

# **Schone lucht voor long- en hartpatiënten in Den Haag**

**Advies GGD Haaglanden, afdeling Leefomgeving**

in het kader van het

**Actieplan Luchtkwaliteit Den Haag 2015-2018  
'Samen werken aan schone lucht'**

*Definitief, 26 juni 2017*



## **0. Samenvatting**

In het kader van het Actieplan Luchtkwaliteit 2015-2018 'Samen werken aan schone lucht' werkt de gemeente Den Haag aan schonere lucht met een pakket aan brongerichte maatregelen. Aangezien hiervan niet op korte termijn een grote verbetering te verwachten is, zijn in het actieplan ook diverse acties benoemd om blootstelling van gevoelige groepen te verminderen. Mensen met luchtwegaandoeningen en hartziekten zijn extra gevoelig voor luchtverontreiniging. GGD Haaglanden heeft in opdracht van de gemeente Den Haag een studie uitgevoerd naar de mogelijkheden om de blootstelling aan luchtverontreiniging te verminderen voor mensen die langs een drukke weg wonen en als gevolg van een hart- of longziekte thuis veel klachten ondervinden en patiënt zijn bij de longarts of de cardioloog.

### **Vraagstelling**

De oorspronkelijke vraag richtte zich op de verruiming van criteria medische urgentie bij het zoeken naar een andere (sociale huur-)woning. Al snel bleek echter dat de problematiek complexer is en verhuizen lang niet altijd een oplossing biedt. Het is sterk van de individuele patiënt en de specifieke woonsituatie afhankelijk welke aanpak het meest kansrijk is.

Daarom is de scope van deze studie verbreed en ligt de focus meer op het te bereiken doel: vermindering van de blootstelling van gevoelige groepen aan luchtverontreiniging. Naast verhuizen naar een locatie met minder verkeer is dan ook het filteren van de lucht in de woning een mogelijkheid om minder te worden blootgesteld aan luchtverontreiniging met mogelijk een betere kwaliteit van leven tot gevolg. In deze studie is onderzocht wat de kansen en mogelijkheden zijn.

### **Doelgroep**

Om een maatregel gericht op het verminderen van de blootstelling aan verkeersgerelateerde luchtverontreiniging op een zinvolle manier in te kunnen zetten moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan:

- De patiënt woont aan een drukke weg (meer dan 10.000 motorvoertuigen per etmaal),
- Bronnen van fijn stof in het binnenmilieu in de woning zijn zoveel als mogelijk geëlimineerd,
- De behandelend arts stelt vast dat luchtverontreiniging de belangrijkste beïnvloedbare factor voor de gezondheid is,
- De patiënt (en zijn of haar medebewoners) is gemotiveerd om zich in te zetten om een optimaal resultaat te halen door de maatregel gedisciplineerd uit te voeren.

Belangrijke notie hierbij is dat de mogelijke maatregelen niet voor iedereen geschikt zijn.

### **Vermindering blootstelling door verhuizen**

Verhuizen is alleen maar zinvol als de nieuwe woning op een goede locatie ligt (dus niet langs een drukke weg) en daar een goed binnenmilieu te realiseren is. Bewoners van sociale huurwoningen kunnen een beroep doen op een voorrangsregeling om de wachttijd voor een andere woning te bekorten. De huidige urgentieregeling maakt het mogelijk dat patiënten medische urgentie krijgen op basis van hun ziekteverschijnselen in combinatie met hun woonlocatie. In principe kan deze medische urgentieregeling ook worden ingezet bij long- en hartpatiënten in relatie tot luchtkwaliteit, maar dan moet het wel mogelijk zijn om woningen te weigeren die niet voldoen aan de randvoorwaarden. De uitvoeringsregels van de voorrangsregeling bieden daar in principe de ruimte voor.

### **Vermindering blootstelling door luchtfiltratie**

Een tweede mogelijkheid voor het verminderen van de blootstelling aan luchtverontreiniging is het filteren van lucht. Er zijn verschillende luchtfiltersystemen beschikbaar waarbij óf filtratie plaatsvindt van buitenlucht die naar binnen wordt aangezogen óf recirculatie van binnenlucht met luchtreiniging óf een combinatie van beide.

De resultaten van de uitgevoerde literatuurstudie laten zien dat door luchtfiltratie circa 60-70% reductie van fijn stof (PM<sub>2,5</sub>) technisch haalbaar is, zonder zeer ingrijpende bouwkundige maatregelen te hoeven treffen en/of zonder andere nadelige effecten te veroorzaken, zoals geluidoverlast door het luchtbehandelingssysteem in huis of aanzienlijk hoger energieverbruik. De praktijkvoorbeelden van luchtfiltratie in woningen zijn voornamelijk zeer beperkt in Nederland en langdurig onderzoek naar het effect lijkt geheel te ontbreken. Daarom zijn de conclusies van deze studie tevens gebaseerd op de ervaringen met luchtfiltratie in scholen, en op buitenlandse ervaringen.

De resultaten van deze literatuurstudie geven voldoende aanwijzingen om te stellen dat luchtfiltratie zinvol kan zijn voor gevoelige groepen. Met name voor kinderen met astmatische klachten mag verwacht worden dat een acute vermindering van klachten op kan treden, en dat daarnaast een positief effect op de algehele gezondheid gedurende het verdere leven te verwachten is.

**Advies:** Aangezien er geen praktijkvoorbeelden uit Nederland zijn gevonden waarbij gedurende langere tijd gemonitord is hoe de luchtkwaliteit in huis zich ontwikkelt en wat het effect is op de gezondheid van bewoners, verdient het aanbeveling een praktijkproef op te zetten en effecten langdurig te monitoren.

### **Deskundigheidsbevordering artsen**

Behandelend artsen bepalen per individuele patiënt of een interventie haalbaar is en welke interventie het meest effectief is. Daar is voor nodig dat bij o.a. alle longartsen en cardiologen de effecten van luchtkwaliteit bekend zijn en ook duidelijk is hoe en waar zij voor de betreffende patiënt over de benodigde informatie kunnen beschikken. Deze deskundigheidsbevordering moet ertoe leiden dat toepassing van maatregelen ter verbetering van de woonsituatie (verhuizen of luchtfiltratie) vaker wordt overwogen voor long- en hartpatiënten die langs een drukke weg wonen.

**Advies:** Het is noodzakelijk hiertoe een apart programma van voorlichting (over de gezondheidseffecten en mogelijke maatregelen) en informatievoorziening (over de luchtkwaliteit en de ligging van drukke wegen) voor artsen op te zetten. Dit geldt voor behandelend specialisten, maar ook voor de SMA-artsen die uiteindelijk beoordelen of mensen recht hebben op bepaalde voorzieningen.

## Inhoud

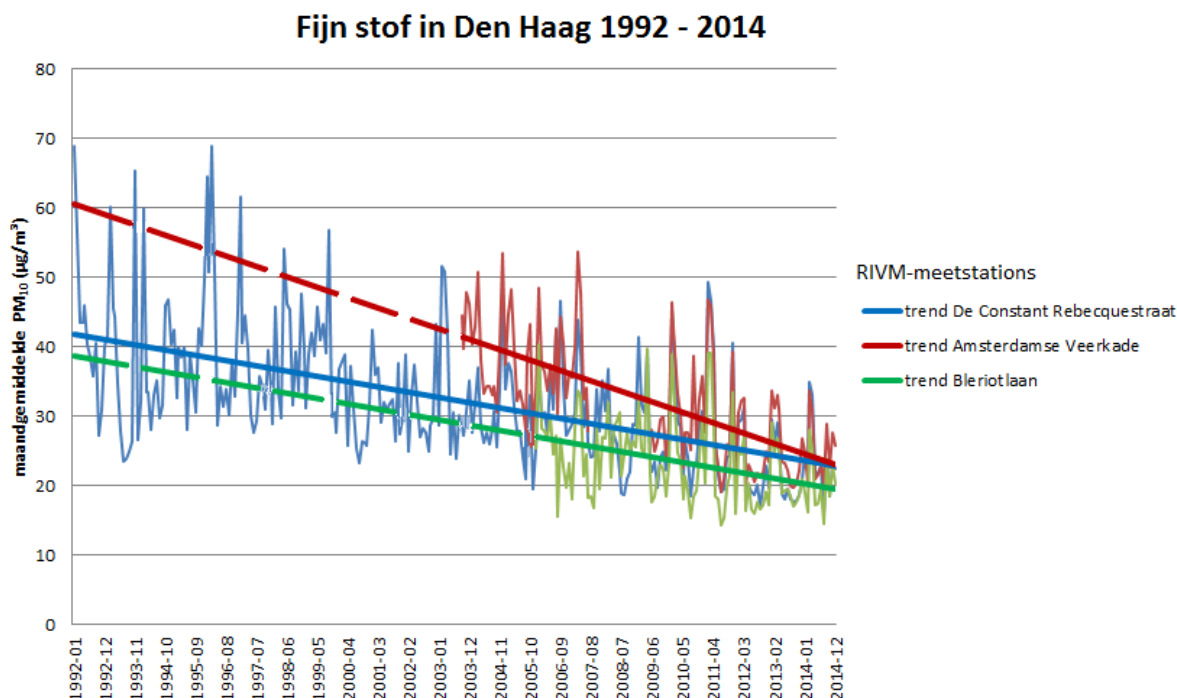
0.	Samenvatting .....	3
1.	Inleiding .....	7
1.1.	Aanleiding.....	7
1.2.	Vraagstelling en doel.....	8
1.3.	Werkwijze.....	9
1.4.	Status van dit document.....	9
1.5.	Leeswijzer .....	9
2.	Gezondheidseffecten van luchtverontreiniging .....	11
2.1.	Welke gezondheidseffecten zijn te verwachten? .....	11
2.2.	Hoe groot zijn de gezondheidseffecten? .....	12
2.2.1.	Algemene concentratie – effectrelaties.....	12
2.2.2.	Effecten bij kinderen .....	15
2.2.3.	Gezonde volwassenen .....	17
2.2.4.	Ouderen en hart-/longpatiënten.....	17
2.2.5.	Mensen met astma, COPD en allergie .....	18
3.	Verminderen van de blootstelling .....	19
3.1.	Wat is de doelgroep .....	19
3.2.	Randvoorwaarden.....	20
3.3.	Van woonomgeving veranderen .....	20
3.3.1.	Praktische uitvoerbaarheid .....	20
3.3.2.	Sociale huurwoningen.....	21
3.4.	Bestaande woonsituatie verbeteren.....	22
3.4.1.	Keuze van een systeem voor luchtfiltratie .....	22
3.4.2.	Reinigend effect.....	23
3.4.3.	Kosten en kosteneffectiviteit .....	23
3.4.4.	De menselijke factor .....	23
4.	Conclusie en advies .....	25
4.1.	Conclusies .....	25
4.2.	Advies.....	26
4.2.1.	Deskundigheidsbevordering artsen.....	26
4.2.2.	Praktijkproef luchtfiltratie.....	26
5.	Referenties.....	27
	Bijlagen .....	31



# 1. Inleiding

## 1.1. Aanleiding

Gemeente Den Haag werkt actief aan een gezonde luchtkwaliteit. Het huidige Actieplan Luchtkwaliteit Den Haag 2015-2018 'Samen werken aan schone lucht' beschrijft de uitgangspunten en acties voor deze periode. De afgelopen jaren vertonen de gemeten concentraties van fijn stof in Den Haag een dalende trend (zie ook figuur 1.1) en er wordt inmiddels voor fijn stof overal aan de Europese luchtkwaliteitseisen voldaan.



Figuur 1.1 Trend van fijn stof in de buitenlucht in Den Haag

Echter, ook al wordt aan de Europees eisen voldaan, dan nog zullen gezondheidseffecten optreden, vooral bij gevoelige groepen zoals kinderen, zieken en ouderen. Daarom zet Den Haag zich in om op de langere termijn te voldoen aan de richtlijnen van de WHO voor fijn stof, richtlijnen die strenger zijn dan de wettelijke normen. Deze ambitie is in het coalitieakkoord "Vertrouwen op Haagse Kracht" opgenomen. Daarbij is uit eerdere studies geconcludeerd dat het onmogelijk is om in Den Haag in de komende jaren aan de WHO-richtlijnen voor fijn stof te voldoen. Dat komt omdat de achtergrondconcentraties van fijn stof, grotendeels ook afkomstig van buiten de stad, hoger zullen zijn dan de WHO-richtlijnen. Verbetering van luchtkwaliteit is een langzaam proces. In het actieplan is een pakket aan brongerichte maatregelen geformuleerd, maar aangezien hiervan niet op korte termijn een grote verbetering te verwachten is, zijn ook diverse acties benoemd om blootstelling van gevoelige groepen te verminderen. Vooral gevoelige groepen, zoals kinderen, mensen met long- en hartziekten, en ouderen, hebben baat bij betere luchtkwaliteit. En

met verbetering van de lucht in gebouwen kan ook al op korte termijn verbetering van de gezondheid gerealiseerd worden voor deze groepen.

Het gaat om een drietal acties:

1. Vermindering van blootstelling aan luchtverontreiniging bij gevoelige groepen die verblijven op gevoelige bestemmingen: hierbij wordt voor circa 80 gevoelige bestemmingen in Den Haag die dicht bij een drukke weg zijn gelegen onderzocht welke maatregelen getroffen kunnen worden om gezondere lucht in de gebouwen te krijgen.
2. Ontwikkelen van een beleidslijn gevoelige bestemmingen voor ruimtelijke ontwikkelingen met als doel te voorkomen dat nieuwe gevoelige bestemmingen langs drukke wegen worden gerealiseerd.
3. Onderzoek naar de verruiming van de criteria voor medische urgentie met als doel het verminderen van het aantal mensen met ernstige long- en hartziekten die worden blootgesteld aan luchtverontreiniging in Den Haag.

Dit rapport gaat in op deze laatste actie.

## **1.2. Vraagstelling en doel**

Mensen met luchtwegaandoeningen en hartziekten zijn extra gevoelig voor luchtverontreiniging. Voor sommige mensen kan een verbetering van hun lichamelijke klachten verwacht worden als ze aan minder luchtverontreiniging worden blootgesteld. Omdat het niet haalbaar is om alle verkeer uit de stad te bannen, zullen er drukke wegen blijven bestaan. Ook met schoner verkeer is de lucht nog niet op korte termijn zo schoon dat niemand er meer last van heeft. De gemeente Den Haag wil zich daarom inzetten voor mensen die als gevolg van een hart- of longziekte thuis veel klachten ondervinden en patiënt zijn bij de longarts of de cardioloog.

De oorspronkelijke vraag richtte zich op de verruiming van criteria medische urgentie bij het zoeken naar een andere (sociale huur-)woning: hierbij wordt onderzocht of en hoe voor patiënten met ernstige hart- en/of longaandoeningen een medische urgentie gegeven kan worden voor verhuizing naar een woning die minder belast is met luchtverontreiniging. Al snel bleek echter dat de problematiek complexer is en verhuizen lang niet altijd een oplossing biedt. Het is sterk van de individuele patiënt en de specifieke woonsituatie afhankelijk welke aanpak het meest kansrijk is. Daarom is de scope van deze studie verbreed en ligt de focus meer op het te bereiken doel: vermindering van de blootstelling van gevoelige groepen aan luchtverontreiniging.

Naast verhuizen naar een locatie met minder verkeer is dan ook het filteren van de lucht in de woning een mogelijkheid om minder te worden blootgesteld aan luchtverontreiniging met mogelijk een betere kwaliteit van leven tot gevolg. In dit rapport wordt onderzocht wat de kansen en mogelijkheden zijn.

Aanvullend op de oorspronkelijke vraag is nagegaan:

1. Wat het potentiële effect is van zuivering van de lucht in huis op de gezondheid van long- en hartpatiënten,
2. Welke luchtzuiveringssystemen daarvoor beschikbaar zijn,
3. Welk effect deze systemen hebben op de binnenluchtkwaliteit en daarmee op de gezondheid van deze doelgroep
4. Wat de technische haalbaarheid is.



De resultaten en aanbevelingen kunnen de gemeente Den Haag verder helpen in het behalen van kosten-effectieve gezondheidswinst.

### **1.3. Werkwijze**

Gegeven het beschikbare raamwerk van tijd en middelen om deze studie uit te voeren, is de volgende aanpak gevolgd:

1. Verkennend overleg met landelijke GGD-Werkgroep luchtkwaliteit, onderzoekers op dit gebied (Prof. Bert Brunekreef (IRAS), onderzoeker M. Dijkema en longarts J. Rooijackers) om de contouren van deze verkenning te bespreken.
2. Verschillende gesprekken met longartsen in Haagse ziekenhuizen om zicht te krijgen op de mogelijke doelgroep en te verkennen wat wenselijk en mogelijk is voor de patiënten die het betreft, alsmede de wijze waarop het proces kan worden vormgegeven.
3. Beknopte literatuurstudie, waarbij ervoor is gekozen om zoveel mogelijk gebruik te maken van recente review-artikelen. Deze zijn aangevuld met een aantal voorbeelden van verschillende onderzoeken die daarmee inzicht geven in de manieren van onderzoek doen om het effect van schonere lucht op de gezondheid vast te stellen. Daarnaast zijn contacten gelegd met (internationaal) erkende wetenschappers op het gebied van luchtkwaliteit, binnenmilieu en gezondheid.
4. Verkenning van de technische aspecten van filtratiesystemen en hun toepasbaarheid in de praktijk, onder meer via contacten met enkele leveranciers.

### **1.4. Status van dit document**

Dit onderzoek is uitgevoerd door GGD Haaglanden en maakt onderdeel uit van het Actieplan luchtkwaliteit van de gemeente Den Haag. Dit document is een advies van GGD Haaglanden aan de gemeente Den Haag om invulling te geven aan de wens om de blootstelling te verminderen van gevoelige groepen aan luchtverontreiniging langs drukke wegen op grond van de begin 2017 beschikbare kennis.

### **1.5. Leeswijzer**

Na dit inleidende hoofdstuk geeft hoofdstuk 2 een overzicht van de blootstelling aan luchtverontreiniging en de daarmee gepaard gaande gezondheidseffecten.

Hoofdstuk 3 gaat in op de mogelijkheden voor het verminderen van de blootstelling van long- en hartpatiënten aan luchtverontreiniging in de woning, waarbij wordt ingegaan op de mogelijkheid van verhuizen en van luchtzuivering in de woning.

Tenslotte staan in hoofdstuk 4 de conclusies en aanbevelingen van dit onderzoek.



## 2. Gezondheidseffecten van luchtverontreiniging

Dit hoofdstuk gaat in op de gezondheidseffecten van luchtverontreiniging en de verbeteringen die in gezondheid kunnen worden bereikt als gevolg van maatregelen ter verbetering van de luchtkwaliteit. Deels betreft dit ook informatie over de effectiviteit van luchtzuivering.

### 2.1. Welke gezondheidseffecten zijn te verwachten?

Het is aangetoond dat het verkeersgerelateerde mengsel van luchtverontreiniging kan leiden tot longfunctievermindering, toename van luchtwegklachten, toename van astma, verminderde leerprestaties bij kinderen, verhoogde gevoeligheid voor luchtweginfecties, hart- en vaatziekten en vervroegd overlijden.

Ook als voldaan wordt aan de normen voor fijn stof en stikstofdioxide kunnen deze gezondheidseffecten optreden. Dit geldt in het bijzonder voor gevoelige groepen, zoals kinderen, ouderen, mensen met luchtwegaandoeningen, hart- en vaatziekten of suikerziekte. Deze groepen hebben daarom extra bescherming nodig.

In wetenschappelijke studies zijn gezondheidseffecten aangetoond van zowel kortdurende als langdurige blootstelling aan stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) en fijn stof (PM<sub>10</sub>). Vroeger werd gedacht dat vooral kortdurende hoge piekblootstelling leidde tot vervroegde sterfte. Tegenwoordig is bekend dat juist ook de langdurige blootstelling aan lagere concentraties fijn stof leidt tot veel gezondheidsschade. Het deel van fijn stof dat het gevolg is van verbrandingsprocessen, vooral uitlaatgassen, wordt als het meest schadelijk beschouwd. Dit deel is zo fijn (ultrafijn stof), dat het bij inademing diep in de luchtwegen en longen doordringt.

Eén van de fracties van fijn stof betreft roet, dat slechts enkele procenten van het fijn stof uitmaakt. Uit onderzoek blijkt echter dat juist deze component (met daaraan andere stoffen gebonden) de meeste gezondheidsschade kan veroorzaken.

#### **Meer risico langs drukke wegen**

Dicht bij drukke wegen is het gezondheidsrisico hoger dan op enige afstand ervan. Er zijn verschillende wetenschappelijke studies die een verband laten zien tussen het wonen langs drukke wegen en gezondheidsklachten. Mensen die vlak langs een drukke weg wonen hebben een grotere kans om te overlijden aan een long- of hartziekte dan mensen die verder van een drukke weg wonen, zo blijkt uit een Nederlands onderzoek uit 2002. Dit betrof mensen die binnen een afstand van 100 meter van een snelweg of 50 meter van een drukke stadsweg woonden. Een drukke stadsweg wordt hierbij gedefinieerd als een weg met minimaal 10.000 motorvoertuigbewegingen per etmaal. Kinderen die dicht bij een snelweg wonen hebben een slechtere longfunctie (en meer chronische luchtwegklachten) naarmate er meer vrachtverkeer over de snelweg gaat. Dit verband bleek sterker voor kinderen die minder dan 300 meter van de snelweg wonen.

## 2.2. Hoe groot zijn de gezondheidseffecten?

Uit de beschouwde literatuur en contacten met vooraanstaande onderzoekers op dit gebied kwam naar voren dat er geen blootstelling – effect relaties zijn vastgesteld specifiek voor fijn stof gevoelige groepen zoals kinderen, mensen met astma, COPD of mensen met hart- en vaatziekten. Daarom biedt onderstaande samenvatting van literatuur een beeld van onderzoeken die aangeven wat voor effect te verwachten zou kunnen zijn van schonere lucht op plaatsen waar voor luchtverontreiniging gevoelige bewoners verblijven.

Bij alle studies is het belangrijk om het verschil voor ogen te houden dat ook al als er een sterk statistisch verband is tussen schonere lucht en vermindering van klachten/betere gezondheid, het altijd kan zijn dat een individu daar minder (of juist meer) van merkt.

In de verschillende studies wordt naar verschillende effectparameters gekeken:

- Subjectieve beleving van gezondheidsklachten van astmatische en allergische personen;
- Objectieve allergie-parameters, astmatische klachten, ontstekingen, longfunctie, bloeddruk, hartslag, latere hartaandoeningen, medicijngebruik;
- Vroegtijdige sterfte, ziekenhuisopnames, ernstige ziektes en sterfte.

In een enkele studie wordt ook gekeken naar de aangenaamheid van de lucht in huis, geur, frisheid, beleving.

### 2.2.1. Algemene concentratie – effectrelaties

Ten behoeve van het luchtkwaliteitsbeleid zijn zowel op Europese schaal (WHO, 2013) als voor Nederland (RIVM, Maas et al, 2015) concentratie – effect relaties vastgesteld. In beide gevallen zijn geen specifieke concentratie – effect relaties voor gevoelige groepen vastgesteld. Omgekeerd zijn de eindpunten (“effect”) van concentratie – effect studies vaak ziekte of overlijden door COPD, astma, hart & vaatziekten of longkanker.

De totale omvang van milieu-gerelateerde gezondheidseffecten wordt volgens de Volksgezondheid Toekomstverkenning 2014 geschat op circa 6% van alle ziektelast in Nederland (RIVM, 2015). Daarvan wordt ruim driekwart veroorzaakt door luchtverontreiniging. De omvang van het volksgezondheidprobleem door luchtkwaliteit is daarmee vergelijkbaar met dat door overgewicht (5%), maar groter dan dat door overmatig alcoholgebruik (3%) of het eten van te weinig fruit of groente (2%). In Nederland, Europa en ook wereldwijd staat verontreiniging van de buitenlucht op de 9e plaats als oorzaak van levensduurverkorting en ziektelast (Lim et al, 2012). Onderstaande tabellen 2.1 en 2.2, afkomstig uit het RIVM-rapport tonen wat het effect is van PM<sub>2,5</sub> in de Nederlandse buitenlucht.

De gemiddelde PM<sub>2,5</sub> concentratie lag in 2013 op 14 µg/m<sup>3</sup> (zie [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl)). Op locaties met veel wegverkeer bestaat circa 10% (ofwel 1-3 µg/m<sup>3</sup>) van de PM<sub>2,5</sub>-concentratie uit roet (waaronder elementair koolstof).

*Tabel 2.1 Ziektelast ten gevolge van luchtverontreiniging in Nederland (RIVM, 2015). Omvang van een aantal aan fijn stof (PM<sub>2,5</sub>) gerelateerde ziektebeelden in 2013 ten opzichte van de situatie zonder luchtverontreiniging. De getallen kennen een onzekerheidsmarge: voor de schatting van de levensduurverkorting is deze ca. 30%, voor de andere effectmaten is deze groter.*

Gezondheidsindicator	Ziektelast door fijn stof	Aandeel in de totale ziektelast
Levensduurverkorting bij langjarige blootstelling	9 maanden per persoon gemiddeld	Ca. 1%
Postneonatale sterfte	13 per jaar	8 %
Bronchitisklachten onder kinderen met luchtwegaandoeningen	12.400	15% van kinderen met klachten; 1% van alle kinderen
Jaarlijks aantal nieuwe gevallen van chronische bronchitis bij volwassenen	6.900	21% van alle bronchitispatiënten; <0.1% onder alle volwassenen
Aantal vroegtijdige doden tijdens smogepisoden	2.400	2% van alle jaarlijkse sterftegevallen
Ziekenhuisopnamen voor hart/ vaatklachten	2.600	1% van alle klinische opnamen
Ziekenhuisopnamen voor luchtwegklachten	2.200	2% van alle klinische opnamen
Werkverzuim (dagen)	4.500.000	6% van het totale verzuimdagen
Aantal dagen met klachten bij kinderen met astma	500.000	6% van het totale aantal astmaklachten onder astmatische kinderen
Dagen met beperkte lichamelijke activiteit (dit is inclusief werkverzuim, ziekenhuisopnames, dagen met klachten)	20.000.000	6% van het totale jaarlijks aantal dagen met beperkte activiteit (gemiddeld is dat 1 dag per jaar door luchtverontreiniging)
Laag geboortegewicht (<2500 g)	4.300	37% van alle lage geboortegewichten (3% van alle geboortes)
Longkanker	1.200	11% van alle longkankersterfte

Tabel 2.2 *Geschatte jaarlijkse verandering in gezondheidseffecten bij een PM<sub>2,5</sub>-afname met 5 µg/m<sup>3</sup> (RIVM, 2015). De getallen kennen een onzekerheidsmarge: voor de schatting van de levensduurverkorting is deze ca. 30%, voor de andere effectmaten is deze groter.*

Gezondheidsindicator	Gezondheidswinst
Levensduurverlenging bij langjarige blootstelling	3 maanden per persoon gemiddeld
Minder post-neonatale sterfte	5 per jaar
Minder kinderen met bronchitisklachten	4.200
Vermindering van het jaarlijks aantal nieuwe gevallen van chronische bronchitis bij volwassenen	2.300
Vermindering aantal vroegtijdige doden	800
Vermindering aantal ziekenhuisopnamen voor hart/ vaatklachten	900
Vermindering aantal ziekenhuisopnamen voor luchtwegklachten	800
Minder werkverzuim (dagen)	1.500.000
Minder aantal dagen met klachten bij kinderen met astma	175.000
Minder dagen met beperkte lichamelijke activiteit (dit is inclusief werkverzuim, ziekenhuisopnames, dagen met klachten)	700.000
Minder geboortes met laag geboortegewicht (<2500 g)	800
Minder longkanker sterfte	400

De WHO heeft uitgebreide studies gedaan in opdracht van de EU om de blootstelling – effectrelaties te bepalen voor fijn stof, NO<sub>2</sub> en ozon, ten behoeve van kosten-batenanalyses in het luchtkwaliteitsbeleid (WHO, 2013). Deze gelden voor de algemene bevolking, er zijn geen blootstelling – effectrelaties voor gevoelige groepen bepaald/beschikbaar.

De beschouwde effecten zijn ten gevolge van korte blootstellingsduur (uren, dagen) en langdurige blootstelling (maanden, jaren).

Belangrijke conclusies uit deze studies zijn voor dit onderzoek:

- Er is duidelijk bewijs voor effecten van korte blootstelling aan PM<sub>10</sub> op luchtwegen;
- Voor sterfte is de lange-termijn blootstelling vooral van belang;
- PM<sub>2,5</sub> is een sterkere risico factor dan grotere deeltjes van PM<sub>10</sub>;  
Overall wordt een toename in sterfte van 0.2–0.6% per 10 µg/m<sup>3</sup> of PM<sub>10</sub> aangenomen;
- Voor PM<sub>2,5</sub> wordt lange termijn blootstelling geassocieerd met een toename van sterfte met 6–13% per 10 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub>;
- mensen met reeds aanwezige hart- en/of longziekten, ouderen en kinderen zijn in het bijzonder gevoelig;
- Er is geen veilige concentratie-ondergrens voor fijn stof;
- Er kan nog niet goed kwantitatief onderscheid worden gemaakt tussen de gezondheidsrisico's van de chemisch verschillende typen deeltjes. Wel is duidelijk dat deeltjes afkomstig van verbranding van fossiele brandstoffen schadelijker zijn dan die van andere oorsprong. Zwarte koolstof (roet en daaraan gebonden elementen) wordt daarbij als meest bepalende component beschouwd. Dieselloot is dan ook geclassificeerd als carcinogeen in de Verenigde Staten.

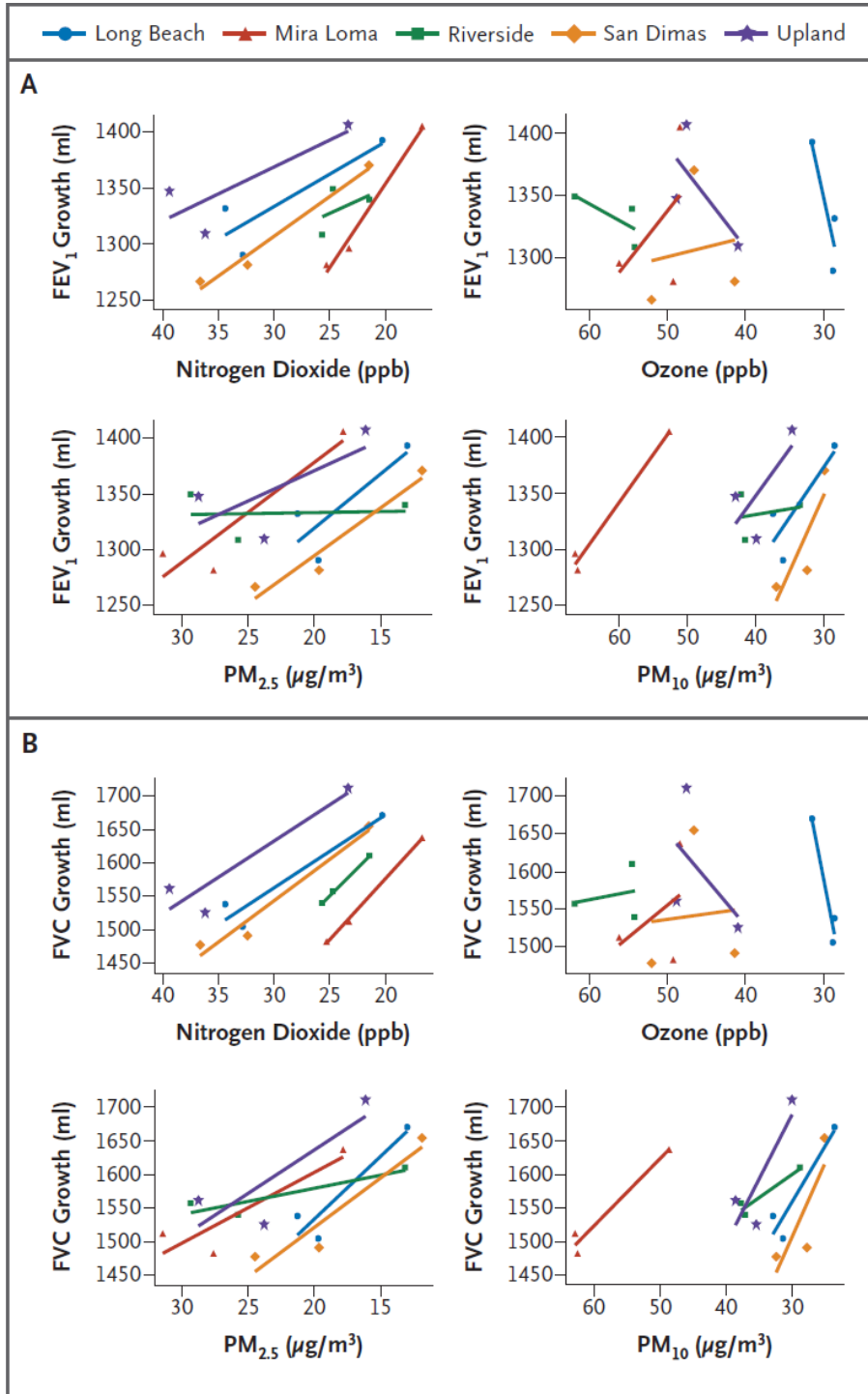
### **2.2.2. Effecten bij kinderen**

Veel studies hebben laten zien dat slechte luchtkwaliteit een negatief effect heeft op de gezondheid van kinderen. Daarbij is aangetoond dat de longfunctie vermindert en meer astma optreedt. Ook is bekend dat een verminderde longfunctie een verhoogde kans op astma geeft (Gauderman et al 2015). Kinderen worden ook relatief veel blootgesteld doordat ze relatief veel ademen te opzichte van volwassenen, vaker actief zijn waardoor meer ademhaling plaatsvindt, en omdat hun afweersysteem nog niet geheel is ontwikkeld.

Omdat het lichaam en het afweersysteem van kinderen nog niet is uitontwikkeld, zijn kinderen veel gevoeliger voor de effecten van luchtverontreiniging dan (gezonde) volwassenen. Vanuit het oogpunt van de volksgezondheid is vooral het effect van schonere lucht op kinderen van belang. Naast een merkbaar verbeterde longfunctie en minder (astmatische) luchtwegklachten bij deze gevoelige groep, is uit vele onderzoeken bekend dat een betere longfunctie op jonge leeftijd het gehele leven doorwerkt. Kinderen met een verminderde longfunctie hebben een grotere kans op hart- en vaatziekten, grotere kans op luchtwegaandoeningen en een verminderde levensverwachting.

Recent onderzoek naar het effect van verbeterde luchtkwaliteit ( $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  en  $NO_2$ ) (Gauderman, 2015) op de longfunctie van kinderen liet een significant verbeterend effect zien op diverse longfunctie parameters. Ter illustratie laat figuur 2.1 zien het verband tussen de piekflow adem en de gemiddelde concentratie van fijn stof en  $NO_2$ . Het verband met ozon was niet eenduidig. De onderzoeksgroep (cohortstudie) bestond uit een grote groep kinderen in de leeftijd van 11-15 jaar, de periode waarin de longen zich het sterkst ontwikkelen. Het onderzoek vond gedurende een langere tijdsperiode plaats tussen 1994 en 2011, op 5 verschillende locaties, een periode waarin de gemiddelde concentraties  $NO_2$  daalden van circa 25-40  $\mu g/m^3$  naar 17 – 20  $\mu g/m^3$ ,  $PM_{2.5}$  daalde van 18-35  $\mu g/m^3$  tot 9-17  $\mu g/m^3$  en  $PM_{10}$  daalde van 38-68  $\mu g/m^3$  naar 23-41  $\mu g/m^3$ , gemiddelde reducties van circa 50%. De studie liet ook zien dat het effect op astmatische kinderen groter was dan op gezonde kinderen.

Volgens het Longfonds (voorheen Astmafonds) verhuizen vooral gezinnen met jonge kinderen met astma uit de Randstad vanwege de slechtere luchtkwaliteit. Volgens het astmafonds zijn er veel voorbeelden van kinderen die na een verhuizing ontzettend zijn opgeknapt. "Het is opvallend hoeveel minder medicijnen deze kinderen na een verhuizing naar Friesland of de Achterhoek nodig hebben" (Jelmer Krom, 2012, destijds woordvoerder van het Astmafonds).



*Figuur 2. Het effect van verschillende concentraties aan luchtverontreiniging (NO<sub>2</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> en ozon) op de longfunctie van 11-15 jarigen op verschillende locaties (Gauderman et al 2015):*

*(A) FEV<sub>1</sub> Piek ademhaling (1 seconde)*

*(B) FVC Gemiddelde groei van de longcapaciteit*



### **2.2.3. Gezonde volwassenen**

Op de Haagse Veerkades is gebleken uit metingen voor en na de afname van het verkeer en het schoner worden van de lucht dat de longfunctie van bewoners met 3 tot 5% was verbeterd in 2 jaar en hiermee vergelijkbaar was geworden met een bewoners van rustige stadsdelen met achtergrondconcentratie. Dit betrof het gemiddelde van gevoelige groepen en gezonde volwassenen samen (Bogaard, 2012).

Het is bekend dat blootstelling aan luchtvervuiling zorgt voor meetbare factoren in het bloed gerelateerd aan ontstekingsreacties in de longen. Vermindering van de luchtvervuiling (gemiddeld 60% afname) tijdens de Olympische spelen in Peking in 2008 zorgde bij gezonde proefpersonen voor een tijdelijke significante daling van ontstekingsfactoren in het bloed (Zhang, et al., 2013). Dit wijst erop dat luchtverontreiniging ook op mensen zonder klachten een effect heeft.

Fisk (2013) heeft een review-studie uitgevoerd naar het effect van luchtfiltratie, voornamelijk gericht op Amerikaanse studies. Zijn belangrijkste conclusies zijn dat luchtfiltratie in huis een gematigd effect heeft, met typische verbeteringen van circa 10 – 25 % op de onderzochte astma- en allergie-parameters. Vooral het gericht toevoeren van gezuiverde lucht in de ademzone van slapende mensen wordt als effectief gezien. Het effect op gezonde volwassenen wordt lager ingeschat. Het meest effectief is zuivering van de buitenlucht, zeker in omgevingen met verhoogde luchtverontreiniging, omdat dit ook doorwerkt op de lange termijn (ziektelast en sterfte).

In China wordt relatief veel onderzoek gedaan naar het effect van filtratie van de lucht in huis, omdat de concentraties van luchtverontreiniging in de buitenlucht vele malen hoger liggen dan in Nederland. Luchtreinigers worden daarom steeds meer toegepast in grote steden. Chen et al (2015) hebben laten zien dat indien bij een groep gezonde studenten in Shanghai gedurende 48 uur de lucht waarin ze verblijven wordt gezuiverd (PM<sub>2.5</sub>: buiten: 103 µg/m<sup>3</sup>, binnen ongezuiverd 96 µg/m<sup>3</sup> en gezuiverd: 41 µg/m<sup>3</sup>) er een scala aan cardiopulmonaire biomarkers significant verbeterde, evenals NO in de uitademingslucht (een maat voor ontsteking). Longfunctie was ook verbeterd, maar niet statistisch significant.

In Canada wordt onderzocht of het zinvol is om luchtzuivering in huis (of publieke gebouwen als "dust-shelter" te gebruiken) toe te passen in perioden van langdurige bosbranden (Barn, 2014). Daarbij is vooral gekeken naar het effect van HEPA filters op PM<sub>2.5</sub> in huis. De onderzochte studies laten zien dat reducties in fijn stof van 60 – 80% mogelijk zijn. Ook wordt gesteld dat het waarschijnlijk effectiever is om de buitenlucht te zuiveren die naar binnenkomt, in plaats van alleen binnenlucht te zuiveren. Zonder uitspraken te doen over de mate van effect, concluderen de onderzoekers dat er voldoende aanwijzingen zijn dat deze maatregelen positief doorwerken op de gezondheid van de bevolking, vooral bij kwetsbare groepen.

Een voorbeeld van Canadees onderzoek naar het effect van luchtfiltratie in huis tijdens bosbranden op de concentraties van fijn stof en op de gezondheid (Allen et al, 2001) laat zien dat met Portable air filters (HEPA) in woon- en slaapkamer de fijn stofconcentratie in de binnenlucht met circa 60% gereduceerd kan worden. Bij een groep van 48 gezonde volwassenen werden significante verbeteringen gemeten van microvasculaire endotheliale functies en vermindering van ontstekingen in de longen.

### **2.2.4. Ouderen en hart-/longpatiënten**

In het recente WHO Health Risks of Air Pollution In Europe rapport zijn geen aparte Concentratie – Respons functies opgenomen voor astma en copd patiënten voor de beschouwde stoffen fijn stof, NO<sub>2</sub> en ozon.

Een Deense studie onder 21 gezonde, niet-rokende echtparen (60-75 jaar) liet zien dat reductie van fijn stof door filtratie van gerecirculeerde lucht in huis de longfunctie significant verbeterde (Brauner, 2008). De proef bestond eruit om de echtparen die binnen 350 m van een drukke weg in

Copenhagen woonden (>10.000 mvt/etmaal) gedurende 48 uur van gefilterde gerecirculeerde lucht te voorzien (dubbel-blind experiment met wel/niet luchtzuivering). De lucht werd met behulp van Hepa fillters gezuiverd, met circa 60-70% afname in aantal deeltjes in de lucht. De onderzoekers concluderen dat luchtzuivering in huis het risico op cardiovasculaire ziektes significant doet dalen. Gebruikte filters waren: 2 filter units (Airshower; Airsonett AB, Angelholm, Sweden), continu werkend, met luchtdebiet van 540 m<sup>3</sup>/uur, geluid minder dan 35 dB, luchtuitlaat op 2,25 m hoogte, in slaap- en woonkamer.

Een epidemiologische studie keek terug op mensen die met een hartinfarct opgenomen werden in het ziekenhuis in relatie tot recente deelname aan het verkeer, in de auto of in Openbaar vervoer, Ze vonden een significant verband met hartinfarct en gerelateerde parameters (Peters et al, 2004).

### 2.2.5. Mensen met astma, COPD en allergie

COPD en astma zijn verzamelnamen voor een aantal aandoeningen van de luchtwegen. Onderstaande tabel laat de belangrijkste verschillen zien tussen COPD en astma.

Tabel 2.3 Verschillen tussen COPD en astma ([www.luchtpunt.nl](http://www.luchtpunt.nl)).

	<b>COPD</b>	<b>ASTMA</b>
<b>Leeftijd</b>	Meestal ouder dan 40 jaar.	Alle leeftijden
<b>Oorzaak</b>	Voornamelijk door roken of langdurige blootstelling aan irriterende stoffen	Allergie. Overgevoeligheid. Erfelijkheid.
<b>Klachten</b>	Benauwdheid, hoesten en slijm.	Kortademigheid na blootstelling aan prikkels
<b>Verloop</b>	Chronisch en geleidelijk slechter. Luchtwegen onherstelbaar beschadigd.	Overwegend gunstig met medicatie.
<b>Levensverwachting</b>	Verminderd. Zeker als men niet stopt met roken.	Normaal, bij optimale behandeling
<b>Longfunctie</b>	Blijvend verminderd, ook bij optimale behandeling	Overwegend normaal

Een uitgebreide modelleringstudie naar het effect van luchtzuivering in woningen op de concentraties van indoor-stof en outdoor stof en het effect op de gezondheid van astmatische/allergische mensen (Ward Brown, 2014) geeft aan dat verbetering van de gezondheid van astmatische en allergische mensen alleen effectief is via een multi-factoriële aanpak. Daarbij wordt zuivering van de binnenkomende buitenlucht als een belangrijke, kosteneffectieve maatregel beschouwd.

Studies naar fijn stof in huis en secundaire sigarettenrook met astmatische/allergische bewoners, laten onder meer dit effect zien : draagbare HEPA filters in de woonkamer (voldoende gedimensioneerd, niet-ioniserend) gaven 25% tot 50% reductie aan fijn stof en vermindering van astmatische klachten. Butz et al (2011) concludeerden dat het gebruik van HEPA-filters kan resulteren in significante reductie van indoor PM concentraties en significante toename van het aantal opeenvolgende klachtenvrije dagen (33 dagen in een periode van 6 maanden. HEPA-filter met actief koolfilter gebruikt. PM2.5: 50-60% reductie.)

## **3. Verminderen van de blootstelling**

Om de gezondheid van long- en hartpatiënten te verbeteren wordt gestreefd naar minder blootstelling aan luchtverontreiniging. Een schonere woonomgeving kan hun klachten doen afnemen. Daarvoor zijn verschillende mogelijkheden denkbaar. De brongerichte aanpak van luchtverontreiniging in het kader van het Actieplan Luchtkwaliteit is vanzelfsprekend van groot belang, maar geen onderdeel van deze studie. In dit hoofdstuk worden twee mogelijkheden ter vermindering van de blootstelling behandeld:

1. Verhuizen naar een minder 'belaste' locatie
2. Filtering van de lucht binnenshuis

Beide opties kunnen in theorie een positief gezondheidseffect hebben. Voor mensen met een ruim(er) budget zijn er meer mogelijkheden om iets te doen aan hun belasting door luchtverontreiniging. Voor mensen die weinig te besteden hebben is dat moeilijker. Zij zijn bijvoorbeeld afhankelijk van het aanbod aan sociale huurwoningen. Zij kunnen niet zomaar verhuizen en ook de kosten van luchtfilterapparatuur kunnen zij niet dragen. Onderstaande vragen worden daarom nader onderzocht.

1. Welke mensen met luchtwegaandoeningen en hartziekten zullen naar verwachting baat hebben bij schonere lucht in huis?
2. Welke randvoorwaarden of basismaatregelen zijn er te nemen?
3. In hoeverre zijn deze maatregelen praktisch uitvoerbaar en effectief?
  - a. het verhuizen naar een locatie met minder verkeer
  - b. het filteren van de lucht binnenshuis (literatuurstudie als bijlage)

### **3.1. Wat is de doelgroep**

Een belangrijke vraag bij het inzetten van maatregelen om mensen met luchtweg- en hartaandoeningen te beschermen tegen blootstelling aan luchtverontreiniging is welke patiënt in welke situatie precies baat heeft bij welke interventie.

Uit gesprekken met deskundigen en artsen is daarbij een algemene lijn naar voren gekomen:

- Mensen met COPD zijn over het algemeen ouder en zieker – met vaak irreversibele veranderingen aan de longen – en hebben meestal meer nadelen dan voordelen van verhuizen, vooral door het verlies van sociale contacten.
- Jongere mensen en kinderen met astma hebben zeer waarschijnlijk profijt van verhuizen; vooral bij kinderen kan de ontwikkeling van hun longen hierdoor significant verbeteren waar zij de rest van hun leven profijt van kunnen hebben.

Daarbij komt dat hoewel uit onderzoek blijkt dat door schonere lucht klinisch een verbetering kan optreden van de longfunctie en de gezondheid in het algemeen, het voor een individu niet te voorspellen is hoeveel baat iemand erbij zal hebben. Wat dat betreft is het vergelijkbaar met een medische behandeling.

Omdat er sprake is van individueel maatwerk, is het aan de behandelend artsen om per individuele patiënt te bepalen welke interventie het meest effectief is. Daar is voor nodig dat bij o.a. alle

longartsen en cardiologen de effecten van luchtkwaliteit bekend zijn en ook duidelijk is hoe en waar zij voor de betreffende patiënt over de benodigde informatie kunnen beschikken. Hierbij is het wel van belang dat er geen actieve benadering van patiënten plaatsvindt, de behandelend arts beoordeelt en selecteert patiënten die baat kunnen hebben bij schonere lucht. De verwachting is dat het in de gemeente Den Haag om maximaal enkele tientallen gevallen per jaar gaat.

Het is noodzakelijk hiertoe een apart programma van voorlichting (over de gezondheidseffecten en mogelijke maatregelen) en informatievoorziening (over de luchtkwaliteit en de ligging van drukke wegen) voor artsen op te zetten. Dit geldt voor behandelend specialisten, maar ook voor de SMA-artsen die uiteindelijk beoordelen of mensen recht hebben op bepaalde voorzieningen.

### **3.2. Randvoorwaarden**

Het is van belang in ogenschouw te nemen dat de lucht die we dagelijks inademen vooral de lucht is zoals die in gebouwen aanwezig is, in de woning, op school, en op het werk. Mensen verblijven doorgaans gemiddeld 80% van de tijd binnen. De lucht in gebouwen is anders dan de lucht buiten, soms beter, soms slechter voor de gezondheid. Om gezondere binnenlucht te krijgen is het niet alleen van belang te zorgen dat er geen vervuilde buitenlucht ongereinigd naar binnen komt, maar is het ook belangrijk om te zorgen dat er zo min mogelijk bronnen van verontreiniging in huis zijn. Afhankelijk van de omstandigheden kan de bijdrage van bronnen binnenshuis aan de binnenluchtkwaliteit zeker zo groot zijn of groter dan van bronnen buitenshuis.

Veel long- en hartpatiënten hebben misschien geen optimaal binnenmilieu waardoor dit in feite een groter nadelig effect heeft op hun gezondheid dan de buitenlucht. Alvorens de mogelijkheden van verhuizen of filteren van de binnenlucht te onderzoeken, moet dus eerst goed gekeken worden naar de woning. Eerst moeten binnenmilieuproblemen worden aangepakt die los staan van de luchtverontreiniging buiten. Te denken valt aan roken, stof, huisstofmijt, huisdieren, open haard, koken met slechte afzuigkap, frituren, schoonmaakmiddelen et cetera.

Als het binnenmilieu optimaal is (afgezien van de invloed van de buitenlucht) en er blijven ziekteverschijnselen bestaan bij het wonen aan een drukke weg, dan kan gekeken worden naar het verminderen van de blootstelling aan luchtverontreiniging. Dan kan schonere lucht een positief effect hebben. Als er in een woning gerookt wordt, valt er geen verbetering te verwachten en heeft verhuizen of luchtfiltering geen zin. In dat geval is stoppen met roken veel belangrijker. Indien verhuizen een kansrijke optie is, is het belangrijk dat een nieuwe woning ook qua binnenmilieu aan dezelfde voorwaarden voldoet.

### **3.3. Van woonomgeving veranderen**

Een van de mogelijkheden voor het verminderen van de blootstelling aan luchtverontreiniging is het verhuizen naar een locatie waar minder door verkeer veroorzaakte luchtverontreiniging is. Of dit uitvoerbaar is en effectief hangt van meerdere factoren af.

#### **3.3.1. Praktische uitvoerbaarheid**

Mensen moeten in de eerste plaats ook zelf gemotiveerd zijn om te verhuizen en naast de luchtkwaliteit ook kijken naar de positieve factoren in hun omgeving. Grootste knelpunt is het

vinden van een geschikte nieuwe woning. De GGD afdeling Leefomgeving kan hierbij adviseren en ondersteunen.

Om ervoor te zorgen dat verhuizen daadwerkelijk effectief is om een betere luchtkwaliteit in de directe woonomgeving te verkrijgen, is het zaak om te zoeken naar locaties die niet direct langs drukke wegen zijn gelegen. Dit is geen kansloze missie: uit een eerdere analyse van ruimtelijke- en verkeersgegevens blijkt dat ca. 10-15% van de bebouwing in Den Haag binnen 50 meter van een drukke stadsweg ligt en voor 85-90% van Den Haag is dat dus niet het geval. Uiteindelijk is het evenwel een individuele afweging of de consequenties van een verhuizing opwegen tegen het te behalen voordeel door een betere luchtkwaliteit.

### **3.3.2. Sociale huurwoningen**

Bewoners van sociale huurwoningen die willen verhuizen kunnen reageren op het aanbod van de woningcorporaties in de regio Haaglanden. De corporaties werken samen in Woonnet Haaglanden en zij adverteren via een website gezamenlijk hun woningen. Bij Woonnet ingeschreven woningzoekenden kunnen reageren op de beschikbare woningen. Voor de toewijzing van huurwoningen van de corporaties in Haaglanden (incl. de gemeente Den Haag) werken de woningcorporaties volgens regionale prestatieafspraken.<sup>1</sup>

Huurders met sociale of medische klachten, die gerelateerd zijn aan hun woonsituatie, kunnen een beroep doen op een voorrangsregeling om de wachttijd voor een andere woning te bekorten. Bij het aanvragen van voorrang moet sprake zijn van een levensbedreigende of levensontwrichtende woonsituatie en verhuizing naar een andere woonruimte moet een essentiële oplossing voor de problematiek betekenen. De huidige urgentieregeling maakt het mogelijk dat patiënten medische urgentie krijgen op basis van hun ziekteverschijnselen in combinatie met hun woonlocatie. In principe kan deze medische urgentieregeling ook worden ingezet bij long- en hartpatiënten.

In de afgelopen jaren is het al een enkele keer gebeurd dat mensen met astma vanwege een huurwoning met slecht binnenmilieu dat niet te verbeteren is, via medische urgentie voorrang krijgen voor een nieuwe woning. Ook in dit geval moet de nieuwe woning zowel een goed binnenmilieu als een goed buitenmilieu hebben. Natuurlijk kan het ook voorkomen dat iemand COPD heeft en (daardoor) slecht ter been is en om die reden in aanmerking komt voor medische urgentie om te verhuizen. Er moet dan een woning worden gevonden die aan veel criteria voldoet.

Verhuizen is alleen maar zinvol als de nieuwe woning op een goede locatie ligt en daar een goed binnenmilieu te realiseren is. Bij toepassing van de voorrangsregeling op grond van medische urgentie moet het dan ook mogelijk zijn om woningen te weigeren die niet voldoen aan de randvoorwaarden. De uitvoeringsregels van de voorrangsbepaling bieden daar in principe de ruimte voor.

---

<sup>1</sup> Regionale Prestatieafspraken 2015 tot en met 2018 van de Samenwerkende gemeenten woningmarktregio Haaglanden en Vereniging Sociale Verhuurders Haaglanden  
<http://www.socialeverhuurdershaaglanden.nl/svh/assets/File/15309%20Regionale%20Prestatieafspraken%20015-2018%20met%20toelichting%20DEFPDF.pdf>

### **3.4. Bestaande woonsituatie verbeteren**

Een tweede mogelijkheid voor het verminderen van de blootstelling aan luchtverontreiniging is het filteren van lucht. Er zijn verschillende luchtfiltersystemen beschikbaar en er zijn diverse resultaten bekend van het effect van dergelijke systemen op de luchtkwaliteit.

#### **3.4.1. Keuze van een systeem voor luchtfiltratie**

Vanuit de vraagstelling van dit rapport zou luchtreiniging op drie manieren kunnen plaatsvinden:

- Aanzuiging buitenlucht met filtratie
- Ruimte-recirculatie met luchtreiniging
- Combinatie van bovenstaande systemen.

De meeste informatie is bekend over de effectiviteit van luchtfiltratie bij aanzuiging van buitenlucht naar binnen (bijlage 1). Voor scholen aan drukke wegen adviseert de GGD al langer om een ventilatiesysteem aan te leggen dat de van buiten aangezogen lucht filtert voordat deze binnenkomt, bij voorkeur met een fijn filter.

Voor filtratie van de buitenlucht wordt aanbevolen (Ward Brown, 2014; diverse Nederlandse studies) dat niet altijd de allerhoogste filtercategorie nodig is, maar dat een met de Europese standaard vergelijkbare filtertype F7 of F8 voldoende kan zijn. Hoe hoger de filterklasse, hoe hoger het zuiveringsrendement maar ook hoe hoger de luchtweerstand van het filter. Zeker bij de hoogste filterklassen neemt het energieverbruik exponentieel toe naarmate het filter fijner wordt. Daarbij neemt de kans toe dat de effectieve ventilatiedebieten gaan afnemen (verhoogde kans op onvoldoende luchtverversing) en geluidproductie kan toenemen.

Bij ruimte-circulatie met luchtreiniging wordt de binnenlucht zelf gereinigd. Het voordeel van filtratie van de binnenlucht is dat ook de bronnen van fijn stof binnen worden aangepakt, niet alleen de buitenlucht. Een aantal studies heeft laten zien dat aan hart- en vaatziekten gerelateerde indicatoren het meest met de persoonlijke blootstelling zijn gecorreleerd en dat deze persoonlijke blootstelling beduidend meer is gecorreleerd met de binnenlucht blootstelling dan met de buitenlucht blootstelling (zie ook Brauner et al 2008).

Elisabeth (2016) geeft, gebaseerd op de manual voor Pediatric environmental health, de volgende informatie over de zin van binnenluchtfiltratie voor astmapatiënten:

- Huisstofmijt: vooral aan deeltjes groter dan  $PM_{10}/PM_{20}$  gebonden (sedimentatie), luchtfiltratie heeft weinig effect.
- Honden- en katten-allergenen: vooral aan kleinere stofdeeltjes ( $<10-20 \mu m$ ) gebonden, waardoor luchtfiltratie binnenshuis wel effect zal hebben
- Knaagdieren allergenen: net als honden- en kattenallergenen aan fijner stof gebonden

In bijlage 2 is informatie opgenomen over verschillende luchtfiltratiesystemen. De keuze welk systeem het meest effectief is, is sterk afhankelijk van de specifieke situatie waarvoor het systeem bedoeld is.

### **3.4.2. Reinigend effect**

Het reinigend effect van filtersystemen wordt in de praktijk vooral bepaald door:

- een goed ontwerp van het gehele ventilatiesysteem
- zorgvuldig onderhoud van de installatie (juiste filter, vaak genoeg vervangen filter, op juiste manier filter erin doen, juist gebruik, etc.). Het Longfonds zou een rol kunnen spelen bij het testen en beoordelen van verschillende apparaten, eventueel ook de consumentenbond.
- de kierdichtheid van de woning. Een beetje "lucht-lekkage" heeft sterke doorwerking op het overall effect van de luchtfiltering.
  - TNO geeft aan dat tenzij een gebouw hoge mate van luchtdichtheid heeft, verder filteren dan M6 of maximaal F7 t/m F9 geen/weinig zin heeft.
  - Is woning wel kierdicht, dan kan naar meer geavanceerde filtersystemen zoals HEPA overgestapt worden (wel aanmerkelijke energiekosten)

In de praktijk worden stofreducties tussen 50% en 70% gerealiseerd, tenzij veel voorzorgsmaatregelen worden getroffen om hogere waarden te realiseren. Zo heeft TNO de ervaring met een woning in Rotterdam (Evides) dat met M6 filter in een luchtdichte woning 95% reductie van  $PM_{2,5}$  kan worden gerealiseerd. Helaas zijn er geen praktijkvoorbeelden uit Nederland gevonden waarbij gedurende langere tijd gemonitord is hoe de luchtkwaliteit in huis zich ontwikkelt en wat het effect is op de gezondheid van bewoners.

### **3.4.3. Kosten en kosteneffectiviteit**

De kosten van luchtfiltratiesysteem bestaan uit kosten voor:

- Aanbrengen luchtbehandelingssysteem
- Eventueel bouwkundig aanpassen van een woning (bronnen elimineren en luchtdichtheid)
- Kosten van periodieke filtervervangings
- Extra energiekosten.

Daar de kosten erg situatie afhankelijk zijn, en er binnen de beperkte scope van deze studie geen kostenkennallen zijn gevonden, wordt in dit kader niet nader op de kosten ingegaan.

In de literatuur wordt als uitkomst van kosten-baten studies doorgaans gesteld dat filteren van lucht een kosten-effectieve maatregel is in vergelijking met kosten voor behandeling van astma patiënten.

### **3.4.4. De menselijke factor**

Ieder filtersysteem vereist onderhoud en het is belangrijk dat filters regelmatig vervangen worden. Een vuil filter kan namelijk tot extra gezondheidsklachten leiden. Uit ervaringen bij scholen is duidelijk dat juist dit onderhoud vaak niet of onvoldoende wordt uitgevoerd, wat ten koste gaat van de luchtkwaliteit in het gebouw.

Onderhoud brengt steeds terugkerende kosten met zich mee, bij woningen is dit niet anders. Het filteren van de lucht binnenshuis is dan ook alleen geschikt voor een gemotiveerde gebruiker die bereid is de apparatuur goed te (laten) onderhouden en regelmatig nieuwe filters aan te schaffen. Onderzoek door GGD Rotterdam-Rijnmond toonde aan dat een goede uitleg en communicatie van groot belang is hierbij.

Ook bij luchtfiltratie is tevoren niet te voorspellen of een individuele patiënt er baat bij zal hebben. Het is echter wel relatief eenvoudig, bijvoorbeeld een jaar lang, uit te proberen.





## 4. Conclusie en advies

In dit hoofdstuk komen de conclusies aan de orde, die op basis van deze studie kunnen worden getrokken alsmede de adviezen die hieruit voortvloeien.

### 4.1. Conclusies

#### **Algemeen**

Mensen met luchtwegaandoeningen en hartziekten zijn extra gevoelig voor luchtverontreiniging en kunnen baat hebben bij verbetering van de luchtkwaliteit in hun woonomgeving. Het oorspronkelijke uitgangspunt "hoe erger de longziekte en de luchtverontreiniging, hoe beter om te verhuizen", blijkt hierbij echter een te simpele benadering te zijn! Een beter uitgangspunt is: "Bij patiënten bij wie luchtverontreiniging de belangrijkste beïnvloedbare factor voor de gezondheid lijkt, kan geadviseerd worden ofwel te verhuizen ofwel de lucht in huis (met name slaapkamer) te filteren." Het doel kan zijn: minder medicatie, minder opnames, beter kwaliteit van leven. GGD Haaglanden kan hierbij adviseren.

#### **Doelgroep**

Om een maatregel gericht op het verminderen van de blootstelling aan verkeersgerelateerde luchtverontreiniging op een zinvolle manier in te kunnen zetten moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan:

- De patiënt woont aan een drukke weg (meer dan 10.000 motorvoertuigen per etmaal),
- Bronnen van fijn stof in het binnenmilieu in de woning zijn zoveel als mogelijk geëlimineerd,
- De behandelend arts stelt vast dat luchtverontreiniging de belangrijkste beïnvloedbare factor voor de gezondheid is,
- De patiënt (en zijn of haar medebewoners) is gemotiveerd om zich in te zetten om een optimaal resultaat te halen door de maatregel gedisciplineerd uit te voeren.

Belangrijke notie hierbij is dat de mogelijke maatregelen niet voor iedereen geschikt zijn.

#### **Vermindering blootstelling door verhuizen**

Verhuizen is alleen maar zinvol als de nieuwe woning op een goede locatie ligt (dus niet langs een drukke weg) en daar een goed binnenmilieu te realiseren is. Bewoners van sociale huurwoningen kunnen een beroep doen op een voorrangregeling om de wachttijd voor een andere woning te bekorten. De huidige urgentieregeling maakt het mogelijk dat patiënten medische urgentie krijgen op basis van hun ziekteverschijnselen in combinatie met hun woonlocatie. In principe kan deze medische urgentieregeling ook worden ingezet bij long- en hartpatiënten in relatie tot luchtkwaliteit.

#### **Vermindering blootstelling door luchtfiltratie**

Er zijn weinig studies beschikbaar naar het effect van filtratie van de buitenlucht ter verbetering van de binnenlucht in woningen en het effect op de gezondheid, en de gezondheid van gevoelige groepen specifiek. Wel zijn er uiteenlopende studies beschikbaar die ingaan op onderdelen van de onderzoeksvraag:

- studies naar het effect van luchtfiltratie van buitenlucht op de lucht in de woning laten zien dat aanzienlijke reductie in fijn stof concentraties kunnen worden bereikt (60-70%) op alle fracties

van fijn stof (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, BC), afhankelijk van de gekozen filters. Deze studies zijn vooral uitgevoerd in gebieden waar zeer hoge concentraties luchtverontreiniging kunnen heersen, zoals in Chinese steden, en in gebieden met periodieke bosbranden (Canada).

- bovenstaande reductie percentages worden bevestigd in enkele Nederlandse onderzoeken naar luchtfiltratie op scholen, waar vergelijkbare reductie percentages in fijn stof worden gerealiseerd, mits de luchtinfiltratie door kieren langs de kozijnen niet te sterk is, want daardoor loopt het effect snel terug.

De resultaten van deze literatuurstudie geven voldoende aanwijzingen om te stellen dat luchtfiltratie zinvol kan zijn voor gevoelige groepen. Met name voor kinderen met astmatische klachten mag verwacht worden dat een acute vermindering van klachten op zal treden, en dat daarnaast een positief effect op de algehele gezondheid gedurende het verdere leven te verwachten is.

## **4.2. Advies**

Bij patiënten bij wie luchtverontreiniging de belangrijkste beïnvloedbare factor voor de gezondheid lijkt, kan geadviseerd worden ofwel te verhuizen ofwel de lucht in huis (met name slaapkamer) te filteren." Het doel kan zijn: minder medicatie, minder opnames, beter kwaliteit van leven. Om dergelijke maatregelen in de praktijk te kunnen brengen en te zorgen dat ze ook effectief zijn, verdient het aanbeveling een informatiecampagne voor artsen op te zetten en een praktijkproef met luchtfiltratie in woningen uit te voeren.

### **4.2.1. Deskundigheidsbevordering artsen**

Behandelend artsen bepalen per individuele patiënt welke interventie het meest effectief is. Daar is voor nodig dat bij o.a. alle longartsen en cardiologen de effecten van luchtkwaliteit bekend zijn en ook duidelijk is hoe en waar zij voor de betreffende patiënt over de benodigde informatie kunnen beschikken.

Het is noodzakelijk hiertoe een apart scholingsprogramma voor artsen op te zetten met:

- Voorlichting over de gezondheidseffecten en mogelijke maatregelen, zoals luchtfiltratie en verhuizen,
- Informatievoorziening over de luchtkwaliteit en de ligging van drukke wegen.

Deze benodigde deskundigheidsbevordering geldt voor behandelend specialisten, maar ook voor de SMA-artsen die uiteindelijk beoordelen of mensen recht hebben op bepaalde voorzieningen.

### **4.2.2. Praktijkproef luchtfiltratie**

De resultaten van de beschouwde studies laten zien dat luchtfiltratie technisch mogelijk is en tot vermindering van fijnstof in huis en tot verbeterde gezondheid kan leiden. Er zijn evenwel geen praktijkvoorbeelden uit Nederland gevonden waarbij gedurende langere tijd gemonitord is hoe de luchtkwaliteit in huis zich ontwikkelt en wat het effect is op de gezondheid van bewoners. Het verdient aanbeveling om een gedegen praktijkproef op te zetten om beter zicht te krijgen op het effect onder de Nederlandse condities: heersende buitenluchtconcentraties, klimaat, type woningen/gebouwen, bewonersgedrag.

## 5. Referenties

Allen, R.W., et al, An Air Filter Intervention Study of Endothelial Function among Healthy Adults in a Woodsmoke-impacted Community, *Am J Respir Crit Care Med* , 2011

American Academy of Pediatrics (AAP), American manual *Pediatric Environmental Health*, third edition, 2012.

Astma Fonds, J. Krom, geciteerd in artikel <https://www.gezondheidsnet.nl/astma-en-copd/longpatient-vlucht-uit-randstad> (geraadpleegd op 22 juni 2016)

Barn P, Larson T, Noullett M, Kennedy S, Copes R, Brauer M. 2008. Infiltration of forest fire and residential wood smoke: an evaluation of air cleaner effectiveness. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology* 18(5): 503-511.

Barn, P., Evidence review: home and community clean air shelters to protect public health during wildfire smoke events, Vancouver Public Health Services, 2014.

Barn, P., et al, Portable air cleaners should be at the forefront of the public health response to landscape fire smoke, *Environmental health*, 2016.

Batterman S, Du L, Mentz G, Mukherjee B, Parker E, Godwin C, et al. 2012. Particulate matter concentrations in residences: an intervention study evaluating stand-alone filters and air conditioners. *Indoor Air* 22(3): 235-252.

Bogaard, H. Effects of traffic policies on air pollution and health – an intervention study, Thesis Utrecht University 2012

Brauner E.V. et al, Indoor particles affect vascular function in the aged, an aged air filtration-based intervention study, *American Journal Respiratory Crit Care Med*, vol 177, 2008.

Butz A.M. et al, A Randomized Trial of Air Cleaners and a Health Coach to Improve Indoor Air Quality for Inner-City Children With Asthma and Secondhand Smoke Exposure, *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2011.

Chen R. et al. Cardiopulmonary Benefits of Reducing Indoor Particles of Outdoor Origin A Randomized, Double-Blind Crossover Trial of Air Purifiers, *Journal of the American College of cardiology*, vol. 65 , NO. 21 , 2015.

Elizabeth C., Indoor Environmental Control Practices and Asthma Management, *PEDIATRICS* Volume 138, number 5 , November 2016: e20162589

Fisk, W.J, Review article, health benefits of indoor air filtration, *Indoor air*, 2013.

Gauderman W.J. et al, Association of Improved air quality with lung development in children, The New England Journal of Medicine, March 2015.

Gemeente Den Haag, Actieplan 2015 – 2018 “Samen werken aan schone lucht”, (Juni 2015).

GGD Rotterdam, Ventilatiesysteem met F9K-filter – Effect op beleving, binnenluchtkwaliteit en binnenklimaat, augustus 2011.

Hart JF, Ward TJ, Spear TM, Rossi RJ, Holland NN, Loushin BG. 2011. Evaluating the effectiveness of a commercial portable air purifier in homes with wood burning stoves: a preliminary study. *Journal of Environmental and Public Health* 2011: 324809. doi: 10.1155/2011/324809.

Jacobs et al, Energy efficient measures to reduce PM2.5 emissions from cooking, in publish, 2016  
Karotki DG, Spilak M, Frederiksen M, Gunnarsen L, Brauner EV, Kolarik B, et al. 2013. An indoor air filtration study in homes of elderly: cardiovascular and respiratory effects of exposure to particulate matter. *Environmental Health* 12:116. doi: 10.1186/1476-069X-12-116.

Karotki DG, Spilak M, Frederiksen M, Jovanovic Andersen Z, Madsen AM, Ketzel M, et al. 2015. Indoor and outdoor exposure to ultrafine, fine and microbiologically derived particulate matter related to cardiovascular and respiratory effects in a panel of elderly urban citizens. *Int J Environ Res Public Health* 12(2): 1667-1686.

Ko FW, Hui DS. 2012. Air pollution and chronic obstructive pulmonary disease. *Respirology* 17(3): 395-401.

Peters A, et al. Exposure to traffic and the onset of myocardial infarction, *N Engl J Med*, 2004

Prabjit, B., et al, Evidence review: Home and community clean air shelters to protect public health during wildfire smoke events, March 2014, Provincial Health Services Authority, Vancouver, Canada

RIVM, Luchtkwaliteit en gezondheidswinst, rapport, 2015

Siegel, J.A., Keynote: Indoor Air 2014: Primary and secondary consequences of indoor air cleaners, *Indoor air*, 2016.

Sulser C, Schulz G, Wagner P, Sommerfeld C, Keil T, Reich A, et al. 2009. Can the Use of HEPA Cleaners in Homes of Asthmatic Children and Adolescents Sensitized to Cat and Dog Allergens Decrease Bronchial Hyperresponsiveness and Allergen Contents in Solid Dust? *International Archives of Allergy and Immunology* 148(1): 23-30.

Vestbo J, Hurd SS, Agusti AG, Jones PW, Vogelmeier C, Anzueto A, et al. 2013. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. *Am J Respir Crit Care Med* 187(4): 347-365.

Ward Brown, K. et al, Reducing patients’ exposures to asthma and allergy triggers in their homes: an evaluation of effectiveness of grades of forced air ventilation filters *Journal of Asthma*, 2014

Weichenthal S, Mallach G, Kulka R, Black A, Wheeler A, You H, et al. 2013. A randomized double-blind crossover study of indoor air filtration and acute changes in cardiorespiratory health in a First Nations community. *Indoor Air* 23(3): 175-184.

Wheeler AJ, Gibson ND, MacNeill M, Ward TJ, Wallace LA, Kuchta J, et al. 2014. Impacts of Air Cleaners on Indoor Air Quality in Residences Impacted by Wood Smoke. *Environmental Science & Technology* 48: 12157-12163.

WHO, Health Risks of Air Pollution In Europe (HRAPIE), Recommendations for concentration – response functions for cost – benefit analysis for particulate matter, nitrogendioxide and ozone, 2013.

WHO, Health effects of particulate matter, Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia, 2013

Xu Y, Raja S, Ferro AR, Jaques PA, Hopke PK, Gressani C, et al. 2010. Effectiveness of heating, ventilation and air conditioning system with HEPA filter unit on indoor air quality and asthmatic children's health. *Building and Environment* 45(2): 330-337.

Zee, van der S.Z. et al, Effectiviteit van mechanische ventilatie met filtertoepassing in woningen langs de snelweg, rapport GGD Amsterdam, 2012

Zee, van der S.Z., Reducing public exposure to indoor air pollution: Assessing the effectiveness of air filtration systems on health-relevant pollutants in schools, JOAQUIN - JOINT AIR QUALITY INITIATIVE, Work Package 2 - Action 8, 2015

Zee, S.Z. van, et al, The impact of air filtration on indoor air quality in a classroom near a highway, *Indoor air*, 2016.

Zhang J., T. Zhu, H. Kipen, G. Wang, W. Huang, D. Rich, P. Zhu, Y. Wang, S. Lu, P. Ohman-Strickland, S. Diehl, M. Hu, J. Tong, J. Gong & D. Thomas. Cardiorespiratory Biomarker Responses in Healthy Young Adults to Drastic Air Quality Changes Surrounding the 2008 Beijing Olympics. *Res Rep Health Eff Inst.* 2013 Feb; (174): 5-174.

#### **Leveranciers**

- ISSO : algemene info installatie branche
- <http://www.camfil.nl/Luchtfiltertechnologie/>
- <http://www.aeris-luchtzuivering.nl/>



## **Bijlagen**

1. Onderzoeksresultaten luchtfiltratie
2. Systemen voor luchtfiltratie in woningen





## **Bijlage 1. Onderzoeksresultaten luchtfiltratie**

In het onderstaande overzicht staan resultaten van recente onderzoeken naar de effecten op de kwaliteit van de binnenlucht bij filtratie van instromende buitenlucht:

- De GGD Amsterdam heeft diverse onderzoeken gedaan naar de effectiviteit van luchtfiltratie in woningen gelegen op korte afstand van een drukke (snel)weg (Zee, 2011). Met relatief eenvoudige, geluidsarme luchtzuiveringsystemen in de gevel (Storkair, Sonair)(mechanische toevoer, natuurlijke afvoer van lucht) konden, sterk afhankelijk van de mate waarin via natuurlijke ventilatie buitenlucht naar binnen kon komen, reductiepercentages van circa 20 (veel ongezuiverde luchtinfiltratie) – 80% (weinig ongezuiverde lucht infiltratie) worden gerealiseerd op  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  en roet.
- De GGD Rotterdam heeft een onderzoek uitgevoerd naar het effect van luchtfiltratie met F9-filters. Daarbij werden bij meerdere woningen geldegen op korte afstand van de snelweg A13 in Rotterdam, luchttoevoerunits in de gevel geplaatst van het type Sonair F<sup>+</sup>. Dit is een vraaggestuurd systeem. Met dit systeem werden fijnstofreducties gemeten gemiddeld van ca. 75% - 87% voor  $PM_{10}$  en 65% - 78% voor  $PM_{2,5}$ . Een deel van de bewoners gaf aan niet tevreden te zijn met dit systeem, vanwege geluid-, tocht- en kouklachten, die een negatieve beleving van het systeem veroorzaakten. Er is niet gevraagd naar effecten op de gezondheid. Ook bleek uitgebreide en herhaalde informatie aan bewoners nodig om een goed gebruik van het systeem te garanderen.
- Onderzoek in opdracht van GGD Haaglanden door GGD Amsterdam naar het effect van luchtfiltratie op de concentratie fijnstof ( $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$ ) en roet (Black Carbon) bij een schoollokaal gelegen naast een drukke weg, liet zien dat de concentraties van  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$  met respectievelijk ca. 70% en 65% werden verminderd. Er was geen statistisch significant verschil in filter F5 of Filterklasse F9. Voor roet was de reductie ca. 35% voor een F5 filter en beduidend hoger, 70%, met een F9-filter. Verder was opvallend dat tijdens lesuren de concentraties van  $PM_{10}$  in het onderzochte lokaal aanzienlijk hoger was dan in de buitenlucht. Hetgeen bevestigt hoe belangrijk sanering van stofbronnen in huis is om stofblootstelling te verlagen.
- GGD Amsterdam heeft getest welke mate van luchtzuivering mogelijk is van fijn stof voor een klaslokaal nabij een snelweg (Zee et al, 2016). Daarbij werd met een F8 filter een reductie van circa 1/3 gerealiseerd voor  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  en Black Carbon. In een vergelijkbare studie bij scholen in Nederland, België en Engeland (vd Zee, 2015) werden met F9 filters gemiddeld vergelijkbare reducties gehaald, met beduidend hogere reducties als het ventilatiesysteem en filtersysteem goed was ontworpen, goed onderhoud werd gepleegd en regelmatige vervanging van filters, en het percentage luchtinfiltratie door kieren en andere openingen beperkt was.



## **Bijlage 2. Systemen voor luchtfiltratie in woningen**

Onderstaande informatie over luchtfiltering en filter keuze is in hoge mate ontleend aan de ISSO-publicaties over luchtfiltering (zie [www.isso.nl](http://www.isso.nl)). Een systeem voor luchtzuivering bestaat uit een systeem voor ventilatie en voor luchtreiniging.

### **Selectie van luchtreinigingsysteem**

Er zijn veel verschillende typen luchtreinigingsystemen. Afhankelijk van de te verwijderen aard van de componenten (gasvormig, stofvormig, wateroplosbaarheid, reactiviteit) wordt een techniek geselecteerd. Een helder overzicht van beschikbare technieken voor het binnenmilieu wordt gegeven door de EPA (2009). Voor verwijdering van fijnstof wordt vrijwel altijd gebruik gemaakt van luchtreinigingsystemen gebaseerd op filtratie. In deze studie is daarom verder gefocust op luchtfiltratie en zijn andere systemen buiten beschouwing gelaten.

### **Luchtfilters voor ventilatiesystemen selecteren**

Om het binnenklimaat te verbeteren worden vaak meerdere achter elkaar geplaatste luchtfilters gebruikt met verschillende eigenschappen. Daarnaast kan een filter toegepast worden om de ventilator te beschermen tegen grover stof/vuil. Om een gezondere binnenlucht te krijgen is het niet alleen van belang te zorgen dat geen vervuilde buitenlucht ongereinigd naar binnen komt, maar is het ook belangrijk om te zorgen dat er zo min mogelijk bronnen van verontreiniging in huis zijn.

Afhankelijk van de omstandigheden kan de bijdrage van bronnen binnenshuis aan de binnenluchtkwaliteit zeker zo groot of groter zijn dan van bronnen buitenshuis.

Om de installatie te beschermen wordt één luchtfilter gebruikt. Om het binnenklimaat te verbeteren worden vaak meerdere achter elkaar geplaatste luchtfilters gebruikt met verschillende eigenschappen. Door het plaatsen van een filter die grovere delen afvangt, verleng je de levensduur van het duurdere hoofdfilter (filter met de gewenste / vereiste eigenschappen).

Bij luchtfiltersselectie speelt een aantal factoren een rol:

- Filterklasse;
- Type luchtfilter;
- Weerstand van het luchtfilter.

Luchtfilters zijn ingedeeld in zes groepen die ieder weer een onderverdeling hebben zodat er in totaal 17 verschillende filterklassen zijn. Een filterklasse wordt weergegeven door een letter met een cijfer.

## Indeling luchtfilters

- G-filters (Grof-) - onderverdeling in klassen G1 tot en met G4.
- M-filters (Medium-) - klassen M5 en M6.
- F-filters (Fijn-) - klassen F7 t/m F9.
- E-filters (EPA) - Efficient Particulate Air-filters - klassen E10 t/m E12.
- H-filters - (HEPA- High Efficiency Particle Air-filters) klassen H13/H14.
- U-Filters - (ULPA- Ultra Low Penetration Air-filters) - klassen U15-U17.

HEPA- en ULPA-filters worden in het algemeen niet in klimaatinstallaties toegepast. Deze vind je vooral in luchtbehandelingsinstallaties voor operatiekamers, cleanrooms en industriële toepassingen waarbij stof niet aanwezig mag zijn. HEPA filters worden wel toegepast voor draagbare luchtfilters in woningen, zoals in diverse eerder beschreven studies is gebeurd. EPA-filters worden in beperkte mate toegepast in klimaatinstallaties. F-filters worden veel in klimaatinstallaties toegepast.

## Filters voor beschermen van installaties

Luchtfilters moeten een installatie beschermen om:

- Vervuiling van warmtewisselaars zoals heaters en koelers tegen te gaan en zo het rendementsverlies te beperken;
- Corrosie als gevolg van aan stofdeeltjes gebonden zuren, bijv.  $\text{SO}_2$  en  $\text{H}_2\text{SO}_4$  te voorkomen;
- Vervuiling van ventilatoren te beperken of te voorkomen;
- Vervuiling van kanalen en opnemers van meet- en regelapparatuur te voorkomen.

Het type filters dat hiervoor gebruikt wordt, zijn de G-filters. Meestal is dit een G3- of G4-filter. Een veel gebruikte toepassing hierbij vormen de luchtfilters in WTW-units in woningen.



Afb. 1 Voorbeelden van WTW-filters



Afb. 1 Voorbeelden van WTW-filters

### Filters voor verbeteren van luchtkwaliteit

NEN-EN 13779 geeft voor de utiliteitsbouw adviezen in het toe te passen luchtfilter afhankelijk van de eisen / wensen van de binnenluchtkwaliteit en buitenluchtkwaliteit.

De kwaliteit van de binnenlucht - IDA Indoor Air Quality - wordt ingedeeld in 4 klassen.

Tabel 1 Indeling binnenluchtkwaliteit

#### Categorie Omschrijving

IDA 1	Hoge binnenluchtkwaliteit : minder dan 15% klachten
IDA 2	Gemiddelde binnenluchtkwaliteit : tussen 15% en 20% klachten
IDA 3	Matige binnenluchtkwaliteit : tussen 20% en 30% klachten
IDA 4	Lage binnenluchtkwaliteit : meer dan 30% klachten

De kwaliteit van de buitenlucht ODA (OutDoor Air quality) is ingedeeld in 3 klassen:

Tabel 2 Indeling buitenluchtkwaliteit

#### Categorie Omschrijving

ODA 1	Schone lucht, voldoet aan richtlijnen WHO en Europese richtlijn voor luchtkwaliteit (fijnstof)
ODA 2	Verontreinigingen in de lucht zijn tot 1,5 keer hoger dan richtlijnen WHO en Europese richtlijn voor luchtkwaliteit (fijnstof); dit betreft vaak stedelijke omgevingen die niet vallen onder ODA3
ODA 3	Verontreinigingen in de lucht zijn meer dan 1,5 keer hoger dan richtlijnen WHO (1999) en Europese richtlijn voor luchtkwaliteit (fijnstof), dat wil zeggen hoge concentraties verontreiniging: geïndustrialiseerde omgevingen, omgeving van megastallen, stadscentra en gebieden met een hoge verkeersintensiteit

Op basis van de gewenste binnenluchtkwaliteit en de aanwezige buitenluchtkwaliteit geeft NEN-EN 13779 de volgende richtlijnen voor de keuze van de filterklasse(n).

Tabel 3 Keuze van de filterklasse

Buitenluchtkwaliteit	Binnenluchtkwaliteit	
	IDA 1	IDA 2
ODA 1 (schone lucht)	F9	F8
ODA 2 (stof)	F7 + F9	M6 + F8
ODA 3 (hoge concentraties)	F7 + GF* + F9	F7 + GF* + F9

\* GF = GasFilter (koolstoffilter) en/of chemisch luchtfilter

### Type luchtfilter

In de woningbouw kun je maar uit een beperkt aantal typen luchtfilters kiezen. Het type luchtfilter is afhankelijk van het merk luchttoevoer- of WTW-unit.

In de utiliteitsbouw kun je kiezen uit systemen met een vergroot filteroppervlak. Dit zorgt ervoor dat het filter een voldoende lange levensduur heeft. Zo zijn er:

- Zakkenfilters - zeer hoge capaciteit;
- Compactfilters - zeer hoge capaciteit en beperkte inbouwdiepte;
- Paneelfilters - hoge capaciteit;

Compactfilters en paneelfilters kunnen eventueel van een laagje actieve kool voorzien worden om lage concentraties gasvormige verontreinigingen te kunnen binden. Om hoge concentraties gasvormige verontreinigen te binden zijn er zg. patronenfilters (buizen met actieve kool).



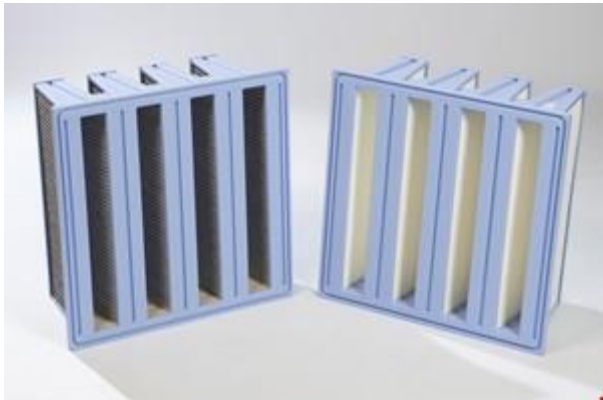
Afb. 2 Voorbeelden van respectievelijk een zakkenfilter, een paneelfilter en een patronenfilter. (Bron: Camfil)



Afb. 2 Voorbeelden van respectievelijk een zakkenfilter, een paneelfilter en een patronenfilter.  
(Bron: Camfil)



Afb. 2 Voorbeelden van respectievelijk een zakkenfilter, een paneelfilter en een patronenfilter.  
(Bron: Camfil)



Afb. 3 Compactfilter zonder en met laagje actieve kool (Bron: Filtech)

**Opmerkingen:**

In het algemeen kies je het filteroppervlak zo dat de standtijd van het filter voldoende lang is, ½ - 1 jaar. Om hygiënische redenen moet je filters in de 1e trap (voorfilters) na maximaal 1 jaar vervangen. Filters in de 2de trap vervang je na maximaal 2 jaar. Het heeft dus geen zin het filteroppervlak zodanig te vergroten dat de standtijd voor filters in de eerste trap langer dan 1 jaar zou worden of voor de tweede trap 2 jaar.

**Weerstand van het luchtfilter**

Luchtfilters hebben een luchtweerstand. Deze luchtweerstand moet door de ventilator(en) overwonnen worden. Dit kost energie, ook wel energiegebruik van luchtfilters genoemd. Energiegebruik is een van de belangrijkste kostenposten van luchtfiltratie. Globaal gezien vormt het energiegebruik 70% van de kosten van filtratie. Het is dus belangrijk luchtfilters te kiezen die een beperkt drukverlies hebben.

Als luchtfilters een te grote weerstand krijgen, moeten ze - economisch gezien - vervangen worden.

Door het plaatsen van een filter die grovere delen afvangt, verleng je de levensduur van het duurdere hoofdfilter.

Compactfilters en paneelfilters kunnen eventueel van een laagje actieve kool voorzien worden om lage concentraties gasvormige verontreinigingen te kunnen binden. Om hoge concentraties gasvormige verontreinigen te binden zijn er zg. patronenfilters (buizen met actieve kool).

**Onderhoud**

Voor filters t/m M6 filter klasse speelt drukopbouw in het systeem geen rol van betekenis, en nemen energieverbruik en geluidsproductie weinig toe. Vanaf F7 en hogere filterklassen, vooral F9, gaat de drukopbouw sterk omhoog, en daarmee energieverbruik en geluidproductie.



