

RIVM rapport nr 441520 017

**Overwegingen bij nader onderzoek naar hart- en
vaatziekten in de regio Schiphol**

H.E. Schram, D.J.M. Houthuijs, E.A.M. Franssen,
E. Lebet

december 2000

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de Ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Verkeer en Waterstaat (V&W) en Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) in het kader van project 441520, de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol, mijlpaal 'discussiestuk haalbaarheid onderzoek hart- en vaatziekten in relatie tot vliegtuiggeluid' M/441520/02/HV, april 2000

RIVM, Postbus 1, 3720 BA Bilthoven, telefoon: 030 - 274 91 11; fax: 030 - 274 29 71

Colofon

Publicatiereeks Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol, rapportnummer 441520017

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 de GES worden verricht in opdracht van de Ministeries van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 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 f30,-

Abstract

This report describes the feasibility of a new study on cardiovascular diseases related to aircraft noise from Amsterdam Airport Schiphol. The scientific literature and the results of studies of the Health Impact Assessment Schiphol on this topic were reviewed. Based on this review, the (additional) number of people with cardiovascular diseases in the Schiphol area was estimated. Several suggestions for new studies are presented by study-design (semi-ecological, cross-sectional, panel, follow-up, and case-control, semi-experimental). The added value of additional information (against which costs) from new studies is discussed. Studies with a panel, follow-up or case-control design are considered as the most appropriate to collect information on current cardiovascular diseases around Schiphol and the exposure-response relationship between aircraft noise and cardiovascular disease. A cross-sectional study with objective endpoints, like blood pressure measurements, is also useful to collect more information on this topic.

Summary

The Health Impact Assessment Schiphol (HIAS) research programme comprises research into the health effects of environmental pollution related to air transport. Cardiovascular disease was the subject of several studies of the Health Impact Assessment (HIAS) Schiphol. In the first phase of the HIAS (1991-1993), a quantitative risk evaluation was carried out. During the second phase, spatial patterns in hospital admission data (1991-1993) on cardiovascular diseases were studied. This semi-ecological study had a sentinel function; it was assumed that if the vicinity of Schiphol airport would strongly influence disease occurrence, this would be reflected in spatial disease patterns. In 1996, a questionnaire study was carried out. One of the items of this study was the (self-reported) medication use for 'cardiovascular diseases or elevated blood pressure'.

There is still public concern about cardiovascular diseases around the airport; some people think that the effects of noise on the cardiovascular system are underestimated in the HIAS-studies. For this reason, we studied the feasibility of a new study on cardiovascular diseases around Schiphol. The objective of the study was to answer the following questions:

1. What is known about the current prevalence of cardiovascular diseases around Schiphol and the exposure-response relationship between aircraft noise and cardiovascular disease, from the HIAS-studies?
2. Which (additional) information (against which costs) can be expected from a new study on this topic?
3. Which study-design is preferred from a scientific point of view?

The HIAS studies resulted in two estimations of the current prevalence of cardiovascular diseases around Schiphol airport. The first one, based on literature, showed that about 1,500 (95% confidence interval from 800 to 2,200) additional cases of hypertension in adults living in an area of 55x55 km around Schiphol airport (total population: 1.6 million) might occur, as well as an increased risk of ischaemic heart diseases. An update of the literature on this topic did not indicate that this estimation needs to be adjusted. The second estimate was based on the results of the questionnaire study. Medication use for cardiovascular diseases or elevated blood pressure among about 2,000-5,000 adults (on a population of 0.4 million) is associated with exposure to aircraft noise. The semi-ecological study did not show a relationship between the incidence of myocard infarctions and aircraft noise exposure.

The exposure-response relationship between noise and cardiovascular disease has only been studied on an individual level in the HIAS questionnaire study, which looked at self-reported medication use for a mixture of cardiovascular diseases. However, it is not known which medication was used and the self reported use was not validated. However, the study results

support the hypothesis that there is a relationship between exposure to aircraft noise and cardiovascular disease.

The estimated additional number of hypertensives (1,500 with a 95% confidence interval from 800 to 2,200) could result in 2 to 6 additional myocard infarctions and about 1 related death each year. Taking all cases of death into account, 2 to 6 additional deaths each year can be expected from the additional number of hypertensives. It must be noted that the additional number of hypertensives was estimated on the basis of a study dating from 1976. It is not known whether that relationship is still valid in the current noise exposure situation. There are no other studies on the relationship between aircraft noise and myocard infarctions available. Two case-control studies on the relationship between road traffic noise and the incidence of myocard infarctions gave a relative risk of 1.07 per 5 dB(A), with a 95% confidence interval from 0.99 to 1.14. Assuming that this is a causal relationship which is also applicable to aircraft noise, about 34 (95% confidence interval from -1 to 77) additional cases of myocard infarction can be expected each year. The total number of myocard infarctions is 4,900 in the population around the airport (1.6 million), per year; a maximum of 0.7% of this incidence is estimated to be associated with exposure to aircraft noise.

The epidemiological literature does not provide much information on the relationship between aircraft noise and cardiovascular disease. Most epidemiological studies that consider noise and cardiovascular disease refer to road traffic only. The reported relative risks are relatively small which implies that a great deal of effort is required to demonstrate any effect of noise on the cardiovascular system. A new study could provide a more precise estimation of the current prevalence of cardiovascular diseases around Amsterdam Airport Schiphol. It could also give more insight into the exposure-response relationship between aircraft noise and cardiovascular disease. Moreover, a new study in the Schiphol area will provide an up-to-date, area specific exposure-response relationship. The type of information that comes from a new study depends on the study-design. Several suggestions for studies are mentioned by study-design (semi-ecological, cross-sectional, panel, follow-up, case-control, semi-experimental).

Studies with a panel, follow-up or case-control design are useful to get more information on current cardiovascular diseases around Schiphol and the exposure-response relationship between aircraft noise and cardiovascular disease. The main difference lies in the type of information they will provide. Panel studies give specific information on short-term health effects. A follow-up study is, from a scientific point of view, the most favourable design. It will provide information on several health endpoints and the aetiology of cardiovascular disease, but it will be expensive and it takes a long time. A case-control study can be a cheaper alternative, but will provide less information and is more sensitive to bias.

Semi-ecological studies and most types of cross-sectional studies will not add much new information to what we already know from the former HIAS-studies. Semi-ecological studies

are subject to several kinds of bias and do not give information on the cause of observed effects. Cross-sectional studies are not favourable because they are likely subjected to selection bias. Moreover, most reported studies on cardiovascular disease in relation to noise are cross-sectional, which makes it less attractive to choose such a design (with its typical limitations) again. However, cross-sectional studies with objective endpoints, like blood pressure measurements, can be valuable. A new cross-sectional study will require a great deal of effort. However, it could be explored to join an already ongoing national population survey, in which blood pressure and its risk factors are measured. A semi-experimental study at the time of the opening of the new fifth runway would face a lot of practical problems.

Voorwoord

Dit rapport beschrijft mogelijkheden voor nieuw onderzoek naar hart- en vaatziekten rond Schiphol. De overwegingen en ideeën voor nader onderzoek in dit rapport zijn gebaseerd op gesprekken en een discussie met verschillende onderzoekers binnen het RIVM. De auteurs bedanken Gerda Doornbos, Paul Fischer, Elise van Kempen, Nico Nagelkerke, Jaap Seidell, Brigit Staatsen, Monique Verschuren en Carla van Wiechen voor hun bijdrage aan dit rapport. Daarnaast bedanken we Gerda Doornbos, Siem Heisterkamp, Rudolf Hoogenveen, en Nico Nagelkerke voor de berekeningen die zij voor deze rapportage uitvoerden.

Inhoud

Samenvatting	13
1. Inleiding	15
2. Literatuuroverzicht en schattingen op basis van de literatuur	17
2.1. Algemene literatuur	17
2.2. Resultaten van GES-studies naar hart- en vaatziekten	18
2.3. Schattingen van het extra aantal mensen met hart- en vaatziekten door blootstelling aan vliegtuiglawaai	20
3. De meerwaarde van nader onderzoek	23
4. Kenmerken van denkbare studie-designs	25
5. Gegevensbronnen	31
6. Conclusie	33
7. Overwegingen bij de uitvoering van nader onderzoek	35
7.1. Als het onderzoek voorafgaat aan monitoring	35
7.2. Als het onderzoek onderdeel is van monitoring	35
Literatuur	37
Bijlage 1 Beschrijving Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol	39
Bijlage 2 Ontstaansmechanisme van hart- en vaatziekten onder invloed van geluid	41
Bijlage 3 Epidemiologische studies in de internationale literatuur	45
Bijlage 4 Samenvatting analyse van ziekenhuisopnames rond Schiphol	53
Bijlage 5 Samenvatting vragenlijstonderzoek rond Schiphol	57
Bijlage 6 Definities studie-designs	61
Bijlage 7 Verzendlijst	63

Samenvatting

Dit rapport schetst de noodzaak en haalbaarheid van een studie naar hart- en vaatziekten in de regio Schiphol. Het beschrijft de resultaten van eerdere studies van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol over dit onderwerp. Vervolgens wordt ingegaan op de meerwaarde van een nieuwe studie en wordt geschetst welke informatie (tegen welke kosten) zo'n nieuwe studie kan opleveren.

De studies van de Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES) hebben twee schattingen met betrekking tot het vóórkomen van hart- en vaatziekten in de regio Schiphol opgeleverd. De eerste is gebaseerd op een studie van Knipschild en suggereert dat circa 1.500 (95% betrouwbaarheidsinterval van 800 tot 2.200) mensen (op een bevolking van 1,6 miljoen) een hoge bloeddruk hebben door blootstelling aan vliegtuiglawaai. De tweede schatting is gebaseerd op de resultaten van een vragenlijstonderzoek en wijst uit dat 2.000-5.000 mensen (op een bevolking van 0,4 miljoen) medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk gebruiken mogelijk als gevolg van blootstelling aan vliegtuiglawaai. In een ruimtelijke analyse van ziekenhuisopnames voor vier (groepen van) hart- en vaatziekten is geen duidelijke clustering van ziekten rond de luchthaven gevonden. Bij een latere herhaling van deze ecologische studie werd geen verband tussen de incidentie van hartinfarct en de blootstelling aan vliegtuiggeluid gevonden.

De geschatte verhoging van 1.500 mensen met een te hoge bloeddruk zou kunnen resulteren in 2 tot 6 extra hartinfarcten per jaar onder de bevolking van 1,6 miljoen. Dit kan tot ongeveer 1 extra sterfgeval per jaar leiden. Alle doodsoorzaken in beschouwing nemend, kan de verhoging in het aantal mensen met hoge bloeddruk mogelijk leiden tot 2 tot 6 extra sterfgevallen per jaar. Via een andere benadering, namelijk aan de hand van de resultaten van twee wegverkeerstudies, wordt geschat dat 34 (95% betrouwbaarheidsinterval van -1 tot 77) extra hartinfarcten per jaar in de regio Schiphol optreden als gevolg van blootstelling aan vliegtuiggeluid. In totaal treden naar schatting 4.900 hartinfarcten per jaar op in de regio Schiphol met circa 1,6 miljoen inwoners. Maximaal zo'n 0,7% van deze incidentie zou dus mogelijk aan vliegtuiggeluid kunnen worden toegeschreven. De aannamen bij deze schattingen zijn 1) dat de in 1976 vastgestelde relatie tussen bloeddrukverhoging en vlieggeluid, ondanks veranderingen in het geluidbelastingpatroon, nog steeds van toepassing is; 2) de relatie tussen hartinfarcten en geluid van wegverkeer gelijk is aan die tussen hartinfarcten en geluid van vliegverkeer, en 3) de relaties tussen hartinfarct en geluid oorzakelijk is. De discrepantie tussen de schattingen gebaseerd op onderzoek van Knipschild in de regio Schiphol en die op basis van wegverkeerstudies (2 tot 6 versus 0 tot 77 extra hartinfarcten per jaar) wordt veroorzaakt door de beperkte beschikbaarheid van gegevens over de relatie tussen hart- en vaatziekten en vliegtuiglawaai én de uiteenlopende aard van de beschikbare gegevens (verschillende gemeten eindpunten, studiedesigns, populaties, blootstellingsgegevens, etc.).

Uit het vragenlijstonderzoek, eerdere studies in de regio Schiphol (van Knipschild) en de literatuur komen aanwijzingen naar voren dat er een relatie is tussen vliegtuiggeluid en (indicatoren van) hart- en vaatziekten rond Schiphol. Een nieuwe studie zou een preciezere schatting van het aantal mensen met (een bepaalde) hart- en vaataandoening door blootstelling aan vliegtuiglawaai kunnen opleveren. Daarnaast levert een nieuwe studie een blootstelling-respons relatie op voor andere gezondheidsindicatoren dan zelfgerapporteerd medicijngebruik, welke al in het vragenlijstonderzoek is bekeken. Een studie in het Schipholgebied geeft een actuele, regiospecifieke blootstelling-respons relatie. Doordat de gerapporteerde relatieve risico's betrekkelijk klein zijn is een grote onderzoeksinspanning vereist om effecten op het hart- en vaatstelsel aan te tonen. Dit rapport beschrijft verschillende suggesties voor studies, waarbij ook wordt ingegaan op beperkingen en logistieke aspecten van deze studies.

Panelonderzoek, cohort onderzoek en patiënt-controle onderzoek worden kansrijk geacht. Cohort onderzoek levert de meeste informatie op, namelijk over meerdere effecten van geluid op het hart- en vaatstelsel en het onderliggende ontstaansmechanisme. De Gezondheidsraad (1999) beveelt dit type onderzoek aan en wetenschappelijk gezien heeft dit type onderzoek ook de voorkeur, maar het is duur en heeft een lange doorlooptijd (5 tot 10 jaar). Patiënt-controle onderzoek is een goedkoper en sneller alternatief om bijvoorbeeld meer inzicht te krijgen in andere gezondheidseffecten van geluid dan hoge bloeddruk en medicijngebruik, maar het is wat gevoeliger voor bias. Dwarsdoorsnede onderzoek heeft weinig nieuwswaarde, tenzij objectieve maten, zoals bloeddrukmetingen, gebruikt zouden worden. Dit zou een behoorlijke logistieke inspanning vergen, tenzij aansluiting gezocht wordt bij een landelijk onderzoek, REGENBOOG (Risicofactoren En Gezondheid: Nederlands BevolkingsOnderzoek op GGD-en), waarin onder andere bloeddrukmetingen verricht worden in een jaarlijkse steekproef.

1. Inleiding

Als vervolg op de gezondheidkundige evaluatie voor de integrale Milieu Effectrapportage (iMER) Schiphol in 1993 (*fase I*), hebben de Ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM), Verkeer en Waterstaat (V & W) en Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) opdracht gegeven voor verder onderzoek naar de gezondheidseffecten van milieuverontreiniging gerelateerd aan vliegverkeer. Dit onderzoeksprogramma is onderdeel van het Evaluatie- en Monitoringsprogramma Schiphol en Omgeving (EMSO) en wordt gecoördineerd door het RIVM en uitgevoerd in samenwerking met andere Nederlandse onderzoeksinstituten en universiteiten. De Gezondheidkundige Evaluatie Schiphol (GES) bestaat uit vervolgonderzoek met bestaande registratiesystemen en eenmalig onderzoek in de woonomgeving naar de huidige gezondheidstoestand van omwonenden (*fase II*) en de opzet van een monitoringsysteem (*fase III*). In bijlage 1 wordt een nadere beschrijving van GES gegeven.

In een aantal onderzoeken van de GES is het vóórkomen van hart- en vaatziekten en de relatie met vliegtuiggeluid al eens bestudeerd. In *fase I* is een kwantitatieve risico-schatting uitgevoerd en naar aanleiding van de resultaten zijn in 1991 en 1995 de ruimtelijke patronen van ziekenhuisopnames voor hart- en vaatziekten geanalyseerd. In 1996 is als onderdeel van *fase II* een vragenlijstonderzoek in de regio Schiphol uitgevoerd waarin onder andere het medicijngebruik voor hart- en vaataandoeningen is onderzocht.

De aanleiding voor dit document was de bestaande ongerustheid dat hart- en vaatziekten als gevolg van vliegtuiggeluid een groter probleem vormen dan de uitgevoerde GES-studies suggereren. Zo gaf een huisarts in Zwanenburg aan dat in zijn praktijk het aantal verwijzingen voor hart- en vaatziekten naar de specialist ca. 20 procent boven het gemiddelde van het ziekenfonds in de regio ligt (Van Ojik, persoonlijke mededeling). Aan de hand van de volgende onderzoeksvragen zijn de GES-studies van hart- en vaatziekten geevalueerd en is nieuw onderzoek overwogen:

In hoeverre hebben reeds uitgevoerde GES-studies inzicht verschaft in het vóórkomen van hart- en vaatziekten in de regio Schiphol en in de blootstelling-respons relatie tussen vliegtuiggeluid en hart- en vaatziekten?

Wat is de meerwaarde van een nieuwe studie naar hart- en vaatziekten in de regio Schiphol, gezien hetgeen reeds bekend is uit de literatuur en eerdere GES-onderzoeken?

Welke informatie (tegen welke kosten) zouden verschillende studie-designs opleveren? Naar welke studie-design, onder welke randvoorwaarden, gaat de voorkeur uit?

Dit rapport beschrijft de resultaten van deze haalbaarheidsstudie. Daarnaast geeft het een kwantificering van het extra aantal mensen met hart- en vaatziekten door blootstelling aan vliegtuiggeluid. Dit rapport bevat *wetenschappelijke* afwegingen met betrekking tot nader

onderzoek. Het geschetste beeld van hetgeen reeds bekend is over hart- en vaatziekten en hetgeen verwacht kan worden uit nieuw onderzoek, kan dienen als uitgangspunt voor een *beleidsmatige* afweging van nader onderzoek.

Hoofdstuk 2 bevat een literatuuroverzicht, waarin ook de GES-studies zijn opgenomen. Op basis van de literatuurresultaten worden schattingen gedaan van het extra aantal mensen met hart- en vaatziekten door blootstelling aan vliegtuiggeluid. Hoofdstuk 3 beschrijft de meerwaarde van nader onderzoek. Hoofdstuk 4 beschrijft kenmerken van denkbare studiedesigns. Hoofdstuk 5 beschrijft mogelijke gegevensbronnen voor een eventuele nieuwe studie. Hoofdstuk 6 bevat de conclusies van deze haalbaarheidsstudie. Hoofdstuk 7 tenslotte geeft een aantal overwegingen bij de uitvoering van een eventuele nieuwe studie.

2. Literatuuroverzicht en schattingen op basis van de literatuur

2.1. Algemene literatuur

De wetenschappelijke literatuur bevat relatief weinig informatie over de relatie tussen hart- en vaatziekten en vliegverkeer. Bijlage 2 beschrijft wat momenteel bekend is over het mechanisme van het ontstaan van hart- en vaatziekten onder invloed van geluid. Er wordt verondersteld dat 'stress' in dit mechanisme een centrale rol speelt. Bijlage 3 beschrijft wat uit epidemiologische studies (behalve de GES-studies) bekend is over de relatie tussen geluid en hart- en vaatziekten. Hieronder worden de belangrijkste conclusies van dit literatuuronderzoek weergegeven.

De meeste epidemiologische studies naar geluid en hart- en vaatziekten hebben betrekking op wegverkeer en niet op vliegverkeer. Een uitzondering hierop vormen de studies van Knipschild (1976). Knipschild bestudeerde in een aantal deelstudies (van apotheekgegevens, huisartsengegevens en een bevolkingsonderzoek) de invloed van vliegtuiggeluid op de gezondheid van omwonenden van Schiphol. Op basis van de onderzoeksresultaten is geschat dat het relatief risico¹ voor hoge bloeddruk 1,7 is (na correctie voor leeftijd en geslacht, maar niet voor rookgewoonte of sociaal-economische status), met een 95% betrouwbaarheidsinterval van 1,3 tot 2,1 bij een geluidbelasting van ongeveer 50 Ke ten opzichte van minder dan 30 Ke.

De Gezondheidsraad concludeert op basis van een review van studies dat er boven een equivalent geluidniveau van 70 dB(A) gedurende de dag (6-22h) voldoende bewijs is voor het optreden van ischemische hartziekte en hoge bloeddruk onder invloed van geluid (Gezondheidsraad, 1999).

Babisch (1998) heeft in een review de resultaten van 19 epidemiologische studies naar het effect van lawaai van weg- en vliegverkeer op hart- en vaatziekten op een rij gezet. Babisch concludeert in deze review dat er slechts beperkt bewijs bestaat voor een relatie tussen verkeerslawaai en hoge bloeddruk. Babisch concludeert dat de studies die betrekking hebben op ischemische hartziekte wel relatief consistente resultaten geven die duiden op een relatief risico tussen 1,1 en 1,5 voor hoog blootgestelden ten opzichte van laag blootgestelden (Babisch 1998).

¹ Het relatief risico geeft de ratio van de betreffende ziekte in de blootgestelde groep ten opzichte van de niet-blootgestelde groep weer. Een relatief risico van 1,7 betekent dat de prevalentie van de betreffende ziekte in de blootgestelde groep 70% hoger ligt dan in de niet-blootgestelde groep.

2.2. Resultaten van GES-studies naar hart- en vaatziekten

De eerste schatting van het vóórkomen van hart- en vaatziekten rond Schiphol is gebaseerd op berekeningen met de resultaten van de studies van Knipschild (1976). De schatting was dat circa 1.500 mensen (95% betrouwbaarheidsinterval van 800 tot 2.200²) op een bevolking van 1,6 miljoen van 20 jaar of ouder, een hoge bloeddruk hebben door blootstelling aan vliegtuiglawaai (Staatsen e.a., 1993), zie tabel 1. Uit de update van de internationale literatuur (in bijlage 3) zijn geen aanwijzingen naar voren gekomen dat deze schatting bijstelling behoeft. Het is niet bekend of het in 1976 beschreven verband tussen vliegtuiggeluid en hoge bloeddruk, bij het huidige geluidbelastingspatroon, nog steeds geldig is.

Tabel 1. Geschatte toename van het aantal mensen met hoge bloeddruk, door blootstelling aan vliegtuiglawaai, op basis van studies Knipschild (uit: Staatsen e.a., 1993).

Geluidbelasting (Ke)	Totaal aantal inwoners (20 jaar, 1991)	Aantal hypertensieven door vliegtuiglawaai	Percentage van het totaal aantal inwoners in die geluidklasse
Ondergrens – 30	1.540.930	0	0%
30 – bovengrens	98.270	1.510	1,5%
95% btbi 800 - 2.200			
Uitgesplitst naar contouren:			
35 – bovengrens	27.110	980	3,6%
40 – bovengrens	11.740	610	5,2%
45 – bovengrens	4.570	300	6,6%
50 – bovengrens	800	60	7,5%

Uit de in 1998 gepubliceerde studie naar ruimtelijke patronen van ziekenhuisopnamen kwam geen duidelijk signaal naar voren dat rond de luchthaven meer hart- en vaataandoeningen vóórkomen dan verder weg van de luchthaven (Staatsen e.a., 1998). Door beperkingen van de gebruikte gegevens (onnauwkeurige blootstellingschatting, beperkte informatie over versturende variabelen) is de zeggingskracht van deze studie beperkt. In bijlage 4 wordt deze studie in meer detail beschreven.

De destijds gebruikte statistische analysemethode is de afgelopen jaren verder ontwikkeld, zodat nu ook de geluidbelasting in het model kan worden meegenomen (Heisterkamp e.a., 2000). Met deze zogenaamde ‘time-space’ modellen is de analyse voor één hartaandoening (acuut myocard-infarct) opnieuw uitgevoerd. De berekeningen wezen uit dat er geen significante relatie was tussen acuut hartinfarct en vliegtuiggeluid (Heisterkamp, persoonlijke mededeling). Voor zowel mannen als vrouwen werd een, niet-significante, daling in de incidentie gevonden van 0,3% bij een toename in de geluidbelasting met 1 Kosteneenheid ten opzichte van het gemiddelde geluidniveau (95% betrouwbaarheidsinterval van –0,9 tot 0,3%). In het onderzoek was het alleen mogelijk te corrigeren voor leeftijd en geslacht en niet

² Berekend aan de hand van een regressie-analyse, die in het kader van een meta-analyse binnen het RIVM is uitgevoerd; multiplicatieve beta is 0,1267 per 5 Ke met standaardfout 0,0282

voor andere mogelijk verstorende variabelen. Verder was op voorhand niet bekend hoe gevoelig de onderzoeksmethode was om een eventueel verband te detecteren. In het kader van deze studie is het potentiële vermogen van de onderzoeksmethode om verbanden te detecteren achteraf gekwantificeerd. Deze berekening wees uit dat in deze studie een toename in de incidentie van hartinfarcten van 1%-1,5% per Kosteneenheid aangetoond had kunnen worden³. Dit betekent dat over de range in blootstelling aan vliegtuiggeluid in het Schipholgebied (ongeveer 25 Ke) een toename van circa 40% en dus een relatief risico van 1,4 kan worden aangetoond (Nagelkerke, persoonlijke mededeling). Dat in deze studie geen associatie is aangetoond impliceert dat het relatief risico waarschijnlijk kleiner is dan 1,4.

In een door TNO en RIVM uitgevoerd vragenlijstonderzoek zijn verschillende geluidmaten gebruikt en is gecorrigeerd voor een aantal belangrijke mogelijk verstorende variabelen, zodat de zeggingskracht van deze studie groter is dan het onderzoek naar ruimtelijke patronen. Uit het onderzoek kwamen aanwijzingen naar voren dat het zelfgerapporteerde, door een arts voorgeschreven, medicijngebruik voor hart- en vaataandoeningen verhoogd is rond de luchthaven én dat er een relatie bestaat tussen vliegtuiglawaai en het medicijngebruik voor hart- en vaataandoeningen. Op basis van deze uitkomsten is geschat dat 2.000-5.000 mensen (op een bevolking van 0,4 miljoen volwassenen) medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk gebruiken als gevolg van blootstelling aan vliegtuiglawaai (TNO-PG en RIVM, 1998), zie tabel 2.

Tabel 2. Geschatte toename van het aantal mensen dat, door een arts voorgeschreven, medicijnen voor hart- bloedvaten of bloeddruk gebruikt, door blootstelling aan vliegtuiglawaai, op basis van vragenlijstonderzoek (uit: TNO-PG en RIVM, 1998).

Geluidbelasting (Ke)	Totaal aantal inwoners (18 jaar, 1996)	Aantal medicijngebruikers door vliegtuiglawaai	Percentage van het totaal aantal inwoners in die geluidklasse
20 – bovengrens	370.280	2.100-5.200	0,6-1,4%
35 – bovengrens	23.510	400-500	1,7-2,1%
45 – bovengrens	5.840	10-200	0,2-3,4%

Het vragenlijstonderzoek is dus de enige GES-studie waarin de relatie tussen hart- en vaatziekten en vliegtuiggeluid met ziekte- én blootstellingsdata op individueel niveau onderzocht is. Daarbij is alleen gekeken naar de indicator zelfgerapporteerd medicijngebruik. In bijlage 5 wordt deze studie in meer detail beschreven.

³ Deze schatting is gebaseerd op de volgende berekening: De standaardfout van de parameterschatting van de relatie tussen geluid en acuut hartinfarct uit het 'time-space' model is geschat met de zogenaamde Markov Chain Monte Carlo techniek (Gilks e.a., 1995). De standaardfout was ongeveer 0,4% per Kosteneenheid. Het moet met een power van 80% en een tweezijdig significantie niveau van 5% mogelijk zijn om een effect van drie keer de standaardfout, dus 1,2% per Kosteneenheid, aan te tonen (Nagelkerke, persoonlijke mededeling).

2.3. Schattingen van het extra aantal mensen met hart- en vaatziekten door blootstelling aan vliegtuiglawaai

De resultaten van een nog lopende meta-analyse, die door het RIVM wordt uitgevoerd, zijn in deze haalbaarheidsstudie gebruikt voor een schatting van het aantal mensen met hart- en vaatziekten dat door blootstelling aan vliegtuiglawaai in het Schipholgebied zou kunnen worden verklaard. Alle beschikbare en bruikbare informatie op dit gebied, waaronder de studies van Knipschild en de studies in de reviews van Babisch en de Gezondheidsraad, wordt meegenomen in de meta-analyse. Het zogenaamde ‘Chronische Ziekten Model’ (Hoogeveen e.a., 1998) van het RIVM is in deze haalbaarheidsstudie gebruikt om de gevolgen van hart- en vaatziekten voor de sterfte te berekenen. In dit model is onder andere informatie uit de internationale literatuur (Kannel, 1996) over het verband tussen hoge bloeddruk, angina pectoris (pijn op de borst), acuut myocard en sterfte opgenomen.

Het (extra) aantal mensen met hoge bloeddruk in het Schipholgebied was al in de eerste fase van de GES berekend aan de hand van de studies van Knipschild. Een hoge bloeddruk verhoogt de kans op alle belangrijke atherosclerotische hart- en vaatziekten met een factor 2 tot 3, waarvan hartinfarct één van de meest ernstige en meest voorkomende aandoeningen is. In het kader van deze haalbaarheidsstudie zijn de gegevens uit tabel 1 doorgerekend naar de consequenties voor de incidentie van hart- en vaatziekten en de daaraan gerelateerde sterfte in de regio Schiphol, met behulp van het ‘Chronische Ziekten Model’. Het model toont dat de toename in het aantal mensen met hoge bloeddruk (1.500 met 95% betrouwbaarheidsinterval van 800 tot 2.200) leidt tot een toename van circa 4 hartinfarcten per jaar (95% betrouwbaarheidsinterval van 2 tot 6). Dit leidt tot 1 extra sterfgeval per jaar met een 95% betrouwbaarheidsinterval van 0,5 tot 1,5 sterfgeval. De toename in het aantal mensen met hoge bloeddruk leidt ook tot een toename in het aantal mensen met andere aandoeningen, zoals hersenbloedingen en angina pectoris. Het model toont dat 5 (95% betrouwbaarheidsinterval van 2,5 tot 7,5) extra hersenbloedingen en 4 (95% betrouwbaarheidsinterval van 2 tot 6) extra gevallen van angina pectoris per jaar kunnen optreden. De verhoging in het aantal mensen met hoge bloeddruk kan, alle doodsoorzaken in beschouwing nemend, leiden tot 4 (95% betrouwbaarheidsinterval van 2 tot 6) extra sterfgevallen per jaar. Hierbij moet worden opgemerkt dat de schatting van het extra aantal mensen met hoge bloeddruk gebaseerd is op een studie waarin alleen voor leeftijd en geslacht gecorrigeerd is en niet voor andere mogelijke oorzaken voor hoge bloeddruk. Daarnaast is het in 1976 beschreven verband tussen vliegtuiggeluid en hoge bloeddruk wellicht inmiddels niet meer geldig, door bijvoorbeeld een gewijzigd geluidbelastingpatroon (zoals lagere geluidpieken).

Het aantal mensen met angina pectoris door blootstelling aan geluid, kan ook geschat worden op basis van een studie van Knipschild. Deze geeft voor angina pectoris een statistisch niet-significant relatief risico van 1,06 (95% betrouwbaarheidsinterval van 0,79 tot 1,44) voor de hoogste ten opzichte van de laagste blootgestelde groep, na correctie voor leeftijd en geslacht.

Wanneer verondersteld wordt dat het in 1976 beschreven verband nog steeds geldig is, zou dit betekenen dat de prevalentie van angina pectoris met 44 (95% betrouwbaarheidsinterval van -153 tot 275) extra gevallen toeneemt, zie bijlage 3. Dit leidt volgens het 'Chronische Ziekten Model' tot 3 (95% betrouwbaarheidsinterval van -10 tot 19) extra sterfgevallen over een periode van 10 jaar.

Er zijn geen studies bekend die de relatie tussen *vliegtuiggeluid* en hartinfarct beschrijven. De literatuur bevat wel twee patiënt-controle onderzoeken die de relatie tussen wegverkeergeluid en de incidentie van hartinfarct bij mannen beschrijven (Babisch, 1994). Op basis van deze studies is berekend dat het relatief risico 1,07 per 5 dB(A) bedraagt, na correctie voor leeftijd, met een 95% betrouwbaarheidsinterval van 0,99 tot 1,14. Wanneer verondersteld wordt dat de gevonden relatie causaal is en ook van toepassing is op vliegverkeer, wordt geschat dat 34 (95% betrouwbaarheidsinterval van -1 tot 77) extra hartinfarcten per jaar in de regio Schiphol optreden. Dit zou volgens het 'Chronische Ziekten Model' tot 9 (95% betrouwbaarheidsinterval van -0,2 tot 21) extra sterfgevallen per jaar kunnen leiden. In totaal treden naar schatting 4.900 hartinfarcten per jaar op in de regio Schiphol met circa 1,6 miljoen volwassen inwoners. Maximaal zo'n 0,7% van deze incidentie zou dus aan vliegtuiggeluid gerelateerd kunnen worden, zie bijlage 3.

3. De meerwaarde van nader onderzoek

Om het inzicht in de drempelwaarde en de blootstelling-responsrelatie voor hart- en vaatziekten te vergroten beveelt de Gezondheidsraad nader, longitudinaal, onderzoek aan (Gezondheidsraad, 1999). Doordat de gerapporteerde relatieve risico's betrekkelijk klein zijn is een grote onderzoeksinspanning vereist om effecten op het hart- en vaatstelsel aan te tonen.

Een nieuwe studie levert een preciezer schatting van het aantal mensen met (een bepaalde) hart- en vaataandoening door blootstelling aan vliegtuiglawaai op. Daarnaast geeft een nieuwe studie een blootstelling-respons relatie voor andere gezondheidsindicatoren dan zelfgerapporteerd medicijngebruik, welke al in het vragenlijstonderzoek is bekeken (mits een daartoe geschikt studie-design wordt gekozen, zie hoofdstuk 6). Een studie in het Schipholgebied zou een actuele, regiospecifieke blootstelling-respons relatie geven. Dit heeft een meerwaarde ten opzichte van het gebruik van resultaten uit buitenlandse studies en uit ouder onderzoek zoals dat van Knipschild (1976). Met zulke studies blijft het namelijk de vraag in hoeverre de (destijds) gevonden blootstelling-respons relatie nu nog bruikbaar is voor een schatting van het aantal mensen met hart- en vaatziekten door vliegtuiggeluid in de huidige bevolking rond Schiphol.

4. Kenmerken van denkbare studie-designs

De specifieke informatie die een studie kan opleveren is (mede)afhankelijk van de gekozen studie-design. Daarom worden hierna een aantal verschillende onderzoeksmogelijkheden besproken (zie bijlage 6 voor de definities van de studiedesigns). Tabel 3 geeft een overzicht van verschillende kenmerken (databronnen, uitkomstmaten etc.) van de mogelijke onderzoeken. Tabel 4 geeft grove schattingen van logistieke aspecten van de onderzoeken (kosten, doorlooptijd etc.) die gebaseerd zijn op ervaring met soortgelijk onderzoek.

Semi-ecologisch onderzoek. Een nieuwe semi-ecologische studie zou kunnen bestaan uit een analyse van de gegevens over het gebruik van medicijnen voor hart- en vaatziekten die de Universiteit Utrecht en het RIVM in een eerdere studie hebben verzameld (Van Willigenburg 1996). Binnen de destijds beschikbare tijd en het budget konden alleen gegevens over slaap- en kalmeringsmiddelen en middelen voor luchtwegklachten geanalyseerd worden. Een andere mogelijkheid is om de cijfers van de totale sterfte in het Schipholgebied, die het CBS nu per postcodegebied beschikbaar heeft, in kaart te brengen en te vergelijken met de gemodelleerde geluidbelasting in elk gebied. Een nieuwe semi-ecologische studie zal naar verwachting relatief weinig toevoegen aan de reeds uitgevoerde onderzoeken omdat de resultaten van dergelijk onderzoek, hoe goed ook uitgevoerd, altijd met enige voorzichtigheid dienen te worden geïnterpreteerd. Omdat in dit type onderzoek gegevens over belangrijke determinanten van de bestudeerde aandoening vaak ontbreken kunnen geen conclusies getrokken worden over de oorzaken van eventuele waargenomen verhogingen in het voorkomen van aandoeningen. Voor het volgen van de incidentie van ziekten in de tijd (monitoring) worden semi-ecologische studies wel goed bruikbaar geacht.

Dwarsdoorsnede onderzoek. Een voorbeeld van een dwarsdoorsnede onderzoek is een nieuw vragenlijstonderzoek naar hoge bloeddruk, medicijngebruik en doktersbezoek voor hart- en vaatziekten. De onderzoekspopulatie moet groot zijn om genoeg 'cases' te bevatten. Een andere mogelijkheid is om apotheekgegevens te verzamelen en deze aan te vullen met informatie over individuele kenmerken (roken etc.) via aanvullend vragenlijstonderzoek. Deze onderzoeken zouden informatie geven over de prevalentie van (medicijngebruik voor) bepaalde hart- of vaataandoeningen rond Schiphol en over de blootstelling-respons relatie met de gemodelleerde geluidblootstelling. De resultaten van dit type onderzoek kunnen vertekend zijn doordat alleen een momentopname gemaakt wordt (potentiële selectiebias, gevoelige mensen zijn mogelijk verhuisd uit het gebied). De nieuwswaarde van een nieuw dwarsdoorsnede onderzoek is beperkt, omdat de meeste in de literatuur gerapporteerde epidemiologische onderzoeken naar hart- en vaatziekten in relatie tot geluid dwarsdoorsnede onderzoeken zijn. De nieuwswaarde wordt vergroot door het belichten van specifieke groepen (ouderen, kinderen), of door het gebruik van objectieve maten (zoals bloeddrukmetingen). Dit laatste vergt echter een aanzienlijke

logistieke inspanning, tenzij aansluiting gezocht wordt bij een landelijk onderzoek, REGENBOOG (Risicofactoren En Gezondheid: Nederlands BevolkingsOnderzoek op GGD-en), waarin onder andere bloeddrukmetingen verricht worden in een jaarlijkse steekproef (zie hoofdstuk 5).

Panel onderzoek. Een idee voor een panel studie is het uitvoeren van herhaalde metingen van stresshormonen en de bloeddruk in relatie tot de gemeten geluidblootstelling in een kleine populatie. Een tweede mogelijkheid is om bij een ‘gevoelige groep’, bijvoorbeeld bejaarden die al een hart- of vaataandoening hebben, te volgen of deze klachten verergeren of verminderen bij verandering in de blootstelling aan geluid. Panel onderzoek geeft specifieke informatie over de blootstelling-respons relatie tussen geluid en bloeddrukveranderingen (of een ander snel optredend effect) waarvan de gezondheidskundige betekenis nog onduidelijk kan zijn. Het vraagt een grote onderzoeksinspanning doordat data (van geluid en effectmetingen) verschillende malen verzameld en verwerkt moeten worden.

Cohort onderzoek. In een cohortonderzoek zou bijvoorbeeld om de paar jaar de bloeddruk bij mensen met een contrast in gemodelleerde geluidblootstelling gemeten kunnen worden. Daarnaast zou de incidentie van hart- en vaatziekten bij de deelnemers aan het cohort-onderzoek met behulp van bestaande registratiesystemen gevolgd kunnen worden. Binnen cohort onderzoek is het mogelijk om meerdere effecten van geluid op het hart- en vaatstelsel te onderzoeken. Dit type onderzoek zou, net als panel onderzoek, inzicht geven in het tijdsverloop tussen blootstelling en ziekte en de blootstelling-respons relatie. Het vraagt een zeer grote onderzoeksinspanning omdat grote groepen mensen gevolgd moeten worden in de tijd. Het onderzoek heeft een lange doorlooptijd.

Patiënt-controle onderzoek. Met de gezondheidskundige gegevens uit huisartsenregistraties of uit ziekenfondsregistraties kan een patiënt-controle onderzoek opgezet worden. De geluidblootstelling (ook die uit het verleden) zou uit modellen kunnen worden afgeleid. Het onderzoek is gevoelig voor bepaalde typen bias. Zo kan de diagnostiek van huisartsen afhangen van de mate waarin zij ongerust zijn over de effecten van geluid op het hart- en vaatstelsel. Dit type bias kan vermeden kunnen door naar ‘harde’ eindpunten te kijken, waar uniforme diagnose-criteria voor bestaan, of eventueel door naar ziekenhuisopnames te kijken (het oordeel van de specialist speelt dan ook mee). Dit onderzoek geeft inzicht in de blootstelling-respons relatie tussen geluid en een (aantal) hart- of vaatziekten (hoe meer ziektes bekeken worden, hoe duurder het onderzoek zal worden). In dit onderzoek bestaat meer kans op bias dan in cohortonderzoek, maar het is meestal goedkoper.

Semi-experimenteel onderzoek. In een semi-experimenteel onderzoek zou onderzocht kunnen worden of het aantal mensen met hoge bloeddruk, of het medicijngebruik voor hart- en vaatziekten verandert in de jaren na het opengaan van de vijfde baan, rond 2003.

Dit zou inzicht geven in de blootstelling-respons relatie tussen geluid en medicijngebruik, mits het opengaan van de baan een voldoende contrast in blootstelling oplevert. De timing van het opengaan van de nieuwe baan kan de uitvoering van een dergelijk onderzoek sterk bemoeilijken.

Tabel 3. Kenmerken van voorbeelden van onderzoeken naar hart- en vaatziekten in de regio Schiphol

Design	Databronnen	Uitkomstmaat	Kans op bias	Mogelijkheid voor controle confounders	Informatie
Semi-ecologisch (I)	Apotheekgegevens	Medicijngebruik voor hart- en vaatziekten	Groot	Niet aanwezig (alleen leeftijd en geslacht)	Signaalfunctie m.b.t. het vóórkomen van hart- en vaatziekten.
Semi-ecologisch (II)	Centraal Bureau voor de Statistiek	Totale sterfte	Matig	Niet aanwezig (alleen leeftijd en geslacht)	Signaalfunctie: Is de totale sterfte verhoogd rond de luchthaven?
Dwarsdoorsnede (I)	Vragenlijstonderzoek	Zelfgerapporteerde hoge bloeddruk, medicijngebruik en doktersbezoek	Matig	Aanwezig	Prevalentiecijfers en relatie met geluid.
Dwarsdoorsnede (II)	Bevolkingsonderzoek REGENBOOG (met uitbreiding studiepopulatie in Schiphol-regio)	Gemeten bloeddruk, medicijngebruik en doktersbezoek	Matig	Aanwezig	(Objectief bepaalde) prevalentiecijfers en relatie met geluid.
Dwarsdoorsnede (III)	Apotheekgegevens en aanvullend vragenlijstonderzoek	Medicijngebruik voor hart- en vaatziekten	Matig	Aanwezig	Prevalentiecijfers van medicijngebruik en relatie met geluid.
Panel onderzoek bij gevoelige groep (I)	Metingen bij ouderen die al hart- en vaatziekten hebben in combinatie met geluidmetingen	Verergering van bestaande aandoening, hartvariabiliteit	Gering	Aanwezig	Blootstelling-respons relatie (bij beperkte groep): Verergeren klachten bij blootstelling aan geluid?
Panel onderzoek bij algemene populatie (II)	Metingen	Bloeddruk, stress-hormonen	Gering	Aanwezig	Blootstelling-respons relatie tussen geluid en snel optredende, reversibele effecten.
Cohort onderzoek	(Herhaaldelijke) metingen, en registraties (bijv. ziekenfonds) in combinatie met vragenlijsten	Bloeddruk, verrichtingen voor hart- en vaatziekten in het ziekenhuis	Gering	Aanwezig	Blootstelling-respons relatie (ernstige en minder ernstige effecten), ontstaansmechanisme

Vervolg tabel 3

Design	Databronnen	Uitkomstmaat	Kans op bias	Mogelijkheid voor controle confounders	Informatie
Patiënt-controle studie (I)	Ziekenfondsgegevens en aanvullend vragenlijstonderzoek	Verrichtingen voor hart- en vaatziekten in het ziekenhuis	Gering	Aanwezig	Blootstelling-respons relatie; Is er een relatie tussen de blootstelling aan geluid en het optreden van een bepaalde (klinische) aandoening?
Patiënt-controle studie (II)	Huisartsgegevens	Hoge bloeddruk, verwijzingen voor hart- en vaatziekten	Gering (mits voldoende contrast in blootstelling in verzorgingsgebied van afzonderlijke huisartspraktijken)	Aanwezig	Blootstelling-respons relatie; Is er een relatie tussen de blootstelling aan geluid en het optreden van een bepaalde (ernstige of minder ernstige) aandoening?
Semi-experimenteel	Apotheekgegevens en aanvullend vragenlijstonderzoek	Medicijngebruik voor hart- en vaatziekten (effecten op vrij korte termijn)	Gering	Aanwezig	Is het medicijngebruik toegenomen bij het openen van de vijfde baan? Het verwachte effect is niet groot (weinig contrast in blootstelling).

Tabel 4. Kenmerken van voorbeelden van onderzoeken naar hart- en vaatziekten in de regio Schiphol

Design	Kostenindicatie (Mf)	Indikatie doorlooptijd	Afhankelijkheid van derden	Indikatie grootte studiepopulatie
Semi-ecologisch (I)	0,2	8 mnd	Universiteit Utrecht	200.000
Semi-ecologisch (II)	0,1	4 mnd	Gemeentes (bevolkingsopbouw)	Hele gebied (2 miljoen)
Dwarsdoorsnede	0,5-1,0	1-2 jaar	Respondenten	10.000
Dwarsdoorsnede (II)	1,0-2,0	5-8 jaar	CBS, respondenten	5.000-10.000
Dwarsdoorsnede (III)	0,5-1,0	3 jaar	Universiteit Utrecht, respondenten	2.000-3.000
Panel onderzoek (I)	2,0-4,0	2 jaar	Respondenten	50-100
Panel onderzoek (II)	2,5-4,0	2 jaar	Respondenten	75-200
Cohort onderzoek	2,0-5,0	5-10 jaar	Respondenten, LMR	3.000-5.000
Patiënt-controle studie (I)	0,5-1,0	2 jaar	Respondenten, ziekenfonds	1.000-2.000
Patiënt-controle studie (II)	0,7-1,5	30 mnd	Huisartsen	1.000-2.000
Semi-experimenteel	0,3-0,7	18 mnd (rond opengaan vijfde baan)	Respondenten	1.000-3.000

5. Gegevensbronnen

Bij een aantal onderzoeksvarianten is al genoemd dat voor het verzamelen van cijfers over **ziekte** gebruik gemaakt zou kunnen worden van registratiesystemen. Registraties van huisartsen, ziekenfondsen, ziekenhuizen en apothekers zijn in principe bruikbaar voor het uitvoeren van onderzoek. Gegevens over versturende variabelen (behalve leeftijd en geslacht) ontbreken in de meeste van deze registraties. Het is daarom noodzakelijk deze gegevens op andere wijze te verzamelen, bijvoorbeeld met vragenlijstonderzoek. Het gebruik van registratiesystemen kan logistieke problemen opleveren, zo zal gelet moeten worden op het waarborgen van de privacy, en is men afhankelijk van de medewerking van instanties/personen. Een andere mogelijkheid is om aansluiting te zoeken bij een landelijk onderzoek, REGENBOOG (Risicofactoren En Gezondheid: Nederlands BevolkingsOnderzoek op GGD-en), waarin onder andere bloeddrukmetingen verricht worden in een jaarlijkse steekproef. In het kader van dit onderzoek wordt landelijk bij 9.000 mensen een enquête met vragen over gezondheid afgenomen. Deze enquête bevat ook vragen over medicijngebruik, doktersbezoek en versturende variabelen (roken etc.). De deelnemers aan de enquête wordt gevraagd mee te doen aan een lichamelijk onderzoek. Aangezien de aantallen die meedoen aan een lichamelijk onderzoek per GGD vrij klein zijn (enkele tientallen) zou de steekproef in de regio Schiphol wel wat uitgebreid moeten worden voor dit onderzoek.

Als bron voor gegevens over de **blootstelling** kunnen in de meeste studie-designs geluidmodellen (ook voor blootstelling in het verleden) worden gebruikt. Hieraan kleven wel een aantal bezwaren, ze leveren bijvoorbeeld slechts een grove blootstellingschatting op, wat kan leiden tot misclassificatie. Het is sinds kort wel mogelijk geworden om met modellen de geluidbelasting op het niveau van huisadressen te berekenen (in plaats van op het niveau van 6-positie postcodegebieden). De andere optie, geluidmetingen, vereist een grote onderzoeksinspanning en brengt daardoor hoge kosten en logistieke problemen met zich mee. Bij de meeste gerapporteerde studies is de geluidbelasting in beperkte mate onderzocht. In een nieuwe studie zou de individuele geluidbelasting beter in kaart gebracht moeten worden, bijvoorbeeld door het verzamelen van gegevens over isolatie van woningen. Wellicht geeft het nu lopende slaapverstoringsonderzoek meer inzicht in de bruikbaarheid van gemodelleerde geluidblootstelling in epidemiologisch onderzoek naar hart- en vaataandoeningen.

6. Conclusie

De wetenschappelijke literatuur bevat relatief weinig studies naar hart- en vaatziekten in relatie tot vliegverkeer. De studies van Knipschild, die wel wat gedateerd zijn en waarin voor weinig potentiële confounders gecorrigeerd is, en het vragenlijstonderzoek geven een indicatie dat er een relatie is tussen vliegtuiggeluid en hart- en vaatziekten rond Schiphol. Op basis van het vragenlijstonderzoek is bijvoorbeeld geschat dat 2.000-5.000 mensen (op een bevolking van 0,4 miljoen) medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk gebruiken als gevolg van blootstelling aan vliegtuiglawaai. De in hoofdstuk 2 gepresenteerde schattingen, waarbij verondersteld werd dat er een causaal verband tussen hart- en vaatziekten en vliegtuiglawaai bestaat, geven aan dat het aantal hartinfarcten door blootstelling aan vliegtuiglawaai ergens ligt tussen 4 en 34 per jaar. De discrepantie tussen deze schattingen wordt veroorzaakt door de beperkte beschikbaarheid van gegevens over de relatie tussen hart- en vaatziekten en vliegtuiglawaai én de uiteenlopende aard van de beschikbare gegevens (verschillende eindpunten gemeten, verschillende populaties, verschillende blootstellingsgegevens etc.). In totaal treden naar schatting 4.900 hartinfarcten per jaar op in de regio Schiphol met circa 1,6 miljoen inwoners. Maximaal zo'n 0,7% van het totale aantal hartinfarcten in het Schipholgebied (55 bij 55 km rondom de luchthaven) kan aan vliegtuiglawaai worden toegeschreven.

De literatuur bevat geen aanwijzingen dat hart- en vaatziekten een groter probleem vormen dan de GES-studies suggereren. Ook de waarneming van een huisarts in Zwanenburg, namelijk dat het aantal verwijzingen voor hart- en vaatziekten in zijn praktijk ongeveer 20% boven het gemiddelde in de Schiphol regio ligt (Van Ojik, persoonlijke mededeling), is consistent met de bevindingen uit de literatuur en de GES-studies. In de eerste fase van de GES is namelijk geschat dat met name in hooggeluidbelaste gebieden als Zwanenburg het aantal mensen met hoge bloeddruk als gevolg van blootstelling aan vliegtuiglawaai relatief groot is (zie tabel 1, hoofdstuk 2), wat kan leiden tot een relatief grote toename in het aantal verwijzingen voor hart- en vaatziekten. Een toename van 20% komt overeen met een relatief risico van 1,2, wat past in de range die in de literatuur wordt genoemd voor het verschil in de incidentie van ischemische hartziekte in hoog belaste gebieden ten opzichte van laag belaste gebieden. Het vragenlijstonderzoek gaf aan dat per 10 eenheden (dB(A)) in vliegtuiggeluid het gebruik van 'medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk' met 1-16 procent toenam, afhankelijk van de gehanteerde maat voor geluid. Ook dit resultaat komt, althans in ordegraote, overeen met de waarneming van de huisarts in Zwanenburg.

Een nieuwe studie zou een regio-specifieke blootstelling-respons relatie en een precieze schatting van het aantal mensen met (een bepaalde) hart- en vaataandoening door blootstelling aan vliegtuiglawaai opleveren. Panelonderzoek, cohort onderzoek en patiëntcontrole onderzoek worden kansrijk geacht. Deze designs zijn geschikter om de relatie tussen vliegtuiggeluid en hart- en vaatziekten te onderzoeken dan de andere drie genoemde designs. Een belangrijk verschil zit in het type informatie dat de onderzoeken zouden opleveren.

Panelonderzoek levert tamelijk specifieke informatie over reversibele effecten op, terwijl in cohort onderzoek en patiënt-controle onderzoek naar ernstiger effecten gekeken wordt (bijvoorbeeld ziekenhuisopnames). Door de veelheid aan metingen in panelonderzoek is dit onderzoek duur en sterk afhankelijk van de medewerking van respondenten. Cohort onderzoek levert de meeste informatie op, namelijk over meerdere effecten van geluid op het hart- en vaatstelsel en het onderliggende ontstaansmechanisme. De Gezondheidsraad (1999) beveelt dit type onderzoek aan en wetenschappelijk gezien heeft dit type onderzoek ook de voorkeur, maar het is duur en heeft een lange doorlooptijd (5 tot 10 jaar). Patiënt-controle onderzoek is een goedkoper en sneller alternatief om bijvoorbeeld meer inzicht te krijgen in andere gezondheidseffecten van geluid dan hoge bloeddruk en medicijngebruik, maar het is wat gevoeliger voor bias. Deze bias kan beperkt worden door alleen naar 'harde' eindpunten te kijken, waar uniforme diagnose-criteria voor bestaan. Dwarsdoorsnede onderzoek heeft weinig nieuwsaarde, tenzij objectieve maten, zoals bloeddrukmetingen, gebruikt zouden worden. Dit zou een behoorlijke logistieke inspanning vergen, tenzij aansluiting gezocht wordt bij een landelijk onderzoek, REGENBOOG (Risicofactoren En Gezondheid: Nederlands BevolkingsOnderzoek op GGD-en), waarin onder andere bloeddrukmetingen verricht worden in een jaarlijkse steekproef. Deze laatste optie wordt ook kansrijk geacht.

Dit rapport schetst enkele mogelijke invullingen van de genoemde studie-designs. Voor een nadere uitwerking van een kansrijk design dient bijvoorbeeld de keuze voor de te meten gezondheidsindicatoren ('hoog' of 'laag' in de piramide die de ernst van effecten weergeeft, zie bijlage 2) nader overwogen te worden. Daarnaast is bijvoorbeeld voor de opzet van een patiënt-controle onderzoek een nadere inventarisatie van de gegevens over hart- en vaatziekten in gezondheidsregistratiesystemen (datalogistieke aspecten, privacyregelingen etc.) noodzakelijk.

Semi-ecologisch onderzoek voegt niet veel toe aan het reeds uitgevoerde onderzoek. Semi-ecologisch onderzoek is goedkoop, maar heeft relatief weinig zeggingskracht. Het is wel bruikbaar voor het volgen van de incidentie van ziekte in de tijd (monitoring). Bij semi-experimenteel onderzoek spelen een aantal logistieke problemen (zoals afhankelijkheid van de ingebruikname van de vijfde baan).

7. Overwegingen bij de uitvoering van nader onderzoek

De analytische studies van *Fase II* van de GES zijn, met uitzondering van het slaapverstoringsonderzoek, afgerond. Inmiddels is *Fase III* gestart, bestaande uit de ontwikkeling van een monitoringsysteem waarmee eventuele veranderingen in milieukwaliteit en de gezondheidstoestand van de bevolking bij uitbreiding van de luchthaven Schiphol gesignaleerd kunnen worden. Dit leidde tot de vraag in hoeverre een nader onderzoek naar hart- en vaatziekten gecombineerd kan worden met monitoring. Voor de meest kansrijk geachte designs (panelonderzoek, cohort onderzoek en patiënt-controle onderzoek) wordt dit in dit hoofdstuk overwogen. Ook de kansrijke optie om aan te sluiten bij een lopend onderzoek (REGENBOOG) voor het uitvoeren van dwarsdoorsnede onderzoek met objectieve metingen, wordt besproken.

7.1. Als het onderzoek voorafgaat aan monitoring

Een nader onderzoek naar hart- en vaatziekten, voorafgaand aan de monitoringfase, kan bijdragen aan de ontwikkeling van het monitoringsysteem, wanneer de studieresultaten binnen afzienbare tijd beschikbaar zijn. Dit geldt dus niet voor een cohort-onderzoek of de genoemde optie van een dwarsdoorsnede onderzoek, die meerdere jaren in beslag nemen. De resultaten van een panel- of patiënt-controle onderzoek zouden wel kunnen dienen als basis voor de beslissing of hart- en vaatziekten in het monitoringsysteem opgenomen moeten worden en voor de selectie van indicatoren. Daarnaast wordt, bijvoorbeeld met de beschreven patiënt-controle onderzoeken, kennis en ervaring met betrekking tot registratiesystemen opgedaan. Deze kennis is toepasbaar voor de verdere ontwikkeling van het monitoringsysteem.

7.2. Als het onderzoek onderdeel is van monitoring

Het monitoringsysteem zal waarschijnlijk bestaan uit de verzameling van gegevens over de gehele bevolking rond Schiphol waarbij onder andere gebruik gemaakt zal worden van bestaande registratiesystemen en misschien ook van het lopende monitoringsproject REGENBOOG (zie hoofdstuk 5). De gegevens hieruit over de incidentie van ziekten kunnen worden gebruikt voor de opzet van een patiënt-controle onderzoek of een dwarsdoorsnede onderzoek. Een extra onderzoeksinspanning is dan wel vereist om gegevens over de blootstelling aan vliegtuiggeluid te verzamelen. Bovendien moeten, als het gaat om registratiesystemen, aanvullende gegevens over versturende variabelen verzameld worden. Voor de uitvoering van het dwarsdoorsnede onderzoek zou de steekproef van REGENBOOG in de regio Schiphol moeten worden uitgebreid.

In panel- en cohort onderzoek wordt uitgegaan van (contrasten in) blootstelling, in tegenstelling tot patiënt-controle- en dwarsdoorsnede onderzoek, waarin wordt uitgegaan van de incidentie van ziekte. Zo wordt een cohort onderzoek meestal gestart met uitsluitend

‘gezonde’ mensen (die nog geen hart- of vaataandoening hebben), die gevolgd worden in de tijd en dan later, pas bij het optreden van ziekte, in gezondheidsregistratiesystemen opgenomen worden. Alhoewel het monitoringsysteem ook gegevens over de blootstelling aan vliegtuiglawaai zal bevatten, zal het logistiek gezien lastig zijn om hiermee een panel- of cohort onderzoek op te zetten. De gegevens zijn namelijk waarschijnlijk niet gedetailleerd genoeg om de individuele blootstelling van deelnemers te volgen in de tijd. Een combinatie van monitoring met patiënt-controle of dwarsdoorsnede onderzoek ligt dus meer voor de hand dan een combinatie met panel- of cohort onderzoek.

Literatuur

Babisch, W., Ising H., Kruppa B., Wiens D. (1994). The incidence of myocardial infarction and its relation to road traffic noise-the berlin case-control studies. *Environment International* 20(4): 469-474.

Babisch, W. (1998). Epidemiological studies of cardiovascular effects of traffic noise. 7th international congress on noise as a public health problem. Volume 1. Carter N., Job, R.F.S., eds. Sydney.

Heisterkamp, S.H., Doornbos, G., Nagelkerke, N.J.D. (2000). Assessing health impact of environmental pollution sources using space-time models. *Statistics in Medicine*; 19: 2569-2578.

Hoogeveen, R.T., Hollander, A.E.M. de, Genugten, M.L.L. van (1998). The chronic diseases modelling approach. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 266750001.

Gezondheidsraad: Committe on the Health Impact of large airports (1999). Grote luchthavens en gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad. Publikatie nr 1999/14.

Gilks, W.R., Richardson, S., Spiegelhalter D.J. (1995). Introducing Markov Chain Monte Carlo. In: *Markov Chain Monte Carlo in practice* (eds Gilks, W.R., Richardson, S., Spiegelhalter D.J.), p. 1-19. London, Chapman & Hall.

Kannel, W.B (1996). Blood pressure as a cardiovascular risk factor. *Prevention and treatment. JAMA*; 275: 1571-1576.

Knipschild, P. (1976). Medische gevolgen van vliegtuiglawaai. Proefschrift Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Staatsen, B.A.M., Doornbos, G., Franssen, E.A.M. et al. (1998). Gebruik van ziekenhuisgegevens voor het beschrijven van ruimtelijke patronen in ziekte rondom Schiphol. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520009.

Staatsen, B.A.M., Franssen, E.A.M., Doornbos, G. et al. (1993). Gezondheidskundige evaluatie Schiphol. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport nr 441520001.

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.

VROM (1996). Naar een landelijk beeld van verstoring. Publikatiereeks Verstoring, nr. 12/1997. Zoetermeer, Distributiecentrum VROM.

Willigenburg, A.P.P. van, Franssen, E.A.M, Lebret, E., Herings, R.M.C. (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.

Bijlage 1 Beschrijving Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol

De nationale luchthaven Schiphol wordt in 2003 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 (Staatsen, 1993). Onderzoeken in het MER-kader hadden 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 gezondheidskundig onderzoek Schiphol is onderdeel van het Evaluatie- en Monitoringsprogramma Schiphol en Omgeving (EMSO). De gezondheidskundige evaluatie Schiphol (GES) wordt gecoördineerd door het RIVM en uitgevoerd in samenwerking met andere Nederlandse onderzoeksinstituten en universiteiten. De 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.

De GES wordt in drie fases uitgevoerd. In Fase 1, 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 wordt uitgevoerd in de periode 1995-2002. Deze fase bestaat uit onderzoek met behulp van bestaande gezondheidsregistraties en epidemiologisch veldonderzoek. In het derde deel van de GES (Fase III) wordt een monitoringsysteem voor het signaleren van mogelijke veranderingen in de milieukwaliteit en gezondheidstoestand ontwikkeld.

Literatuur

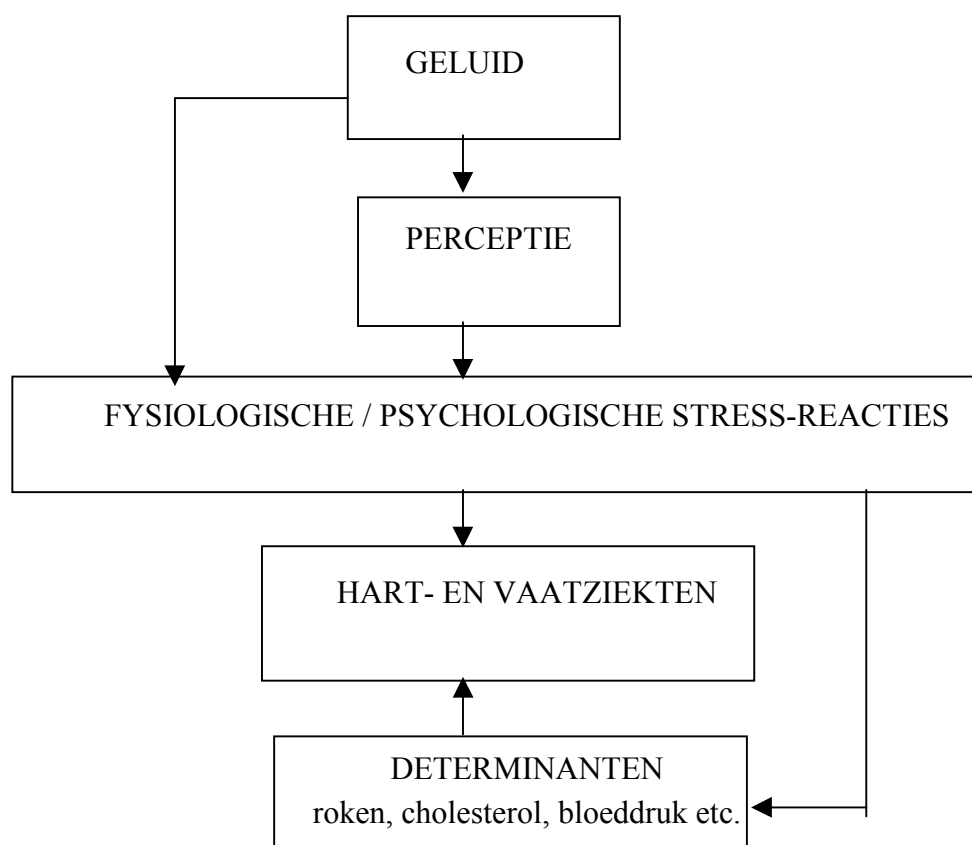
Staatsen, B.A.M., Franssen, E.A.M., Doornbos, G. et al. (1993). Gezondheidskundige evaluatie Schiphol. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport nr 441520001.

Bijlage 2 Ontstaansmechanisme van hart- en vaatziekten onder invloed van geluid

In de literatuur worden verschillende gezondheidseffecten van geluid beschreven, uiteenlopend van effecten op de korte termijn zoals gehoorschade en slaapverstoring tot effecten op de lange termijn zoals hart- en vaatziekten. Hier wordt alleen ingegaan op hart- en vaatziekten. Tegenwoordig wordt verondersteld dat ‘stress’ centraal staat in dit mechanisme. De reacties op een stressor kunnen fysiologisch en psychologisch van aard zijn. Onder psychische effecten vallen angstgevoelens, depressies en frustraties. Dit zou kunnen leiden tot bepaald gedrag zoals roken en alcoholgebruik, waardoor het risico op hart- en vaatziekten vergroot wordt. Op fysiologisch niveau stimuleert stress het centraal zenuwstelsel en de hormonale activiteit, waardoor bijvoorbeeld de productie van stress-hormonen toeneemt. Voortdurende blootstelling aan geluid zou kunnen resulteren in een chronische ontregeling van het organisme die op de lange duur zou kunnen leiden tot hart- en vaatziekten (Gezondheidsraad 1999).

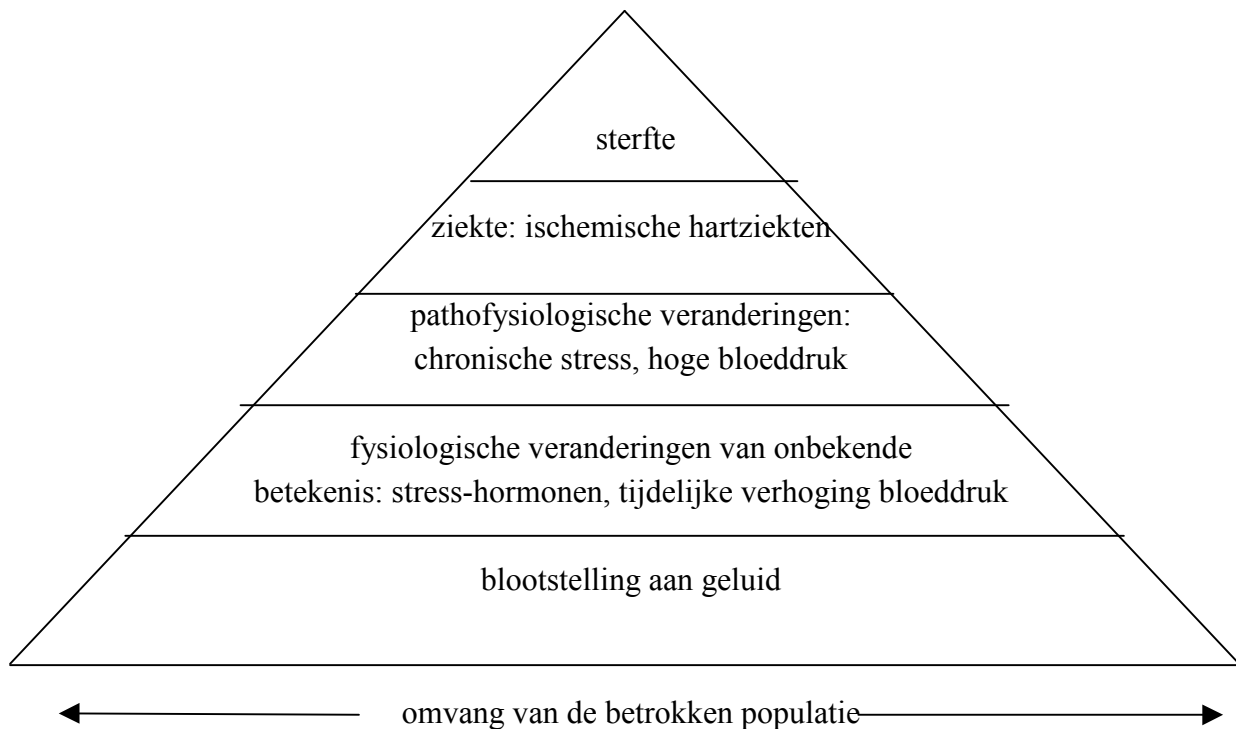
Uit experimenteel onderzoek, grotendeels proefdieronderzoek, zijn aanwijzingen gekomen voor het mechanisme dat mogelijk ten grondslag ligt aan het ontstaan van hart- en vaatziekten als gevolg van stress-reacties. Ising (1980a, b, c, 1985) kent een grote waarde toe aan het metabolisme van magnesiumionen bij het ontstaan van hart- en vaatziekten. Ten gevolge van stress worden catecholaminen uitgescheiden in het bloed, hetgeen een toename in de permeabiliteit van de celmembranen voor calcium- en magnesiumionen tot gevolg heeft. Het daardoor ontstane intracellulaire magnesiumtekort kan via constrictie van de bloedvaten tot een verminderde bloedvoorziening van het hart leiden en daarmee de kans op een hartinfarct vergroten. Een ander, in het laboratorium waargenomen effect van geluid, is het optreden van hartritmeveranderingen. Alhoewel dit soort tijdelijke effecten niet direct ziekmakend hoeven te zijn, kunnen ze op de lange termijn een risicofactor vormen voor hart- en vaatziekten (Staatsen e.a. 1993).

De effecten van geluid worden sterk beïnvloed door de menselijke beoordeling van het geluid. Mensen kunnen op verschillende manieren reageren op de blootstelling aan geluid, waarbij factoren als individuele geluidgevoeligheid, de houding ten opzichte van de geluidbron en de mate waarin men naar eigen inschatting controle over het geluid heeft een rol spelen. Als het geluid niet vermijdbaar is en als hinderlijk wordt ervaren, kan stress ontstaan. Het is niet duidelijk in hoeverre de beoordeling of perceptie van geluid de fysiologische stress-reacties beïnvloedt. Treden fysiologische reacties op geluid alleen op als mensen geluid negatief beoordelen of is er ook sprake van directe, vegetatieve reacties op blootstelling aan geluid? In figuur 1 zijn de huidige inzichten in het verband tussen geluid en hart- en vaatziekten schematisch weergegeven.



Figuur 1. Schematische weergave van de huidige inzichten in het verband tussen geluid en hart- en vaatziekten.

Niet alleen de gevoeligheid voor geluid speelt een rol bij het al dan niet optreden van hart- en vaatziekte, maar ook de blootstelling aan andere determinanten. Zo is bekend dat roken, cholesterol en bloeddruk belangrijke determinanten van hart- en vaatziekten zijn. Andere belangrijke factoren zijn glucose-tolerantie, lichaamsgewicht, alcoholgebruik, voeding en lichamelijke activiteit (Maas e.a. 1997). Alhoewel vliegtuiggeluid bij een relatief groot deel van de omwonenden van het vliegveld een tijdelijke verhoging van stress-hormonen in het bloed zou kunnen opleveren, zal dit bij een kleiner deel van de populatie kunnen leiden tot hoge bloeddruk en bij een nog kleiner deel tot ischemische hartziekten. Figuur 2 geeft een rangschikking naar ernst van mogelijke effecten van blootstelling aan vliegtuiggeluid die betrekking hebben op het hart- en vaatstelsel. Hoe ernstiger de aandoening, hoe kleiner het getroffen deel van de populatie is.



Figuur 2. Schematische weergave van de verdeling van voor hart- en vaatziekten relevante effecten van blootstelling aan geluid in de populatie.

Literatuur

Gezondheidsraad: Committee on the Health Impact of large airports (1999). Grote luchthavens en gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad. Publikatie nr 1999/14.

Ising, H. (1985). Kann Umweltlärm die Gesundheit gefährden? GIHBU; 106(5): 247-51.

Ising, H., Dienel D., Günther, T. et al. (1980b). Health effects of traffic noise. Int Arch Occup Environ Health; 47(2): 179-90.

Ising, H., Günther, T., Melchert H.U. (1980c). Nachweis und Wirkungsmechanismen der blutdrucksteigernden Wirkung von Arbeitslärm. Zentralbl Arbeitsmed Bd; 30: 194-203.

Ising, H., Markert, B., Günther, T. et al. (1980a). Zur Gesundheitsgefährdung durch Verkehrslärm. Z Lärmbekämpfung; 27: 1-8.

Maas, I.A.M., Gijzen, R., Lobbezoo, I.E., Poos, M.J.J.C (eds) (1997). Volksgezondheid Toekomst Verkenning. Deel I. De gezondheidstoestand: een actualisering. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; Maarsse, Elsevier/De Tijdstroom.

Staatsen, B.A.M., Franssen, E.A.M., Doornbos, G. et al. (1993). Gezondheidskundige evaluatie Schiphol. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapport nr 441520001.

Bijlage 3 Epidemiologische studies in de internationale literatuur

Het voert te ver om hier alle inmiddels verrichte studies met betrekking tot vlieg- en wegverkeer en hart- en vaatziekten te bespreken. Daarom is dit stuk gebaseerd op een review van de Gezondheidsraad (Passchier-Vermeer, 1993), een review van het National Physical Laboratory van Groot-Brittanië (Porter, 1998), een review-artikel van Babisch (1998a) en drie recente studies die nog niet in de reviews waren meegenomen (Morrell 1998, Valet 1999, Rosenlund 1998 (abstracts)).

Review Gezondheidsraad

De Gezondheidsraad bespreekt in het rapport 'Geluid en gezondheid' (Passchier-Vermeer, 1993) 12 epidemiologische onderzoeken naar het verband tussen geluid in de woonomgeving en effecten op het hart- en vaatstelsel. Op basis van deze onderzoeken stelde de Gezondheidsraad dat er boven een equivalent geluidniveau van 70 dB(A) gedurende de dag (6-22h) voldoende bewijs is voor het optreden van ischemische hartziekte en hoge bloeddruk onder invloed van geluid. Deze conclusie is recent heroverwogen, op basis van nieuwe review-artikelen die in een onderzoek van het National Physical Laboratory, Groot-Brittanië, (Porter, 1998) gebruikt zijn. Over het algemeen bleek dat de recentere publicaties goed spoorden met de conclusie in het rapport uit 1993, en de Gezondheidsraad blijft dan ook bij deze conclusie (Gezondheidsraad 1999). De Gezondheidsraad beveelt nader onderzoek aan om het inzicht in de waarnemingsdrempels en de blootstelling-responsrelatie voor hart- en vaatziekten te vergroten.

Review Babisch

Babisch (1998a) heeft in een review de resultaten van 19 epidemiologische studies (uitgevoerd op 14 lokaties) naar het effect van lawaai van weg- en vliegverkeer op hart- en vaatziekten op een rij gezet. Babisch concludeert in deze review dat er slechts beperkt bewijs bestaat voor een relatie tussen hoge verkeerslawaai-niveaus en **hoge bloeddruk**. De resultaten van de diverse onderzoeken lopen sterk uiteen. Alhoewel in onderzoeken in het verleden duidelijke effecten naar voren kwamen, worden in recentere onderzoeken waarin voor confounders gecorrigeerd wordt, geen duidelijke effecten meer gevonden. In het meest recente prospectieve longitudinale onderzoek is bijvoorbeeld een statistisch niet-significant relatief risico tussen 1,1 en 1,5 gevonden voor wegverkeergeluidniveaus groter dan 65-70 dB(A) ten opzichte van 51-55 dB(A) (6-22 h) (Babisch 1998a, Babisch 1998b). Babisch concludeert in zijn review verder dat de studies die betrekking hebben op **ischemische hartziekte** wel relatief consistente resultaten geven die duiden op een relatief risico tussen 1,1 en 1,5 voor hoog blootgestelden ten opzichte van laag blootgestelden (Babisch 1998a). Hierbij dient wel te worden opgemerkt dat van deze studies er slechts twee betrekking hebben op vliegverkeer, namelijk die van Knipschild en Altena. Daarnaast bespreekt Babisch nog een studie die alleen betrekking had de bloeddruk bij kinderen in relatie tot vliegtuigeluid

(Cohen 1980). De studies van Knipschild, Altena en Cohen worden hieronder nader toegelicht.

Cohen (1980) heeft het effect bestudeerd van vliegtuiglawaai waaraan schoolkinderen uit de derde en vierde klas tijdens schooltijd werden blootgesteld. De gegevens van 142 kinderen uit vier scholen onder een aanvliegroute van Los Angeles International Airport, met gemiddeld elke 2,5 minuut een vliegtuig dat in het klaslokaal een gemiddeld maximaal geluidniveau van 74 dB(A) produceert, zijn vergeleken met die van 120 kinderen uit rustiger scholen met gemiddeld maximale geluidniveaus van 56 dB(A). Na afloop van de lessen werd in een rustige ruimte de bloeddruk gemeten. De gemiddelde diastolische en systolische bloeddruk was gemiddeld ongeveer 3 mmHg hoger bij kinderen op de scholen met meer lawaai. Deze verhoging is volgens deskundigen slechts tijdelijk van aard en wordt niet gezien als gezondheidsbedreigend (Passchier-Vermeer, 1993).

Knipschild bestudeerde in een aantal deelstudies de invloed van het luchtvaartlawaai op de gezondheid van omwonenden van Schiphol (Knipschild, 1976). In een eerste onderzoek werden de bevindingen van een rond Schiphol uitgevoerd bevolkingsonderzoek ter opsporing van een beginnende hartvaatziekte (bijvoorbeeld angina pectoris, a.d.h.v. vragenlijst) gerelateerd aan de mate van vliegtuiglawaai. Tevens is het medicijngebruik aan de hand van apotheekinkoopcijfers en het huisartsenbezoek in de regio onderzocht. De belangrijkste resultaten van dit onderzoek waren een significant hogere incidentie van hoge bloeddruk, een afwijkende hartvorm en een verhoogd gebruik van medicijnen voor hart en vaten (dit laatste alleen bij vrouwen) bij de groep woonachtig in gebieden met een vliegtuiggeluidbelasting van 40 tot 60 Kosteneenheden (Ke) ten opzichte van de groep met een geluidbelasting van 20 tot 40 Kosteneenheden. Tevens bleken er in de hoogbelaste groep ook relatief meer mensen onder dokterscontrole te staan voor hun hart en bloeddruk. Op basis van deze onderzoeksresultaten is het relatief risico 1,7 (95% betrouwbaarheidsinterval van 1,3 tot 2,1) voor hoge bloeddruk bij een geluidbelasting van ongeveer 50 Ke ten opzichte van minder dan 30 Ke. Of de resultaten van Knipschild geëxtrapoleerd mogen worden naar de totale bevolking is niet met zekerheid te zeggen, omdat slechts 40% van de benaderde mensen in de leeftijd van 35-64 jaar aan het bevolkingsonderzoek deelnam. Een mogelijke invloed van verschillen in de vergeleken groepen, wat betreft leeftijd, geslacht en dorpsgrootte kon worden uitgesloten. De verschillen ten nadele van gebieden met meer vliegtuiglawaai werden ook gevonden onder niet-rokers en deelnemers met een normaal lichaamsgewicht. In hoeverre andere variabelen (zoals de sociaal-economische status) de cijfers hebben beïnvloed valt niet te beoordelen maar het is niet aannemelijk dat een invloed hiervan de gevonden, zo grote verschillen zou kunnen verklaren (Passchier-Vermeer, 1993).

In een ander onderzoek in Nederland zijn 432 mensen onderzocht die blootgesteld waren aan (militair) vlieglawaai en 397 mensen die waren blootgesteld aan wegverkeerslawaai (Altena 1989). Er werd een toename van de systolische bloeddruk met het vliegtuiglawaai gevonden, die echter niet meer significant was na correctie voor een aantal confounders (leeftijd, geslacht, familiale hoge bloeddruk, alcoholgebruik en relatief lichaamsgewicht). Opvallend

was dat de systolische bloeddruk in de aan vliegtuiglawaai blootgestelde groepen hoger was dan die in de aan wegverkeerslawaai blootgestelde groepen. Er bleek geen significante relatie te bestaan tussen (wegverkeers- en vliegtuig)lawaai en het optreden van ischemische hartziekten.

Overige relevante studies

Er zijn drie studies met betrekking tot vliegtuiglawaai uitgevoerd, die nog niet in reviews zijn meegenomen en daarom hier kort besproken worden. Morrell (1998) voerde in Sydney een soortgelijke studie uit als die van Cohen, namelijk naar het effect van vliegtuiglawaai op de bloeddruk van kinderen, waarin met meer confounders rekening is gehouden. Slechts een klein deel van de variatie in bloeddruk kon worden verklaard door verschillen in blootstelling aan vliegtuiglawaai. Het enige significante effect op de bloeddruk dat geassocieerd was met vliegtuiglawaai, was de tijd die verstreken was sinds de opening van een nieuwe start- en landingsbaan. Dit effect was negatief en ondersteunt de hypothese dat bloeddrukveranderingen als gevolg van veranderingen in blootstelling aan vliegtuiggeluid tijdelijk van aard zijn (Morrell, 1998).

Een ander recent onderzoek werd uitgevoerd rond het vliegveld van Stockholm en was gericht op hoge bloeddruk onder volwassenen (19-80 jaar). Met vragenlijstonderzoek werd de prevalentie van hoge bloeddruk vastgesteld. Er werd een Odds ratio van 1,7 (95% betrouwbaarheidsinterval van 1,1 tot 2,6) gevonden voor mensen die blootgesteld waren aan geluidsniveaus boven de 55 dB(A), na correctie voor leeftijd, geslacht, roken, opleidingsniveau en woonduur in het gebied (Rosenlund, 1999).

Valet (1999) deed onderzoek in huisartsenpraktijken rond het vliegveld Parijs Roissy. Patiënten werd een vragenlijst voorgelegd over hun woon- en werklocatie en hun genotsmiddelengebruik. Huisartsen verstrekten informatie over de medische diagnose, de bloeddruk en de voorgeschreven medicijnen bij hun patiënten. Er werd geen significant verband gevonden tussen 'hoge bloeddruk' en blootstelling aan vliegtuiglawaai. Valet merkt op dat het voorschrijfgedrag sterk verschilt per huisarts en dat het mede daarom nuttig zou zijn een grote Europese studie (met een groot aantal huisartsen) op te zetten om de gezondheidseffecten van luchthavens in kaart te brengen.

Conclusie

De meeste studies met betrekking tot verkeerslawaai en hart- en vaatziekten waren gericht op wegverkeer. Slechts enkele onderzoeken waren gericht op vliegverkeer. Daarnaast zijn de meeste studies die gericht zijn op hart- en vaatziekten als gevolg van verkeerslawaai dwarsdoorsnede onderzoeken, voor wat betreft vliegverkeer zijn zelfs helemaal geen prospectieve onderzoeken bekend. Een ander punt is dat de kwaliteit van de schatting van de blootstelling vaak moeilijk te beoordelen is, vaak worden verschillende maten gebruikt (in Nederland bijvoorbeeld de Kosteneenheden) en soms wordt geluid niet gemeten, maar

vastgesteld aan de hand van vragenlijsten (subjectieve beoordeling). Daarnaast is het moeilijk studies onderling te vergelijken omdat verschillende indicatoren van hart- en vaatziekten worden gemeten. Verder speelt mee dat in de diverse onderzoeken op verschillende, soms beperkte, wijze rekening wordt gehouden met confounders, zoals leeftijd, geslacht, rookgewoonten, alcoholgebruik, sociaal-economische klasse etcetera. Overigens wordt in het rapport van de Gezondheidsraad vermeld dat het wellicht niet redelijk is om geheel te corrigeren voor variabelen als rookgewoonten, eetgewoonten en lichaamsgewicht, als het gaat om de effecten van geluid op de bevolking. Deze variabelen kunnen immers via gewijzigd gedrag door verhoogde stress indirect door lawaai beïnvloed worden. Als voor deze variabelen ‘gecorrigeerd’ wordt kan het totale effect van geluid op de bevolking onderschat worden (Passchier-Vermeer, 1993).

De Gezondheidsraad concludeert dat er boven een equivalent geluidniveau van 70 dB(A) gedurende de dag (6-22h) voldoende bewijs is voor het optreden van ischemische hartziekte en hoge bloeddruk onder invloed van geluid. Om het inzicht in de drempelwaarde en de blootstelling-responsrelatie voor hart- en vaatziekten te vergroten beveelt de Gezondheidsraad nader (longitudinaal) onderzoek aan (Gezondheidsraad, 1999).

Recent is binnen het RIVM een meta-analyse uitgevoerd op het gebied van geluid en hart- en vaatziekten (Van Kempen, persoonlijke mededeling). Alle beschikbare en bruikbare informatie op dit gebied, waaronder de studies van Knipschild en de studies in de reviews van Babisch en de Gezondheidsraad, is meegenomen in de meta-analyse. De resultaten zullen binnenkort gepubliceerd worden. Enkele resultaten zijn in deze haalbaarheidsstudie gebruikt om het aantal mensen met hart- en vaatziekten in het Schipholgebied te berekenen.

Vertaling literatuurrezultaten naar situatie in het Schipholgebied

De studies van Knipschild zijn binnen de GES al eens gebruikt voor een schatting van het extra aantal hypertensieven in de regio Schiphol (zie hoofdstuk 2). Voor deze haalbaarheidsstudie zijn de studies van Knipschild ook gebruikt voor een schatting van het extra aantal gevallen van angina pectoris in de regio Schiphol. De studie van Knipschild geeft een relatief risico van 1,06 voor de hoogste (40-60 Ke) ten opzichte van de laagste (20-40 Ke) blootgestelde groep. Dit relatief risico is statistisch niet-significant; het 95% betrouwbaarheidsinterval is 0,79 tot 1,44. Wanneer verondersteld wordt dat het gevonden verband oorzakelijk is, multiplicatief, niet beïnvloed wordt door niet gemeten confounders en nog steeds van toepassing is (ondanks veranderingen in de geluidbelasting tussen 1970 en nu), schatten we in tabel 1 dat 44 extra gevallen van angina pectoris per jaar optreden, met een 95% betrouwbaarheidsinterval van -153 tot 275.

In het zogenaamde ‘Chronische Ziekten Model’ (Hoogeveen e.a., 1998) van het RIVM is informatie uit de internationale literatuur (Kannel, 1996) over de sterkte van het verband tussen hoge bloeddruk, angina pectoris (pijn op de borst), acuut myocard en sterfte

opgenomen. Volgens dit model kunnen 44 extra gevallen van angina pectoris leiden tot 3 extra sterfgevallen over een periode van 10 jaar (0,3 per jaar).

Er zijn geen studies bekend die de relatie tussen vliegtuiggeluid en hartinfarct beschrijven. Op basis van wegverkeersstudies (Babisch, 1994) is in de meta-analyse geschat dat het relatief risico 1,07 per 5 dB(A) bedraagt, met een 95% betrouwbaarheidsinterval van 0,99 tot 1,14. Wanneer verondersteld wordt dat de gevonden relatie in de twee patiënt -controle onderzoeken causaal is en ook van toepassing is op vliegverkeer, wordt geschat dat het relatief risico 1,12 per 5 Ke bedraagt, met een 95% betrouwbaarheidsinterval van 0,99 tot 1,25. Dan zouden 34 (95% betrouwbaarheidsinterval van -1 tot 77) extra hartinfarcten per jaar in de regio Schiphol optreden, zie tabel 2. Dit zou volgens het ‘Chronische Ziekten Model’ tot 9 (95% betrouwbaarheidsinterval van -0,2 tot 21) extra sterfgevallen per jaar kunnen leiden. In totaal treden naar schatting 4.900 hartinfarcten per jaar op in de regio Schiphol met circa 1,6 miljoen inwoners. Maximaal zo’n 0,7% van deze incidentie zou dus aan vliegtuiggeluid kunnen worden toegeschreven.

Tabel B1. Berekening van het aantal mensen met angina pectoris door blootstelling aan vliegtuiglawaai bij een relatief risico van 1,06 (afgeleid van (Knipschild, 1976)).

Geluidbelasting (Ke)	Totaal aantal inwoners (20 jaar, 1991)	Aantal angina pectoris; geen vliegtuiglawaai ⁴	Relatief risico ⁵	Aantal angina pectoris; vliegtuiglawaai	Toename aantal angina pectoris door vliegtuiglawaai
< 30	1.540.930	44.734	1,00	44.734	0
30 – 35	71.160	2.066	1,01	2.087	21
35 – 40	15.370	446	1,02	455	9
40 – 45	7.170	208	1,04	216	8
45 – 50	3.770	109	1,05	114	5
> 50	800	23	1,06	24	1
totaal	1.639.200	47.586		47.630	44
					95% btbi van -153 tot 275

⁴ Geschat op basis van prevalentie in Nederlandse bevolking per geslacht en leeftijdscategorie in 1994 (Hoogeveen e.a., 1998). Daarbij is aangenomen dat de leeftijd- en geslachtsverdeling in elke geluidklasse overeenkomt met de leeftijd- en geslachtsverdeling in de Nederlandse bevolking.

⁵ Geschat op basis van een regressie-analyse; multiplicatieve bèta is 0,015 per 5 Ke met een standaardfout van 0,038.

Tabel B2. Berekening van het aantal mensen met een hartinfarct door blootstelling aan vliegtuiglawaai bij een relatief risico van 1,12 per 5 Ke (afgeleid van 2 wegverkeerstudies (Babisch, 1994)).

Geluidbelasting (Ke)	Totaal aantal inwoners (20 jaar, 1991)	Aantal hartinfarcten; geen vliegtuiglawaai ⁶	Relatief risico ⁷	Aantal hartinfarcten; vliegtuiglawaai	Toename aantal hartinfarcten door vliegtuiglawaai
< 30	1.540.930	4.572	1,00	4.572	0
30 – 35	71.160	211	1,06	223	12
35 – 40	15.370	46	1,18	54	8
40 – 45	7.170	21	1,32	28	7
45 – 50	3.770	11	1,48	17	5
> 50	800	2	1,57	4	1
totaal	1.639.200	4.863		4.897	34 95% btbi van -1 tot 77

⁶ Geschat op basis van incidentie in Nederlandse bevolking per geslacht en leeftijdscategorie in 1994 (Hoogeveen e.a., 1998). Daarbij is aangenomen dat de leeftijd- en geslachtsverdeling in elke geluidklasse overeenkomt met de leeftijd- en geslachtsverdeling in de Nederlandse bevolking.

⁷ Geschat op basis van een regressie-analyse; multiplicatieve bèta is 0,067 per 5 dB(A) met een standaardfout van 0,0342, en in Kosteneenheden: multiplicatieve bèta is 0,1121 per 5 Ke met een standaardfout van 0,0585.

Literatuur

Altena, K. (1989). Medische gevolgen van lawaai. Leidschendam: VROM. Rapport nr GA-DR-03-01.

Babisch, W., Ising H., Kruppa B., Wiens D. (1994). The incidence of myocardial infarction and its relation to road traffic noise-the berlin case-control studies. *Environment International* 20(4): 469-474.

Babisch, W. (1998a). Epidemiological studies of cardiovascular effects of traffic noise. 7th international congress on noise as a public health problem. Volume 1. Carter N., Job, R.F.S., eds. Sydney.

Babisch, W., Ising, H., Gallacher, J.E.J. et al. (1998b). The Caerphilly and Speedwell studies 10 year follow-up. 7th international congress on noise as a public health problem. Volume 1. Carter N., Job, R.F.S., eds. Sydney.

Cohen, S., Evans, G.W., Krantz, D.S., et al. (1980). Psychological, motivational and cognitive effects of aircraft noise on children: moving from the laboratory to the field. *Am Psychol. Med.*; 3: 516-520.

Gezondheidsraad: Committee on the Health Impact of large airports (1999). Grote luchthavens en gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad. Publikatie nr 1999/14.

Knipschild, P. (1976). Medische gevolgen van vliegtuiglawaai. Proefschrift Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

Morrell, S. Taylor, R., Carter, N. et al. (1998). Cross-sectional relationship between blood pressure of school children and aircraft noise. 7th international congress on noise as a public health problem. Volume 1. Carter N., Job, R.F.S., eds. Sydney.

Passchier-Vermeer, W. (1993). Geluid en Gezondheid. Den Haag: Gezondheidsraad. Publikatie nr A93/02.

Porter, N.D., Flindell, I.H., Berry, B.F. (1998). Health effect-based noise assessment methods: a review and feasibility study. Teddington, Middlesex, UK, National Physical Laboratory. NPL report CHAM.

Rosenlund, M., Berglind, N., Pershagen, G (1999). Relation between aircraft noise and hypertension. *Epidemiology* 1999; 10(S): 140.

Vallet, M., Cohen, J.M., Mosnier, A., Trucy D. Airport noise and epidemiological study of health effects: a feasibility study. Proceedings of Internoise 1999. Volume 2. Cuschieri, J., Glegg, S., Yong, Y., eds. Florida.

Bijlage 4 Samenvatting analyse van ziekenhuisopnames rond Schiphol

In 1991 werden in het kader van de MER de ruimtelijke patronen van ziekenhuisopnames 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) (Staatsen 1998).

De doelstellingen van dit onderzoek waren:

Nagaan of gegevens over ziekenhuisopnames uit de Landelijke Medische Registratie (LMR) bruikbaar zijn om de gezondheidstoestand van de bevolking rond Schiphol te volgen in de tijd.

Nagaan of er patronen in ziekenhuisgegevens zichtbaar zijn in de nabijheid van de luchthaven Schiphol.

Methodes

Op basis van gegevens over ziekenhuisopnames uit de periode 1991-1993, werd voor vier (groepen van) hart- en vaatziekten per 4-positie postcodegebied de statistische significantie van de kans op ziekte weergegeven (Standardized Mortality Ratio's⁸ (SMR)) bij een betrouwbaarheid van 95%. De vier onderzochte (groepen van) aandoeningen waren: Hartinfarct, hoge bloeddruk, ischemische hartziekte en cerebrovasculaire aandoeningen. 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. Ten tijde van deze analyse was het 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.

Resultaten

De kaarten vertoonden grote ruimtelijke spreiding in het optreden van ziekenhuisopnames 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

⁸ De verhouding tussen de waargenomen en verwachte opnamecijfers per 4-positie postcodegebied gebaseerd op

en vrouwen. Alleen bij ziekenhuisopnames 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.

Recente analyse met verbeterde analysetechniek

Recent is de studie herhaald voor één hartaandoening (acuut myocard-infarct) met een verder verbeterde analyse-techniek (Heisterkamp e.a., 2000). Nu kon ook de geluidbelasting meegenomen worden in het analysemodel. De in het analysemodel opgenomen waarden van de geluidbelasting waren afkomstig uit geluidmodellen en waren uitgedrukt in Kosteneenheden (per 4-cijferig postcode gebied). De resultaten van de berekeningen met de verbeterde analyse-techniek wezen uit dat er geen relatie was tussen acuut hartinfarct en vliegtuiggeluid (Heisterkamp, persoonlijke mededeling). Dat geen significant verband gevonden is betekent niet direct dat er geen verband bestaat tussen acuut hartinfarct en vliegtuiggeluid. Het is ook mogelijk dat de onderzoeksmethode niet gevoelig genoeg is om een eventueel verband te detecteren. Deze hypothese is in het kader van deze studie nader uitgewerkt. Het potentiële vermogen van de onderzoeksmethode om verbanden te detecteren is gekwantificeerd. Deze berekening wees uit dat een toename in de incidentie van hartinfarcten van 1%-1.5% per Kosteneenheid aangetoond kan worden⁹. Dit betekent dat over de range in blootstelling aan vliegtuiggeluid in het Schipholgebied (ongeveer 25 KE) een toename van circa 40% en dus een relatief risico van 1,4 kan worden aangetoond (Nagelkerke, persoonlijke mededeling). Dat in deze studie geen associatie is aangetoond impliceert dat het relatief risico kleiner is dan 1,4.

het gemiddelde opnamecijfer voor het totale onderzoeksgebied.

⁹ Deze schatting is gebaseerd op de volgende berekening: De standaardfout van de parameterschatting van de relatie tussen geluid en acuut hartinfarct uit het ‘time-space’ model is geschat met de zogenaamde Markov Chain Monte Carlo techniek (Gilks e.a., 1995). De standaardfout was ongeveer 0.4% per Kosteneenheid. Het moet met een power van 80% en een tweezijdig significantie niveau van 5% mogelijk zijn om een effect van drie keer de standaardfout, dus 1,2% per Kosteneenheid, aan te tonen (Nagelkerke, persoonlijke mededeling).

Discussie

Met semi-ecologische onderzoeken zoals deze kunnen geen definitieve uitspraken worden gedaan over de oorzaak van eventuele verschillen in gezondheid, ook niet wanneer de geluidbelasting in de modellen wordt meegenomen. Daarvoor is aanvullend onderzoek op individueel niveau nodig. Semi-ecologische onderzoeken hebben 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.

De uitkomsten van dit onderzoek sluiten 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.

Literatuur

Babisch, W. (1998a). Epidemiological studies of cardiovascular effects of traffic noise. 7th international congress on noise as a public health problem. Volume 1. Carter N., Job, R.F.S., eds. Sydney.

Heisterkamp, S.H., Doornbos, G., Nagelkerke, N.J.D (2000). Assessing health impact of environmental pollution sources using space-time models. *Statistics in Medicine*; 19: 2569-2578

Hoogeveen, R.T., Hollander, A.E.M. de, Genugten, M.L.L. van (1998). The chronic diseases modelling approach. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 266750001.

Staatsen, B.A.M., Doornbos, G., Franssen, E.A.M. et al. (1998). Gebruik van ziekenhuisgegevens voor het beschrijven van ruimtelijke patronen in ziekte rondom Schiphol. Bilthoven, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Rapportnr. 441520009.

Bijlage 5 Samenvatting vragenlijstonderzoek rond Schiphol

In 1996 werd een grootschalig schriftelijk vragenlijstonderzoek uitgevoerd in een onderzoeksgebied met een straal van 25 kilometer rond de luchthaven Schiphol (TNO-PG en RIVM 1998). In dit epidemiologisch veldonderzoek is onder andere gevraagd naar het gebruik van medicijnen voor hart- en vaatziekten, waarbij ook is gekeken naar de relatie met geluidbelasting door vliegtuigen.

De doelstellingen van dit onderzoek waren:

- het bepalen van de prevalentie van verschillende indicatoren waaronder medicijngebruik voor hart- en vaatziekten;
- het bepalen van blootstelling-effect relaties, onder andere tussen de blootstelling aan vliegtuigeluid en medicijngebruik voor hart- en vaatziekten.

Methode

De blootstelling aan vliegtuigeluid is in het vragenlijstonderzoek bepaald aan de hand van modelberekeningen van het Nationaal Lucht- en Ruimtevaart Laboratorium (NLR). De blootstelling is berekend in het zwaartepunt van het 6-positie postcodegebied van het woonadres van iedere respondent. Er zijn verschillende geluidmaten gehanteerd in het onderzoek, waaronder de 'Kosten-eenheden'. Bij het berekenen van de B65 (Kosteneenheden)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. Zowel de B65 als de B45 (met een drempelwaarde van 45 dB(A) i.p.v. 65 dB(A)) zijn meegenomen in het onderzoek. Daarnaast zijn equivalente geluidniveaus berekend. Dat zijn gemiddelde geluidniveaus over een bepaalde periode bijvoorbeeld $L_{Aeq, 24\text{uur}}$, L_{etmaal} , L_{dn} , L_{den} , $L_{Aeq, 23-06\text{ uur}}$. Ook is de frequentie van het aantal overvluchten met een geluidniveau boven een bepaalde waarde meegenomen, uitgedrukt in Sound Exposure Level (SEL). Zo konden zowel de wettelijk vastgestelde geluidmaten worden meegenomen, als de geluidmaten die tijdens nationale en internationale discussies over uniformering van geluidmaten werden voorgesteld.

Voor het beantwoorden van de twee doelstellingen waren circa 10.000 ingevulde vragenlijsten nodig. De verwachte respons op de schriftelijk enquête was van tevoren geschat op 20 tot 35 procent. 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 uitgevoerd 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 kan hebben vertekend, zijn 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.

Resultaten

Uit het vragenlijstonderzoek bleek dat 15 procent van de 1,5 miljoen volwassenen in het onderzoeksgebied rond de luchthaven het gebruik van door een arts voorgeschreven ‘medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk’ 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 vliegtuiggeluid als met de afstand tot de luchthaven. Verder gebruiken mensen die aangeven dagelijks verstoord te worden door het geluid van vliegtuigen statistisch significant meer van dit soort medicijnen. In de analyse werd gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, opleiding, land van herkomst, roken en stedelijkheidsgraad. Van alle onderzochte 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 (dB(A)) in vliegtuiggeluid het gebruik van ‘medicijnen voor hart, bloedvaten of bloeddruk’ met 1-16 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)¹⁰) 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.

¹⁰ Gebaseerd op de volgende benadering: $L_{etmaal} \approx \frac{1}{2}B + 45 \text{ dB(A)}$.

Discussie

De geluidbelasting is in dit onderzoek berekend aan de hand van modellen. Gezien de omvang van het onderzoek was het niet mogelijk de persoonlijke blootstelling aan vliegtuiggeluid te meten. De berekende geluidmaten zijn weinig specifiek; ze geven de gemiddelde blootstelling van het woongebied van de respondent over een periode van een jaar. De op basis van het vigerende rekenmodel berekende waarden geven mogelijk een onderschatting van de werkelijke geluidbelasting.

Als indicator van de prevalentie van hart- en vaatziekten is in dit onderzoek gekeken naar het zelfgerapporteerde medicijngebruik hiervoor. De validiteit van deze indicator is hierbij niet onderzocht. In een andere Nederlandse studie is dit wel onderzocht, door zelfgerapporteerd medicijngebruik tegen hoge bloeddruk (waarbij ook de namen van medicijnen moesten worden opgegeven) te vergelijken met apotheekgegevens. De gegevens uit beide bronnen kwamen goed overeen. Zelfgerapporteerd medicijngebruik kan dus een betrouwbare indicatie van de behandelingsstatus van hypertensieven geven (Klungel e.a., 1999).

Literatuur

Klungel, O.H., De Boer, A., Paes, A.H.P. et al. (1999). Agreement between self-reported antihypertensive drug use and pharmacy records in a population-based study in The Netherlands. *Pharm World Sci* 21(5): 217-220.

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.

Bijlage 6 Definities studie-designs

Semi-ecologisch onderzoek. Dit is onderzoek waarbij een deel van de gegevens op individueel niveau en een deel op geaggregeerd niveau verzameld wordt. Omdat in dit type onderzoek gegevens over belangrijke determinanten van de bestudeerde aandoening vaak ontbreken kunnen geen conclusies getrokken worden over de oorzaken van eventuele waargenomen verhogingen in het voorkomen van aandoeningen. Bovendien geldt dat verbanden die worden gevonden op groepsniveau niet impliceren dat ook op individueel niveau een causaal verband tussen blootstelling en ziekte bestaat ('ecological fallacy').

Dwarsdoorsnede onderzoek. Dit zijn prevalentiestudies waarin informatie op individueel niveau verzameld wordt. Dit type onderzoek kent geen tijdsdimensie: gegevens over aan- en afwezigheid van ziekte worden tegelijk verzameld met gegevens over de blootstelling. De resultaten (bijvoorbeeld blootstelling-respons relatie) kunnen hierdoor vertekend zijn. Zo kunnen de meest gevoelige mensen al zijn verhuisd uit een gebied waar de blootstelling hoog is; het effect van de blootstelling wordt dan onderschat.

Panel onderzoek. Dit zijn cohortstudies van korte termijn effecten. Bij individuen wordt in relatief korte tijd herhaald de blootstelling en het optredende gezondheidseffect gemeten. In dit type onderzoek kan alleen naar snel optredende effecten worden gekeken, bijvoorbeeld effecten van geluid op de bloeddruk (waarvan dan niet bekend is of die effecten gezondheidskundig relevant zijn). De onderzoekspopulatie hoeft niet groot te zijn; omdat meerdere metingen bij een individu worden gedaan (in situaties met en zonder geluidbelasting) zijn mensen hun eigen 'controles'.

Cohort onderzoek. In dit type onderzoek wordt de incidentie van ziekte vergeleken in twee of meer groepen individuen met contrasterende blootstellingsniveaus. Dit type onderzoek volgt dus de gang van (potentiële) oorzaak (de ziekte-determinant) tot gevolg (de ziekte).

Patiënt-controle onderzoek. Deze vorm van onderzoek doet in zijn uitwerking precies het tegenovergestelde van cohort onderzoek; nu gaat men uit van ziekte in plaats van blootstelling. Men gaat uit van personen die de ziekte gekregen hebben, stelt daartegenover personen die de ziekte niet hebben, en gaat vervolgens in het verleden van deze personen na of zij al dan niet blootgesteld waren. Dit design is makkelijker en goedkoper dan cohort-onderzoek terwijl het toch een longitudinaal karakter heeft (er wordt gekeken naar blootstelling in het verleden). Het is echter gevoeliger voor diverse vormen van bias.

Semi-experimenteel onderzoek. Dit zijn studies waarin gebruik wordt gemaakt van veranderingen in blootstelling door menselijk ingrijpen om te bestuderen of deze veranderingen leiden tot veranderingen in gezondheid. Omdat de variatie in de andere determinanten van gezondheid dan klein is in vergelijking tot de variatie in de determinant

die wordt onderzocht (bv. de blootstelling aan geluid) zijn in dit type onderzoek causale verbanden beter (met grotere validiteit) aan te tonen dan in observationeel onderzoek.

Verzendlijst

1. Dr. Ir. B.C.J. Zoeteman, Directie VROM-DGM
2. Dr. C.M. Plug, Ministerie van 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. Drs. J.A. Verspoor, Ministerie van VROM
7. Drs. J.A.M. Vlasveld, Ministerie van VROM
8. Dr. K. Krijgsheld, Ministerie van VROM
9. Ir. M. van den Berg, Ministerie van VROM
10. Dr. C.J.M. van den Bogaard, Ministerie van VROM
11. S.M.C. Potting, Ministerie van VWS
12. Drs. R. Kuiten, Ministerie van V&W, RLD
13. J.C.M. van der Pluijm, Provincie Noord-Holland
14. R. Wever, Schiphol Group
15. E. van den Dobbelen, Schiphol Group
16. J.J.L. Pieters, arts, Inspectie Gezondheidszorg
17. Drs. M. Drijver, GGD Zuid Kennemerland
18. Drs. M.B. van Acker, GGD Amstelland-de Meerlanden
19. Dr. J.H. van Wijnen, GG&GD Amsterdam
20. Prof. Dr. Ir. B. Brunekreef, Landbouwniversiteit Wageningen
21. Prof. Dr. J.P. Mackenbach, Erasmus Universiteit
22. Prof. dr. J. Kleinjans, Rijksuniversiteit Limburg
23. Dr. H.M.E. Miedema, TNO-PG
24. Drs. W. Passchier-Vermeer, TNO-PG
25. R. van Arendonk, Milieufederatie Noord-Holland
26. J. van Eijk, Platform Leefmilieu Schiphol
27. G. Roset, Baanbrekersgroep Haarlemmermeer
28. A. van den Berkmortel, Commissie Geluidhinder Schiphol
29. J.T. Marmelstein, huisarts Hoofddorp
30. C.A. van Ojik, huisarts Zwanenburg
31. T. Schipper, Werkgroep Vliegverkeer Bijlmermeer
32. Prof. Dr. Ir. T. Smid, KLM Arbo Services
33. J. Fransen, Stichting Natuur en Milieu
34. Prof. Dr. J.J. Sixma, voorzitter Gezondheidsraad, Den Haag

35. Prof. Dr. W.F. Passchier, Gezondheidsraad, Den Haag
36. Drs. F. Duijm, Hulpverleningsdienst, Directie GGD, Groningen
37. Drs. C. Hegger, GGD Rotterdam
38. Drs. M.S.A. Hady, GG & GD Utrecht
39. Drs. P.J. van den Hazel, Dienst Brandweer en Volksgezondheid, Arnhem
40. Drs. A.W. Jongmans-Liedekerken, GGD Oostelijk Zuid-Limburg
41. Drs. D.H.J. van de Weerd, GGD regio IJssel-Vecht
42. Drs. W.A. Zwart Voorspuy, GGD Den Haag
43. Drs. H.W.A. Jans, GGD Stadsgewest Breda
44. Drs. N. Van Brederode, GGD Rivierenland
45. Drs. B. Rozema, GGD Zaanstreek/Waterland
46. Drs. A. Oosterlee, GGD Midden-Kennemerland
47. Drs. B. de Leeuw den Bouter, GGD Kop van Noord-Holland
48. Drs. A. van Vulpen, GGD Gooi en Vechtstreek
49. Ir. C. Waardenburg, GGD Westfriesland
50. Ir. R. Cluitmans, GGD Zuid-Kennemerland
51. Dr. A. Verhoef, GG & GD Amsterdam
52. K. Kodde, Milieu Defensie
53. J.H. Griese, Schiphol Werkgroep Amstelveen-Buitenveldert
54. M. Kohinoor, Meldpuntnetwerk Milieu en Gezondheid Noord-Holland
55. N. Verbeet, Werkgroep Schiphol
56. Dr. E.M. Desmit, Amsterdam
57. Directie RIVM
58. Dr. ir. G de Mik, RIVM
59. Drs. M. van Bruggen, RIVM
60. Ir. F. Langeweg, RIVM
61. Dr. D. Ruwaard, RIVM
62. Dr. B.J.M. Ale, RIVM
63. Dr. Ir. D. Van Lith, RIVM
64. Prof. Dr. Ir. J.C. Seidell, RIVM
65. Drs. G.P. van Wee, RIVM
66. Dr. R.C.G.M. Smetsers, RIVM
67. Drs. R.J.M. Maas, RIVM
68. Ir. A.G.M. Dassen, RIVM
69. Ir. G. Doornbos, RIVM
70. Dr. S.H. Heisterkamp, RIVM
71. Dr. N.J.D. Nagelkerke, RIVM

72. Ir. R.T. Hoogenveen, RIVM
73. Dr. Ir. W.M.M. Verschuren, RIVM
74. Ir. P.H. Fischer, RIVM
75. Dr. I. van Kamp, RIVM
76. Drs. E. van Kempen, RIVM
77. Ir. H. Kruize, RIVM
78. Drs. B. Staatsen, RIVM
79. Drs. C.M.A.G. van Wiechen, RIVM
80. Dr. Ir. E. Lebret, RIVM
81. Ir. D.J.M. Houthuijs, RIVM
82. Drs. A.E.M. Franssen, RIVM
83. Ir. H.E. Schram, RIVM
84. Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
85. Bibliotheek RIVM
86. Bureau Rapportenregistratie RIVM
- 87 – 91 SBD/Voorlichting en Public Relations
- 92 –121 Bureau Rapportenbeheer RIVM
- 122-200 Reserve-exemplaren