecologisch	Gebruik van CARA-middelen	Apotheekgegevens	Afstand van centroide 4-positie postcodegebied tot centrum luchthaven	A	55 x 55 km rond de luchthaven Schiphol	Alle leeftijden; n=213.524 32 apotheken die 27 4-positie postcode-gebieden bestrijken	1993-1994	+
2. semi-ecologisch	Acute luchtweginfecties, symptomen bovenste luchtwegen, bronchitis, astma, emphyseem	Ziekenhuisuitslagen	-	A	55 x 55 km rond de luchthaven Schiphol	Alle leeftijden; n=1,5 miljoen; 296 4-positie postcodegebieden	1991-1993	+
3. dwarsdoorsnede-onderzoek	Een of meer luchtweg-klachten, symptomen aan onderste luchtwegen, astma, chronisch hoesten, slijm opgeven en bronchitis, medische behandeling voor allergieën, medicijngebruik tegen allergie en/of astma	Schriftelijke vragenlijst	zie hart- en vaatziekten (2)	B	Straal van 25 km rond de luchthaven Schiphol	Volwassenen (leeftijd \geq 18); n=11.812	1996	+
4. dwarsdoorsnede-onderzoek	Longfunctie, allergie van de luchtwegen, symptomen aan luchtwegen	Verzameld op scholen: longfunctiemetingen, vragenlijst ouders, bloedtest ((specifiek) IgE), huidtest, inademen zoutoplossing	PM ₁₀ , PM _{2.5} , filter reflectiecoëfficiënt, NO ₂ , geselecteerde VOC in lucht buiten en in scholen	B	Geselecteerde gemeenten rond luchthaven, scholen geselecteerd op verschillende afstanden tot luchthaven en tot hoofdverkeerswegen	Basisschoolkinderen	1998	+
Effecten op cognitieve prestaties								
1. dwarsdoorsnede-onderzoek pilot	cognitieve en psychomotorische functies, gedrag, hinder	Neuro-behavioural Evaluation System (NES, computer tests), pen- en papertaak (aandachtstest), leesvaardigheidstest, vragenlijsten	L _{Aeq,24ur} , gemeten per Geluid Monitoring Systeem (Zwanenburg) of gebaseerd op model- berekeningen (Uitgeest)	B	twee dorpen rond de luchthaven Schiphol: Zwanenburg (hoge vliegtuig-geluidbelasting) en Uitgeest (controlegebied)	Basisschoolkinderen (leeftijd 8-9); n=159	1995	x
hoofdonderzoek	doorgang afhankelijk van uitkomst slaapverstorings-onderzoek							-

Vervolg van Tabel 1 Gezondheidsvariabelen, opzet en status van Fase II onderzoeken

OPZET	GEZONDHEIDS-INDICATOR	VERZAMELING GEZONDHEIDS-GEGEVENS	BLOOTSTELLINGS-GEGEVENS	VERSTOR. VARIAB.	ONDERZOEKS-GEBIED	POPULATIE	JAAR VAN ONDERZ.	STATUS
Geboortegewicht								
1. semi-ecologisch	Geboortegewicht, zwangerschapsduur	Verloskunde gegevens	Gemiddelde Ke (B65) per 4-positie postcodegebied	A	55 x 55 km rond de luchthaven Schiphol	Baby's; n=83.751 324 4-positie postcodegebieden	1989-1993	+
Ervaren gezondheid								
1. dwarsdoorsnede-onderzoek	Gezondheidsklachten (VOEG), ervaren gezondheid	Schriftelijke vragenlijst	Zie hart- en vaatziekten (2)	B	Straal van 25 km rond de luchthaven Schiphol	Volwassenen (leeftijd ≥ 18); n=11.812	1996	+
Risicobeleving en woontevredenheid								
1. dwarsdoorsnede-onderzoek	Bezorgdheid over veiligheid, bezorgdheid over gezondheids-effecten, angst voor neerstorten vliegtuigen, (on)tevredenheid met en (on)prettige aspecten van woning en buurt	Schriftelijke vragenlijst	Zie hart- en vaatziekten (2)	B	Straal van 25 km rond de luchthaven Schiphol	Volwassenen (leeftijd ≥ 18); n=11.812	1996	+

A Bepikte gegevens over verstorende variabelen beschikbaar (meestal alleen leeftijd, geslacht)

B Gegevens over belangrijke verstorende variabelen beschikbaar

+ Uitkomsten gepubliceerd

- Uitkomsten nog niet beschikbaar

x Vooronderzoek, conclusies over mogelijk effect van vliegtuigeluid niet geoorloofd

2.2 Bepaling van de blootstelling

2.2.1 Vliegtuiggeluid

Tot op heden is de blootstelling aan vliegtuiggeluid in GES bepaald aan de hand van modelberekeningen van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR). Het rekenmodel wordt in de Luchtvaartwet beschreven als de standaard om de jaarlijkse blootstelling aan (nachtelijk) vliegtuiggeluid rond de luchthaven Schiphol vast te stellen; gedurende de dag in B65, uitgedrukt in Kosten-eenheden en gedurende de nacht in $L_{Aeq, 23-06 \text{ uur}}$, uitgedrukt in dB(A). De Kosten-eenheid (Ke), in Nederland de tot nu toe gebruikelijke maat voor vliegtuiggeluid, werd door de Commissie Kosten in 1963 ontwikkeld. Het is een jaarlijks gemiddelde, berekend aan de hand van het maximale geluidniveau tijdens overvluchten, het totaal aantal overvluchten en het tijdstip waarop de overvluchten plaatsvinden. Avond- en nachtvluchten wegen in de formule zwaarder mee dan dagvluchten. Bij het berekenen van de B65 maat wordt een geluidbelasting van 65 dB(A) genomen als drempelwaarde. Dit houdt in dat de berekening alleen dát deel van iedere overvlucht meeneemt waarvan de geluidbelasting, aan de grond, 65 dB(A) of hoger is.

Bij de meeste semi-ecologische onderzoeken die gebruik hebben gemaakt van gegevens uit bestaande gezondheidsregistraties, werd een geaggregeerde B65 (op 4-positie postcode niveau) gebruikt als een maat voor de blootstelling. Met de B65 contourgegevens is binnen de 4-positie postcodegebieden een naar bebouwing gewogen gemiddelde berekend, met behulp van een Geografisch Informatie Systeem (GIS).

Voor het vragenlijstonderzoek werd de blootstelling aan vliegtuiggeluid berekend in het zwaartepunt van het 6-positie postcodegebied van het woonadres van iedere respondent. Ten behoeve van dit vragenlijstonderzoek werden naast B65 ook andere maten (zie kader) berekend, zoals B45 (met een drempelwaarde van 45 dB(A) i.p.v. 65 dB(A)), L_{Aeq} voor verschillende tijdsperioden (bijvoorbeeld $L_{Aeq, 24 \text{ uur}}$, L_{etmaal} , L_{dn} , L_{den} , $L_{Aeq, 23-06 \text{ uur}}$) en de frequentie van het aantal overvluchten met een geluidniveau boven een bepaalde waarde, uitgedrukt in Sound Exposure Level (SEL) (zie kader). Zo konden zowel de wettelijk vastgestelde geluidmaten worden meegenomen, als de geluidmaten die tijdens nationale en internationale discussies over uniformering van geluidmaten werden voorgesteld. In Nederland is momenteel een discussie gaande over de nauwkeurigheid van de methode die wordt gebruikt bij het berekenen van de Kosten-eenheden. Naast de beperkingen in de in te voeren gegevens en de gebruikte modellen, is een ander belangrijk punt van discussie het aanhouden van de 65 dB(A) drempel bij het berekenen van de B65.

Definitie van geluidmaten

- *B65*, uitgedrukt in Kosten-eenheden (Ke). Bij de B65 wordt standaard 65 dB(A) als drempelwaarde gekozen. Dit betekent dat elke vliegbeweging tot een piekniveau van 65 dB(A) en hoger wordt meegenomen in de berekening van de geluidbelasting. Zodra het berekende geluidniveau op de grond lager dan 65 dB(A) is wordt de rest van de vlucht niet meer meegenomen in de berekening.
- *B45*, uitgedrukt in Ke, maar met 45 dB(A) als drempelwaarde. In deze maat wordt elke vliegbeweging tot een piekniveau van 45 dB(A) en hoger meegenomen in de berekening. Dit betekent dat een groter deel van de start en landing van elk vliegtuig wordt meegerekend dan bij de berekening van B65.
- *L_{Aeq}-maten*, het gemiddelde geluidniveau over een bepaalde periode zoals $L_{Aeq, 24uur}$, L_{etmaal} , L_{dn} en L_{den} . In het $L_{Aeq, 24uur}$ wordt het geluidniveau over een jaar gemiddeld over de periode van 24 uur. Voor andere maten wordt dit per dagdeel gedaan en worden straffactoren voor de nacht (10 dB(A)) en voor de avond (5 dB(A)) toegepast. De indeling in dagdelen en de wijze van combineren van de bijdragen uit de dagdelen tot een maat voor de periode van een jaar verschilt tussen L_{etmaal} , L_{dn} en L_{den} .
- Het *aantal overvluchten* met geluidniveau boven een bepaalde waarde, bijvoorbeeld 70 dB(A), uitgedrukt in SEL.

2.2.2 Luchtverontreiniging

Wegens gebrek aan gedetailleerde gegevens over lokale luchtverontreiniging en geur afkomstig van het vliegverkeer, werd in verschillende onderzoeken de afstand van het zwaartepunt van het 4- of 6-positie postcodegebied van de onderzoekseenheden tot het centrum van de luchthaven (centroïde van de geurcontour 1 ge) gebruikt als indicator voor de blootstelling aan deze parameters. In het onderzoek naar luchtwegaandoeningen bij kinderen zijn metingen van luchtverontreiniging gecombineerd met modelberekeningen en is tevens de afstand tot de, met 500 meter verlengde, start- en landingsbanen als indicator gebruikt.

3. Resultaten

3.1 Hinder

3.1.1 Inleiding

Hinder is een van de belangrijkste aspecten waarop het beleid in het kader van de uitbreiding van de luchthaven Schiphol wordt geëvalueerd. Het is derhalve uiterst belangrijk dat de mate van hinder correct wordt geschat. Tot nu toe werd de hinder bepaald met behulp van gemodelleerde vliegtuiggeluidniveau's (zie paragraaf 2.2.1) in combinatie met een lineaire blootstelling-effect relatie, opgesteld door Bitter aan de hand van onderzoek onder omwonenden in de jaren '60 en '70. In deze relatie is het percentage ernstig gehinderden ongeveer gelijk aan de Ke-waarde verminderd met de waarde 10.

In Fase I van de GES werd geschat, dat meer dan 100.000 mensen ernstige hinder van vliegtuiggeluid ondervonden. Dit was gebaseerd op gemodelleerde niveaus van de geluidbelasting in 1991 en op de blootstelling-effect relatie van Bitter. Tevens werd geconcludeerd dat deze blootstelling-effect relatie in Fase II van de GES opnieuw bekeken moest worden.

3.1.2 Vragenlijstonderzoek

In 1996 werd een schriftelijk vragenlijstonderzoek uitgevoerd in een onderzoeksgebied met een straal van 25 kilometer rond de luchthaven Schiphol (6). De doelstelling van dit onderzoek was:

- 1) het bepalen van de prevalentie van verschillende indicatoren waaronder hinder;
- 2) het bepalen van blootstelling-effect relaties, onder andere tussen de blootstelling aan vliegtuiggeluid en hinder.

De verwachte respons op de schriftelijk enquête was van tevoren geschat op 20 tot 35 procent. Voor het beantwoorden van de twee doelstellingen waren circa 10.000 ingevulde vragenlijsten nodig. Met de verwachting dat veel mensen de vragenlijst niet zouden retourneren zijn 30.000 willekeurig gekozen adressen in het onderzoeksgebied aangeschreven. Om het aantal ingevulde vragenlijsten te verhogen werd een aantal weken na het verzenden van de vragenlijst een herinneringsbrief gestuurd naar mensen die op dat moment nog niet hadden gereageerd. Van de 30.000 benaderde personen heeft uiteindelijk 39 procent gereageerd. Om te onderzoeken of de resultaten vertekend konden zijn door selectieve uitval is, in aanvulling op de schriftelijke vragenlijst, een korte telefonische enquête afgenomen bij een klein deel ($n=271$) van de mensen die niet gereageerd hadden. Hieruit kwam naar voren dat selectieve uitval zeer aannemelijk was. Mensen die de vragenlijst niet hadden ingevuld rapporteerden relatief minder hinder door vliegtuiggeluid, waren minder bezorgd over hun veiligheid door het wonen in de buurt van een groot vliegveld en stonden minder negatief ten opzichte van de groei van Schiphol. Bovendien bevatte deze groep relatief minder hoog opgeleiden en meer allochtonen.

Doordat de selectieve non-respons de resultaten kon hebben vertekend, waren de uitkomsten van de schriftelijke vragenlijst waarschijnlijk niet helemaal representatief voor de meer dan 1,5 miljoen mensen die in

het onderzoeksgebied wonen. Daarom zijn naar aanleiding van de aanvullende telefonische enquête verschillende schattingen gemaakt om eventuele vertekening van de resultaten door selectieve uitval in beeld te brengen. Zowel de 'ongecorrigeerde' als de 'gecorrigeerde' cijfers worden hier gepresenteerd om de bandbreedte van de schattingen te laten zien. Tabel 2 toont de resultaten van het vragenlijstonderzoek voor hinder veroorzaakt door vliegtuigen (gemeten op een 11 punts-schaal, lopend van helemaal niet hinderlijk tot heel erg hinderlijk).

Tabel 2 Hinder bij de bevolking (van 18 jaar en ouder) in een straal van 25 kilometer rond de luchthaven en de bijdrage van vliegtuiggeluid hieraan*

Variabele Hinder door vliegtuigen	Percentage mensen dat effect rapporteert		Absoluut aandeel van de blootstelling (aantal personen van 18 jaar en ouder)
	Gecorrigeerd voor selectieve uitval	Niet gecorrigeerd voor selectieve uitval	
Ernstige hinder** door geluid studiegebied (1.520.750)*** ≥ 20 Ke (370.280) ≥35 Ke (23.510)	18%	31%	265.000 - 465.000
	36%	53%	98.000 - 158.000
	48%	65%	12.000 - 15.000
Ernstige hinder door geur studiegebied (1.520.750) ≤ 10 km (432.610)	5%	7%	80.000 - 108.000
	16%	19%	47.000 - 60.000
Ernstige hinder door stof/roet/rook studiegebied (1.520.750) ≤ 10 km (432.610)	6%	8%	100.000 - 125.000
	19%	23%	57.000 - 69.000
Ernstige hinder door trillingen studiegebied (1.520.750) ≥ 20 Ke (370.280) ≥35 Ke (23.510)	10%	14%	150.000 - 210.000
	11%	15%	60.000 - 84.000
	39%	45%	9.000 - 11.000

* percentages en absolute aantallen zijn afrondingen

** gedefinieerd als het percentage respondenten van wie op de 11-punts schaal (0-10,0) de hinderscore meer dan 7,2 was.

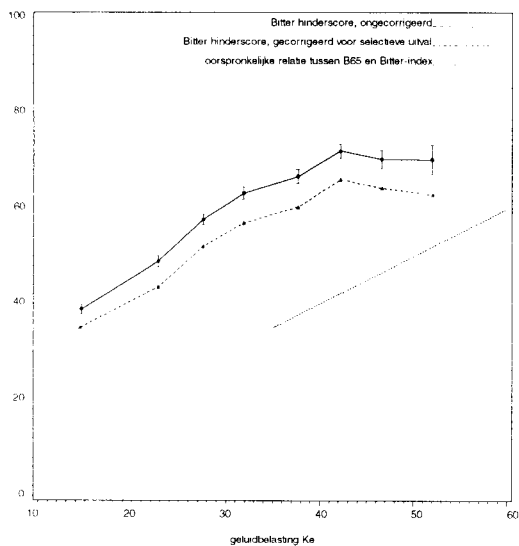
*** tussen haakjes is het totaal aantal inwoners (18 jaar en ouder) in het gebied weergegeven

Van alle bronnen werden vliegtuigen het meest frequent genoemd als oorzaak voor hinder door *geluid*, gevolgd door burens en wegverkeer. In een gebied van 25 kilometer rond de luchthaven was 18 tot 31 procent van de volwassenen ernstig gehinderd door het geluid van vliegtuigen. Dit waren naar schatting een kwart tot een half miljoen mensen. Binnen de wettelijk vastgestelde geluidzone voor vliegverkeer (35 Ke-zone) was het percentage volwassenen dat aangaf ernstige hinder te ondervinden door vliegtuiggeluid 48-65 procent. Dit kwam overeen met 12-15 duizend mensen. Buiten deze zone lagen de percentages lager, maar in absolute aantallen ging het om meer mensen (250-450 duizend mensen), omdat er veel meer mensen buiten de wettelijke geluidzone wonen (98,5 procent van het totaal) dan daarbinnen (1,5 procent).

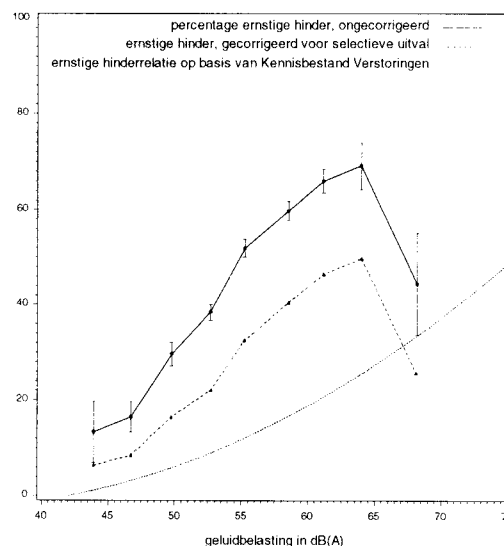
De hinder nam af bij een lagere geluidbelasting. Aan de randen van het onderzoeksgebied, in het gebied met een geluidbelasting van minder dan 20 Kosten-eenheden, rapporteerde 14 tot 27 procent van de respondenten ernstige hinder door vliegtuiggeluid.

De gerapporteerde hinder door geluid van vliegtuigen was hoger dan verwacht werd op basis van gegevens uit

eerder onderzoek rond Schiphol door Bitter (in 1967 en 1980 (9), zie Figuur 2) en gegevens uit het Kennisbestand Verstoringen (TNO-PG (21)); gegevens van 20 studies naar geluidhinder door vliegtuigen uit 9 landen, zie Figuur 3). Mogelijke verklaringen voor het verschil in geluidhinder tussen eerdere onderzoeken rond Schiphol, onderzoeken uit het buitenland en dit vragenlijstonderzoek zijn onder andere: een hogere feitelijke geluidbelasting dan de berekende waarden aangeven, een toegenomen geluidgevoeligheid en bezorgdheid over de veiligheid, en de invloed van het politiek en maatschappelijk debat over de uitbreiding van de luchthaven.



Figuur 2 Relatie tussen hinder en vliegtuigeluidbelasting (B_{65})



Figuur 3 Relatie tussen ernstige hinder en vliegtuigeluidbelasting (L_{dn})

Het percentage mensen dat hinder door vliegtuigeluid rapporteerde nam toe met de geluidbelasting. Bij hogere geluidniveaus (boven circa 40-45 Ke (B_{65})) vlakke de toename in hinder af. Een dergelijke afvlakking wordt ook in andere onderzoeken gevonden. De resultaten van dit onderzoek geven geen duidelijke verklaring voor dit fenomeen. Factoren die hierin, eventueel gecombineerd, een rol kunnen spelen zijn: een betere geluidisolatie bij hogere geluidbelastingen, het vertrek van (geluidgevoelige) mensen uit een lawaaiige omgeving en aanpassing aan het wonen in een lawaaiige omgeving (coping). Uit een multivariate regressieanalyse van geluidhinder bleek dat 40 procent van de variantie in de hinder kon worden verklaard door de geluidbelasting in combinatie met achttien niet-akoestische factoren. De belangrijkste verklarende variabele was de geluidbelasting, die 11 procent van de variantie in hinder verklaarde. De voornaamste niet-akoestische waren de geluidgevoeligheid en de angst voor het neerstorten van vliegtuigen.

Van alle bronnen werden vliegtuigen het meest frequent genoemd als oorzaak voor hinder door trillingen. Voor hinder door geur, en stof/roet of rook was wegverkeer de meest genoemde bron.

Het aantal ernstig gehinderden door geur, stof/roet/rook en trillingen van vliegtuigen was naar schatting respectievelijk 80.000 tot 108.000 (5-7 procent), 100.000 tot 125.000 (6-8 procent) en 150.000 tot 210.000 (10-14 procent) (zie Tabel 2). Ongeveer de helft van de ernstig gehinderden woonde binnen een straal van 10 kilometer rondom de luchthaven. In het kader van de MER Schiphol werd aan de hand van modelberekeningen geschat dat er direct rondom de luchthaven gemiddeld ongeveer 36.000 omwonenden gehinderd zouden zijn door geur van vliegverkeer.

De ernstige hinder door geur, stof/roet/rook en door trillingen van vliegtuigen was hoger dan die in het meest recente landelijke hinderonderzoek (10). De verklaring hiervoor is mogelijk (deels) hetzelfde als voor de hogere hinder door vliegtuiggeluid. Een andere mogelijke verklaring kan zijn dat mensen die aangeven gehinderd te zijn door geluid ook aangeven dat ze gehinderd zijn door geur, stof/roet/rook en door trillingen, dus dat deze mensen in het algemeen gevoeliger zijn.

Verder werd op grotere afstand van de luchthaven nog hinder door geur, stof/roet/rook en door trillingen van vliegtuigen gerapporteerd. Het is daarom niet uitgesloten dat ook op grotere afstand van de luchthaven blootstelling aan deze factoren optreedt, in tegenstelling tot wat op basis van modelberekeningen wordt verwacht. Met aanvullende metingen van geur, stof en roet op grotere afstand van de luchthaven kan dit eventueel worden onderzocht.

3.2 Hart- en vaatziekten

3.2.1 Inleiding

Uit Fase I van de GES en andere onderzoeken (15, 16) bleek dat indicatoren van hart- en vaatziekten, zoals medicijngebruik, konden worden geassocieerd met blootstelling aan (vliegtuig)geluid. De kwantitatieve risicoevaluatie die tijdens Fase I van de GES is uitgevoerd, resulteerde in een schatting van ongeveer 1.500 volwassenen extra met hoge bloeddruk en een verhoogde kans op ischemie (op een totaal aantal inwoners van 1,6 miljoen) als gevolg van blootstelling aan vliegtuiggeluid, in een gebied van 55 bij 55 kilometer rond de luchthaven Schiphol. Daarom werden in 1991 de ruimtelijke patronen van ziekenhuisontslagen voor hart- en vaatziekten geanalyseerd. Als onderdeel van Fase II werd in 1995 een uitbreiding van deze analyse verricht, gebruik makend van verdere methodologische ontwikkelingen in de analysetechniek en verbeteringen in de wijze van presenteren. Bovendien werden gegevens over een langere periode geanalyseerd (drie in plaats van één jaar).

3.2.2 Ziekenhuisopnames

Op basis van gegevens over ziekenhuisontslagen uit de periode 1991-1993, werd voor vier (groepen van) hart- en vaatziekten (zie Tabel 1) per 4-positie postcodegebied de statistische significantie van de

kans op ziekte weergegeven (Standardized Mortality Ratio's¹ (SMR)) bij een betrouwbaarheid van 95%. De ruimtelijke patronen werden in kaart gebracht nadat met behulp van een ruimtelijk (empirisch Bayesiaans) model het effect van toevalsfluctuaties was gereduceerd. Bij de analyses werd gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht. Het was met de beschikbare (Bayesiaanse) methode nog niet mogelijk om gegevens over de milieubelasting (o.a. geluid) in het onderzoeksmodel op te nemen. Daarom kon geen antwoord gegeven worden op de vraag waardoor eventuele ruimtelijke patronen in ziekten werden veroorzaakt. Wel werd aangenomen dat, indien er een sterke invloed van de nabijheid van de luchthaven Schiphol zou zijn, dit in ruimtelijke patronen in de morbiditeit tot uitdrukking zou komen.

De kaarten vertoonden grote ruimtelijke spreiding in het optreden van ziekenhuisontslagen voor hart- en vaatziekten binnen het onderzoeksgebied. Deze variaties berustten in de meeste gevallen op toeval (niet statistisch significant bij een betrouwbaarheid van 95%). Er was geen consistent ruimtelijk patroon zichtbaar dat wees in de richting van een relatie tussen milieubelasting afkomstig van de luchthaven Schiphol en het optreden van hart- en vaatziekten. De ruimtelijke patronen wisselden van jaar tot jaar en verschilden tussen mannen en vrouwen. Alleen bij ziekenhuisontslagen voor 'totaal hart- en vaatziekten' was in sommige gebieden wel sprake van enige consistentie in het ruimtelijke patroon in de tijd, voor zowel mannen als vrouwen. Duidelijke clustering rond de luchthaven leek hier echter niet op te treden.

Omdat gegevens over andere belangrijke determinanten van de onderzochte aandoeningen (zoals sociaal-economische status, roken, alcoholgebruik) ontbraken en er geen blootstellinggegevens in het ruimtelijk model konden worden ingevoerd, kunnen fout-positieve en fout-negatieve morbiditeitspatronen zijn ontstaan. Met deze beperkingen konden geen uitspraken worden gedaan over de oorzaken van het waargenomen morbiditeitspatroon. De uitkomsten van dit onderzoek sluiten bovendien niet uit dat er mildere effecten optreden, zoals hoge bloeddruk. Over het algemeen zullen mensen met gezondheidsklachten eerst door de huisarts worden behandeld. Daardoor kan een inschatting van de effecten op hart- en vaatstelsel aan de hand van alleen ziekenhuisopnames te laag uitvallen.

3.2.3 Vragenlijstonderzoek

Uit het vragenlijstonderzoek (zie paragraaf 3.1.2) bleek dat 15 procent van de 1,5 miljoen volwassenen in het onderzoeksgebied rond de luchthaven, het gebruik van 'medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk' (door een arts voorgeschreven) rapporteerden. Dit prevalentiecijfer lag na correctie voor selectieve non-respons maximaal 2 procent hoger.

Uit een regressie-analyse bleek dat het gebruik van deze medicijnen verband hield met zowel de blootstelling aan vliegtuigeluid als met de afstand tot de luchthaven. In de analyse werd gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, opleiding, land van herkomst, roken en stedelijkheidsgraad. Van alle onderzochte

¹ De verhouding tussen de waargenomen en verwachte opnamecijfers per 4-positie postcodegebied gebaseerd op het gemiddelde opnamecijfer voor het totale onderzoeksgebied.

blootstellingsmaten bleken alleen de $L_{Aeq, 24 \text{ uur}}$ en de afstand tot de luchthaven statistisch significant verband te houden met dit medicijngebruik ($p < 0,05$). De analyse gaf aan dat per 10 eenheden (Ke of dB(A)) in vliegtuiggeluid het gebruik van ‘medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk’ met maximaal 16 procent toenam, afhankelijk van de gehanteerde maat voor geluid (B65, B45, $L_{Aeq, 24 \text{ uur}}$, $L_{Aeq, 22-23 \text{ uur}}$, $L_{Aeq, 23-06 \text{ uur}}$).

Op basis van deze uitkomsten werd geschat dat 0,6-1,4 procent van de totale prevalentie (17 procent) van het gebruik van ‘medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk’ in gebieden met een vliegtuiggeluidbelasting ≥ 20 Ke (B65, ongeveer gelijk aan 50-55 dB(A)²) is toe te schrijven aan vliegtuiggeluid (ofwel 2.100 - 5.200 personen ≥ 18 jaar). In gebieden die worden blootgesteld aan geluidniveaus ≥ 35 Ke (B65, ongeveer gelijk aan 60-65 dB(A)) was dit 1,7-2,3 procent (ofwel 400 - 500 personen ≥ 18 jaar) van een totale prevalentie van 18 procent.

3.3 Slaapverstoring

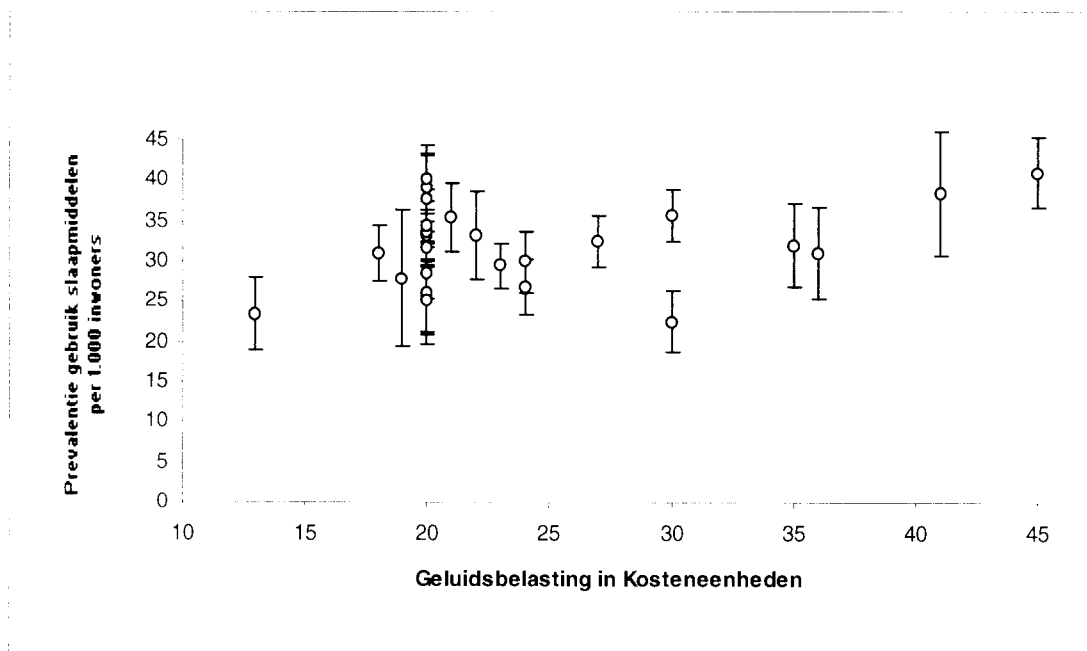
3.3.1 Inleiding

Uit Fase I van de GES en andere onderzoeken (17, 18) bleek dat indicatoren voor slaapverstoring konden worden geassocieerd met blootstelling aan vliegtuiggeluid. Uit de risico-evaluatie van Fase I werd onder meer geconcludeerd, dat er in de buurt van de luchthaven Schiphol slaapverstoring optreedt ten gevolge van vliegtuiggeluid. Op basis van het geluidniveau in 1990 werd het aantal inwoners met slaapverstoring binnen de 20 en 27 dB(A) geluidcontouren ($L_{Aeq, 23-06 \text{ uur}}$) geschat op respectievelijk 100.000 en 13.000 (11).

Gegevens over medicijngebruik van geselecteerde apotheken in een gebied van zo'n 30 kilometer rond de luchthaven Schiphol, toonden aan dat 32,1 op de 1.000 inwoners in deze regio slaapmiddelen gebruikten. Dit is vergelijkbaar met de landelijke referentiewaarde (34,5 per 1.000 personen). Binnen het studiegebied werden verschillen in prevalentie van het slaapmiddelengebruik per 4-positie postcodegebied gevonden in relatie tot de geluidbelasting per 4ppc-gebied (zie Figuur 4).

Het verschil in gebruik van slaapmiddelen werd onderzocht in gebieden met een lage geluidbelasting (≤ 20 Ke) en een hoge geluidbelasting (> 30 Ke) door vliegtuiggeluid, en werd geschat met behulp van Mantel-Haenszel Odds Ratio's. De uitkomsten werden gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht. In gebieden met een hoge blootstelling aan vliegtuiggeluid was het gebruik van slaapmiddelen 14 procent hoger (Odds Ratio 1,14 [1,05-1,25]). Dit was met name toe te schrijven aan het gebruik van slaapmiddelen door vrouwen, personen van 45 jaar en ouder en langdurige gebruikers (meer dan 20 dagen aaneengesloten). Na correctie voor het optreden van chronische ziekten, was het gebruik van slaapmiddelen 8 procent hoger in gebieden met een hoge geluidbelasting (Odds Ratio: 1,08 [1,00-1,18]).

² Gebaseerd op de volgende benadering: $L_{etmaal} \approx \frac{1}{2}B + 45 \text{ dB(A)}$.



Figuur 4 Prevalentie van slaapmiddelengebruik naar geluidbelasting per 4ppc-gebied

3.3.2 Vragenlijstonderzoek

Het gebruik van 'slaap- of kalmeringsmiddelen' werd eveneens onderzocht in het vragenlijstonderzoek (zie paragraaf 3.1.2). Hieruit bleek dat 10 procent van de 1,5 miljoen volwassenen in het onderzoeksgebied door de arts voorgeschreven 'slaap- of kalmeringsmiddelen' gebruikten. Bij uitsluiting van respondenten die medicijnen gebruiken voor 'hart, bloedvaten of bloeddruk' en voor 'reuma en gewrichtspijnen e.d.' en van respondenten die regelmatig in ploegendienst werken, was de prevalentie 8 procent. Dit prevalentiecijfer lag na correctie voor selectieve non-respons maximaal 2 procent hoger.

Uit een regressieanalyse bleek dat het gebruik van 'slaap- of kalmeringsmiddelen' (zowel de door een arts voorgeschreven middelen als de zelfmedicatie, als het frequent gebruik van deze middelen) gerelateerd was aan de vliegtuigeluidbelasting. In de analyse werd gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, opleiding, land van herkomst en stedelijkheidsgraad. De relatie tussen het gebruik van 'slaap- of kalmeringsmiddelen' en vliegtuigeluid was statistisch significant voor alle onderzochte geluidmaten (B_{65} , B_{45} , $L_{Aeq, 24 \text{ uur}}$, $L_{Aeq, 22-23 \text{ uur}}$) met uitzondering van $L_{Aeq, 23-06 \text{ uur}}$. Voor iedere toename van 10 eenheden (Ke of dB(A)) in vliegtuigeluid was de geschatte toename in het gebruik van 'slaap- of kalmeringsmiddelen' 15-46 procent, afhankelijk van de gehanteerde maat voor geluid. In gebieden met een blootstelling aan vliegtuigeluid ≥ 20 Ke werd geschat dat 1,2-2,2 procent van de totale prevalentie van het gebruik van slaap- of kalmeringsmiddelen (10 procent) kon worden toegeschreven aan vliegtuigeluid (ofwel 4.500 - 8.100 personen ≥ 18 jaar). In gebieden ≥ 35 Ke was dat naar schatting 2,6-3,6 procent van een totale prevalentie van 11 procent (ofwel 600 - 900 personen ≥ 18 jaar).

Ook andere indicatoren voor slaapverstoring (slaapverstoring door geluid van vliegtuigen en de slaapkwaliteit) werden onderzocht middels de vragenlijst. Slaapverstoring door vliegtuigeluid is in deze

vragenlijst op dezelfde manier gemeten als hinder (zie paragraaf 3.1.2). De slaapkwaliteit werd gemeten met een verkorte versie van de Groningse slaapkwaliteitschaal (10 items).

Van alle bronnen werden vliegtuigen het meest frequent genoemd als bron van slaapverstoring, gevolgd door burenen en wegverkeer. In een straal van 25 kilometer rond de luchthaven zei (na correctie voor selectieve non-respons) 8 tot 12 procent van de mensen (≥ 18 jaar) ernstig in hun slaap verstoord te worden door het geluid van vliegtuigen. Dit waren naar schatting 120.000 tot 180.000 mensen. De meerderheid hiervan woonde in gebieden buiten de wettelijke zone voor het nachtelijk vliegtuiggeluid (geluidbelasting van < 26 dB(A) $L_{Aeq, 23-06\text{uur}}$, in de slaapkamer). Binnen de wettelijke zone voor het nachtelijk vliegtuiggeluid (≥ 26 dB(A)) meldde 33-39 procent van de volwassenen (6.000-7.000 mensen) ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid.

In gebieden met een nachtelijke geluidbelasting van 26 dB(A) of meer beoordeelden mensen hun slaapkwaliteit iets slechter dan diegenen die buiten deze zone woonden; het percentage mensen in deze gebieden dat (4 of meer) slaapklachten rapporteerde was respectievelijk 17-19 procent en 14-15 procent. De ervaren slaapkwaliteit in dit onderzoek was vergelijkbaar met de in 1986 gemeten slaapkwaliteit in gebieden met een hoge blootstelling aan wegverkeer (>50 dB(A)), maar slechter dan die in meer landelijke gebieden, rond militaire luchthavens in Friesland en Overijssel.

Naast het gebruik van 'slaap- of kalmeringsmiddelen' en de frequentie van dat gebruik, was de blootstelling aan vliegtuiggeluid statistisch significant geassocieerd met 'slaapverstoring door geluid van vliegtuigen' en de 'ervaren slaapkwaliteit'. Het effect op slaapverstoring was niet lineair en werd gecorrigeerd voor een aantal variabelen, waaronder geluidgevoeligheid, angst voor neerstorten van vliegtuigen, blootstelling aan vliegtuiggeluid op het werk, opleiding en leeftijd. Gebaseerd op de relatie met vliegtuiggeluid werd geschat dat in gebieden met een geluidbelasting ≥ 20 Ke 1,4-3,9 procent van de totale prevalentie van 'slecht ervaren slaapkwaliteit' (72 procent, een of meer slaapklachten) kan worden toegeschreven aan vliegtuiggeluid (ofwel 5.300 - 14.300 personen ≥ 18 jaar). In de 35 Ke-zone is de bijdrage van vliegtuiggeluid aan de prevalentie van 'slecht ervaren slaapkwaliteit' (73 procent) geschat op 3,8-6,1 procent (ofwel 900 - 1.400 personen ≥ 18 jaar).

3.4 Luchtwegaandoeningen

3.4.1 Inleiding

Uit interviews met sleutelpersonen, gesprekken met maatschappelijke groeperingen en een risicobelevingsonderzoek in het kader van Fase I van de GES bleek dat luchtwegaandoeningen een onderwerp van grote zorg vormden voor de bevolking. Voor het risicobelevingsonderzoek werden 479 volwassenen in de regio Schiphol ondervraagd en vergeleken met een controlegroep van 936 mensen elders in het land (2, 12). In de regio Schiphol beschouwde 33 procent van de respondenten de lucht in hun omgeving als 'redelijk tot sterk vervuuld' (tegenover 11 procent in de controlegroep). Vierenveertig procent ondervond 'soms, dikwijls of altijd hinder' van de luchtverontreiniging in de omgeving (tegenover 22 procent in de controlegroep). Ongeveer 60 procent van de respondenten in de regio zag

vliegverkeer als de grootste bron van vervuiling.

In de gezondheidkundige evaluatie voor de MER (2) werd geconcludeerd dat de lokale luchtverontreinigingsniveau's in de regio Schiphol, vergelijkbaar waren met die in andere stedelijke gebieden. Deze niveau's liggen over het algemeen onder de huidige normen en grenswaarden voor luchtkwaliteit, al kunnen die normen wel overschreden worden in de buurt van grote verkeerswegen in het gebied. De totale bijdrage van vliegverkeersemisies aan de algemene achtergrondwaarden voor lokale luchtverontreiniging werd geschat op nog geen 10 procent. Het werd dan ook onwaarschijnlijk geacht dat de lokale luchtverontreiniging door vliegtuigen luchtwegklachten zou veroorzaken. Niettemin werd de informatie over de mate van blootstelling aan bepaalde luchtverontreinigende stoffen (PM_{10} , $PM_{2,5}$) onvoldoende geacht. Bovendien konden geluidisolatie en veranderde ventilatiegewoonten van de bewoners de ventilatie in woonhuizen in de regio mogelijk verminderen, wat zou kunnen leiden tot hogere binnenluchtverontreinigingsniveau's. Mede met het oog op de bezorgdheid onder de bevolking werd daarom voorgesteld om PM_{10} en $PM_{2,5}$ in de regio te meten en de kwaliteit van de binnenlucht van huizen met een hoge geluidbelasting te vergelijken met die in huizen met een lage geluidbelasting. Er lag destijds geen voorstel om luchtwegaandoeningen bij kinderen te meten, tenzij de bezorgdheid van de bevolking daar reden toe zou geven.

Na Fase I verschenen er, buiten het kader van de GES, twee rapporten die de bezorgdheid over luchtwegaandoeningen in de regio deden toenemen.

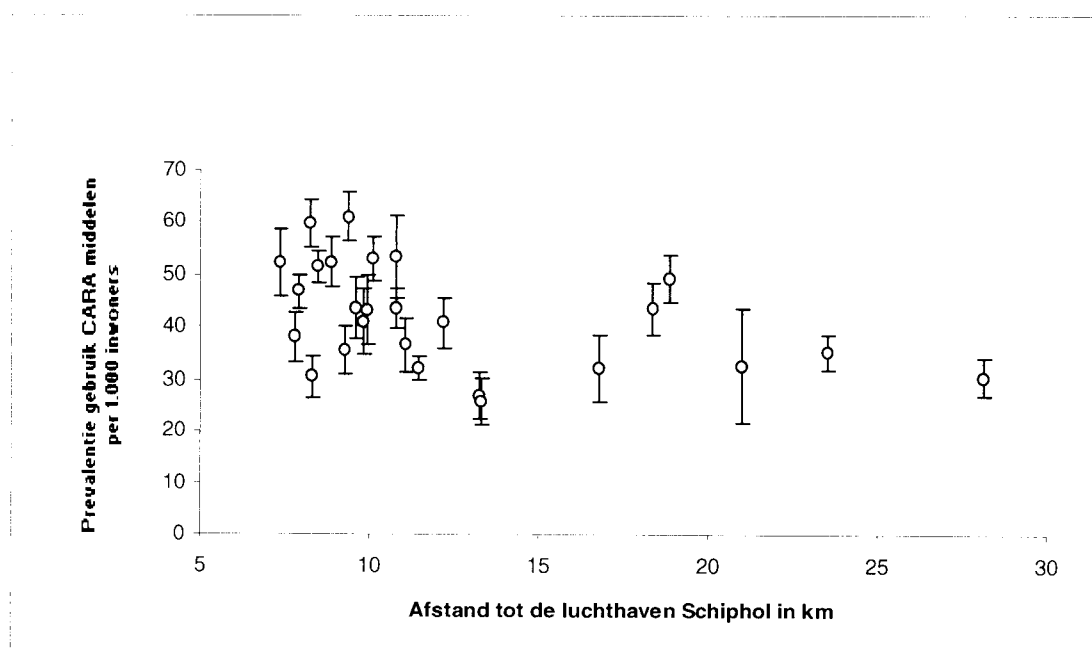
Het eerste rapport was een semi-ecologisch onderzoek naar medicijngebruik met gegevens van geselecteerde apotheken in een gebied van zo'n 30 kilometer rond de luchthaven (3) (zie paragraaf 3.3.1). Doel van dit onderzoek was te bestuderen in hoeverre apotheekgegevens gebruikt kunnen worden in onderzoek naar de effecten van lokale milieuverontreiniging op de volksgezondheid. Het gebruik van CARA-middelen (Chronische A-specifieke Respiratoire Aandoeningen) werd bestudeerd in relatie tot afstand tot de luchthaven, als indicator voor blootstelling aan luchtverontreiniging door vliegverkeer. De prevalentie van het gebruik voor CARA-middelen in de regio was ongeveer gelijk aan de landelijke referentiewaarde. Binnen het onderzoeksgebied werden verschillen in prevalentie met betrekking tot de afstand tot de luchthaven gevonden (zie Figuur 5).

De voor leeftijd en geslacht gecorrigeerde prevalentie van het gebruik van CARA-middelen binnen een straal van 10 kilometer rondom de luchthaven Schiphol was 14 procent hoger dan in het gebied buiten de 10 kilometer. (Odds Ratio: 1,14 (1,09-1,19)). Deze toename kon voornamelijk worden toegeschreven aan het gebruik van CARA-middelen onder jongeren van 0-19 jaar en personen boven de 60 jaar. In de analyse kon helaas niet worden gecorrigeerd voor andere versturende variabelen (zoals roken, sociaal-economische status), omdat er geen informatie over beschikbaar was. Verder werd de afstand tot de luchthaven Schiphol gebruikt als grove indicator voor luchtverontreiniging, omdat er ten tijde van dit onderzoek geen goede meetwaarden van luchtverontreiniging ten gevolge van weg- of vliegverkeer voorhanden waren. Gezien deze beperkingen kon niet worden geconcludeerd dat de gevonden toename

van gebruik van CARA-middelen werd veroorzaakt door luchtverontreiniging die was gerelateerd aan de emissie van vliegtuigen in de regio. Het kon echter ook niet worden uitgesloten.

Het tweede rapport, over luchtwegaandoeningen, werd gepubliceerd door een gemeentelijke gezondheidsdienst (GGD) in de omgeving van de luchthaven Schiphol. Er werd een ecologisch onderzoek in beschreven van de registratie door huisartsen van gezondheidsklachten (met betrekking tot luchtwegen) in de periode 1993-1994 (13). In het rapport werd geconcludeerd dat huisartsen in woonwijken in de nabijheid van de luchthaven meer luchtwegaandoeningen bij kinderen registreerden, dan huisartsen in verder weg gelegen woonwijken. Het rapport bevatte echter geen formele statistische analyses waaruit de significantie van deze bevindingen bleek en eveneens geen informatie over versturende variabelen.

De toegenomen ongerustheid bij het publiek door de publicatie van deze twee rapporten leidde ertoe, dat een epidemiologisch onderzoek naar luchtwegaandoeningen bij schoolkinderen werd opgenomen in Fase II van de GES.



Figuur 5 Prevalentie van gebruik CARA-middelen naar afstand tot de luchthaven, per 4ppc-gebied

3.4.2 Ziekenhuisopnames

Op basis van gegevens over ziekenhuisontslagen uit de periode 1991-1993, werd voor vijf (groepen van) luchtwegaandoeningen (zie Tabel 1) per 4-positie postcodegebied de statistische significantie van de kans op ziekte weergegeven (Standardized Mortality Ratio's³ (SMR)) bij een betrouwbaarheid van 95%. De ruimtelijke patronen werden in kaart gebracht nadat met behulp van een ruimtelijk (empirisch Bayesiaans) model het effect van toevalsfluctuaties was gereduceerd. Bij de analyses werd gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht (zie 3.2.2).

De kaarten lieten in het studiegebied een grote ruimtelijke spreiding zien in het optreden van ziekenhuisontslagen voor luchtwegaandoeningen. Voor de meeste van de onderzochte luchtwegaandoeningen waren de variaties niet statistisch significant. Er was geen consistent ruimtelijk patroon zichtbaar dat zou kunnen samenhangen met verontreinigingen afkomstig van de luchthaven Schiphol. De ruimtelijke patronen wisselden van jaar tot jaar en verschilden tussen mannen en vrouwen. Alleen bij ziekenhuisontslagen voor 'bovenste luchtwegaandoeningen' en 'acute luchtweginfecties' was in twee van de drie jaren wel sprake van enige consistentie in het ruimtelijke patroon, voor zowel mannen als vrouwen in sommige noordwestelijke en zuidelijke delen van het onderzoeksgebied. Duidelijke clustering rond de luchthaven leek hier echter niet op te treden.

3.4.3 Vragenlijstonderzoek

In Fase II van de GES werden luchtwegklachten onderzocht als onderdeel van het vragenlijstonderzoek naar hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten (zie 3.1.2).

Zevenenvijftig procent van de volwassenen in het onderzoeksgebied van 25 kilometer rond de luchthaven Schiphol meldde 'één of meer luchtwegklachten' (zie Tabel 3). De voor selectieve non-respons gecorrigeerde prevalenties hebben een absoluut verschil van maximaal 2 procent met de ongecorrigeerde getallen. De te vergelijken cijfers kwamen redelijk overeen met wat in ander Nederlands onderzoek onder volwassen populaties wordt gevonden.

Tabel 3 Prevalentie van luchtwegklachten gemeld door respondenten

Luchtwegsymptoom	Prevalentie
Eén of meer luchtwegklachten	57%
Symptomen van de onderste luchtwegen	18%
Astma	8%
Chronisch hoesten, slijm opgeven en bronchitis	40%
Medisch behandeld voor allergie	30%
Gebruik van medicijnen tegen allergie en/of astma	14%

³ De verhouding tussen de waargenomen en verwachte opnamecijfers per 4-positie postcodegebied gebaseerd op het gemiddelde opnamecijfer voor het totale onderzoeksgebied.

Het verband met de afstand tot de luchthaven werd geanalyseerd via een meervoudige logistische regressieanalyse, waarin de afstand werd gedichotomiseerd tot ' ≤ 10 km' en '> 10 km'. Er werd gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, opleiding, land van herkomst, roken, aanwezigheid van een afvoerloze keukengeiser, vocht en/of schimmel in de woning, passief roken, stedelijkheidsgraad en afstand tot de dichtstbijzijnde hoofdverkeersweg. Een statistisch significant verband met de afstand tot de luchthaven werd gevonden voor de luchtwegklachten 'één of meer luchtwegklachten', 'chronisch hoesten, slijm opgeven en bronchitis', 'allergie' en voor het gebruik van 'medicijnen tegen allergie en/of astma'. Dichterbij de luchthaven rapporteerden relatief meer mensen deze klachten. Dit verband bleef statistisch significant gehandhaafd als de afstand tot de luchthaven werd opgesplitst in ringen met een breedte van 5 of 2 kilometer.

3.4.4 Onderzoek naar luchtwegaandoeningen bij kinderen

Een van de epidemiologische veldonderzoeken uit Fase II van de GES was het onderzoek naar luchtwegaandoeningen bij kinderen in de omgeving van de luchthaven Schiphol. Het doel van het onderzoek was na te gaan of er een verband is tussen de respiratoire gezondheid van kinderen die in de nabijheid van de luchthaven wonen en de luchtverontreiniging die wordt veroorzaakt door het vliegverkeer. In dit onderzoek is tevens gekeken naar een eventueel verband met luchtverontreinigingen afkomstig van het wegverkeer.

Het verband is onderzocht door middel van een dwarsdoorsnede onderzoek in de periode juni 1997 tot en met juli 1998. Op 30 scholen in de regio Schiphol, geselecteerd op verschillende afstanden tot de luchthaven en tot hoofdverkeerswegen, is eenmalig onderzoek uitgevoerd onder basisschoolkinderen uit de groepen 4 tot en met 8 (leeftijd 7-12 jaar). De 30 basisscholen lagen in zeven woonkernen rondom de luchthaven Schiphol, te weten: Aalsmeer, Amstelveen, Amsterdam, Badhoevedorp, Hoofddorp, Nieuw Vennep en Zwanenburg. Tegelijkertijd is, door middel van metingen in een klaslokaal in de school en in de buitenlucht nabij de school, de jaargemiddelde blootstelling aan luchtverontreiniging geschat. Daarnaast zijn er berekeningen uitgevoerd om inzicht te krijgen in de relatieve bijdrage van vliegverkeer en wegverkeer aan de concentraties van luchtverontreinigende stoffen.

De gezondheidseffectmetingen werden gedaan middels een vragenlijst (door de ouders van het kind in te vullen), een longfunctietest bij alle deelnemende kinderen en bloedafname bij kinderen uit de groepen 5 tot en met 8. Bovendien werden op een vijftal scholen nog aanvullend een bronchiale reactiviteitstest en een huidpriktest gedaan.

Uit het onderzoek bleek dat er tussen de zeven woonkernen verschillen bestonden in prevalentie van luchtwegsymptomen, verlaagde longfunctie en de hoeveelheid antilichamen (IgE) in het bloed. De prevalenties waren echter niet groter in woonkernen die dicht bij Schiphol liggen, in vergelijking met woonkernen die verder weg liggen. De gemiddelde prevalentie van alle woonkernen samen was wel verhoogd voor de meeste luchtwegsymptomen wanneer ze vergeleken werd met een populatie die niet in de Schiphol regio woont en niet langs een drukke weg.

De blootstelling aan luchtverontreiniging bij de scholen werd wel beïnvloed door het wegverkeer. In en nabij scholen liggend dichtbij snelwegen werden hogere concentraties luchtverontreiniging aangetroffen dan in en nabij scholen op grotere afstand van snelwegen. Er was een verband tussen de luchtverontreiniging die nabij scholen werd gemeten en de afstand van de school tot de luchthaven Schiphol voor NO₂, roet en benzeen (lager op grotere afstand), maar niet voor PM_{2.5} en hogere alkanen. Dit verband werd gevonden na correctie voor de urbanisatiegraad (adresdichtheid) van het gebied waarin de meetpunten waren gelegen. De componenten waarvoor verband met de buitenlucht werd gevonden (NO₂, roet en benzeen) zijn meer gerelateerd aan het wegverkeer als bron dan aan het vliegverkeer. Er was geen verband met afstand tot Schiphol en binnenluchtverontreiniging in de scholen. Er was geen verband tussen de gemeten luchtverontreiniging in en nabij scholen en de prevalentie van luchtwegsymptomen, een verlaagde longfunctie of een verhoogde concentratie antilichamen tegen allergenen in het bloed. Ook was er geen consistent verband tussen de gemodelleerde luchtverontreiniging afkomstig van wegverkeer en de gezondheidsvariabelen. Ditzelfde was het geval voor de afstand van de woning van het kind tot het verlengde vierbanenstelsel van Schiphol.

De conclusie was dat met dit onderzoek geen relatie is aangetoond tussen luchtverontreiniging nabij Schiphol en de onderzochte gezondheidsvariabelen bij de deelnemende kinderen.

3.5 Ervaren gezondheid

3.5.1 Inleiding

Ervaren gezondheid is een gezondheidsindicator die niet eerder is bestudeerd in relatie tot de luchthaven Schiphol. Het wordt beschouwd als een “koepelindicator” voor verschillende gezondheidsaspecten.

3.5.2 Vragenlijstonderzoek

Informatie over ervaren gezondheid werd verzameld als onderdeel van het vragenlijstonderzoek (zie paragraaf 3.1.2) aan de hand van een enkelvoudige vraag (“Hoe is over het algemeen uw gezondheid?”) en een samengestelde score uit een vraag met 13 items (Vragenlijst Over Ervaren Gezondheid: VOEG-score, 0-13). Tachtig procent van de volwassenen binnen een straal van 25 kilometer rond de luchthaven ervoer de eigen gezondheid als goed, 20 procent als slecht. Dit is vrijwel gelijk aan de cijfers voor heel Nederland uit 1996 (goed en slecht ervaren gezondheid respectievelijk 81 en 19 procent (14)). De prevalentiecijfers lagen na correctie voor selectieve non-respons maximaal 2 procent hoger.

Het verband tussen ervaren gezondheid en de blootstelling aan vliegtuiggeluid en luchtverontreiniging werd onderzocht door middel van logistische en lineaire regressieanalyses. In deze analyses werd gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, opleiding, land van herkomst, stedelijkheidsgraad, roken, huiseigendom en de grootte van het huishouden. Van de gerapporteerde ‘zelf ervaren gezondheid’ en ‘VOEG-score’ werd respectievelijk twaalf en vijf procent door de determinanten in het regressiemodel

verklaard.

Zowel de geluidbelasting (in drie verschillende blootstellingsmaten) als de afstand tot de luchthaven waren statistisch significant geassocieerd aan een als slecht ervaren gezondheid en hogere VOEG-scores. Het effect van de verschillende geluidmaten wees in dezelfde richting (positief); mensen rapporteerden een slechtere ervaren gezondheid en een hogere VOEG-score naarmate de geluidbelasting door vliegtuigen hoger was. Op basis van het regressiemodel bleek de VOEG-score hoger te worden met toenemende afstand tot circa 10 kilometer en daarna weer af te nemen bij verder toenemende afstand. Voor iedere toename van 10 eenheden in vliegtuiggeluid (Ke of dB(A)) bleek de als slecht ervaren gezondheid toe te nemen met 8-17 procent, afhankelijk van de gehanteerde maat voor geluid.

Op basis van deze uitkomsten werd geschat dat 2,3-4,4 procent van de totale prevalentie (21 procent) van de 'slecht ervaren gezondheid' in gebieden met een vliegtuiggeluidbelasting ≥ 35 Ke is toe te schrijven aan vliegtuiggeluid (ofwel 500 - 1.000 personen ≥ 18 jaar).

3.6 Effecten op cognitieve prestaties

3.6.1 Inleiding

Op basis van de risico-evaluatie die tijdens Fase I is uitgevoerd werd geconcludeerd dat prestaties (d.w.z. cognitieve en psychomotorische vaardigheden) konden verminderen bij kinderen die in de buurt van de luchthaven Schiphol woonden. Eerdere veldonderzoeken bij kinderen woonachtig rondom vliegvelden van Los Angeles en München (20) duiden op een mogelijke afname van cognitieve prestaties bij toename van de blootstelling aan vliegtuiggeluid. Doordat kwantitatieve gegevens over blootstelling-effect relaties in deze onderzoeken ontbraken, kon er geen schatting worden gemaakt van het aantal kinderen in het onderzoeksgebied rondom Schiphol die mogelijke risico's liepen. Vanwege deze leemtes in kennis werd tijdens een workshop met internationale deskundigen geadviseerd een groot epidemiologisch veldonderzoek te verrichten. Echter voordat dit onderzoek kon worden opgezet, moest eerst een antwoord worden gevonden op de vraag of de beschikbare methoden en instrumenten geschikt waren voor de bestudering van effecten op de cognitieve prestaties en het gedrag bij grote aantallen kinderen in een veldonderzoek.

3.6.2 Vooronderzoek

Er werd een vooronderzoek uitgevoerd om te testen of de gekozen meetinstrumenten geschikt waren voor eventueel toekomstig onderzoek naar de invloed van geluidbelasting door vliegverkeer op cognitieve prestaties en gedrag van kinderen. Verder had het tot doel inzicht te verschaffen in de uitvoerbaarheid (logistieke aspecten) van de gehanteerde onderzoeksopzet en de betrouwbaarheid van het testinstrumentarium in een schoolomgeving. Ook werd nagegaan in hoeverre met de gebruikte onderzoeksmethoden en -opzet verschillen in prestaties tussen groepen kinderen konden worden vastgesteld, door groepen met een verschillende geluidbelasting met elkaar te vergelijken. De tijdelijke

sluiting van een van de landingsbanen bood de mogelijkheid om het effect van een tijdelijke vermindering van de geluidbelasting (interventie-effect) te onderzoeken.

Metingen werden uitgevoerd in een onderzoeksgroep die was blootgesteld aan een relatief hoge geluidbelasting (86 kinderen, gemiddeld geluidniveau van vliegverkeer buitenshuis van 59 dB(A), $L_{Aeq, 24 \text{ uur}}$) en in een controlegroep die was blootgesteld aan een relatief lage geluidbelasting (73 kinderen, $L_{Aeq, 24 \text{ uur}}=53$ dB(A)). In de periode mei-juni 1995 werden de kinderen tweemaal onder schooltijd getest met een interval van 4 tot 6 weken.

Het testinstrumentarium bleek in het algemeen betrouwbare resultaten op te leveren en wees voorts op enkele groepsverschillen. De hoog geluidbelaste groep scoorde slechter op één motorische en één aandachtstest. De ouders van de hoog geluidbelaste kinderen rapporteerden meer aandachts- en sociale problemen dan de ouders uit de controlegroep. De leerkrachten echter beoordeelden de kinderen uit de controlegroep als meer hyperactief. Voor de overige gedragskenmerken en voor (ervaren) slaapkwaliteit zijn geen verschillen tussen de twee groepen gevonden. Het percentage kinderen dat hinder van geluid ondervond was bijna twee keer zo hoog in de groep met de hoge geluidbelasting (76 procent) vergeleken met kinderen uit het gebied met minder vliegtuiggeluid (40 procent), waarbij 59 procent van de kinderen vliegtuiggeluid als de voornaamste oorzaak aangaf.

De vermindering van geluidbelasting door de interventie in de hoog geluidbelaste groep (van 59 naar 52 dB(A), $L_{Aeq, 24 \text{ uur}}$) resulteerde niet in een consistent effect op cognitieve prestaties of gedrag. Die groep liet een statistisch significante verbetering zien op één motorische taak (Hand-Oog Coördinatietest), en een verslechtering bij een aandachtstaak (Eenvoudige Reactietijd Test). De korte duur van verminderde vliegtuiggeluidbelasting (drie weken) maakte het slechts mogelijk alleen eventuele acute of reversibele effecten te kunnen opmerken.

Op basis van dit verkennend onderzoek zijn geen eenduidige conclusies te trekken over het verband tussen geluidbelasting en leerprestaties. De belangrijkste reden hiervoor is het kleine aantal onderzochte kinderen, waardoor kleine effecten (indien aanwezig) niet aangetoond kunnen worden.

3.7 Geboortegewicht

3.7.1 Inleiding

Blootstelling aan (vliegtuig)geluid tijdens de zwangerschap kan een effect hebben op het geboortegewicht en de prenatale groei. Knipschild (15) analyseerde gegevens over geboortegewicht, die waren geregistreerd door consultatiebureaus van zes dorpen in de regio Schiphol. Na correctie voor onder andere het inkomen van de ouders en het geslacht van het kind, bleek hier uit dat het percentage baby's met een laag geboortegewicht (<3.000 gram) hoger was in gebieden met een hoge geluidbelasting door vliegtuigen dan in de laag geluidbelaste gebieden. Vanwege methodologische onvolkomenheden in de geëvalueerde onderzoeken was het niet mogelijk een kwantitatieve schatting te

geven van het aantal mensen in de regio Schiphol dat mogelijk risico's loopt. Daarom werden geboortegewicht en prenatale groei meegenomen in de onderzoeksvoorstellen voor Fase II.

3.7.2 Verloskunde gegevens

De prevalentie van geboortegewicht en zwangerschapsduur en het verband met de blootstelling aan vliegtuiggeluid werden onderzocht over de periode 1989-1993, met behulp van gegevens over de zorg verleend door verloskundigen en gynaecologen, die zijn opgeslagen in de Landelijke Verloskunde Registratie (LVR). Helaas werden bevallingen geleid door huisartsen niet geregistreerd in de LVR. Hierdoor waren gegevens over risicobevallingen in de LVR oververtegenwoordigd en werd de vergelijkingsmogelijkheid met landelijke referentiegegevens beperkt. Tabel 4 toont de kengetallen van de effectvariabelen in het onderzoeksgebied.

Tabel 4 Kengetallen van geboortegewicht en zwangerschapsduur

Effectvariabelen	Waarde
Gemiddeld geboortegewicht	3.392 (sd=578) gram
Gemiddelde duur van de zwangerschap	39,6 (sd=2,0) weken
Laag geboortegewicht (<2500 gram)	5,4%
Geboortegewicht <10de percentiel van de landelijke groeicurve	8,7%
Vroeggeboorte (duur zwangerschap <37 weken)	4,8%

Uit regressieanalyses bleek geen statistisch significant verband tussen blootstelling aan vliegtuiggeluid en het geboortegewicht of de zwangerschapsduur. In de analyses werd gecorrigeerd voor het geslacht van het kind, aantal zwangerschappen (graviditeit), leeftijd, land van herkomst en sociaal-economische status van de moeder. Het effect van de geluidbelasting van vliegtuigen op het geboortegewicht, op de zwangerschapsduur en op het geboortegewicht aangepast aan de zwangerschapsduur, was respectievelijk $-0,02$ procent ($p=0,62$), $-0,013$ procent ($p=0,54$) en $-0,03$ procent ($p=0,17$) per toegenomen eenheid (Ke) van vliegtuiggeluid. Er werden geen aanwijzingen gevonden voor het bestaan van een drempelwaarde of een niet-lineaire blootstelling-effect relatie. Helaas konden gegevens over een aantal belangrijke determinanten van geboortegewicht en groei tijdens de zwangerschapsduur niet in dit onderzoek worden meegenomen, omdat ze wegens privacy-overwegingen niet beschikbaar waren, of omdat ze niet werden geregistreerd in de LVR. Hierdoor kan op basis van dit (semi-)ecologisch onderzoek een eventueel effect van vliegtuiggeluid op het geboortegewicht of de zwangerschapsduur niet worden bevestigd, maar ook niet worden ontkend. Immers, een eventueel effect van vliegtuiggeluid kan gemaskeerd zijn als er in het hooggeluidbelaste gebied bijvoorbeeld minder wordt gerookt dan in het lager geluidbelaste gebied.

3.8 Risicobeleving en woontevredenheid

3.8.1 Inleiding

Een onderzoek naar risicobeleving, interviews met sleutelpersonen en discussies met maatschappelijke groeperingen toonden aan dat er onder de bevolking grote bezorgdheid heerste over de aanwezigheid en uitbreiding van de luchthaven Schiphol (2, 12). Uit de uitkomsten van het onderzoek in Fase I naar risicobeleving bleek dat de respondenten die rond de luchthaven Schiphol woonden zich meer zorgen maakten over de veiligheidsrisico's en mogelijke gezondheidseffecten van vliegverkeer, dan de deelnemers aan een steekproef uit de gehele Nederlandse bevolking.

3.8.2 Risicobeleving in het vragenlijstonderzoek

In het vragenlijstonderzoek (zie paragraaf 3.1.2) werden vijf variabelen gebruikt om de risicobeleving van vliegtuigen uit te drukken: 'schrikken/bang worden van vliegtuiggeluid', 'bezorgdheid over veiligheid door wonen onder de aanvliegroute van een groot vliegveld', 'bezorgdheid over veiligheid door wonen in de buurt van een groot vliegveld', 'bezorgdheid over gezondheidseffecten door vliegtuiggeluid', 'bezorgdheid over gezondheidseffecten door luchtverontreiniging van vliegtuigen'.

In de vraag naar bezorgdheid over de veiligheid door de woonsituatie werden de aan vliegverkeer gerelateerde woonsituaties het meest frequent genoemd. Zestien procent van de respondenten gaf aan erg bezorgd te zijn over de veiligheid door het wonen onder een aanvliegroute van een groot vliegveld, 64 procent was daarover niet of weinig bezorgd. Voor de bezorgdheid over de veiligheid door het wonen in de buurt van een groot vliegveld was dit respectievelijk 11 en 75 procent. Deze resultaten komen overeen met de resultaten uit een Omnibusonderzoek van de gemeente Haarlemmermeer, waarin bijna 70 procent van de bevolking zich veilig voelde in de nabijheid van de luchthaven Schiphol.

Relatief meer mensen gaven aan bezorgd te zijn over gezondheidseffecten door luchtverontreiniging van vliegtuigen (42 procent) dan over gezondheidseffecten door geluid (18 procent). In het risicobelevingsonderzoek rond Schiphol uit 1993 (Fase I) was de bezorgdheid over gezondheidseffecten door vliegverkeer hoger. In dit Fase I onderzoek waren echter relatief meer mensen uit hoogbelaste gebieden in de steekproef vertegenwoordigd, waardoor de gegevens niet rechtstreeks vergelijkbaar zijn.

Uit de regressieanalyses bleek een statistisch significant verband tussen vliegtuiggeluid en risicobeleving. In de analyses werd gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, opleiding, land van herkomst en stedelijkheidsgraad. Het verband met vliegtuiggeluid was statistisch significant voor alle geluidmaten die werden onderzocht (B65, B45, $L_{Aeq, 24uur}$). Het effect van het vliegtuiggeluid was non-lineair en vlakke af bij hogere geluidniveaus (boven circa 40-45 Ke (B65)). Dit verschijnsel is niet goed te verklaren uit de uitkomsten van het vragenlijstonderzoek. Hierbij spelen waarschijnlijk dezelfde factoren een rol als bij hinder (zie paragraaf 3.1.2). Het is bijvoorbeeld mogelijk dat bij hoge geluidbelastingen de woningen beter zijn geïsoleerd tegen geluid of dat mensen die geluidgevoelig zijn gaan verhuizen. Voor risicobeleving geldt dat, naast de

geluidbelasting, ook het waarnemen van vliegtuiggeluid (de frequentie van horen ervan, variërend van eens of vaker per jaar tot dagelijks) en het aantal overvluchten van invloed zijn.

Behalve met vliegtuiggeluid was er ook een statistisch significant verband tussen de afstand tot de luchthaven en de twee indicatoren 'bezorgdheid over veiligheid door wonen onder de aanvliegroute van een groot vliegveld', 'bezorgdheid over veiligheid door wonen in de buurt van een groot vliegveld'. De 'bezorgdheid over gezondheidseffecten door luchtverontreiniging van vliegtuigen' vertoonde ook een statistisch (non-lineair) verband met de afstand tot de luchthaven.

3.8.3 Woontevredenheid in het vragenlijstonderzoek

Van de respondenten uit het vragenlijstonderzoek gaf zeven procent aan ontevreden te zijn over de woning en 10 procent over de buurt. Van de onprettige aspecten, die de bewoners aan het wonen in hun huidige buurt onderkennen, werd overlast door het vliegveld het meest genoemd (25 procent). Andere relatief vaak genoemde onprettige aspecten waren: veel verkeer in de buurt (21 procent), een onrustige/lawaaiige buurt (19 procent), geen mooi uitzicht (17 procent) en een ongunstig milieu (16 procent). Voor heel Nederland varieerde de ontevredenheid met de buurt in 1993 tussen de één en zeven procent, afhankelijk van de stedelijkheidsgraad. In de regio Rijnmond, in de buurt van grote industrieën, was 10 procent van de mensen niet tevreden met de buurt.

De regressieanalyse vertoonde een statistisch significant verband tussen woontevredenheid en geluidbelasting van vliegtuigen; naarmate de geluidbelasting hoger was, nam de ontevredenheid met de buurt of met de woning toe. In de analyses werd gecorrigeerd voor de volgende determinanten: type, bezitsvorm en ouderdom van de woning, isolatie van de woning, tijd die overdag en 's avonds thuis wordt doorgebracht, stedelijkheidsgraad, woonduur in de buurt en in de woning, geslacht, leeftijd, opleiding en land van herkomst. Het effect van de afstand tot de luchthaven (per kilometer) liet geen statistisch significant verband zien met de ontevredenheid met de woning, wel met de ontevredenheid met de buurt.

Het effect van blootstelling aan vliegtuiggeluid en afstand tot de luchthaven was hetzelfde voor de prettige en onprettige aspecten van wonen in de buurt: mensen rapporteerden minder prettige en meer onprettige aspecten naarmate de vliegtuiggeluidbelasting hoger en de afstand tot de luchthaven kleiner was.

4. Conclusies en toekomstig onderzoek

4.1 Gezondheidseffecten GES Fase II

Uit onderzoek uitgevoerd tussen 1995 en 1999 in het kader van de GES, Fase II, zijn de volgende (gezondheids)effecten door blootstelling aan vliegtuiggeluid of in relatie tot de afstand tot de luchthaven Schiphol naar voren gekomen. Deze resultaten zijn overwegend gebaseerd op het vragenlijstonderzoek:

- Hinder van geluid, geur, stof/roet/rook, trillingen afkomstig van vliegtuigen, in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid en de afstand tot de luchthaven (zie Figuur 6);
- Slaapverstoring, in relatie tot de blootstelling aan vliegtuiggeluid, onderzocht aan de hand van de indicatoren 'slaapverstoring door geluid van vliegtuigen', 'ervaren slaapkwaliteit' en het 'gebruik van slaap- of kalmeringsmiddelen' (zie Figuren 6 en 7);
- 'Medicijngebruik voor hart, bloedvaten, bloeddruk' als indicator voor hart- en vaatziekten, in relatie tot de blootstelling aan vliegtuiggeluid en de afstand tot de luchthaven (zie Figuur 7). Een analyse van bestaande medische registraties, namelijk ziekenhuisopnames voor hart- en vaatziekten, liet geen duidelijke clustering rond de luchthaven zien;
- Slecht ervaren gezondheid, in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid en de afstand tot de luchthaven (zie Figuur 7).

Er is *geen* consistente relatie gevonden tussen verschillen in blootstelling aan milieuverontreiniging van de luchthaven Schiphol en de volgende gezondheidseffecten:

- Luchtwegaandoeningen, in relatie tot blootstelling aan luchtverontreiniging afkomstig van het vliegverkeer. In twee onderzoeken (een onderzoek naar medicijngebruik en het vragenlijstonderzoek) werd een relatie gevonden tussen de afstand tot de luchthaven en luchtwegaandoeningen, onderzocht aan de hand van de indicatoren 'gebruik van medicijnen voor astma en/of allergie' en 'verschillende luchtwegklachten'. Een relatie met blootstelling aan luchtverontreiniging afkomstig van het vliegverkeer kon in deze onderzoeken niet worden gelegd. Analyses van bestaande medische registraties, namelijk ziekenhuisopnames voor luchtwegaandoeningen, lieten geen verband zien met de nabijheid van de luchthaven. In eenmalig onderzoek, speciaal gericht op luchtverontreiniging en luchtwegaandoeningen bij kinderen is geen verband gevonden tussen luchtverontreiniging van vliegverkeer en luchtwegaandoeningen of longfunctie;
- Verlaagd geboortegewicht, in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid. Een discussie over een eventueel vervolg op de analyse van bestaande gegevens over geboortegewicht moet nog worden gevoerd.

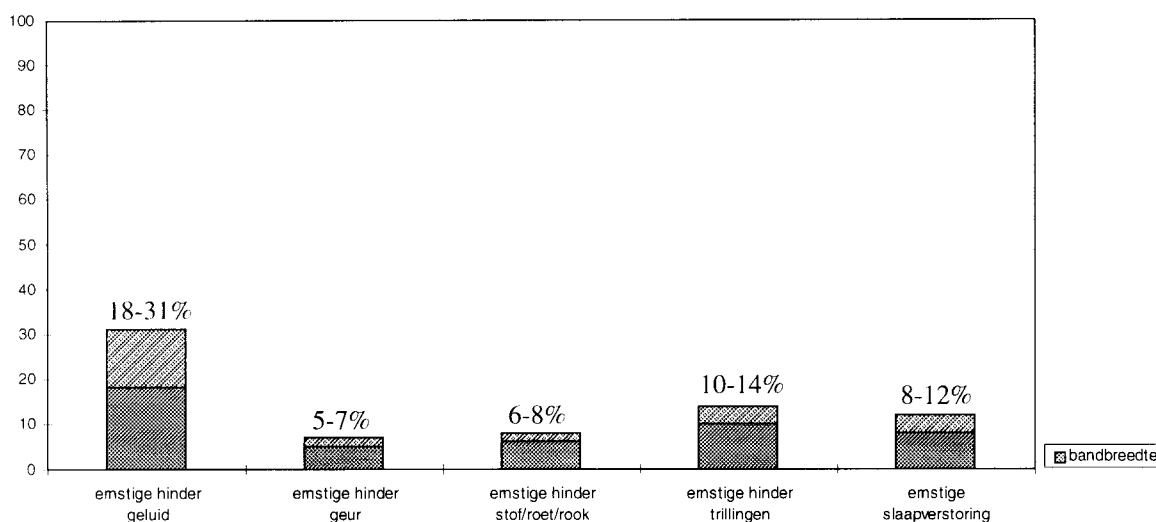
De volgende indicatoren van gezondheidseffecten zijn (nog) *niet uitgebreid gemeten*:

- Andere indicatoren van hart- en vaatziekten dan medicijngebruik, in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid. Een haalbaarheidsonderzoek wordt momenteel uitgevoerd, waarna verder onderzoek naar het effect van vliegtuiggeluid op hart- en vaatziekten zal worden overwogen;
- Slaapverstoring in relatie tot blootstelling aan (gemeten) nachtelijk vliegtuiggeluid. Een epidemiologisch veldonderzoek naar slaapverstoring is in 1999 van start gegaan. In 1998 is hiervoor een vooronderzoek uitgevoerd, met als doelstellingen het uittesten van het in het hoofdonderzoek te gebruiken instrumentarium, het ontwikkelen van de voor het hoofdonderzoek benodigde vaardigheden en het met behulp van de in het vooronderzoek verkregen gegevens bepalen van de optimale opzet van het hoofdonderzoek. (19). De rapportage van het hoofdonderzoek wordt verwacht in 2002;
- (Leer)prestaties en gedrag van kinderen in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid. Doorgang van het hoofdonderzoek Prestatie was in eerste instantie afhankelijk gesteld van de uitkomsten van het hoofdonderzoek Slaapverstoring (zie hierboven). Als onderdeel van de GES zal echter aansluiting gezocht worden bij een internationaal onderzoeksvorstel naar de relatie tussen (leer)prestaties van kinderen en vliegtuiggeluid. Dit voorstel wordt ontwikkeld door Engelse, Zweedse en Nederlandse onderzoeksinstituten in het kader van het "Fifth framework Research and Development"-programma van de Europese Unie. De verwachting is dat voorjaar/medio 2000 meer bekend is of en hoe dit onderzoek zal plaats vinden;
- Omdat in deze fase van de GES voor het eerst informatie werd verzameld over de ervaren gezondheid in relatie tot blootstelling aan vliegtuiggeluid wordt overwogen om de gegevens over ervaren gezondheid uit het vragenlijstonderzoek verder te analyseren, om de onderlinge relatie tussen geluid, hinder en ervaren gezondheid te onderzoeken.

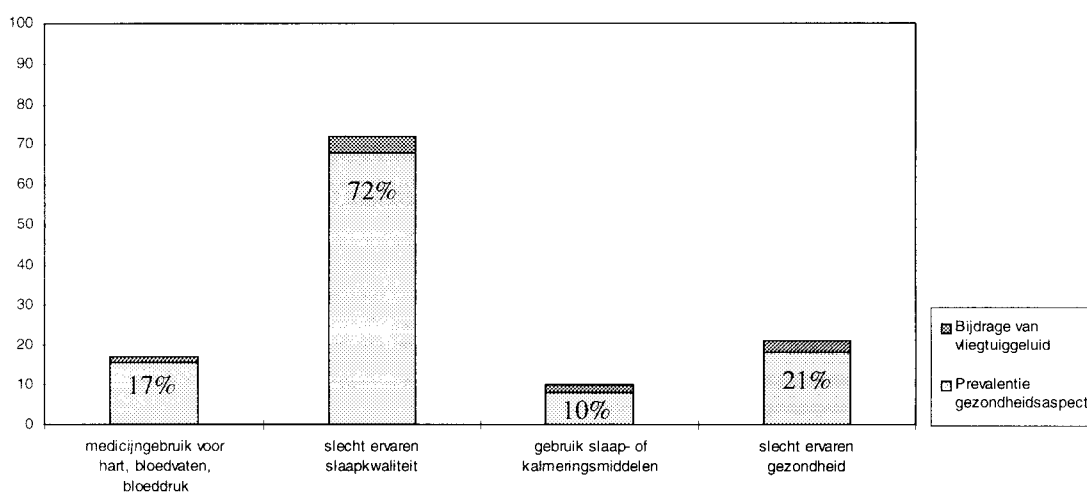
Op basis van de resultaten van het vragenlijstonderzoek zijn schattingen gemaakt van het aantal mensen dat een (gezondheids)effect heeft als gevolg van blootstelling aan vliegtuiggeluid. Als wordt gekeken naar het aantal omwonenden dat effecten van vliegtuiggeluid rapporteert, dan zijn ernstige geluidhinder en ernstige slaapverstoring de belangrijkste. In een straal van 25 kilometer rondom de luchthaven Schiphol gaat het om respectievelijk 265.000-465.000 en 120.000-180.000 mensen. Andere hier genoemde gezondheidseffecten ('medicijngebruik voor hart, bloedvaten, bloeddruk', 'slecht ervaren slaapkwaliteit', 'gebruik van slaap- of kalmeringsmiddelen', 'slecht ervaren gezondheid') zijn percentueel klein, en geschat in enkele duizenden mensen (range 2.000-14.000, afhankelijk van het soort effect) wonend in het gebied rondom Schiphol met een geluidbelasting van 20 Kosten-eenheden of meer (Zie Tabel 6, pagina 43).

De resultaten geven verder aan dat hinder en slaapverstoring op een veel grotere schaal voorkomen dan in Fase I op basis van bestaande blootstelling-effect relaties werd geschat. Tevens blijken de blootstelling-effect relaties vaak niet lineair te zijn, maar af te vlakken bij relatief hoge geluidniveaus. Behalve geluid, als belangrijkste factor, spelen ook niet-akoestische factoren een rol in de blootstelling-

effect relaties, zoals bijvoorbeeld geluidgevoeligheid en angst voor het neerstorten van vliegtuigen. Een andere belangrijke bevinding is dat in absolute zin meer mensen (gezondheids)effecten van vliegtuiggeluid ondervinden buiten de wettelijke geluidzones ($< 35 \text{ Ke}$ en $< 26 \text{ dB(A)} L_{\text{Aeq, 23-06}}$ uur voor nachtelijk vliegtuiggeluid) dan daarbinnen. Dit komt omdat buiten de wettelijke geluidzones veel meer mensen wonen dan daarbinnen (resp. 98,5% en 1,5% van het totaal aantal inwoners in het onderzoeksgebied). Tabel 5 geeft een overzicht van de percentuele en absolute omvang van de (gezondheids)effecten binnen deze wettelijke geluidzones, gebaseerd op de resultaten van het vragenlijstonderzoek.



Figuur 6 Prevalenties van ernstige hinder en slaapverstoring door vliegtuigen in een straal van 25 km rondom Schiphol. Het totaal aantal volwassenen (≥ 18 jr) in dit gebied: 1.520.750



Figuur 7 De bijdrage van vliegtuiggeluid (enkele procenten) aan prevalenties van gezondheids-indicatoren in de regio met een vliegtuiggeluidbelasting van 20 Ke en hoger. Het totaal aantal volwassenen (≥ 18 jr) in dit gebied: 370.280

Tabel 5 Aantallen personen met (gezondheids)effect binnen het gebied met een geluidbelasting van 35 Kosten-eenheden of meer (totaal aantal inwoners van 18 jaar en ouder: 23.510)

Effect	Prevalentie (percentage mensen dat het effect rapporteert)	Dat deel van de prevalentie dat kan worden toegeschreven aan vliegtuiggeluid	Aantal personen met effect door vliegtuiggeluid
Ernstige hinder door vliegtuiggeluid	48 - 65%	n.v.t.	12.000 - 15.000
Ernstige hinder door trillingen van vliegtuigen	39 - 45%	n.v.t.	9.000 - 11.000
Ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid*	33 - 39%	n.v.t.	6.000 - 7.000
Slecht ervaren slaapkwaliteit	73%	3,8 - 6,1%	900 - 1.400
Gebruik van slaap- of kalmeringsmiddelen	11%	2,6 - 3,6%	600 - 900
Slecht ervaren gezondheid	21%	2,3 - 4,4%	500 - 1.000
Gebruik van medicijnen voor hart, bloedvaten, bloeddruk (door arts voorgeschreven)	18%	1,7 - 2,3%	400 - 500

* Dit geldt voor het gebied met een geluidbelasting van 26 dB(A) of meer ($L_{Aeq, 23-06}$ uur) met een totaal aantal inwoners (18 jaar en ouder) van 18.460.

Bron: (6)

Tabel 6 Aantallen personen met (gezondheids)effect in het studiegebied rondom de luchthaven Schiphol, gebaseerd op de resultaten van het vragenlijstonderzoek

Effect	Prevalentie (percentage mensen dat het effect rapporteert)	Dat deel van de prevalentie dat kan worden toegeschreven aan vliegtuiggeluid	Aantal personen met effect door vliegtuiggeluid
<i>Binnen het gehele studiegebied met een straal van 25 kilometer rondom de luchthaven Schiphol (totaal aantal inwoners van 18 jaar en ouder: 1.520.750)</i>			
Ernstige hinder door vliegtuiggeluid	18 - 31%	n.v.t.	265.000 - 465.000
Ernstige hinder door trillingen van vliegtuigen	10 - 14%	n.v.t.	150.000 - 210.000
Ernstige hinder door geur	5 - 7%	n.v.t.	80.000 - 108.000
Ernstige hinder door stof/roet/rook	6 - 8%	n.v.t.	100.000 - 125.000
Ernstige slaapverstoring door vliegtuiggeluid	8 - 12 %	n.v.t.	120.000 - 180.000
<i>Binnen het gebied met een geluidbelasting van 20 Kosten-eenheden of meer (totaal aantal inwoners van 18 jaar en ouder: 370.280)*</i>			
Slecht ervaren slaapkwaliteit*	72%	1,4 - 3,9%	5.300 - 14.300
Gebruik van slaap- of kalmeringsmiddelen*	10%	1,2 - 2,2%	4.500 - 8.100
Slecht ervaren gezondheid*	21%	-0,4 - 2,8%	-1.500** - 10.400
Gebruik van medicijnen voor hart, bloedvaten, bloeddruk (door arts voorgeschreven)*	17%	0,6 - 1,4%	2.100 - 5.200

* De schattingen van deze gezondheidseffecten worden bij een geluidbelasting van minder dan 20 Ke te onnauwkeurig.

** Omdat de schattingen in de 20 Ke-zone minder nauwkeurig zijn dan die in de 35 Ke-zone (zie Tabel 5) kan het grote betrouwbaarheidsinterval rondom de puntschatting hier resulteren in een negatief getal.

Bron: (6)

4.2 Monitoring

Op grond van de resultaten van Fase II is de conclusie gerechtvaardigd, dat eventuele veranderingen in blootstelling en gezondheidseffecten door ontwikkelingen van de luchthaven Schiphol, niet uitsluitend op basis van (berekende) geluidbelasting kunnen worden vastgesteld. Dit onderstreept de noodzaak voor een monitoringsysteem als Fase III van de GES, om veranderingen in de milieukwaliteit en de gezondheidstoestand van de bevolking te kunnen signaleren. Voorstellen voor een dergelijk monitoringsysteem zijn in ontwikkeling. Belangrijke keuze-elementen zijn: de selectie van te monitoren indicatoren van blootstelling en gezondheid, de statistische zeggingskracht van het monitoringsysteem, de correctie voor mogelijke vertekening van resultaten door versturende (niet-akoestische) factoren, en de keuze van een eventueel controle-gebied.

Referenties

1. Franssen EAM, Staatsen BAM, Vrijkotte TGM, Lebret E, Passchier-Vermeer W. 1995. Noise and Public Health, Workshop report. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520004.
2. Staatsen BAM, Franssen EAM, Doornbos G, Abbink F, Veen AA van der, Heisterkamp SH, Lebret E. 1993. Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520001.
3. Willigenburg APP van, Franssen EAM, Lebret E, Herings RMC. 1996. Geneesmiddelengebruik als indicator voor de effecten van milieuverontreiniging. Utrecht: Universiteit Utrecht. ISBN 90-393-1036-X. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520006.
4. Franssen EAM, Ameling CA, Lebret E. 1997. Variatie in geboortegewicht in de omgeving Schiphol. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520008.
5. Staatsen BAM, Doornbos G, Franssen EAM, Heisterkamp SH, Ameling CB, Lebret E. 1998. Gebruik van ziekenhuisgegevens voor het beschrijven van ruimtelijke patronen in ziekte rondom Schiphol. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520009.
6. TNO-PG en RIVM. 1998. Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten in de regio Schiphol, resultaten van een vragenlijstonderzoek. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520010. Leiden: TNO-PG. Rapportnr. 98.039.
7. Emmen HH, Staatsen BAM, Deijen JB. 1997. Methodieksontwikkeling en haalbaarheidsstudie voor onderzoek naar effecten van vliegtuiggeluid op cognitieve prestaties en gedrag van schoolkinderen. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520007.
8. Vliet PHN van, Aarts FJH, Janssen NAH, Harssema H, Brunekreef B, Fischer PH, Wiechen CMAG van. 1999. Luchtwegaandoeningen bij kinderen in de omgeving van de luchthaven Schiphol. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520014. Wageningen: Universiteit Wageningen - Gezondheidsleer. Rapportnr: 1999-484.

9. Bitter C. 1980. Beleving van geluidwerende voorzieningen tegen vliegtuiglawaai in de woonsituatie - de enquête voor het aanbrengen van de geluidwerende voorzieningen. Delft: IMG-TNO. nr. D44.
10. Jong RG de, Opmeer CHJM, Miedema HME. 1994. Hinder door milieuverontreiniging in Nederland. Leiden: TNO Preventie en Gezondheid. Rapportnr. 94.056.
11. Gezondheidsraad. 1991. Vliegtuiglawaai en slaap: verstoring van de slaap door nachtelijk vliegtuiglawaai. 's-Gravenhage: Gezondheidsraad.
12. Steenbekkers JHM, Jong RG de. 1993. De risicobeleving van omwonenden van Schiphol. Leiden: TNO. Rapportnr. NIPG 93.050.
13. GGD Amstelland-de Meerlanden. 1995. Luchtwegaandoeningen. Deelrapportage Huisartsenpeilstation Amstelland-de Meerlanden, registratiejaar 1993-1994. Amstelveen: GGD Amstelland-de Meerlanden.
14. CBS. 1997. Trendcijfers: Gezondheidstoestand van de Nederlandse bevolking, vanaf 1981. Heerlen: Centraal Bureau voor de Statistiek.
15. Knipschild P, Sallé H. 1976. Medical effects of aircraft noise. Proefschrift. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam.
16. Babisch W. 1998. Epidemiological studies of cardiovascular effects of traffic noise. In: Proceedings of the 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem. Noise Effects '98, Sydney, Australia.
17. Passchier-Vermeer W. 1994. Slaapverstoring door nachtelijk vliegtuiglawaai. Leiden: TNO-PG. Rapportnr. 94.021.
18. Ollerhead JB, Jones CJ, Cadoux RE et al. 1992. Report of a field study on aircraft noise and sleep disturbance. London: Civil Aviation Authority.

19. Passchier-Vermeer W, Vos H, Gils K van, Miedema HME, Roo F de, Verhoeff EJ, Middelkoop HAM. 1999. Aircraft noise and sleep disturbance. Pilot study. Leiden: TNO-PG. Rapportnr. PG/VGZ/98.040. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520013.
20. Hygge S. 1998. Recent developments in noise and performance. In: Proceedings of the 7th International Congress on Noise as a Public Health Problem. Noise Effects '98, Sydney, Australia.
21. Miedema HME, Vos H. 1997. Exposure-response relationships for transportation noise. Den Haag: Min.VROM-DGM. Publicatiereeks Verstoring 15-1997:DocType: Onderzoeksrapport.
22. Franssen EAM, Lebrecht E, Staatsen BAM. 1999. Health Impact Assessment Schiphol airport. Overview of results until 1999. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520012.

Verzendlijst

1. Dr. Ir. B.C.J. Zoeteman, Directie VROM-DGM
2. Mr. ing. J.H. Enter, Directie Geluid en Verkeer (VROM-DGM)
3. Dr. J.J. Ende, Ministerie van VWS
4. Drs. J.A.J.M. Kneepkens, Ministerie van V&W, RLD
5. Ir. J.P.J.M. Remmen, Ministerie van V&W, RLD
6. Directie RIVM
7. Dr. K. Krijgsheld, Ministerie van VROM
8. Drs. J.A. Verspoor, Ministerie van VROM
9. Ir. M. van den Berg, Ministerie van VROM
10. Dr. C.J.M. van den Bogaard, Ministerie van VROM
11. Drs. R. Kuiten, Ministerie van V&W, Rijksluchtvaartdienst
12. J.C.M. van der Pluijm, Provincie Noord-Holland
13. R. Wever, Amsterdam Airport Schiphol
14. H. Folmer, Amsterdam Airport Schiphol
15. J.J.L. Pieters, arts, Inspectie Gezondheidszorg
16. Drs. G.E.H. Houben, Ministerie van VWS
17. Drs. M. Drijver, GGD Zuid Kennemerland
18. Drs. M B. van Acker, GGD Amstelland-de Meerlanden
19. Dr. J. van Wijnen, GGD Amsterdam
20. Drs. R.G. de Jong, TNO-PG
21. Dr. H.A.M. Middelkoop, Academisch Ziekenhuis Leiden
22. Prof. dr. J.C. van Houwelingen, Rijksuniversiteit Leiden
23. Dr. D.G.M. Beersma, Universiteit Groningen
24. Drs. J. de Boer, Vrije Universiteit Amsterdam
25. Drs. H.G.M. Bohnen, Nederlands Lucht en Ruimtevaartlaboratorium
26. Dr. J.M. Gutteling, Universiteit Twente
27. M.G.G. Neven, Instituut Bos- en Natuuronderzoek
28. Prof. dr. G.F.S. Smoorenburg, Academisch Ziekenhuis Utrecht
29. Dr. W.F. Hofman, Universiteit van Amsterdam
30. Dr. Ir. B. Brunekreef, Landbouwniversiteit Wageningen
31. Prof. J.P. Mackenbach, Erasmus Universiteit
32. Prof. dr. J. Kleinjans, Rijksuniversiteit Limburg

33. H. Veerbeek, Nederlands Lucht en Ruimtevaartlaboratorium
34. Ir. F. de Roo, TNO-TPD
35. E.B. de Boer, Amsterdam Airport Schiphol
36. R.C. Muchall, OMEGAM
37. R. van Arendonk, Milieufederatie Noord-Holland
38. J. van Eijk, Platform Leefmilieu Schiphol
39. Drs. H.B. Wiedemeijer, Platform Leefmilieu Schiphol
40. A. van den Berkmortel, Commissie Geluidhinder Schiphol
41. J.T. Marmelstein, huisarts Hoofddorp
42. C.A. van Ojik, huisarts Zwanenburg
43. T. Schipper, Werkgroep Vliegverkeer Bijlmermeer
44. Prof. Dr. Ir. T. Smid, KLM Arbo Services
45. J. Fransen, Stichting Natuur en Milieu
46. Prof. Dr. J.J. Sixma, voorzitter Gezondheidsraad, Den Haag
47. Dr. W.F. Passchier, Gezondheidsraad, Den Haag
48. Drs. E.J. Schooten, Gezondheidsraad, Den Haag
49. Drs. F. Duijm, Hulpverleningsdienst, Directie GGD, Groningen
50. Drs. C. Hegger, GGD Rotterdam
51. Drs. M.S.A. Hady, GGen GD Utrecht
52. Drs. P.J. van den Hazel, Dienst Brandweer en Volksgezondheid, Arnhem
53. Drs. A.W. Jongmans-Liedekerken, GGD Oostelijk Zuid-Limburg
54. Drs. D.H.J. van de Weerdt, GGD regio IJssel-Vecht
55. Drs. W.A. Zwart Voorspuy, GGD Den Haag
56. Drs. H.W.A. Jans, GGD Stadsgewest Breda
57. Drs. N. Van Brederode, GGD Rivierenland
58. Dr. I. van Kamp, GGD Kop van Noord-Holland
59. B. Rozema, GGD Zaanstreek-Waterland
60. A. Oosterlee, GGD Midden-Kennemerland
61. A. van Vulpen, GGD Gooi en Vechtstreek
62. C. Waardenburg, GGD Westfriesland
63. R. Cluitmans, GGD Zuid-Kennemerland
64. A. Verhoef, GGD Amsterdam
65. K. Kodde, Milieu Defensie
66. J.H. Griese, Schiphol Werkgroep Amstelveen-Buitenveldert
67. M. Kohinoor, Meldpuntnetwerk Milieu en Gezondheid Noord-Holland

68. G. Roset, Baanbrekersgroep Haarlemmermeer
69. N. Verbeet, Werkgroep Schiphoo!
70. Dr. E.M. Desmit, Amsterdam
71. Directie RIVM
72. Dr. ir. G de Mik, RIVM
73. Drs. M. van Bruggen, RIVM
74. Drs. C. van der Heijden, WHO
75. Ir. F. Langeweg, RIVM
76. Dr. P.G.N. Kramers, RIVM
77. Dr. B.J.M. Ale, RIVM
78. Dr. Ir. D. Van Lith, RIVM
79. Ir. Ir. J.C. Seidell, RIVM
80. Drs. G.P. van Wee, RIVM
81. Dr. R.C.G.M. Smetsers, RIVM
82. Drs. R.J.M. Maas, RIVM
83. Dr. F.R. Cassee, RIVM
84. Ir. A.G.M. Dassen, RIVM
85. Ir. P.H. Fischer, RIVM
86. Ir. D.J.M. Houthuijs, RIVM
87. Drs. E.A.M. Franssen, RIVM
88. Drs. B. Staatsen, RIVM
89. Dr. Ir. E. Lebret, RIVM
90. Drs. C.M.A.G. van Wiechen, RIVM
91. Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
92. Bibliotheek RIVM
93. Bureau Rapportenregistratie RIVM
- 94-98 SBD/Voorlichting en Public Relations
- 99-128 Bureau Rapportenbeheer RIVM
- 129-250 Reserve-exemplaren