

RIVM rapport 441520016  
EOH rapport 2000-490

**De invloed van geluidsisolatie en  
ventilatiegedrag in woningen rond Schiphol op  
de kwaliteit van het binnenmilieu**

R.T. van Strien<sup>1</sup>, J. Douwes<sup>1</sup>, B. Brunekreef<sup>1</sup>

december 2000

<sup>1</sup>Gezondheidsleer, Wageningen UR, Postbus 238, 6700 AE Wageningen  
Telefoon: 0317-482050; fax: 0317-485278

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/441520/03/IA, juni 2000

## Colofon

Publicatiereeks Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol, rapportnummer 441520016

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](mailto:rivm.reports@rivm.nl)

Prijs f30,-

## Abstract

The effects on the homes' indoor environment of sound insulation and changed ventilation behaviour of the residents due to noise annoyance from road- and air traffic, was assessed in 92 homes in the vicinity of Schiphol Airport. Air concentrations of particulate matter (PM<sub>2.5</sub>), soot, polycyclic aromatic hydrocarbons and volatile organic hydrocarbons were measured in the living room. In collected house-dust from the livingroom floor the content of endotoxins (from gram-negative bacteria), EPS(pen/asp) (from moulds),  $\beta(1,3)$ glucane (from moulds) and house dust mite allergen (Der p 1) were measured.

No statical significant differences in measured levels were found between homes with and homes without sound insulation. In addition, no statical significant differences in levels were found between homes of residents who had changed their ventilation behaviour and houses of residents who did not change.

It is concluded that in the houses that were investigated, sound insulation or changed ventilation behaviour due to noise annoyance from road- and air traffic, did not result in different levels of contaminants in indoor air or house dust.

## Voorwoord

In dit rapport worden de opzet, uitvoering en resultaten beschreven van het onderzoek naar de invloed van geluidsisolatie en eventueel veranderd ventilatiegedrag in verband met verkeers- of vliegtuiglawaai op de kwaliteit van het binnenmilieu van woningen in de regio Schiphol. Het onderzoek is uitgevoerd door de afdeling Gezondheidsleer van de Universiteit Wageningen en gecoördineerd door het RIVM, vanuit het onderzoeksprogramma Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES).

De auteurs willen alle betrokkenen bedanken die een bijdrage hebben geleverd bij de opzet, uitvoering, gegevensanalyse en becommentariëring van concept rapportages. In het bijzonder bedanken we de bewoners die bereid zijn geweest om hun tijd en hun woning voor het onderzoek ter beschikking te stellen. Daarnaast willen we nog alle veldwerkers bedanken die hebben bijgedragen aan de data-verzameling in dit arbeidsintensieve project.

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1. Inleiding</b>	<b>9</b>
<b>2. Methoden</b>	<b>11</b>
2.1 <i>Metingen</i>	12
2.1.1 PM2.5	12
2.1.2 Roet	12
2.3.3 PAK	13
2.1.4 NO <sub>2</sub>	13
2.1.5 Vluchtige Organische Koolwaterstoffen	13
2.1.6 Huisstof	14
2.1.7 Binnenklimaat	14
<b>3. Resultaten</b>	<b>17</b>
3.1 <i>PM2.5, roet en PAK</i>	18
3.2 <i>NO<sub>2</sub></i>	19
3.3 <i>Vluchtige organische koolwaterstoffen</i>	19
3.4 <i>Samenstelling huisstof</i>	20
3.5 <i>Klimaat binnenshuis</i>	22
3.6 <i>Modelberekeningen voor de gecombineerde invloed van geluidsisolatie en verminderde ventilatie wegens geluidhinder</i>	23
<b>4. Discussie en Conclusies</b>	<b>35</b>
4.1 <i>Conclusies</i>	36
<b>Referenties</b>	<b>37</b>
<b>Bijlage 1 Concentratie vanverschillende vluchtige organische koolwaterstoffen</b>	<b>39</b>
<b>Bijlage 2 Samenstelling huisstof</b>	<b>43</b>
<b>Bijlage 3 Klimaat binnenshuis</b>	<b>45</b>
<b>Bijlage 4 Concentraties Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen</b>	<b>47</b>
<b>Bijlage 5 Protocol analyse Der p 1 concentratie in huisstofextracten</b>	<b>51</b>
<b>Bijlage 6 Verzendlijst</b>	<b>53</b>



## Samenvatting

### Probleemstelling

Geluidsisolatie en veranderd ventilatiegedrag wegens geluid van buiten zou invloed kunnen hebben op de concentratie van verschillende stoffen in de binnenlucht. Ook de groei van schimmels, bacteriën en de huisstofmijt in huisstof wordt waarschijnlijk beïnvloed door veranderingen in ventilatie-omstandigheden in woningen.

### Methode

In dit onderzoek is door middel van metingen in 92 woningen rondom de luchthaven Schiphol getracht inzicht te krijgen in de invloed van geluidsisolatie van woningen en eventueel veranderd ventilatiegedrag wegens geluid van buiten, op de concentraties luchtverontreiniging in woningen en het gehalte microbiële componenten in huisstof. In de lucht van de woonkamer werd de concentratie fijn stof (PM<sub>2.5</sub>), de concentratie roet, de concentratie Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK), de concentratie Vluchtige Organische Koolwaterstoffen (VOK) en de concentraties NO<sub>2</sub> bepaald. Verder werd in huisstof afkomstig van de woonkamervloer van deze woningen het gehalte endotoxinen (afkomstig van gram-negatieve bacteriën), het gehalte EPS(pen/asp) (afkomstig van schimmels), het gehalte  $\beta(1,3)$ glucaan (ook afkomstig van schimmels) en het gehalte huisstofmijtallergeen (Der p 1) bepaald.

### Resultaten

Uit analyse van de verkregen gegevens blijkt dat er voor alle gemeten componenten geen statistisch significant aantoonbare verschillen waren tussen woningen met en woningen zonder aangebrachte geluidsisolatie. In het onderzoek was ook gevraagd of mensen minder gebruik maakten van ventilatiemogelijkheden wegens geluid van buiten. Uit analyses van deze factor bleek dat er voor geen van de gemeten componenten een statistisch significant verschil was aan te tonen tussen mensen die hun ventilatiegedrag aanpasten aan geluid van buiten en mensen die dat niet deden. Roken bleek een sterke invloed te hebben op PM<sub>2.5</sub>, roet en benzo(a)pyreen. Daarom is er in de statistische analyses rekening mee gehouden wanneer er in de woning gerookt werd. Voor de andere stoffen was dit niet nodig.

### Conclusies

Op basis van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat geluidsisolatie of verminderde ventilatie (zoals ervaren door de bewoners) wegens geluid van buiten niet zal leiden tot hogere concentraties van de hier onderzochte stoffen in de binnenlucht en in het huisstof.





# 1. Inleiding

## Achtergrond van het onderzoek

Als vervolg op de gezondheidskundige evaluatie voor de iMER Schiphol in 1993 (*fase I*), voert het RIVM in opdracht van de Ministeries van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, van Verkeer en Waterstaat en het Ministerie van Volksgezondheid Welzijn en Sport, verder onderzoek uit naar de gezondheidseffecten van milieuverontreiniging gerelateerd aan vliegverkeer. Het onderzoek is onderdeel van het Evaluatie- en Monitoringsprogramma Schiphol en Omgeving (EMSO) en bestaat uit een aantal onderdelen:

Vervolgonderzoek met bestaande gezondheidsregistraties én eenmalig onderzoek in de woonomgeving naar de huidige gezondheidstoestand van omwonenden van de luchthaven gericht op slaapverstoring, cognitieve prestaties en hinder, gecombineerd met metingen van geluid en luchtverontreiniging (*fase II*);

Een monitoringsonderzoek voor het signaleren van mogelijke veranderingen in de milieukwaliteit en gezondheidstoestand bij de uitbreiding van de luchthaven (*fase III*).

## Aanleiding van het onderzoek

Naar aanleiding van berichten in de pers over mogelijk nadelige effecten op de respiratoire gezondheid bij inwoners rondom Schiphol, en daaropvolgende Kamervragen, is door de Minister van VWS in 1996 aanvullend onderzoek in de regio Schiphol toegezegd. Op verzoek van VWS is de uitvoering van het onderzoek gecoördineerd door het RIVM, in samenhang met het project Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol (GES). In de gezondheidskundige evaluatie voor de iMER (Staatsen, 1993) werd geconcludeerd dat de lokale luchtverontreinigingsniveau's in de regio Schiphol, vergelijkbaar waren met die in andere stedelijke gebieden. De niveau's lagen over het algemeen onder de huidige normen en grenswaarden voor luchtkwaliteit, al konden die normen wel overschreden worden in de buurt van grote verkeerswegen in het gebied. De totale bijdrage van vliegverkeersemisies aan de algemene achtergrondwaarden voor lokale luchtverontreiniging werd in dat onderzoek geschat op nog geen 10 procent. Het werd dan ook onwaarschijnlijk geacht dat de lokale luchtverontreiniging door vliegtuigen luchtwegklachten zou veroorzaken. Niettemin werd de informatie over de mate van blootstelling aan bepaalde luchtverontreinigende stoffen (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) onvoldoende geacht. Bovendien konden geluidisolatie en veranderde ventilatiegewoonten van de bewoners de ventilatie in woonhuizen in de regio zodanig verminderen, dat dit zou leiden tot hogere binnenluchtverontreinigingsniveau's. Mede met het oog op de bezorgdheid onder de bevolking werd daarom voorgesteld om PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> in de regio te meten en de kwaliteit van de binnenlucht van huizen met een hoge geluidbelasting te vergelijken met die in huizen met een lage geluidbelasting. Metingen van luchtverontreiniging in de buitenlucht in de regio Schiphol (van Vliet e.a, 1999) in het kader van een onderzoek naar luchtwegaandoeningen bij kinderen in de omgeving van de luchthaven Schiphol, lieten behalve voor roet, geen duidelijke trend zien in de niveaus van luchtverontreiniging met afnemende afstand tot Schiphol. De resultaten van deze meetcampagne gaven geen steun aan de gedachte dat kinderen op scholen met hogere luchtverontreiniging in binnen- en of buitenlucht meer luchtwegsymptomen of een slechtere longfunctie hebben dan kinderen met lagere luchtverontreinigingsconcentraties. Geconcludeerd werd dat het vliegverkeer een geringe bijdrage levert aan de voorkomende concentraties luchtverontreinigende stoffen. Deze worden voornamelijk veroorzaakt door het wegverkeer. Het lokale luchtverontreinigingniveau in de regio Schiphol was vergelijkbaar met dat in een stedelijk gebied. Om meer inzicht te verkrijgen in de eventuele effecten van isolerende maatregelen op de kwaliteit van het binnenmilieu is aan de Universiteit Wageningen opdracht gegeven om een studie uit te voeren waarbij in een aantal geïsoleerde en in een aantal niet-geïsoleerde woningen de niveaus van luchtverontreiniging en het binnenklimaat werden gemeten.

In dit onderzoek wordt de concentratie van allerlei stoffen in de binnenlucht onderzocht, zoals Vluchtige Organische Koolwaterstoffen (VOK), Fijn stof (PM<sub>2.5</sub>), roet, NO<sub>2</sub> en Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK). Door geluidsisolatie of verminderde ventilatie kunnen deze

stoffen zich ophopen in de woning, wat kan leiden tot hogere concentraties van deze stoffen in de binnenlucht. Geluidsisolatie of veranderd ventilatiegedrag kan mogelijk ook van invloed zijn op de hoeveelheid en samenstelling van het in huis voorkomende huisstof. Daarom zijn stofmonsters genomen welke geanalyseerd zijn op microbiële componenten. Op basis van beschikbare achtergrondinformatie en methoden (Douwes, 1998) zijn de volgende componenten in het huisstof gemeten:

- de hoeveelheid huisstofmijtallergeen (Der p 1),
- de hoeveelheid endotoxinen (inflammatie veroorzakende stoffen, afkomstig van gram-negatieve bacteriën),
- de hoeveelheid EPS(pen/asp) (=Extracellulaire Poly Sacchariden, afkomstig van de schimmelsoorten *Aspergillus* en *Penicillium*),
- de hoeveelheid  $\beta(1,3)$ glucaan (afkomstig uit de celwand van schimmels en planten) gemeten.

De samenstelling van het stof wat betreft huisstofmijten, bacteriën en schimmels zou kunnen veranderen door geluidsisolatie of ventilatiegedrag, omdat daarmee mogelijk de vochtinhouding in de woning anders wordt. Om deze reden is tevens het vochtgehalte en de temperatuur van de lucht in de woonkamer gemeten.

Hoge geluidsniveaus buiten de woning of aangebrachte isolatie vanwege die geluidsniveaus kunnen leiden tot veranderd ventilatiegedrag. Enerzijds zouden bepaalde stoffen zich kunnen ophopen in de woning door verminderde ventilatie en anderzijds kan verminderde ventilatie er toe leiden dat luchtverontreinigende stoffen van buiten de woning minder snel de woning kunnen binnendringen.

### **Vraagstelling onderzoek**

Alle overwegingen in ogenschouw genomen heeft dit geleid tot de volgende vraagstelling:

Heeft geluidsisolatie en eventueel veranderd ventilatiegedrag i.v.m. verkeers- of vliegtuiglawaai een verhoging van de concentratie potentieel gezondheidsbedreigende stoffen in het binnenmilieu tot gevolg?

Door middel van concentratiemetingen in woningen met en zonder geluidsisolatie is geprobeerd de bovenstaande vraag te beantwoorden.

## 2. Methoden

### Selectie van de woningen

In dit onderzoek zijn woningen betrokken rond Schiphol, omdat daar veel woningen geïsoleerd zijn tegen geluid van buiten. Door middel van een steekproef uit de personen die voor het RIVM een vragenlijst hadden ingevuld voor een ander onderzoek (RIVM, 1998) zijn 196 woningen geselecteerd. De woningen moesten voldoen aan de volgende eisen:

- ↑ het bouwjaar van de woning moest liggen tussen 1900 en 1979
- ↑ er moest textiele vloerbedekking in de woonkamer liggen
- ↑ de woningen werden geselecteerd aan de hand van de antwoorden op de onderstaande vragen over geluidsisolatie en ventilatiegedrag.
- ↑ De woonkamer moest op de begane grond gesitueerd zijn.

In ieder van de 4 hieronder genoemde groepen woningen werden de bewoners van ca. 50 woningen gevraagd mee te doen aan het onderzoek, waarbij ingecalculeerd was dat ca. de helft niet deel zou willen nemen aan het onderzoek. De bedoeling was dus om in iedere groep 25 woningen te krijgen.

1. Woningen geïsoleerd tegen geluiden van buiten, met verminderde ventilatie vanwege geluiden van buiten
2. Woningen niet geïsoleerd tegen geluiden van buiten, met verminderde ventilatie vanwege geluiden van buiten
3. Woningen geïsoleerd tegen geluiden van buiten, zonder verminderde ventilatie vanwege geluiden van buiten
4. Woningen niet geïsoleerd tegen geluiden van buiten, zonder verminderde ventilatie vanwege geluiden van buiten

Beide selectiecriteria werden vastgesteld door middel van vragen uit de vragenlijst. Het gaat hier om de volgende vragen:

Is uw huis speciaal geïsoleerd tegen geluiden van buiten?

- ja
- nee

Wordt er vanwege wegverkeer wel eens minder geventileerd dan u zou willen?

- ja, vaak
- ja, soms
- nee, nooit

Wordt er vanwege vliegtuigen wel eens minder geventileerd dan u zou willen?

- ja, vaak
- ja, soms
- nee, nooit

Wat betreft ventilatie werden alleen woningen geselecteerd waar aangegeven werd dat er nooit of vaak minder geventileerd werd i.v.m. vliegtuigen of wegverkeer (zie categorieën van bovenstaande vragen), om zodoende een maximaal contrast te verkrijgen. Verder was een noodzakelijke voorwaarde dat in de woonkamer van iedere woning minimaal 1 m<sup>2</sup> vloerbedekking of een vloerkleed groter dan 1 m<sup>2</sup> aanwezig diende te zijn, in verband met de te nemen huisstofmonsters.

De selectievragen over geluidsisolatie en verminderde ventilatie zijn tijdens de huisbezoeken nogmaals gesteld. Toen bleek dat er 10 woningen waren, die waarschijnlijk tussen de 2 onderzoeken in alsnog geïsoleerd waren tegen geluid van buiten. Daarom is de uiteindelijke indeling van de woningen gebaseerd op de vragen zoals ze gesteld zijn tijdens het huisbezoek, en zijn deze 10 woningen alsnog in de groep met geluidsisolatie terecht gekomen.

## Uitvoering van de huisbezoeken

In totaal zijn in 92 woningen metingen gedaan naar de samenstelling van de binnenlucht en van het huisstof (in respectievelijk voor de bovengenoemde categorieën 28, 16, 28 en 20 woningen). Huisbezoeken zijn gedaan in de periode februari t/m mei 1998.

### 2.1 Metingen

De volgende metingen zijn gedurende 1 week gedaan in de huizen die in het onderzoek betrokken waren:

- PM 2.5, de reflectie van het stof op deze filters werd gemeten om de fractie roet te bepalen. Daarna werd het stof geanalyseerd op Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK).
- NO<sub>2</sub>
- Vluchtige Organische Koolwaterstoffen
- Relatieve Vochtigheid en Temperatuur

Enmalig werden genomen:

- Stofmonsters van de woonkamervloerbedekking, deze stofmonsters werden geanalyseerd op hoeveelheid huisstofmijtallergeen (Der p 1), endotoxinen, β (1,3)glucan en extracellulaire polysacchariden (EPS(pen/asp)).

#### 2.1.1 PM2.5

PM2.5 is fijn stof, dat in de lucht aanwezig is. Het gaat hier om stof met een 50% cut-off diameter van 2.5 µm. Gedurende 1 week werd continu in de woonkamer, met behulp van een Casella cycloon en een teflon filter, met een flow van 4 L/min gemonsterd. Deze methode is door Janssen e.a. (1998) beschreven. Teflon filters met een diameter van 21 mm en een poriegrootte van 2µm werden gebruikt voor monsternamen. De filters werden voor en na monsternamen gewogen, na minimaal 24 uur conditionering bij een relatieve vochtigheid van 50% en een temperatuur van 20°C. De flow van de pomp werd voor en na monsternamen gemeten. Het product van de gemiddelde flow en de monsternametijd is het gemonsterde volume lucht. Vervolgens kan uitgerekend worden wat de concentratie PM2.5 in de lucht is geweest.

#### 2.1.2 Roet

De reflectie van het stof op de teflon filters werd gemeten volgens het OECD protocol (OECD, 1964). Van elk filter werd 5 maal de reflectie gemeten en het gemiddelde werd gebruikt in de analyses. De reflectie werd omgerekend naar absorptiecoëfficiënten volgens ISO 9835 (ISO, 1993). Vervolgens werd met behulp van de regressievergelijking, die door Roorda-Knape et al (1993) werd beschreven, de concentratie roet in de lucht berekend.

$$\text{Roet } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = -3.663 + 9.897 * \text{absorptie coëfficiënt } (10^5/\text{m})$$

### 2.1.3 PAK

Analyses van Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) zijn uitgevoerd door het laboratorium voor organische chemie van het RIVM (methode beschreven door Fischer PH e.a., 2000). De hoeveelheid PAK werd gemeten in een extract van de PM<sub>2.5</sub> monsters. Door de manier waarop die genomen werden kan verlies op zijn getreden van sommige PAK, omdat een deel van de bepaalde PAK vrij vluchtig is en dus verdwijnt met de door het filter gezogen lucht. De volgende PAK werden bepaald in het extract:

Tabel 1: Polycyclische aromatische koolwaterstoffen

Naftaleen*	Fluorantheen*	Benzo(k)fluorantheen
Acenafteen*	Pyreen*	Benzo(a)pyreen
Fluoreen*	Benzo(a)anthraceen*	Dibenzo(ah)anthraceen
Fenanthreen*	Chryseen*	Benzo(ghi)peryleen
Anthraceen*	Benzo(b)fluorantheen	Indeno(123cd)pyreen
* gedeeltelijk vluchtig		

De concentratie Benzo(a)pyreen bleek in alle monsters vrijwel zonder storingen gemeten te kunnen worden en kan dus goed gebruikt worden als indicator voor de concentratie PAK in de binnenlucht, mede gezien het feit dat de concentratie van de verschillende PAK vrij goed met elkaar correleren (Janssen e.a., 1999).

### 2.1.4 NO<sub>2</sub>

NO<sub>2</sub> werd gemeten met Palmes-diffusiebuisjes (Palmes, 1976). Dit is een passieve monstername techniek, waarbij een buisje aan één zijde geopend is en aan de andere zijde dicht. Aan de dichte zijde is een metalen gaasje, dat gecoat is met triethanolamine, geplaatst. De hoeveelheid NO<sub>2</sub> die door diffusie aan het einde van het buisje is gekomen werd vervolgens colorimetrisch bepaald met behulp van Saltzman-reagens. De metingen werden in duplo in de woonkamer en aan de buitengevel van het huis gedaan gedurende één week (van Vliet, 1999).

### 2.1.5 Vluchtige Organische Koolwaterstoffen

Vluchtige organische koolwaterstoffen werden continu gedurende een week gemeten met behulp van buisjes met actief kool en Gil Air pompjes met een flow van 150 ml/min. De flow werd gemeten voor en na de meting. De hoeveelheid bemonsterde lucht werd berekend door het product te nemen van de gemiddelde flow en de monstertijd. Na afloop werd de kool uit de buisjes gehaald en in 1 ml CS<sub>2</sub> geëxtraheerd. Vervolgens zijn deze extracten met GLC Hewlett Package type 5890 gaschromatograaf met autosampler 7673 geanalyseerd op verschillende vluchtige organische verbindingen. (van Vliet e.a, 1999). De volgende Vluchtige organische koolwaterstoffen werden bepaald in het extract:

Tabel 2: Vluchtige Organische Koolwaterstoffen

Benzeen	Hexaan	Undecaan
Ethylbenzeen	Heptaan	Dodecaan
O-Xyleen	Octaan	Tetradecaan
P,M-Xyleen	Nonaan	Pentadecaan
Tolueen	Decaan	Hexadecaan

### 2.1.6 Huisstof

In de woonkamer werden met behulp van een stofzuiger, uitgerust met een opzetstuk, dat dient als filterhouder, en een papierfilter 2 stofmonsters genomen, ieder van een verschillende vierkante meter van de vloerbedekking in de woonkamer. Hiertoe werd elke vierkante meter gedurende 2 minuten gezogen. De filters werden voor en na monsternamen gewogen om de hoeveelheid stof te bepalen. Één van de monsters werd geëxtraheerd in PBS (Phosphate Buffered Saline), voor analyse van de hoeveelheid huisstofmijtallergeen (Der p 1, ng/ml). Dit gebeurde door middel van een sandwich-EIA (Enzym Immuno Assay) geproduceerd door Indoor Biotechnologies (zie bijlage 5). Het andere monster werd geëxtraheerd in pyrogeenvrij water met 0.05% tween-20. In het verkregen extract werd de hoeveelheid endotoxine (Endotoxin Units (EU)/ml) bepaald met een kinetische LAL-assay. In dit extract werd ook de hoeveelheid Extracellulaire Poly Sacchariden afkomstig van de schimmels *Penicillium* en *Aspergillus* (EPS(pen/asp)) in EPS-units (EPSU)/ml bepaald. Na extractie en centrifugeren bleef het pallet over. Dit werd vervolgens bij 120°C geëxtraheerd, waarna in dat extract de hoeveelheid  $\beta(1,3)$ glucan ( $\mu\text{g/ml}$ ) werd bepaald. De hoeveelheid van deze stoffen wordt uitgedrukt per m<sup>2</sup> vloerooppervlak en per gram stof. In het proefschrift van Douwes (1998) is meer informatie te vinden over de exacte extractieprocedures en de gebruikte analyse methoden.

### 2.1.7 Binnenklimaat

De relatieve vochtigheid (%) en de temperatuur (°C) in de woonkamer werden gedurende 1 week iedere 10 minuten gemeten met behulp van Tinytalks. Tinytalks zijn kleine dataloggers die de temperatuur of de relatieve vochtigheid meten en opslaan. Vervolgens werd met behulp van het Mollier-diagram de Absolute vochtigheid (gram water/kg droge lucht) berekend. Voor iedere woning werd voor de relatieve vochtigheid, de temperatuur en de absolute vochtigheid de gemiddelde, de minimale en de maximale waarde gedurende de meetweek berekend.

## Analyse van de gegevens

De concentraties van de verschillende componenten werd allereerst ingedeeld aan de hand van de antwoorden op de vragen waar de deelnemers op geselecteerd waren. Voor de indeling zijn de vragen gebruikt, zoals die tijdens het huisbezoek gesteld zijn. Uiteindelijk zijn in 92 woningen metingen gedaan. Voor verschillende componenten zijn soms minder metingen beschikbaar. Dit komt doordat sommige metingen mislukt zijn. De belangrijkste reden hiervoor is het uitvallen van pompen materiaal.

Uiteindelijk zijn 56 woningen met geluidsisolatie bemeten, waarvan de bewoners in 28 gevallen aangaven dat er minder geventileerd werd door lawaai van buiten, hetzij door vliegtuigen, hetzij door verkeer. Verder zijn metingen gedaan in 36 woningen zonder geluidsisolatie. Van deze 36 woningen werd door de bewoners van 16 woningen minder geventileerd door lawaai van buiten.

In de tabellen is steeds per categorie woningen de mediaan en de minimum en maximum concentratie weergegeven voor de verschillende componenten. In de tabellen zijn concentratieverschillen tussen categorieën steeds getoetst met een Wilcoxon twee steekproeven toets ten opzichte van de concentratie in kolom 4 (geen geluidsisolatie en niet minder ventilatie wegens lawaai van buiten). Er is gekozen voor de mediaan omdat van verschillende componenten die hier gemeten werden de concentratieverdeling dermate afweek van de normale verdeling dat het gebruik van rekenkundige gemiddelden niet gepast was. De mediaan van een verdeling is in dit soort gevallen een vrij goede vervanging van het rekenkundig gemiddelde en de Wilcoxon 2 steekproeventoets is een robuuste non-parametrische tegenhanger van de t-toets.

Om de zeggingskracht (power) van het onderzoek zo groot mogelijk te maken zijn alle woningen ook nog in één model bij elkaar genomen, waarbij beide factoren tegelijk onderzocht werden door middel van lineaire regressie-analyse.

Met behulp van zo'n analyse is een niveauverschil voor een bepaalde factor te berekenen terwijl de andere factor in het model constant gehouden worden. In dit specifieke geval gaat het om de volgende twee factoren:

- ↑ Isolatie tegen geluid van buiten (ja of nee),
- ↑ Minder ventilatie dan gewenst door de bewoners, door teveel geluid van buiten (ja of nee).

Omdat de concentraties van de hier gemeten luchtverontreinigings- en huisstofcomponenten niet normaal verdeeld zijn, maar bij benadering lognormaal is de natuurlijke logaritme (Ln) van de concentratie gebruikt in de berekeningen.

Het regressiemodel ziet er dan als volgt uit:

$$\text{Ln}(\text{concentratie}) = \beta_1 + \beta_2 * \text{geïsoleerd tegen geluid} + \beta_3 * \text{minder ventilatie}$$

$\beta_1$  geeft de gemiddelde waarde weer voor woningen die niet geïsoleerd zijn waarvan de bewoners aangeven normaal te ventileren en  $\beta_2$  en  $\beta_3$  geven het verschil voor de aanwezigheid van respectievelijk geluidsisolatie en verminderde ventilatie t.o.v. woningen zonder deze twee factoren weer.

Deze methode maakt het ook mogelijk om, indien nodig, een correctie toe te passen voor andere factoren die verschillen tussen de verschillende categorieën woningen en ook invloed hebben op de gemeten concentraties, zoals roken of het gebruik van een biobak in huis. Om dat te doen wordt simpelweg een derde factor in het model gebracht, het model is dan vervolgens als volgt:

$$\text{Ln}(\text{concentratie}) = \beta_1 + \beta_2 * \text{geïsoleerd tegen geluid} + \beta_3 * \text{minder ventilatie} + \beta_3 * \text{roken}$$

De coëfficiënten  $\beta_1$  en  $\beta_2$  zijn dan gecorrigeerd voor roken en  $\beta_3$  geeft de invloed van roken weer.





### 3. Resultaten

In tabel 3 zijn een aantal kenmerken van de in het onderzoek betrokken woningen weergegeven.

Tabel 3 Percentage woningen met verschillende bewoners- en woningkenmerken.

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen Isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Bouwjaar				
1900-1944	75%	63%	57%	65%
1945-1979	25%	37%	43%	35%
Koken op gas	96%	75%	82%	90%
Geiser zonder afvoer				
in huis	11%	31%	11%	5%
in de keuken	7%	19%	11%	0%
Vochtplekken in huis	46%	25%	36%	40%
Schimmelplekken in huis	21%	25%	18%	20%
Huisdieren in huis	54%	44%	43%	55%
1- of 2 persoonshuishouden	46%	69%	50%	50%
Mechanische ventilatie in huis	11%	13%	14%	10%
Biobak in huis	39%	50%	39%	40%
Ouderdom vloerbedekking				
0 t/m 2 jaar oud	32%	25%	21%	20%
2 t/m 5 jaar oud	32%	25%	14%	25%
5 jaar of ouder	36%	50%	64%	55%
Roken in huis	33%	33%	56%	37%

De meeste woningen in het onderzoek waren gebouwd in de periode 1900-1944. Verder waren er wat betreft factoren die invloed kunnen hebben op luchtverontreiniging binnenshuis (Aanwezigheid gasterestanten, mechanische afzuiging) geen grote verschillen wat betreft voorkomen tussen de categorieën. In de woningen in categorie 2 werd iets minder vaak op gas gekookt, maar daar was weer wel iets vaker een afvoerloze geiser in huis aanwezig. Wat betreft factoren die van invloed kunnen zijn op endotoxinen, EPS(pen/asp),  $\beta(1,3)$ glucaa en Der p 1, zoals vochtigheid van de woning, aanwezigheid van een biobak in het huis, het houden van huisdieren en de ouderdom van de vloerbedekking waren ook geen grote verschillen te zien tussen de 4 categorieën woningen in dit onderzoek.

Wat betreft rookgedrag valt wel op dat zowel categorie 3 als categorie 4 iets meer rokers lijkt te tellen dan categorie 1 en 2. Categorie 3 en 4 zijn de woningen waarvan de bewoners zeggen dat ze niet minder ventileren wegens geluid van buiten. Dit zou invloed kunnen hebben op de uitkomst voor PM2.5, NO<sub>2</sub>, VOK en PAK. Rook gegevens waren niet beschikbaar voor 9 woningen in het onderzoek.

In de tabellen 4 t/m 21 is voor de verschillende componenten die zijn gemeten de verdeling weergegeven voor de vier verschillende soorten woningen:

1. Huizen *met* geluidsisolatie, waar minder geventileerd wordt wegens lawaai van buiten
2. Huizen *zonder* geluidsisolatie, waar minder geventileerd wordt wegens lawaai van buiten
3. Huizen *met* geluidsisolatie waar *niet* minder geventileerd wordt
4. Huizen *zonder* geluidsisolatie waar *niet* minder geventileerd wordt.

In de tabellen is het resultaat te zien van een vergelijking (dmv een Wilcoxon 2 steekproeven-toets) tussen de verschillende groepen huizen. De drie eerste typen huizen zijn steeds vergeleken met de vierde (de 'controle-categorie' huizen). De resultaten zijn te zien in de tabellen als:

# p<0.1  
\* p<0.05

Verder dient hier in het achterhoofd gehouden te worden dat eventuele uitschieters naar boven altijd mogelijk zijn en waarschijnlijk niet zoveel betekenen behalve dat er in het individuele geval een sterke bron (bijvoorbeeld sigaretterook) in de woning aanwezig is.

### 3.1 PM2.5, roet en PAK

In tabel 4, 5 en 6 worden de concentraties PM2.5, roet en benzo(a)pyreen weergegeven voor de verschillende typen woningen.

Tabel 4 PM2.5 concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in woningen met en zonder geluidsisolatie en met normale of minder ventilatie

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen Isolatie Normale ventilatie
N	28	14	26	18
Mediaan	20.6#	13.7#	26.6	32.9
Min	6.5	6.4	8.8	9.0
Max	97.7	106.3	177.3	162.2

# p<0.1

Tabel 5 'Roet'-concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in woningen met en zonder geluidsisolatie en met meer of minder ventilatie.

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	14	26	18
Mediaan	9.1	5.1#	9.8	8.7
Min	0.9	2.3	0.8	3.4
Max	44.3	24.3	23.9	46.3

# p<0.1

Tabel 6 Benzo(a)pyreen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	22	16
Mediaan	0.08	0.07	0.13	0.24
Min	0.03	0.03	0.03	0.03
Max	0.93	0.69	1.08	1.03

De concentraties van alle drie deze componenten lijken iets verhoogd te zijn (p<0.1) in de woningen waarvan de bewoners het idee hebben dat ze niet minder ventileren wegens geluid van buiten. Dit zou mogelijk te maken kunnen hebben met het rookgedrag van de bewoners van deze woningen (zie tabel 1).

## 3.2 NO<sub>2</sub>

In tabel 7 en 8 worden de concentraties NO<sub>2</sub> weergegeven voor de verschillende woningen, respectievelijk in huis en buitenshuis.

Tabel 7 NO<sub>2</sub> concentratie (µg/m<sup>3</sup>) in woningen met en zonder geluidsisolatie en met meer of minder ventilatie.

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	36.5#	35.4	34.9	30.2
Min	5.7	5.8	10.5	9.1
Max	75.3	71.7	164.4	75.4

# p<0.1

Tabel 8 NO<sub>2</sub> concentratie (µg/m<sup>3</sup>) buitenshuis bij woningen met en zonder geluidsisolatie en met meer of minder ventilatie

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	45.2	40.1	39.7	41.0
Min	20.4	10.2	21.7	6.3
Max	63.4	118.1	72.5	67.8

De concentratie NO<sub>2</sub> in woningen die geïsoleerd zijn tegen geluid en waarvan de bewoners zeggen dat er minder geventileerd wordt wegens geluid van buiten lijkt iets hoger te zijn (p<0.1), maar dat zou ook veroorzaakt kunnen worden doordat tijdens de meting in die woningen de concentratie NO<sub>2</sub> buiten deze woningen ook iets hoger was dan rond de andere woningen.

## 3.3 Vluchtige organische koolwaterstoffen

In tabel 9 is de concentratie Benzeen te zien voor de verschillende typen huizen. De resultaten voor de overige soorten VOK zijn te zien in bijlage 1

Tabel 9 Benzeen concentratie (µg/m<sup>3</sup>)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	21	18	24
Mediaan	2.5	3.8	3.6	3.0
Min	0.7	0.8	0.3	1.1
Max	32.5	15.9	27.3	10.2

In tabel 10 is het totaal aan VOK weergegeven, in tabel 11 het totaal aan aromatische VOK en in tabel 12 het totaal aan alifatische VOK.

*Tabel 10 Totaal koolwaterstoffen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	27	15	28	17
Mediaan	43.7	66.0	62.3	59.6
Min	12.1	16.5	12.0	12.2
Max	660.8	299.9	559.6	169.0

*Tabel 11 Totaal aromatische koolwaterstoffen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	27	15	28	17
Min	7.5	8.3	5.6	9.1
Mediaan	24.7	27.3	28.0	23.3
Max	255.6	69.0	130.0	90.7

*Tabel 12 Totaal alifatische koolwaterstoffen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	27	15	28	17
Mediaan	20.3	27.2	29.1	21.3
Min	5.8	8.1	6.4	3.0
Max	572.8	230.9	472.9	141.0

Voor benzeen, maar ook voor totaal vluchtige koolwaterstoffen bleken geen verschillen te bestaan tussen de verschillende categorieën woningen.

### 3.4 Samenstelling huisstof

In tabel 13 worden de verschillende typen huizen vergeleken wat betreft de opbrengst van het stofmonster dat genomen is van de woonkamervloer. In tabel 14, 15 en 16 worden eventuele verschillen in respectievelijk het endotoxine-, het EPS(pen/asp)- en het  $\beta(1,3)$ glucaaangehalte van het stof beschreven voor de vier verschillende typen woningen. De resultaten uitgedrukt per  $\text{m}^2$  vloeroppervlak zijn te vinden in bijlage 2.

*Tabel 13 Hoeveelheid stof endotoxinemonster (mg)*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	239	441	355	398
Min	7	136	38	107
Max	1251	1602	1404	786

Tabel 14 Endotoxine concentratie (EU/gram)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	50453	56197	67259	37527
Min	2991	5576	8420	2337
Max	439655	637126	1183687	570580

Tabel 15 EPS(pen/asp) concentratie (EPSU/gram)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	27	16	27	20
Mediaan	21388	33819*	26089#	11348
Min	3315	8189	651	1657
Max	3041897	616179	256228	495731

# p&lt;0.1

\* p&lt;0.05

Tabel 16  $\beta(1,3)$ glucaa concentratie ( $\mu\text{g}/\text{gram}$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	26	16	28	20
Mediaan	1089	1463	1219	1260
Min	385	141	585	399
Max	24828	2915	5934	4252

Het EPS(pen/asp) gehalte van stof uit woningen in alle categoriën is hoger dan dat in woningen zonder geluidsisolatie en waarvan de bewoners zeggen niet minder te ventileren wegens geluid van buiten. Het is uit deze analyse niet zo duidelijk of geluidsisolatie of het minder ventileren wegens geluid van buiten werkelijk een duidelijke verhoging van het gehalte teweegbrengt, omdat de EPS(pen/asp) concentratie hoger lijkt te zijn wanneer geluidsisolatie aanwezig is of wanneer minder geventileerd wordt door de bewoners. In woningen waar dit allebei het geval is is de concentratie niet verhoogd. De aanwezigheid van biobakken in huis en de rapportage van vochtproblemen kan deze verschillen ook niet verduidelijken, omdat dat eigenlijk nauwelijks verschilt tussen de vier categoriën.

In tabel 17 wordt de hoeveelheid stof in het allergeenmonster voor de verschillende categoriën woningen gegeven en in tabel 18 het gehalte Der p 1 van dit stof.

Tabel 17 Hoeveelheid stof allergeenmonster (mg)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	218	401	296	335
Min	46	123	86	81
Max	1991	1652	1306	915

Tabel 18 Der p 1 concentratie (ng/gram)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	357	1366#	279	320
Min	57	42	51	41
Max	91046	38883	92720	54988

# p<0.1

In woningen zonder geluidsisolatie, waar de bewoners zeggen niet genoeg te kunnen ventileren wegens geluid van buiten lijkt de Der p1 concentraties iets hoger te zijn.

### 3.5 Klimaat binnenshuis

In tabel 17, 18 en 19 worden de gemiddelde 10 minuut waarden voor respectievelijk relatieve vochtigheid, temperatuur en absolute vochtigheid weergegeven voor de verschillende typen woningen. Resultaten voor de minimum en maximum luchtvochtigheid en temperatuur per woning zijn te vinden in bijlage 3.

Tabel 19 Relatieve vochtigheid (%)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	20
Mediaan	49.4	47.3**	47.4**	53.5
Min	41.4	33.4	34.7	33.3
Max	68.6	55.0	58.3	65.4

\*\* p<0.01

Tabel 20 Temperatuur woonkamer (oC)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	20
Mediaan	19.5	19.7	19.9	19.4
Min	17.4	16.4	18.1	14.0
Max	23.1	23.6	22.5	22.7

Tabel 21 Absolute vochtigheid (gram/kg lucht)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	20
Mediaan	7.0	6.9#	7.0	7.3
Min	5.8	6.0	5.6	5.3
Max	9.9	7.8	9.0	9.5

#p<0.1

Er blijken significant verschillende relatieve vochtgehalten te zijn in verschillende typen woningen, echter de twee extreemste categoriën (1 en 4) lijken weer niet verschillend te zijn (net als bij

EPS(pen/asp), dus zijn deze verschillen niet consistent. Verder zijn de verschillen zeer klein en daarom waarschijnlijk niet relevant te noemen.

### 3.6 Modelberekeningen voor de gecombineerde invloed van geluidsisolatie en verminderde ventilatie wegens geluidhinder

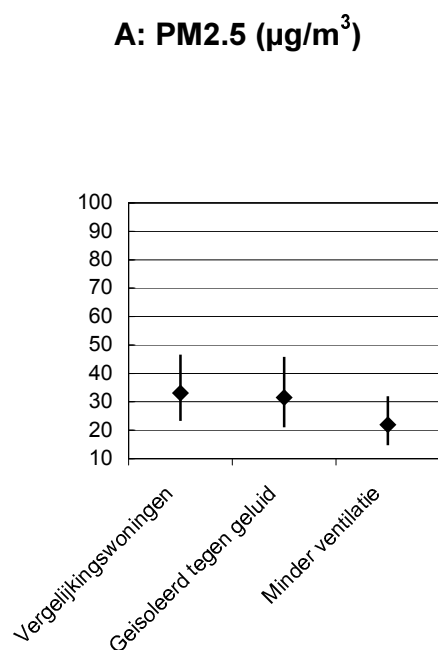
In de voorafgaande analyses is steeds gekeken of de niveaus van de onderzochte componenten verschilden tussen de vier isolatie/ventilatie-categoriën. Om het afzonderlijke effect van verminderde ventilatie dan wel geluidsisolatie te onderzoeken, is gebruik gemaakt van multivariate regressie-analyses. De uitkomsten van deze analyses geven het gemiddelde niveau per isolatie/ventilatie-categorie weer, rekening houdend met de invloed van de andere isolatie/ventilatie-categorie of in sommige gevallen met de factor 'roken in de woning'. De resultaten zijn in de hieronder volgende figuren grafisch weergegeven. De resultaten in de linker categorie van alle figuren geven het gemiddelde en het 95% betrouwbaarheidsinterval daarvan weer voor woningen zonder geluidsisolatie, waar niet minder geventileerd wordt wegens geluid van buiten (de refrentie categorie in de tabellen in paragraaf 3.1 t/m 3.5).

Statistische significantie is weergegeven in de figuren, als er niets staat is er geen statistisch significant verschil ten opzichte van de 'vergelijkingswoningen'.

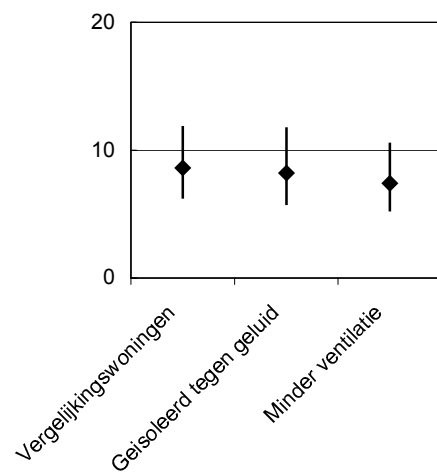
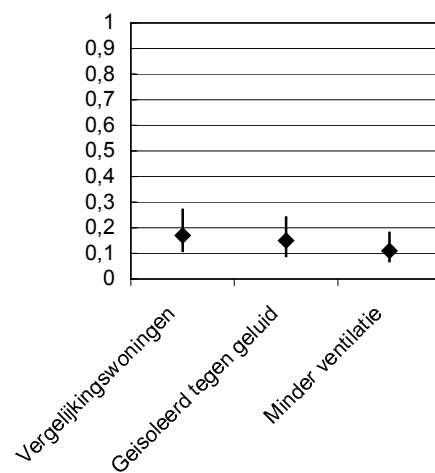
In Figuur 1 A t/m C (zie volgende pagina) zijn de verschillen weergegeven voor PM2.5, roet en benzo(a)pyreen. De beide laatste concentraties zijn verkregen door bewerking van het stof van de PM2.5 meting, daarom zijn ze hier in dezelfde figuur weergegeven. In figuur 2 A t/m C is gecorrigeerd voor de invloed van roken.

#### ***Figuur 1 A t/m C***

Concentraties PM2.5, Roet en Benzo(a)pyreen, in stof van woningen met en zonder geluidsisolatie en woningen waarvan de bewoners vinden dat er niet genoeg geventileerd kan worden wegens geluid van buiten (gemiddelde en 95% betrouwbaarheidsinterval).



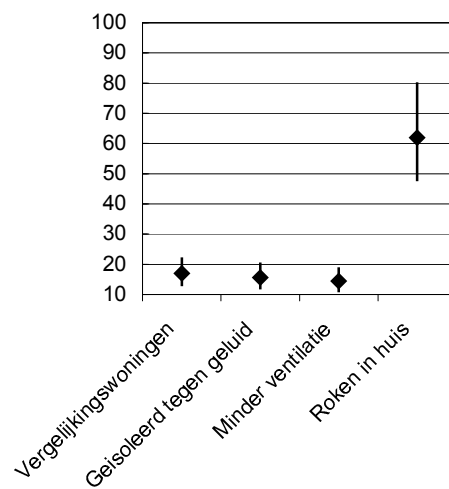
*Figuur 1A*

**B: Roet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )***Figuur 1B***C: Benzo(a)pyreen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )***Figuur 1C*

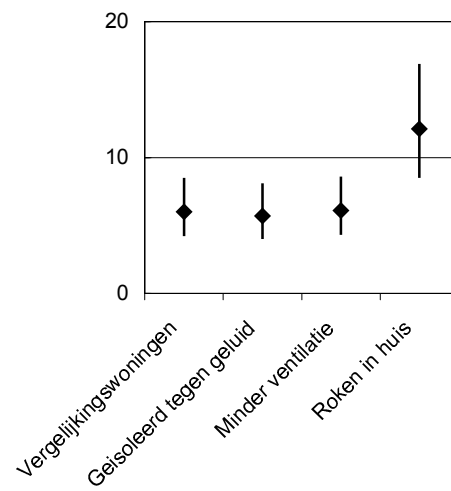


***Figuur 2 A t/m C***

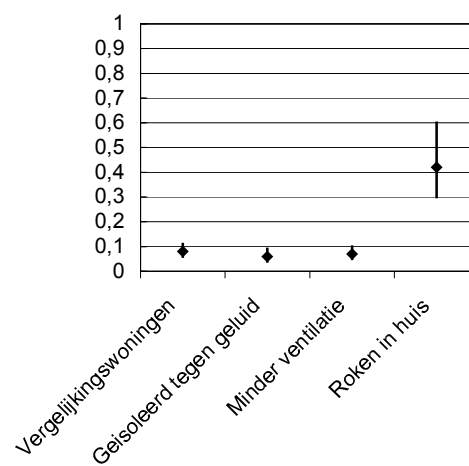
Voor roken gecorrigeerde concentraties PM2.5, Roet en Benzo(a)pyreen, in stof van woningen met en zonder geluidsisolatie en woningen waarvan de bewoners vinden dat er niet genoeg geventileerd kan worden wegens geluid van buiten (gemiddelde en 95% betrouwbaarheidsinterval).

**A: PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) met roken in het model**

*Figuur 2A*

**B: Roet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) met roken in het model**

Figuur 2B

**C: Benzo(a)pyreen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) met roken in het model**

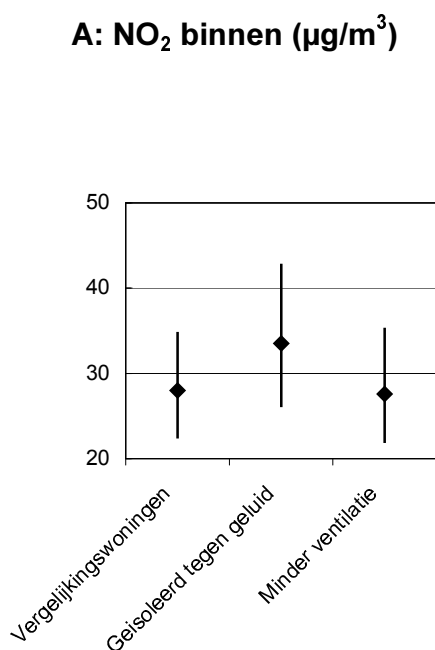
Figuur 2C

Uit figuur 1 A t/m C blijkt dat er een verschil is tussen woningen van mensen die vinden dat ze minder ventileren dan wenselijk wegens geluid van buiten en woningen van mensen die dat niet vinden. Het lijkt erop dat de concentratie PM<sub>2.5</sub> en de concentratie benzo(a)pyreen in de woningen van de laatste categorie hoger is, wat eigenlijk niet in overeenstemming is met dat wat er verwacht werd. Daarom werd roken ook in deze analyse betrokken, omdat het aantal woningen waarin gerookt werd verschillend was voor de verschillende categorieën woningen (zie tabel 1). De resultaten voor de voor roken gecorrigeerde verschillen zijn te zien in figuur 2 A t/m C. Uit deze figuren blijkt dat roken op zich veel invloed heeft op het niveau van de concentraties PM<sub>2.5</sub> (concentratie is een factor 3.7 maal zo hoog), roet (concentratie 2.0 maal zo hoog) en benzo(a)pyreen (concentratie 5.3 maal zo hoog), maar ook dat het verschil tussen woningen waarvan de bewoners minder ventileren wegens geluid van buiten en woningen waar de bewoners niet minder ventileren wegens geluid van buiten verdwenen is.

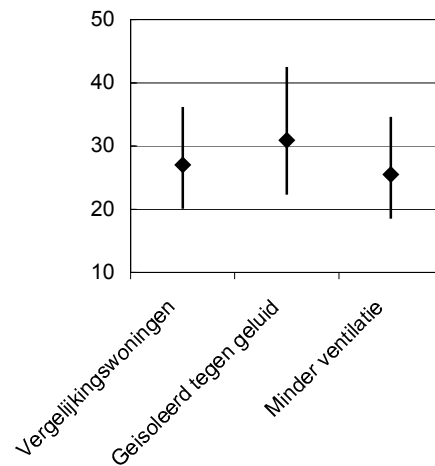
In figuur 3 A en B zijn de berekeningen weergegeven voor de NO<sub>2</sub> concentratie.

### ***Figuur 3 A en B***

Concentratie NO<sub>2</sub> in en buiten woningen met en zonder geluidsisolatie en woningen waarvan de bewoners vinden dat er niet genoeg geventileerd kan worden wegens geluid van buiten (gemiddelde en 95% betrouwbaarheidsinterval).



*Figuur 3A*

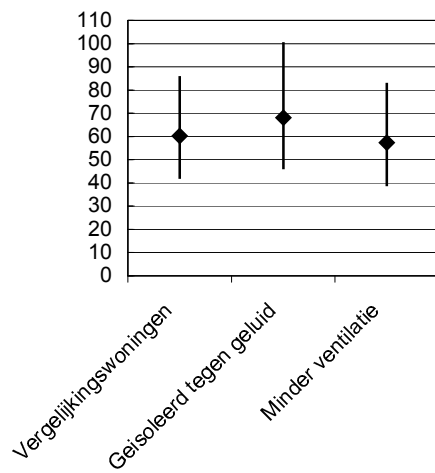
**B: Totaal aromatische  
VOK ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )***Figuur 3B*

De  $\text{NO}_2$  concentratie lijkt iets hoger te zijn in woningen met geluidsisolatie, alleen bleek de concentratie in de lucht buiten die woningen tijdens de metingen ook hoger te zijn, dus dat is waarschijnlijk daardoor veroorzaakt.

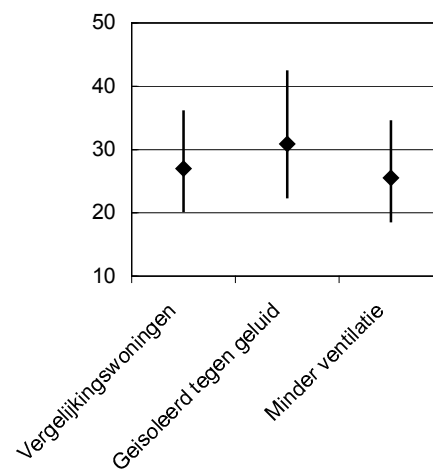
In figuur 4 A, B, C en D zijn de verschillen te zien voor respectievelijk de totale concentratie vluchtige organische koolwaterstoffen (VOC), de concentratie aromatische vluchtige koolwaterstoffen (benzeen, toluen, xyleen en ethylbenzeen), de concentratie alifatische vluchtige koolwaterstoffen (alkanen) en de concentratie benzeen.

***Figuur 4 A t/m D***

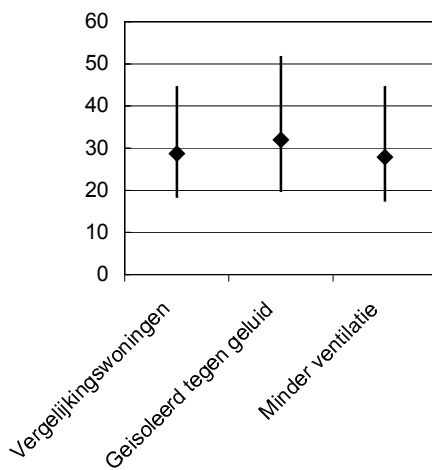
Concentratie Vluchtige Organische Koolwaterstoffen (VOK) in woningen met en zonder geluidsisolatie en woningen waarvan de bewoners vinden dat er niet genoeg geventileerd kan worden wegens geluid van buiten (gemiddelde en 95% betrouwbaarheidsinterval).

**A: Totaal VOK ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

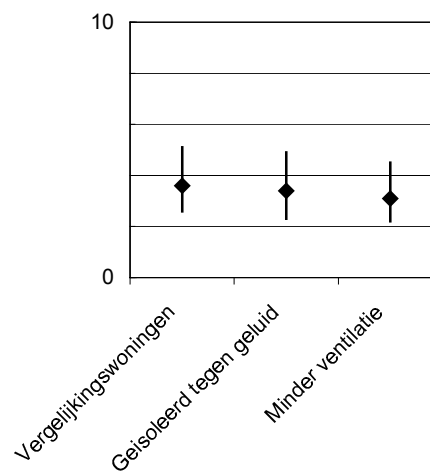
Figuur 4A

**B: Totaal aromatische VOK ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Figuur 4B

**C: Totaal alifatische VOK ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Figuur 4C

**D: Benzeen ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )**

Figuur 4D

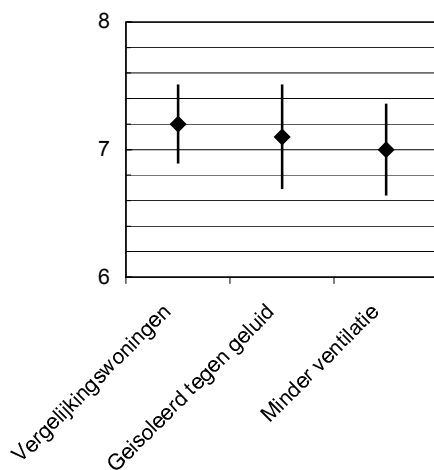
Voor geen van de (combinaties) van vluchtige organische koolwaterstoffen was een significant verschil te zien tussen verschillende woningen. Wanneer roken in de woning in de analyses wordt betrokken is het resultaat voor de aanwezigheid van geluidsisolatie en eventueel verminderde ventilatie door de bewoners niet anders dan in de figuren die hier zijn weergegeven. Omdat de studie niet opgezet is om het effect van roken in de woning op te sporen is deze factor niet meegenomen in de analyses.

In figuur 5 A t/m C zijn verschillen te zien tussen woningen wat betreft gemiddelde vochtigheid en temperatuur

### ***Figuur 5 A t/m C***

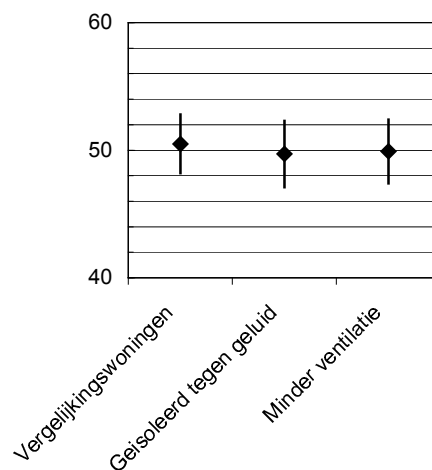
Gemiddelde Vochtigheid en Temperatuur in woningen met en zonder geluidsisolatie en woningen waarvan de bewoners vinden dat er niet genoeg geventileerd kan worden wegens geluid van buiten (gemiddelde en 95% betrouwbaarheidsinterval). (zie blz 30)

#### **A: Gemiddelde Absolute Vochtigheid (gram/kg lucht)**



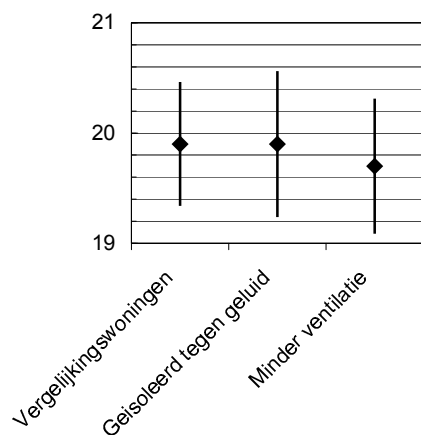
*Figuur 5A*

#### **B: Gemiddelde Relatieve Vochtigheid (%)**



*Figuur 5B*

### C: Gemiddelde Temperatuur (°C)



*Figuur 5C*

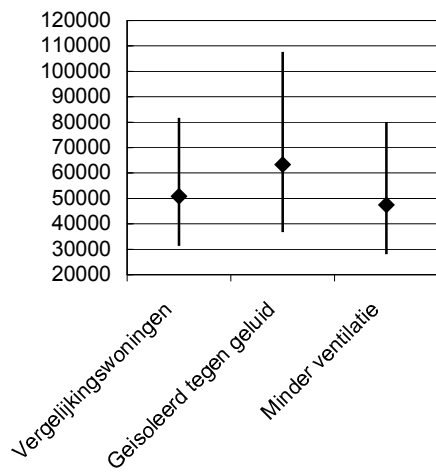
De gemiddelde temperatuur, relatieve vochtigheid en absolute vochtigheid bleken niet verschillend te zijn in de verschillende categorieën woningen. Bij deze analyses is geen gebruik gemaakt van een Ln-transformatie, omdat de gemiddelden van deze waarden wel normaal verdeeld waren.

In figuur 6 A t/m D zijn de verschillen te zien tussen woningen voor het gehalte endotoxinen,  $\beta(1,3)$ glucaan, EPS(pen/asp) en Der p 1.

### ***Figuur 6 A t/m D***

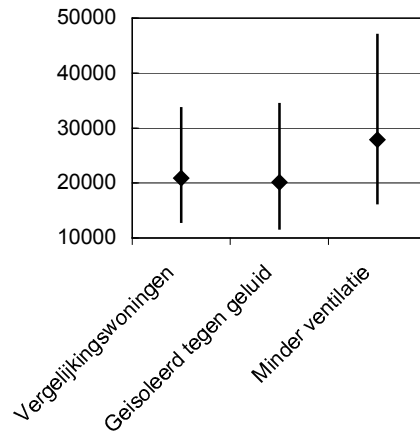
Gehaltes Endotoxinen, EPS(pen/asp),  $\beta(1,3)$ glucaan en Der p 1 in stof uit woningen met en zgeluidsisolatie en woningen waarvan de bewoners vinden dat er niet genoeg geventileerd kan worden wegens geluid van buiten (gemiddelde en 95%betrouwbaarheidsinterval).

**A: Endotoxine  
(EU/gram stof)**



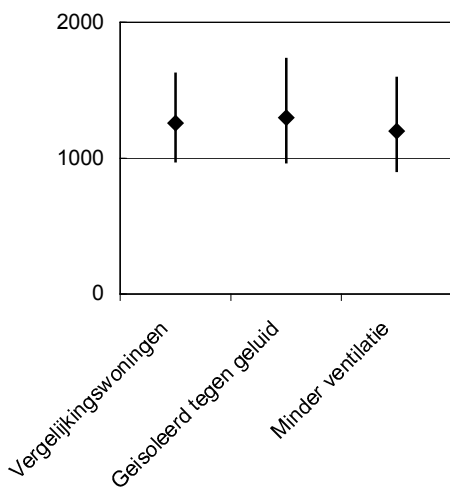
*Figuur 6A*

**B: EPS  
(EPSU/gram stof)**



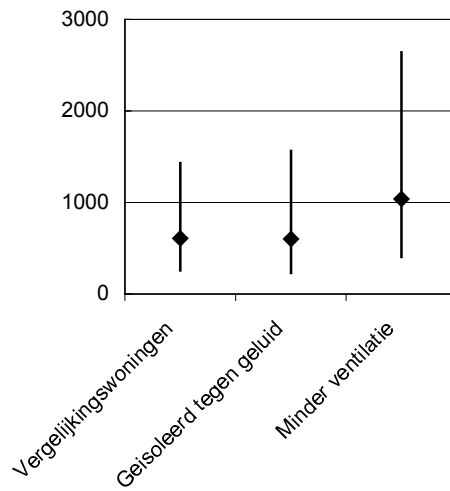
*Figuur 6B*

**C:  $\beta(1-3)$ glucaan  
( $\mu\text{g}/\text{gram}$  stof)**



*Figuur 6C*

**D: Der p 1  
(ng/gram stof)**



*Figuur 6D*



Er bleken geen significante verschillen tussen woningen te zijn wat betreft de 3 microbiële componenten (Endotoxinen,  $\beta(1,3)$ glucaan en EPS(pen/asp)) en ook niet wat betreft huisstofmijtbelasting (Der p 1).



## 4. Discussie en Conclusies

In dit onderzoek is getracht om de invloed van geluidsisolatie in woningen en door de bewoners gerapporteerd veranderd ventilatiegedrag wegens geluid van buiten de woning op de kwaliteit van het binnenmilieu te schatten.

Volgens het conceptuele model van het onderzoek zou het isoleren van een huis kunnen leiden tot verminderde ventilatie, wat tot verhoogde concentraties van allerlei stoffen in de lucht in huis zou kunnen leiden voor die stoffen die binnenshuis worden geproduceerd. Verder zou verminderde ventilatie kunnen leiden tot een verhoogde luchtvochtigheid, waardoor schimmels en huisstofmijten zich beter thuis zouden kunnen voelen in een tegen geluid geïsoleerde woning. Behalve door geluidsisolatie kan de ventilatie van een woning ook verminderen doordat bewoners als gevolg van geluidhinder van buiten minder geneigd zijn te ventileren.

### Niveau van concentraties van de verschillende componenten

Wanneer de gevonden concentraties worden vergeleken met waarden die gevonden werden in andere studies bleek dat de PM<sub>2.5</sub>- en de roetconcentratie gemiddeld genomen wat hoger waren dan de concentratie in de studie van Janssen e.a (1999), die in 178 klaslokalen en kantoorgebouwen een gemiddelde PM<sub>2.5</sub> concentratie van 23.0 en een gemiddelde roetconcentratie van 14.7 µg/m<sup>3</sup> vond. Janssen e.a. vonden een benzeenconcentratie van 3.3 µg/m<sup>3</sup>, wat ook iets lager lijkt te zijn dan de in dit onderzoek gevonden concentraties. Verder waren de concentraties van vluchtige organische koolwaterstoffen vergelijkbaar. De concentraties PAK bleken iets lager te zijn, maar het niveau van de concentratie benzo(a)pyreen was ongeveer hetzelfde als de concentratie die gevonden werd door Janssen et al (1999). Bij deze vergelijking moet goed in gedachten gehouden worden dat de niveaus gevonden door Janssen e.a. gemeten werden in klaslokalen en kantoren, die waarschijnlijk minder intensief in gebruik zijn dan woonkamers. Wanneer de concentraties worden vergeleken met de resultaten van het onderzoek uitgevoerd in 16 woningen van niet-rokers (Fischer e.a, 2000) bleek dat de concentraties van PM<sub>2.5</sub> en Benzo(a)pyreen hoger waren. Het rookgedrag is hiervoor waarschijnlijk de verklaring. De concentratie benzeen daarentegen leek weer iets hoger te zijn in de woningen van Fischer e.a, maar dat zou veroorzaakt kunnen zijn doordat een belangrijk deel van de door hen onderzochte woningen gelegen was naast een drukke weg. In een recent verschenen rapport van de Gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2000) wordt als aanbeveling een waarde van 0.2 mg/m<sup>3</sup> aangehouden voor mengsels van Vluchtige Organische Koolwaterstoffen. In een aantal woningen in dit onderzoek bleek deze waarde overschreden te worden. In hoeverre dit een risico met zich meebrengt is niet duidelijk. In het rapport van de Gezondheidsraad wordt namelijk ook gemeld dat de waarde van 0.2 mg/m<sup>3</sup> vooral gebaseerd is op sensorische waarneming en niet kan worden beschouwd als een gezondheidkundige advieswaarde, zoals voor afzonderlijke stoffen wordt opgesteld.

De hoeveelheid stof in de stofmonsters die genomen werden van de woonkamervloer was vergelijkbaar met de hoeveelheid stof gevonden in eerdere studies (Douwes, 1998, Wouters e.a., 1998, van Strien ea. 1999).

De concentratie β(1,3)glucan die werd gevonden was ongeveer hetzelfde als in eerdere studies (Douwes, 1998, Wouters e.a., 1998, van Strien e.a. 1999).

Niveaus van endotoxine, EPS(Pen/Asp) zijn in deze studie afwijkend van resultaten uit eerdere studies, dit is grotendeels te wijten zijn aan verschillende testcondities en reagentia. Vergelijking van concentraties van deze stoffen tussen verschillende studies is daarom eigenlijk niet mogelijk, maar wel heel goed mogelijk binnen één studie, waar de gebruikte methoden en reagentia hetzelfde zijn.

De niveaus van de in dit onderzoek gemeten stoffen komen in het algemeen overeen met de resultaten van ander onderzoek.

**Associatie met geluidsisolatie en ventilatie (zoals gerapporteerd door de bewoners)**

Voor PM<sub>2.5</sub> en benzo(a)pyreen) leek in eerste instantie de concentratie lager te zijn als er minder werd geventileerd dan nodig geacht door de bewoners. Wanneer echter voor roken werd gecorrigeerd bleek dat de concentratieniveaus niet verschillend meer waren door veranderd ventilatiegedrag. Voor roet waren er geen verschillen. Als er in huis gerookt werd was de concentratie PM<sub>2.5</sub>, de concentratie roet en de concentratie benzo(a)pyreen significant hoger dan wanneer in woningen niet gerookt werd.

De concentratie NO<sub>2</sub> was niet significant verschillend wanneer geluidsisolatie in een woning aanwezig was en ook niet wanneer door de bewoners minder geventileerd werd wegens geluid van buiten.

Voor benzeen en voor de totale concentratie vluchtige organische koolwaterstoffen werd geen statistisch significant verschil gevonden tussen woningen met en zonder geluidsisolatie en ook niet tussen woningen met minder of meer ventilatie.

De samenstelling van het huisstof wat betreft endotoxinen,  $\beta$ (1,3)glucaa, EPS(pen/asp) en Der p 1 was niet gerelateerd aan geluidsisolatie of ventilatie. Relatieve vochtigheid, temperatuur en absolute vochtigheid waren ook niet verschillend in de verschillende categorieën woningen.

Het ventilatiegedrag, dat in deze studie als mogelijke determinant van verschillende typen lucht-en microbiële verontreiniging gebruikt wordt, is afkomstig uit vragenlijsten en geeft alleen een indruk over hoe bewoners vinden dat zij beperkt worden in het gebruik van de aanwezige ventilatiemogelijkheden, met betrekking tot geluidhinder van buiten. Het is geen gevalideerde maat voor de ventilatie zelf, dat zou beter gedaan kunnen worden door het meten van ventilatievoud in woningen (wat in het kader van deze studie niet mogelijk was). Dit betekent dat het onderzoek geen antwoord kan geven op de vraag of ventilatie invloed heeft op luchtverontreinigingsniveaus, maar alleen op de vraag of door de bewoners gerapporteerde problemen met ventilatie wegens geluid van buiten invloed hebben op niveaus van luchtverontreiniging en op gehalten van microbiële verontreiniging van huisstof.

## 4.1 Conclusies

Geluidsisolatie van woningen heeft geen invloed op luchtverontreinigingsconcentraties en ook niet op het gehalte microbiële verontreiniging in huisstof. Door de bewoners ervaren beperking in het gebruik van ventilatiemogelijkheden, wegens geluid van buiten heeft geen invloed op de luchtverontreinigingsconcentraties en ook niet op het gehalte microbiële verontreiniging in huisstof.

## Referenties

- Douwes J, Respiratory health effects of indoor microbial exposure. Proefschrift, Landbouwwuniversiteit Wageningen, 1998.
- Fischer PH, G Hoek, H van Reeuwijk, DJ Briggs, E Lebret, JH van Wijnen, S Kingham, PE Elliott, Traffic related differences in outdoor and indoor concentrations of particles and volatile organic compounds in Amsterdam. *Atmospheric Environment*. 2000; 34:3713-3722.
- ISO 9835, Ambient Air-Determination of black smoke index, 1993.
- Gezondheidsraad: Vluchtige organische stoffen uit bouwmaterialen in verblijfsruimten. Den Haag: Gezondheidsraad, 2000; publicatie nr 2000/10.
- Janssen NAH, G Hoek, H Harssema, B Brunekreef, Personal sampling of airborne particles: method performance and data quality, *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology* 1998;8:37-49.
- Janssen NAH, PHN van Vliet, H Harssema, B Brunekreef, P Fischer. Ontwikkeling methodiek voor het schatten van langdurige blootstelling aan verkeersgerelateerde luchtverontreiniging, voor toepassing in epidemiologisch onderzoek naar chronische effecten van luchtverontreiniging. Rapport i.o.v Ministerie VROM DGM 96.140071, Landbouwwuniversiteit Wageningen, Afdeling Gezondheidsleer rapport 1999-485.
- Michel O, R Ginanni, J Duchateau, F Vertongen, B Le Bon, R Sergysels. Domestic endotoxin exposure and clinical severity of asthma. *Clin Exp Allergy* 1991;21:441-448.
- OECD, Methods of measuring Air pollution. Report of the working party on methods of measuring air pollution and survey techniques. Organistaion for Economic Co-operation and Development, Paris, 1964.
- Palmes ED, AF Gunnison, J DiMattio, C Tomczyk. Personal sampler for nitrogen dioxide. *American Industrial Hygiene Association Journal* 1967;37:570-577.
- RIVM, Hinder, slaapverstoring, gezondheids- en belevingsaspecten in de regio Schiphol, resultaten van een vragenlijstonderzoek. RIVM rapport 441520010, TNO rapport 98.039, 1998.
- Roorda-Knape MC, NAH Janssen, JJ de Hartog, PHN van Vliet, H Harssema, B Brunekreef. Air pollution from traffic in city districts near major motorways. *Atmospheric Environment* 1998;32:1921-1930.
- Staatsen BAM, EAM Franssen, G Doornbos, F Abbink, AA van der Veen, SH Heisterkamp, E Lebret. Gezondheidskundige evaluatie Schiphol. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiene, Bilthoven, 1993; rapportnr 441520001.
- Strien RT van, AP Verhoeff, B Brunekreef, JH van Wijnen. Mite antigen in house dust: reallionship with different housing characteristics in the Netherlands. *Clin Exp Allergy* 1194;24:843-853.
- Strien RT van, G Doekes, J Douwes, B Brunekreef. House dust levels of bacterial endotoxin,  $\beta(1,3)$ -glucan, and fungal extracellular polysaccharides in the home environment of newborn children. Draft report Centre for Indoor Air Research, 1999.

Vliet, PHN van, FJH Aarts, NAH Janssen, B Brunekreef, PH Fischer, CMAG van Wiechen.  
Luchtwegaandoeningen bij kinderen in de omgeving van de luchthaven Schiphol. RIVM  
rapport no. 441520014, oktober 1999.

Wouters IM, Huisstofmijtallergenen en endotoxinen in huisstof, invloed op luchtwegklachten en  
atopische immunrespons. Intern verslag Vakgroep Humane Epidemiologie en  
Gezondheidsleer no. 1995-201, Landbouwniversiteit Wageningen, juni 1995.

Wouters IM, J Douwes, JP Zock, G Doekes, DJJ Heederik. GFT-afval als bron van microbiële  
luchtverontreiniging. Onderzoek naar microbiële belasting in woningen. Ministerie van  
VROM Publicatierreeks afvalstoffen nr. 1998/44, 1998.

## Bijlage 1 Concentratie van verschillende vluchtige organische koolwaterstoffen

Tabel 1.1 Ethylbenzeen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	1.5	1.4	1.6	1.1
Min	0.6	0.6	0.6	0.6
Max	23.8	7.9	8.4	4.0

Tabel 1.2 O-xyleen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	1.1	1.0	1.4#	1.1
Min	0.3	0.4	0.3	0.4
Max	34.3	11.7	15.9	9.8

# p<0.1

Tabel 1.3 P+M-xyleen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	2.6	2.4	3.2#	2.7
Min	0.6	1.0	0.5	0.9
Max	43.0	26.3	33.6	8.3

# p<0.1

Tabel 1.4 Tolueen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	15.2	14.7	18.3	14.4
Min	6.1	5.1	1.9	4.8
Max	137.8	43.8	82.8	66.8

*Tabel 1.5 Hexaan (n-C6) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	2.4	2.7	3.8	2.9
Min	0.5	0.6	0.3	0.7
Max	25.5	11.7	43.9	34.0

*Tabel 1.6 Heptaan (n-C7) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	1.5	1.4	1.7	1.3
Min	0.2	0.4	0.4	0.3
Max	35.9	45.7	98.3	91.6

*Tabel 1.7 Octaan (n-C8) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	0.8	0.6	0.9*	0.6
Min	0.1	0.2	0.3	0.2
Max	59.9	2.6	54.4	5.0

\* p&lt;0.05

*Tabel 1.8 Nonaan (n-C9) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	0.9	1.4	1.3	0.8
Min	0.1	0.2	0.1	0.1
Max	136.4	39.6	90.6	13.0

*Tabel 1.9 Decaan (n-C10) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	2.8	4.4	3.4	2.8
Min	0.2	0.7	0.3	0.3
Max	291.7	120.3	210.5	30.4



Tabel 1.10 Undecaan (n-C11) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	2.2	1.5	2.3	2.0
Min	0.1	0.4	0.4	0.2
Max	133.0	47.0	133.8	38.6

Tabel 1.11 Dodecaan(n-C12) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	1.0	1.4	0.8	0.8
Min	0.1	0.2	0.1	0.1
Max	101.4	25.6	203.6	37.4

Tabel 1.12 Tetradecaan (n-C14) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	1.8	1.3	1.9	1.7
Min	0.2	0.4	0.4	0.2
Max	18.9	4.0	6.6	7.2

Tabel 1.13 Pentadecaan (n-C15) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	1.4	1.4	1.6	1.1
Min	0.2	0.5	0.2	0.1
Max	3.8	2.8	4.2	4.0

Tabel 1.14 Hexadecaan (n-C16) concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	17
Mediaan	1.3	1.8	1.6#	1.4
Min	0.4	0.8	0.4	0.4
Max	5.1	3.2	4.9	6.4

# p&lt;0.1



## Bijlage 2 Samenstelling huisstof

Tabel 2.1 Endotoxine concentratie (EU/m<sup>2</sup>)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	12688	25463	18913	15438
Min	375	1050	2100	250
Max	344375	279125	286250	297900

Tabel 2.2 EPS(pen/asp) concentratie (EPSU/m<sup>2</sup>)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	27	16	27	20
Mediaan	6463	17450#	8605	4581
Min	267	1542	42	315
Max	93217	196993	45597	119967

# p<0.1

Tabel 2.3  $\beta(1,3)$ glucaa concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^2$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	26	16	28	20
Mediaan	300#	700	594	538
Min	65	57	97	75
Max	1238	2117	1785	1602

# p<0.1

Tabel 2.4 Der p 1 concentratie (ng/m<sup>2</sup>)

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	16	28	20
Mediaan	68	472	73	109
Min	19	13	21	13
Max	40885	64239	67580	10085



## Bijlage 3      Klimaat binnenshuis

*Tabel 3.1 Minimale Relatieve Vochtigheid (%)*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	20
Mediaan	37.6	35.4*	37.0*	40.6
Min	23.9	20.4	27.5	18.4
Max	54.0	43.7	47.4	50.2

*Tabel 3.2 Maximale Relatieve Vochtigheid (%)*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	20
Mediaan	60.4	58.7	58.5	62.2
Min	49.2	38.8	42.3	43.7
Max	77.4	65.4	71.4	80.7

*Tabel 3.3 Minimale Temperatuur woonkamer (oC)*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	20
Mediaan	16.6	16.2	17.7	17.4
Min	14.0	13.1	13.4	12.0
Max	20.4	21.3	20.2	19.6

*Tabel 3.4 Maximale Temperatuur woonkamer (oC)*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	20
Mediaan	21.9	23.5	22.8	22.5
Min	18.3	21.1	20.4	19.2
Max	26.6	29.6	25.1	28.5

*Tabel 3.5 Minimale Absolute Vochtigheid (gram/kg lucht)*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	20
Mediaan	5.1	5.3	5.3	5.6
Min	3.3	3.8	3.8	3.7
Max	7.9	6.3	7.6	7.6

*Tabel 3.6 Maximale Absolute Vochtigheid (gram/kg lucht)*

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	28	15	28	20
Mediaan	8.6	8.6	8.8	9.0
Min	6.8	7.0	7.2	6.4
Max	12.6	9.6	11.9	12.1

## Bijlage 4 Concentraties Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen

Tabel 4.1 Naftaleen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	23	16
Mediaan	0.22	0.18	0.29	0.26
Min	0.15	0.06	0.09	0.15
Max	6.84	1.67	1.96	2.25

Tabel 4.2 Acenafteen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	23	16
Mediaan	0.26*	0.26*	0.35	0.40
Min	0.09	0.09	0.10	0.25
Max	1.81	1.40	2.57	1.97

\* p<0.05

Tabel 4.3 Fluoreen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	23	16
Mediaan	0.05*	0.05	0.08	0.12
Min	0.03	0.02	0.02	0.05
Max	0.48	0.48	0.93	0.74

\* p<0.05

Tabel 4.4 Fenanthreen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	23	12	18	14
Mediaan	0.05*	0.09	0.10	0.14
Min	0.03	0.05	0.04	0.05
Max	0.77	0.61	0.48	0.91

p<0.05

Tabel 4.5 Anthraceen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	22	12	20	14
Mediaan	0.03	0.03	0.04	0.03
Min	0.02	0.01	0.01	0.03
Max	0.20	0.36	0.44	0.40

Tabel 4.6 Fluorantheen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	23	12	19	14
Mediaan	0.21	0.21	0.24	0.25
Min	0.07	0.08	0.08	0.20
Max	0.86	0.90	1.72	2.05

Tabel 4.7 yreen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	23	12	20	14
Mediaan	0.10	0.11	0.12	0.12
Min	0.04	0.04	0.04	0.10
Max	0.53	0.75	0.95	0.61

Tabel 4.8 Benzo(a)anthraceen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	23	16
Mediaan	0.03	0.03	0.07	0.14
Min	0.02	0.02	0.02	0.03
Max	0.68	0.52	0.87	0.74

Tabel 4.9 Chryseen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	23	16
Mediaan	0.07	0.06#	0.15	0.36
Min	0.03	0.02	0.03	0.03
Max	1.54	1.24	2.03	1.82

# p&lt;0.1



Tabel 4.10 Benzo(b)fluorantheen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	23	16
Mediaan	0.14	0.13	0.21	0.31
Min	0.06	0.05	0.06	0.06
Max	1.03	0.84	1.21	1.19

Tabel 4.11 Benzo(k)fluorantheen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	22	16
Mediaan	0.06	0.05	0.07	0.09
Min	0.03	0.03	0.03	0.03
Max	0.30	0.22	0.31	0.35

Tabel 4.12 Dibenzo(a,h)anthraceen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	22	16
Mediaan	0.03#	0.03	0.04	0.04
Min	0.02	0.02	0.02	0.03
Max	0.17	0.15	0.24	0.22

# p&lt;0.1

Tabel 4.13 Benzo(ghi)peryleen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	22	16
Mediaan	0.15#	0.17	0.24	0.25
Min	0.07	0.05	0.06	0.06
Max	0.36	0.56	0.70	1.09

# p&lt;0.1

Tabel 4.14 Indeno(123cd)pyreen concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Wel isolatie Minder ventilatie	Geen isolatie Minder ventilatie	Wel isolatie Normale ventilatie	Geen isolatie Normale ventilatie
N	24	12	22	16
Mediaan	0.14	0.12	0.14	0.13
Min	0.06	0.10	0.09	0.10
Max	3.47	3.46	0.76	3.91



## Bijlage 5 Protocol analyse Der p 1 concentratie in huisstofextracten

Verder details zijn te vinden op de website <http://www.inbio.com>

Monoclonal ELISA for Der p 1 allergen

Product Name: EL-DP1

1. Anti Der p 1 mAb 5H8 is supplied HPLC purified as a stock solution at 2mg/ml in PBS. Coat polystyrene microtiter wells (Immulon II) with 200ng/well mAb 5H8 (i.e. 0.1ml 1/1000 dilution of mAb) in 50mM carbonate-bicarbonate buffer, pH 9.6, overnight at 4°C.
2. Wash wells 3x with PBS-0.05% Tween 20, pH 7.4 (PBS-T). Incubate for 1 hour with 0.1ml 1% BSA PBS-T then wash 3x with PBS-T and dry.
3. Add 0.1ml of diluted allergen samples and incubate for 1 hour. House dust samples are routinely diluted two-fold from 1/10-1/80. Use doubling dilutions of the Der p 1 Standard to make a control curve. The control curve dilutions are from 250 - 0.5ng/ml Der p 1. Pipette 20µl Der p 1 reference into 180µl 1% BSA PBS-T into rows A1 and B1 on the ELISA plate. Mix well and transfer 100µl across the plate into 100µl 1% BSA PBS-T diluent to make 10 serial doubling dilutions. Rows 11 and 12 should contain only 1% BSA PBS-T as controls.
4. Wash wells 3x with PBS-T, then incubate for 1 hour with 0.1ml 1/1000 dilution of biotinylated anti Group 1 mAb 4C1 (equivalent to ~10ng 4C1 antibody).
5. Wash wells 3x and incubate for 30 minutes with 0.1ml 1/1000 dilution of Streptavidin - Peroxidase (Sigma S5512, 0.25mg reconstituted in 1ml distilled water). The Streptavidin should be diluted in 1% BSA PBS-T. Wash wells 3x and develop the assays by adding 0.1ml 1mM ABTS in 70mM citrate phosphate buffer, pH 4.2 and 1/1000 dilution of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.
6. Read the plate when the absorbance (405nm) reaches 2.0-2.4 or stop the reaction by adding 0.1ml 2mM sodium azide. Absorbance readings are directly proportional to the quantity of Der p 1 bound and values are interpolated from the respective control curves.

Notes:

The Der p 1 standard contains 2500ng/ml Der p 1 and has been sub-standardized against the WHO/IUIS D. pteronyssinus reference (NIBSC 82/518), which contains 12.5µg/ml Der p 1(9,10).

See OTHER PROTOCOLS for buffer recipes, storage conditions and other methods.

-----  
Certificate of Analysis

Monoclonal Antibody: 5H8 (clone 5H8 C12 D8)  
Immunogen: Der p 1  
Isotype: Mouse IgG2A

Specificity: Binds to a common epitope on mite Dermatophagoides pteronyssinus allergen, Der p 1.

Purification: Produced in tissue culture by hollow fiber fermentation and purified by chromatography using Protein A. Single heavy and light chain bands on SDS-PAGE

Concentration: 2.0mg/ml in phosphate buffered saline, pH 7.2. Based on A280 for IgG (1.42= 1mg/ml) 0.22 m filtered, preservative free.

-----  
Monoclonal Antibody: 4C1 (clone 4C1 B8 3F8)

Immunogen: Der f 1

Isotype: Mouse IgG1

Specificity: Binds to a common epitope on mite Dermatophagoides Group 1 allergens (Der f 1, Der p 1, Der m 1, Eu m 1).

Purification: From ascites by ammonium sulphate precipitation and by HPLC using recombinant protein G. Single heavy and light chain bands on SDS-PAGE

Biotinylation: Biotinylated using EZ-Link Sulfo-NHS-LC Biotinylating Agent and titrated for use in for mite Group 1 allergen at 1/1000 dilution.

Prepared in 1% BSA/50% glycerol/PBS.

Allergen Standard: Der p 1

Composition: D. pteronyssinus extract prepared in 1% BSA/50% glycerol/PBS pH 7.4

Concentration: 2500ng/ml Der p 1

Calibration: The Der p 1 content of this standard was determined by ELISA sub-standardized against the WHO/IUIS D. pteronyssinus reference (NIBSC 82/518), which contains 12.5µg/ml Der p 1 per ampule.

## Bijlage 6 Verzendlijst

1. Dr. Ir. B.C.J. Zoeteman, Directie VROM-DGM
2. Dr. H.J. Schneider, Ministerie van VWS
3. Dr. C.M. Plug, Ministerie van VROM-DGM
4. Dr. J.J. Ende, Ministerie van VWS
5. Drs. J.A.J.M. Kneepkens, Ministerie van V&W, RLD
6. Ir. J.P.J.M. Remmen, Ministerie van V&W, RLD
7. Drs. J.A. Verspoor, Ministerie van VROM
8. Drs. J.A.M. Vlasveld, Ministerie van VROM
9. Dr. K. Krijgsheld, Ministerie van VROM
10. Ir. M. van den Berg, Ministerie van VROM
11. Dr. C.J.M. van den Bogaard, Ministerie van VROM
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 Dobbelsteen, 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. J. Kleinjans, Rijksuniversiteit Limburg
21. Dr. H.M.E. Miedema, TNO-PG
22. Drs. W. Passchier-Vermeer, TNO-PG
23. R. van Arendonk, Milieufederatie Noord-Holland
24. J. van Eijk, Platform Leefmilieu Schiphol
25. G. Roset, Baanbrekersgroep Haarlemmermeer
26. Drs. H.B. Wiedemeijer, Platform Leefmilieu Schiphol
27. A. van den Berkmortel, Commissie Geluidhinder Schiphol
28. J.T. Marmelstein, huisarts Hoofddorp
29. C.A. van Ojik, huisarts Zwanenburg
30. T. Schipper, Werkgroep Vliegverkeer Bijlmermeer
31. Prof. Dr. Ir. T. Smid, KLM Arbo Services

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

65. Dr. R.C.G.M. Smetsers, RIVM
66. Drs. R.J.M. Maas, RIVM
67. Ir. A.G.M. Dassen, RIVM
68. Ir. P.H. Fischer, RIVM
69. Drs. B. Staatsen, RIVM
70. Drs. C.M.A.G. van Wiechen, RIVM
71. Dr. Ir. E. Lebret, RIVM
72. Ir. D.J.M. Houthuijs, RIVM
73. Drs. A.E.M. Franssen, RIVM
74. Dr. Ir. B. Brunekreef, Wageningen UR
75. Ir. R.T. van Strien, Wageningen UR
76. Ir. J. Douwes, Wageningen UR
77. Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
78. Bibliotheek RIVM
79. Bureau Rapportenregistratie RIVM
80. SBD/Voorlichting en Public Relations
- 81-95 Bureau Rapportenbeheer RIVM
- 96-150 Reserve-exemplaren