



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Gezondheidseffecten van houtrook** *Een literatuurstudie*

RIVM rapport 609300027/2011

W.I. Hagens | A.J.P. van Overveld | P.H. Fischer |

M.E. Gerlofs-Nijland | F.R. Cassee



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Gezondheidseffecten van houtrook**

Een literatuurstudie

RIVM Rapport 609300027/2011

## Colofon

© RIVM 2011

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

W.I. Hagens  
A.J.P. van Overveld  
P.H. Fischer  
M.E. Gerlofs-Nijland  
F.R. Cassee

Contact:  
Werner Hagens  
IMG  
Werner.hagens@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van GGD, in het kader van v/609300/11/hk.

## Rapport in het kort

### **Gezondheidseffecten van houtrook**

Een literatuurstudie

Hout stoken in open haarden en houtkachels is in Nederland de meest genoemde bron van geuroverlast in de leefomgeving. Ook kan er angst bestaan voor de gevolgen van houtrook voor de gezondheid. Bij de verbranding van hout in kachels en haarden komen verschillende chemische stoffen vrij, zoals fijn stof, koolmonoxide, verschillende vluchtige organische stoffen en PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen). Op basis van beschikbaar onderzoek is echter niet goed in te schatten in hoeverre deze uitstoot gezondheidseffecten kan veroorzaken. Dit komt onder meer vanwege de grote variatie in samenstelling en dat is gekoppeld aan type kachel of haard, brandstof en stookgedrag. De uitkomsten van verschillende onderzoeken naar het effect van het stoken van hout op de gezondheid zijn divers. Blootstelling aan houtrook wordt in sommige studies geassocieerd met meer (ziekenhuisopnamen voor) hart- en vaatandoeningen, luchtwegklachten en een verslechterde longfunctie. Andere studies laten geen relatie met gezondheidseffecten zien. Voorzover bekend is fijn stof afkomstig van houtverbranding niet duidelijk meer of minder schadelijk dan fijn stof afkomstig van andere (verbrandings)bronnen, zoals verkeer. Dit zijn de belangrijkste bevindingen uit een literatuuronderzoek van het RIVM naar de mogelijke gezondheidseffecten van houtrook.

De geraadpleegde studies zijn vooral uitgevoerd in gebieden waar haarden en houtkachels de enige verwarmingsbron zijn. Deze situatie komt in Nederland nagenoeg niet voor. Daardoor is het lastig de resultaten te vertalen naar de Nederlandse situatie. Een uitgebreide verkenning van de lokale blootstelling aan schadelijke stoffen als gevolg van houtverbranding in Nederland is nodig om meer inzicht te krijgen in de lokale bijdrage van houtverbranding aan luchtverontreiniging, zeker op locaties waar bronnen en bewoning dicht bij elkaar liggen.

Algemene stookadviezen voor stokers kan de overlast vaak al verminderen, maar deze adviezen alleen zorgen doorgaans niet voor een bevredigende oplossing van de klacht. Dit komt mede omdat de mogelijkheden om ongewenste situaties aan te pakken gering zijn en zich vooral beperken tot vrijwillige maatregelen. Bij GGD'en wordt dan ook geregeld melding gemaakt van overlast als gevolg van houtverbranding.

Trefwoorden:

Gezondheid, houtkachel, houtrook, geurhinder, fijn stof



## Abstract

### **Health effects of wood smoke**

A literature review

In the Netherlands, the most commonly cited source of odour nuisance in the surrounding environment is the burning of wood in fireplaces and wood burning stoves. Fears concerning the health effects of inhaled wood smoke may also be an issue. Various chemical substances are emitted when wood is burnt in fireplaces and wood burning stoves, such as particulate matter, carbon monoxide, different volatile organic compounds and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). However, based on the research available, it is not possible to accurately estimate the extent to which these emissions can cause health effects. One reason for this is the large variation in the composition of wood smoke which is linked to the type of wood burning stove or fireplace, the type of fuel and heating behaviour. The results of the many different studies investigating the effects of wood burning on human health vary. While some studies have found an association between exposure to wood smoke and increased (hospital admissions for) cardiovascular disease, respiratory symptoms and decreased lung function, other studies have not found an association between health effects and wood smoke. Currently, particulate matter originating from the burning of wood is not considered more detrimental to human health than that from other sources of combustion, such as traffic. These are the most important results of a literature review carried out by the RIVM on the potential health effects of exposure to wood smoke.

The studies included in the literature review were primarily performed in areas where wood burning fireplaces and stoves are the only source of domestic heating. As this situation rarely occurs in the Netherlands, extrapolation of the results of these studies to the situation in the Netherlands is problematic. An extensive survey of local exposure to harmful substances due to wood burning in the Netherlands is necessary to obtain more insight into the contribution of wood burning to local air pollution. Such a survey would be particularly relevant in areas where sources of wood smoke and housing are in close proximity.

In many cases, providing general recommendations for the burning of wood can result in decreased odour nuisance. However, these recommendations often do not lead to a complaint being resolved satisfactorily. One reason for this is that the avenues open to local government agencies for dealing with undesirable situations are few and primarily limited to voluntary measures. Consequently, complaints of odour nuisance related to the burning of wood are received regularly by municipal public health authorities (GGDs).

Keywords:

Health, wood burning stove, wood smoke, odour nuisance, particulate matter



## Inhoud

Samenvatting—9

### **1 Inleiding—11**

- 1.1 Aanleiding—11
- 1.2 Afbakening—11
- 1.3 Aanpak—11

### **2 Gebruik van houtkachels in Nederland—13**

- 2.1 Houtkachels in Nederland—13
  - 2.1.1 Open haarden—13
  - 2.1.2 Inzethaarden—14
  - 2.1.3 Vrijstaande houtkachels—14
- 2.2 Houtkachelgebruik in Nederland—14
- 2.3 Brandstof—15

### **3 Emissie van houtkachels—17**

- 3.1 Bestanddelen houtrook—17
- 3.2 Bepalen van de emissie van houtkachels—17
  - 3.2.1 Emissiefactoren—17
  - 3.2.2 Factoren die invloed hebben op de emissie van houtrook—18
- 3.3 Emissie van houtrook naar binnen- en buitenlucht—19
  - 3.3.1 Concentraties in binnenlucht—19
  - 3.3.2 Bijdrage houtverbranding aan luchtverontreiniging in Nederland—20
  - 3.3.3 Markers van houtverbranding—20
- 3.4 Voorbeelden van terugdringen van emissies in andere landen—21

### **4 Mogelijke gezondheidseffecten van houtverbranding—23**

- 4.1 Toxiciteit van houtrook—23
  - 4.1.1 Gezondheidseffecten van fijn stof in houtrook—23
  - 4.1.2 Toxiciteit van houtrook vergeleken met anderen fijnstofbronnen—23
- 4.2 Epidemiologische studies naar de gezondheidseffecten van houtrook—24
  - 4.2.1 Acute gezondheidseffecten door kortdurende blootstelling—25
  - 4.2.2 Chronische gezondheidseffecten door langdurige blootstelling—26
  - 4.2.3 Hindereffecten door het ervaren van geuroverlast—26
- 4.3 Samenvatting gezondheidseffecten—28

### **5 Conclusie en discussie—29**

- 5.1 In kaart brengen van de Nederlandse situatie—29
- 5.2 Gezondheidseffecten—29
- 5.3 Stookhinder—29

Referenties—31

Bijlage 1: Houtkachelgebruik in Nederland—37

Bijlage 2: Informatie over goed stookgedrag—39





## Samenvatting

GGD'en krijgen in het stookseizoen regelmatig vragen van burgers en gemeenten over overlast en gezondheidsklachten door houtverbranding. Meer duidelijkheid over de mogelijke gezondheidseffecten van houtrook helpt de GGD bij de advisering. Dit literatuuroverzicht is opgesteld samen met een werkgroep van GGD-medewerkers.

### **Emissie van houtkachels**

Bij houtverbranding komen veel verschillende stoffen vrij. Het gaat naast CO<sub>2</sub> en water om een complexe mix van gassen en deeltjes, zoals fijn stof, koolmonoxide, vluchtige organische stoffen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). Hoeveel van een stof wordt uitgestoten is afhankelijk van vele factoren, zoals type kachel, brandstof, meteorologische omstandigheden en stookgedrag. Een deel van de houtrook komt direct in het binnenmilieu van de stoker terecht; het grootste deel wordt echter via de schoorsteen in de omgeving uitgestoten. Door ventilatie en infiltratie komen verbrandingsproducten ook in omliggende woningen terecht.

### **Toxiciteit van houtrook**

Houtrook is een complex mengsel van stoffen en dit maakt de risicobeoordeling lastig. Welke componenten in houtrook tot welke gezondheidseffecten kunnen leiden is deels onbekend. Uit onderzoek blijkt in ieder geval dat er geen reden is om aan te nemen dat fijn stof afkomstig van houtverbranding minder schadelijk is dan fijn stof van andere bronnen zoals verkeer.

Uit studies naar de effecten van fijn stof blijkt dat fijn stof bij bepaalde concentraties schadelijk is voor de gezondheid. Er is geen bewijs gevonden voor een niveau waaronder geen nadelige gezondheidseffecten zullen optreden. Zoals ook bij verkeersgerelateerd fijn stof het geval is, behoren mensen met bestaande luchtweg- en cardiovasculaire aandoeningen tot de gevoelige groepen.

### **Gezondheidseffecten van houtrook**

De resultaten van onderzoeken naar de relatie tussen het gebruik van houtkachels en gezondheidseffecten zijn niet eenduidig. Blootstelling aan houtrook wordt in sommige studies geassocieerd met een toename van (ziekenhuisopnamen voor) luchtweg-, hart- en vaataandoeningen, luchtwegklachten en een verslechterde longfunctie. Andere studies laten geen relatie met gezondheidseffecten zien. Onderzoek met vrijwilligers die enkele uren werden blootgesteld aan houtrook toont aan dat dit kan leiden tot gezondheidsschade en toxicologisch onderzoek laat zien dat fijn stof van houtrook even schadelijk of soms schadelijker is dan fijn stof van andere bronnen.

In het algemeen geldt dat hoe meer luchtverontreiniging er in een bepaald gebied is, hoe meer gezondheidsschade er zal optreden. Om een beter beeld te krijgen van de lokale bijdrage van houtverbranding aan luchtverontreiniging in Nederland zal een bredere verkenning van de lokale blootstelling aan schadelijke stoffen als gevolg van houtverbranding nodig zijn. Op basis van de huidige inzichten blijft het vanuit gezondheidskundig oogpunt raadzaam om emissies van fijn stof, van welke bron dan ook, in de buitenlucht te beperken.

### **Het ervaren van stankoverlast**

Openhaarden en allesbranders zijn een belangrijke oorzaak van stankoverlast in Nederland. Het ervaren van geurhinder hangt af van verschillende factoren, zoals aard van de geur, duur en frequentie, leeftijd, bezorgdheid en eigen gezondheid, en is moeilijk te voorspellen. Het ervaren van geurhinder kan leiden tot gezondheidsklachten.

Vaak kan het hanteren van algemene stookadviezen al zorgen voor een vermindering van de overlast. Het gaat hierbij om algemene adviezen zoals het gebruik van droog, onbewerkt hout, en niet stoken bij windstil/mistig weer. Echter, vaak leidt het beschikbaar stellen van stookadviezen alleen niet tot een bevredigende oplossing voor elke klacht. Dit komt mede omdat de mogelijkheden om ongewenste situaties aan te pakken gering zijn en zich vooral beperken tot vrijwillige maatregelen.

# 1 Inleiding

In landen met een koud winterklimaat worden hout en biomassa vaak gebruikt voor het verwarmen van woningen en gebouwen. In landen zoals Finland, Zweden, Canada en het noorden van de VS, maar ook Duitsland en Frankrijk, vormt houtverbranding een belangrijke bron van primaire verwarming. Nederlandse huishoudens verwarmen hun woningen voornamelijk met gas. Gebruik van houtkachels in Nederland is vaak een vorm van bijverwarming (secundaire verwarming) of dient als sfeerverwarming. Maar ook in Nederland worden houtkachels soms gebruikt als primaire verwarmingsbron.

## 1.1 Aanleiding

In het stookseizoen krijgen GGD'en geregeld vragen van burgers en gemeenten over overlast en gezondheidsklachten door houtverbranding. Vaak zijn situaties die bij een GGD binnenkomen al geëscaleerd in een conflict met 'houtstokende' burens en is het voor de GGD lastig om een oplossing te bieden. Soms worden GGD'en betrokken bij discussies over het ontwikkelen van nieuwe duurzame wijken waarin houtkachels worden ingezet als duurzame energiebron. De GGD'en hebben bij het centrum Gezondheid en Milieu van het RIVM een projectvoorstel ingediend met de vraag om meer inzicht te geven in de mogelijke gezondheidseffecten van houtverbranding door Nederlandse huishoudens.

## 1.2 Afbakening

Dit rapport gaat over de gezondheidseffecten van verbranding van hout in houtkachels in Nederland. Dit rapport zal enkel ingaan op de situatie in Nederland en in vergelijkbare westerse landen. De gezondheidseffecten van houtverbranding in ontwikkelingslanden worden dus niet besproken. Onder houtkachels vallen in dit rapport vrijstaande houtkachels, open haarden en inzethaarden. Enkel het particuliere gebruik zal worden besproken. Houtvuren in de buitenlucht (zoals vuurkorven en barbecues in de zomer) worden buiten beschouwing gelaten.

## 1.3 Aanpak

Samen met een werkgroep van GGD-medewerkers is een plan van aanpak opgesteld en zijn de vraagstelling en het doel van het project gespecificeerd. Er is een literatuuronderzoek uitgevoerd naar de gezondheidseffecten van houtverbranding en er zijn Nederlandse bronnen bestudeerd om inzicht te krijgen in de grootte van de problematiek in Nederland.

De werkgroep bestond uit de volgende personen:

- Femke de Zwart, GGD Midden-Nederland
- Henke Groenwold / Saskia van der Zee / Marieke Dijkema, GGD Amsterdam
- Jantien Noorda / Frans Duijm, GGD Groningen
- Lieke van Knapen, GGD Den Haag
- Peter van den Hazel, GGD'en regio Oost
- Roel Selen, Bureau Gezondheid, Milieu en Veiligheid, Brabant/Zeeland
- Steven van der Lelie, GGD Gelre-IJssel
- Tiny Habets, GGD Rotterdam-Rijnmond



## 2 Gebruik van houtkachels in Nederland

In 2008 gaf de toenmalige Minister van Wonen, Wijken en Integratie in haar antwoord op Kamervragen over houtkachels aan dat 'In het kader van het klimaatbeleid de inzet van hout als klimaatneutrale brandstof voor verwarming van huizen een potentieel zinvolle aanvulling is om de gestelde klimaatdoelen te bereiken' (Poppe, 2008). Hierbij maakt ze wel de aanvulling dat kleinschalige houtstook niet moet leiden tot een verslechterde luchtkwaliteit. Houtkachels met een hoog verbrandingsrendement hebben door hun duurzame milieu-imago aan populariteit gewonnen in Nederland.

### 2.1 Houtkachels in Nederland

Huishoudens in Nederland gebruiken vooral aardgas voor verwarming. Ook worden steeds meer huizen aangesloten op stadsverwarmingssystemen. Er wordt onderscheid gemaakt in installaties die gebruikt worden voor hoofdverwarming en installaties die gebruikt worden voor sfeerverwarming. Hoofdverwarming door houtkachels is niet gebruikelijk in Nederland (Boersma et al., 2009).

In Nederland dienen de verkochte houtkachels te voldoen aan het CE-keurmerk. De efficiëntie van houtkachels wordt uitgedrukt in rendement. Het rendement is de hoeveelheid warmte die effectief benut wordt bij de verbranding van hout voor het verwarmen van een ruimte. Volgens het CE-keurmerk hoeven houtkachels geen hoger rendement te hebben dan 30-50%. Het CE-keurmerk verving in 2004 het strengere VHR-keurmerk van de Vereniging Haard en Rookkanaal. Het gevolg van het afschaffen van het VHR-keurmerk is dat er momenteel in Nederland ook weer houtkachels verkocht mogen worden met een weinig efficiënte verbranding en een hoge emissie (Koppejan, 2010).

In Nederland worden houtkachels ook wel voorzien van een buitenlandse keuringsnorm (dit is niet verplicht), bijvoorbeeld de strengere Duitse keuringsnorm DIN EN 13240, beter bekend als DIN-plus. Houtkachels met DIN-plus hebben een lage uitstoot en een hoog rendement. De Europese Unie is momenteel bezig met het opstellen van (strengere) normen waar houtkachels die verkocht worden binnen de Europese Unie aan moeten voldoen. Verwacht wordt dat de Duitse DIN-plus norm de basis wordt voor de Europese normering (Koppejan, 2010). Volgens Koppejan kunnen slecht presterende houtkachels van de Nederlandse markt geweerd worden door versneld de normering voor houtkachels in Nederland aan te passen, zodat deze zal aansluiten bij de toekomstige EU-normen (Koppejan, 2010). Opgemerkt moet worden dat deze normen alleen gelden voor nieuwe houtkachels.

In Nederland zijn er drie soorten haarden die veel voorkomen bij particulieren. Het gaat hier om open haarden, inzethaarden en vrijstaande (gesloten) houtkachels. Hieronder worden de verschillende typen haarden kort besproken.

#### 2.1.1 *Open haarden*

Het verbrandingsrendement van open haarden is zeer laag (ongeveer 10%) en daarom is een open haard ongeschikt als hoofdverwarming (Milieu Centraal, 2011). In een open haard wordt koude lucht aangezogen en de geproduceerde warmte gaat voor een groot deel direct verloren via de schoorsteen. Deze ongecontroleerde verbranding leidt tot hoge emissies van luchtverontreinigende

stoffen (Koppejan, 2010). Door het lage rendement is de open haard een zeer inefficiënte verwarmingsbron die weinig bijdraagt aan duurzame energieopwekking (Milieu Centraal, 2011).

Omdat een open haard in het algemeen gebruikt wordt als sfeerverwarming en niet als hoofdverwarming, is het aantal branduren per stookseizoen beperkt (gemiddeld 137 uur per jaar (CBS, 2010)). Echter, bij verkeerd gebruik kan een open haard flinke overlast opleveren voor de buurt.

### 2.1.2 Inzethaarden

Een inzethaard is een gesloten haard die kan worden geïnstalleerd in een open haard. Doordat de haard afgesloten is, kan de luchttoevoer gecontroleerd worden. Hierdoor neemt het verbrandingsrendement aanzienlijk toe ten opzichte van open haarden, met lagere emissies tot gevolg. Oudere inzethaarden in Nederland hebben een rendement van ongeveer 50%. De inzethaarden die nu verkocht worden kunnen een rendement behalen van meer dan 75% (Koppejan, 2010). Uit een recent rapport van het CBS bleek dat inzethaarden gemiddeld 393 uur per jaar worden gebruikt (CBS, 2010).

### 2.1.3 Vrijstaande houtkachels

Vrijstaande gesloten houtkachels kunnen de geproduceerde warmte goed en gelijkmatig kwijt aan de omgeving en hebben een goed verbrandingsrendement. De oudere modellen behalen een verbrandingsrendement van ongeveer 60%, terwijl de nieuwste houtkachels een rendement van meer dan 80% kunnen halen, afhankelijk van het materiaal waarvan ze gemaakt zijn (steen of gietijzer) (Koppejan, 2010). Deze houtkachels worden gemiddeld 525 uur per jaar gebruikt (CBS, 2010).

## 2.2 Houtkachegelbruik in Nederland

CBS heeft recent een schatting gemaakt van het aantal houtkachels (vrijstaande houtkachels, open haarden en inzethaarden) in huishoudens in Nederland (CBS, 2010). Hiervoor zijn vragen over houtkachels opgenomen in het WoON-onderzoek; een groot onderzoek naar woningen en woonwensen dat wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van I&M. Ook zijn hierbij woninginspecties uitgevoerd. Uitkomsten zijn vergeleken met schattingen uit eerder onderzoek.

Tabel 2.1: Resultaten WoON-onderzoek vergeleken met eerdere onderzoeken

	2006-2007 <sup>1</sup>	2003 <sup>2</sup>	1996 <sup>3</sup>	1992 <sup>4</sup>	1990 <sup>5</sup>
<b>Totaal aantal hout-gestookte installaties</b>	1,3 miljoen <sup>6</sup>	792.000	862.000	897.000	915.000

<sup>1</sup> Resultaten WoON-onderzoek (CBS 2010).

<sup>2</sup> Cijfers uit 2003: TNO Emissieregistratie.

<sup>3</sup> Cijfers uit 1996: Hulskotte et al. (1999).

<sup>4</sup> Cijfers uit 1992: Slob en Steenwinkel (1993).

<sup>5</sup> Cijfers uit 1990: Okken et al. (1992).

<sup>6</sup> Zowel gebruikte als niet-gebruikte installaties.

In de tabel is te zien dat de resultaten van het WoON-onderzoek hoger uitvallen dan schattingen uit eerdere onderzoeken. Het belangrijkste verschil is dat het WoON-onderzoek ook niet-gebruikte installaties meeneemt en de andere onderzoeken niet. CBS denkt dat ruim een kwart van de houtgestookte installaties uit het WoON-onderzoek niet gebruikt wordt (350.000 houtkachels). Als die worden afgetrokken van het totaal, komt het aantal in de buurt van de

eerder gevonden aantallen. Maar er blijft een verschil bestaan. CBS geeft aan dat er grote onzekerheden bestaan in deze statistieken.

Uit het onderzoek van het CBS blijkt verder dat veel houtkachels ouder zijn dan vijftien jaar. De meeste oudere houtkachels hebben een slechte verbrandingsefficiëntie en daardoor een laag rendement. Nieuwe houtkachels, voorzien van een keurmerk, hebben een hoger rendement, waardoor de emissie schadelijke stoffen lager is. Uit het onderzoek blijkt dat vrijstaande houtkachels het meeste aantal branduren per jaar hebben, gevold door inzethaarden en open haarden (respectievelijk 525, 393 en 137 uur per jaar). Meer informatie staat in de tabel in Bijlage 1.

In een recent rapport van ECN (Energieonderzoek centrum Nederland) is een schatting gemaakt van het aantal houtkachels in 2020 (Boersma et al., 2009). Hierbij wordt uitgegaan van getallen van 2002 en 2008. Tussen 2002 en 2008 is een jaarlijkse daling zichtbaar van het totaal aantal houtkachels (vrijstaande houtkachels, open haarden en inzethaarden) van 1,2% per jaar. Deze neerwaartse trend is geëxtrapoleerd naar 2020. Hierbij is gebruik gemaakt van twee scenario's. Gebaseerd op een 'lage' schatting, met een afname van 1,2% per jaar, zullen er in 2020 ongeveer 687.000 houtgestookte installaties zijn. Gebaseerd op een 'hoge' schatting, gerekend met een variabele trend (zowel dalingen als stijgingen), zullen er in 2020 ongeveer 828.000 houtgestookte installaties zijn. Uit de schattingen blijkt ook dat het aantal 'keurmerk' houtkachels stijgt, terwijl het aantal houtkachels en open haarden zonder keurmerk daalt (Boersma et al., 2009).

### 2.3 Brandstof

In de praktijk staan houtkachels ook wel bekend als 'allesbrander'. Deze naam is misleidend, want in geen enkele kachel mag alles worden gestookt. Ook is lang niet alle resthout, zoals geleverd of geïmpregneerd hout, restjes spaanplaat, triplex of hardboard geschikt voor houtkachels. Bij het verbranden hiervan komen veel schadelijke stoffen vrij, zoals dioxinen, metaalverbindingen, formaldehyde en zoutzuur. Ook bij het verbranden van briketten met paraffine of bruinkool komen veel schadelijke stoffen vrij. Dit wordt door Milieu Centraal daarom afgeraden. Daarnaast vindt een toenemende uitstoot van schadelijke stoffen ook plaats als afval, zoals plastic, papier en textiel verbrand worden. Overigens is het verbranden van afval in Nederland wettelijk verboden (Milieu Centraal, 2011).

In een houtkachel mag enkel onbehandeld hout als brandstof worden gebruikt, zoals houtbriketten, houtpellets en hakhout. Geschikte houtbriketten en houtpellets zijn gemaakt van geperste houtkrullen en houtvezels zonder extra toevoegingen. Houtpellets zijn alleen geschikt voor een speciale pelletkachel. Ook kan goed gedroogd hakhout worden gebruikt. Goed gedroogd hout bevat ongeveer 20% vocht (Boersma et al., 2009). Vers gekapt hakhout bevat ongeveer 50% vocht. Door dit vocht blijft de verbrandingstemperatuur lager en brandt het vuur minder efficiënt. Daardoor ontstaan meer schadelijke verbrandingsgassen. Afhankelijk van de houtsoort en drogingscondities kan het drogen van hout één tot twee jaar duren (Milieu Centraal, 2011).

Uit een steekproef in 1990 bleek dat een zesde van het hout dat verstoekt werd in houtkachels en open haarden afvalhout was (hout dat eerst voor andere doeleinden was gebruikt). De rest kwam vermoedelijk direct uit het Nederlandse natuur- en cultuurlandschap. Uit deze steekproef kwam verder naar voren dat



slechts ongeveer 30% van het door huishoudens gebruikte hout werd gekocht, in veel gevallen op de particuliere markt (tuincentrum, bouwmarkt, brandstofhandel, timmerfabriek enzovoort). De rest werd zelf verzameld of gekregen (Okken et al., 1992). Het lijkt aannemelijk dat nog steeds het grootste deel van het hout dat in Nederland wordt verbrand afkomstig is uit het Nederlandse landschap (CBS, 2010).

In 2008 werd in een Kamervraag aan de toenmalige Minister van Wonen, Wijken en Integratie gevraagd welke eisen er gesteld worden aan de kwaliteit van brandbare materialen bij het stoken van houtkachels en wie verantwoordelijk is voor de controle hierop en de handhaving hiervan. Het antwoord van de minister luidde dat controleren en handhaven van eventuele regels praktisch onhaalbaar is (Poppe, 2008).

### 3 Emissie van houtkachels

De opvatting dat bij de verbranding van hout geen stoffen vrijkomen die schadelijk zijn voor de gezondheid van de mens omdat hout een natuurproduct is, is onjuist. Zoals bij alle vormen van verbranding, komen er bij houtverbranding veel verschillende stoffen vrij. Deze stoffen lijken niet minder schadelijk te zijn voor de gezondheid dan de stoffen die vrijkomen bij de verbranding van andere materialen zoals diesel (Naeher et al., 2007).

#### 3.1 Bestanddelen houtrook

Houtrook bestaat uit een mengsel van zeer veel verschillende stoffen. Het gaat naast CO<sub>2</sub> en water om een complexe mix van gassen en deeltjes, zoals:

- fijn stof (waaronder ultrafijn stof);
- anorganische gassen (onder andere koolmonoxide, stikstofoxiden);
- vluchtige organische stoffen (onder andere benzeen, styreen, 1,3-butadien, n-hexaan);
- polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's, waaronder benzo(a)pyreen);
- aldehyden, fenolen en quinonen (zoals respectievelijk formaldehyde, cresol en hydroquinone);
- organische zuren (onder andere azijnzuur).

Dit is slechts een greep uit de verscheidenheid aan stoffen die vrij kunnen komen bij houtverbranding. Een meer uitgebreide lijst is te vinden in de literatuurstudie van Naeher (Naeher et al., 2007).

#### 3.2 Bepalen van de emissie van houtkachels

Er zijn verschillende methoden beschikbaar om de emissie van houtkachels te bepalen. Deze kan berekend worden met emissiemodellen, gemeten worden in de lucht met analysemethoden, of geschat worden met een combinatie van beide. Metingen geven altijd de actuele situatie weer, terwijl modellen verschillende (verbrandings)scenario's in de tijd kunnen doorrekenen.

Een model is een vereenvoudigde versie van de werkelijke situatie. Het doel van een modelberekening is om de werkelijke situatie zo goed mogelijk te benaderen. Hiervoor zijn gegevens nodig over de te modelleren situatie, zoals omgevingsfactoren, weersomstandigheden, brandstof, stookgedrag. Hoe meer gegevens over de werkelijke situatie in het model gebruikt kunnen worden, des te realistischer de schatting van het model. Gegevens die niet beschikbaar zijn, worden geschat. Actuele meetgegevens kunnen een modelberekening verbeteren.

##### 3.2.1 Emissiefactoren

In Nederland zijn voor het verbranden van hout voor enkele stoffen emissiefactoren beschikbaar voor het berekenen van de emissies van houtkachels (zie Tabel 3.1). Met deze factoren kan een berekening worden gemaakt van de uitstoot van verontreinigende stoffen door de verbranding van hout. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de verbranding van hout in verschillende verbrandingstoestellen (Boersma et al., 2009);

[www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl).

Tabel 3.1: Emissiefactoren uit de Nederlandse Emissieregistratie (overgenomen uit rapport Boersma et al., 2009)

stof	eenheid	open haard	houtkachel ongekeurd*	houtkachel gekeurd*
NMVOG	g/kg	6	12	20
NO <sub>x</sub>	g/kg	2	2	1,2
PM <sub>10</sub>	g/kg	1,5	3	2,5
PM <sub>2,5</sub>	g/kg	1,4	2,8	2,4
SO <sub>2</sub>	g/kg	0,2	0,2	0,2
CO <sub>2</sub>	Kg/GJ	109,6	109,6	109,6

\* In de Emissieregistratie wordt onderscheid gemaakt tussen houtkachels die geplaatst zijn voor het toenmalige verplichte keurmerk (in 1997) en gekeurde houtkachels die daarna geplaatst zijn.

De emissiecijfers van houtkachels in verschillende landen lopen uiteen. In studies uit Duitsland en Denemarken zijn voor de meest gangbare houtkachels die in Nederland geplaatst zijn hogere emissiecijfers te vinden. Nader onderzoek naar de voor Nederland representatieve emissiefactoren is daarom raadzaam (Matthijsen en Koelemeijer, 2010).

### 3.2.2 Factoren die invloed hebben op de emissie van houtrook

Hoeveel van een bepaalde stof uitgestoten wordt door een kachel is lastig op voorhand te schatten. Dit hangt af van vele factoren zoals het type kachel, de brandstof, de verbrandingsduur, meteorologische omstandigheden, karakteristieken van woning en schoorsteen, maar vooral ook het stookgedrag van de stoker. Voor een modelberekening maakt het ook uit of de berekening wordt gemaakt voor een toekomstige of de huidige situatie, aangezien de hoeveelheid houtkachels en het gebruik ervan in de toekomst in Nederland anders wordt geschat dan nu het geval is (Boersma et al., 2009).

Zoals eerder is aangegeven in hoofdstuk 2 zijn er verschillende soorten houtkachels met ieder hun eigen verbrandingskarakteristieken. Hierdoor zal ook de samenstelling van de rook per kachel verschillen. Zo worden koolmonoxide, fijn stof en organische stoffen meer gevormd bij onvolledige verbranding. De volledigheid van de verbranding hangt sterk af van de verbrandingsefficiëntie van de kachel. Oudere of slecht onderhouden haarden hebben vaker niet-optimale verbrandingsomstandigheden. Uit Amerikaans onderzoek blijkt dat de emissies van fijn stof van oude houtkachels ongeveer 70% hoger zijn dan die van modernere houtkachels met een keurmerk van de Environmental Protection Agency (EPA) (Allen et al., 2009).

Om de emissie van houtkachels te verminderen is het van belang dat het rookkanaal periodiek geveegd wordt door een schoorsteenveger. Vaak wordt het jaarlijks vegen van de schoorsteen ook verlangd door de verzekeringsmaatschappij waar de brandverzekering van het huis is afgesloten. Daarnaast kunnen aanpassingen aan de kachel zorgen voor een lagere emissie. Een stuw- of keerschot bovenin de kachel zorgt ervoor dat de rookgassen alsnog vollediger verbranden. Ook kan het gebruik van speciale filters in het rookgaskanaal resulteren in een lagere emissie van houtrook (Koppejan, 2010).

De karakteristieken van de woning zijn van invloed op de emissie van houtrook, bijvoorbeeld de ventilatiecapaciteit van de woning en de hoogte van de schoorsteen. Tevens dient de capaciteit van de kachel te passen bij de ruimte waar deze geplaatst is. Als de capaciteit van de kachel te groot is, zal de kachel

onder niet optimale omstandigheden 'gesmoord' worden gestookt. Dit zijn geen optimale verbrandingsomstandigheden. Het gesmoord stoken van een kachel zorgt voor een onvolledige verbranding, een lager verbrandingsrendement en een hogere emissie.

Meteorologische factoren zijn van invloed op de verspreiding van houtrook. Zo zal bij lage windsnelheid en hoge luchtvochtigheid de concentratie bij de bron groter zijn dan bij hoge windsnelheid en lage luchtvochtigheid. Daarnaast kan bij bepaalde weersomstandigheden een inversielaag in de lucht optreden die ervoor zorgt dat een rookpluim uit de schoorsteen niet meer verticaal kan opstijgen. De rook zal zich daardoor horizontaal verspreiden. Ook zal er logischerwijs bij een lage omgevingstemperatuur meer gestookt worden (in het stookseizoen). Overigens wordt in de stooktips van onder andere Milieu Centraal specifiek aangegeven om niet te stoken bij windstil of mistig weer (Milieu Centraal, 2011).

### 3.3 Emissie van houtrook naar binnen- en buitenlucht

Een deel van de verbrandingsrook van houtkachels komt direct in het binnenmilieu terecht en zorgt daar voor blootstelling van de bewoners. Dat geldt vooral voor open haarden, maar ook de uitstoot van een gesloten kachel kan in het binnenmilieu terechtkomen wanneer de kachel bijgevuld wordt of lekt. De meeste verbrandingsrook zal via de schoorsteen in de omgeving worden uitgestoten.

Door ventilatie en infiltratie van buitenlucht komen deze verbrandingsproducten ook in het binnenmilieu van andere woningen terecht. Uit studies in gebieden met veel houtkachels (in Seattle, USA) bleek dat een groot deel (gemiddeld 79%) van het fijn stof in de binnenlucht afkomstig was van bronnen buiten (Naehrer et al., 2007). Blootstelling in de woning is dus niet alleen van belang voor de stoker zelf, maar ook bewoners in de omgeving worden aan houtrook blootgesteld.

#### 3.3.1 Concentraties in binnenlucht

Er zijn relatief weinig metingen gedaan in het binnenmilieu van woningen met houtkachels. Uit een Zweedse studie bleek dat in huizen met een houtkachel een significant hogere binnenluchtconcentratie van 1,3-butadien en benzeen aanwezig was in vergelijking met huizen zonder kachel. In dezelfde studie werden geen significante verschillen aangetroffen voor aldehyden (formaldehyde en acetaldehyde) (Gustafson et al., 2007). In andere studies werden ook geen significante verschillen gevonden in de binnenluchtconcentraties in huizen met en zonder houtkachels voor onder andere benzeen, toluen, ethylbenzeen, xyleen, NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub> (Levesqu et al., 2001; Galbally et al., 2009). In enkele huizen met een houtkachel werden detecteerbare, maar wel lage concentraties CO gemeten (Levesqu et al., 2001). Overigens waren alle gerapporteerde waarden onder de gezondheidkundige grenswaarden voor deze stoffen.

In een Zweedse studie werden 27 verschillende PAK's onderzocht in woningen met en zonder houtkachel. De meeste PAK's bleken in huizen met houtkachel in hogere concentraties voor te komen dan in huizen zonder houtkachel. Echter, bij enkele soorten PAK's was de concentratie in huizen zonder houtkachel hoger. Opmerkelijk was de bevinding dat de concentratie PAK's in de buitenlucht voor het merendeel van de 27 verschillende PAK's hoger was dan binnenluchtconcentratie, zowel in huizen met als huizen zonder houtkachels. Hiervoor wordt in de rapportage geen verklaring gegeven (Gustafson et al., 2008).

### 3.3.2 *Bijdrage houtverbranding aan luchtverontreiniging in Nederland*

De lokale bijdrage van houtverbranding aan de luchtverontreiniging in Nederland is niet zo goed in kaart gebracht als bijvoorbeeld de lokale bijdrage van verkeer. In Nederland zijn onlangs verkennende metingen uitgevoerd door ECN (Energieonderzoek Centrum Nederland) binnen het Beleidsgericht OnderzoeksProgramma fijn stof (BOP) om een schatting te maken van de bijdrage van houtverbranding aan PM<sub>10</sub>- en PM<sub>2,5</sub>-concentraties in Nederland (Matthijssen en Koelemeijer, 2010). Deze verkennende metingen zijn uitgevoerd op een locatie met veel houtkachels in de omgeving in een bosachtig gebied (Schoorl, Noord-Holland) en in een stedelijk gebied met minder houtkachels (Overtoom/Vondelpark te Amsterdam). Levoglucosan is daarbij gebruikt als indicator voor houtverbranding (zie ook paragraaf 3.3.3). In Amsterdam is gemeten van januari tot en met juni 2006. In Schoorl is gemeten in februari 2009 (Kos en Weijers, 2010).

Bij de verkennende metingen in het bosrijke gebied, was de bijdrage in de wintermaanden tussen 20 en 27% voor PM<sub>10</sub> en 30-39% voor PM<sub>2,5</sub>. Alhoewel deze metingen in het winterseizoen zijn uitgevoerd was het een milde periode. Bij streng winterweer zou de procentuele bijdrage door houtrook groter kunnen (Kos en Weijers, 2010).

Uit de verkennende studie in stedelijk gebied blijkt dat de houtverbranding in de winterperiode met een bijdrage van 4% klein, maar relevant is. Voor de zomerperiode is deze bijdrage verwaarloosbaar. Door de auteurs wordt opgemerkt dat de verkennende metingen indicatief zijn. De geschatte procentuele bijdrage van houtrook op de totale fijnstofconcentratie geldt alleen voor de periode van de meetcampagne. Aanbevolen wordt om de lokale bijdrage van houtverbranding aan fijn stof in Nederland beter in kaart te brengen. Mogelijk kan dit onderzoek gekoppeld worden aan een verkenning van eenvoudige maatregelen om de uitstoot te beperken (Boman et al., 2003; Kos en Weijers, 2010; Matthijssen en Koelemeijer, 2010).

In landen waar veel hout verbrandt wordt in de winter (bijvoorbeeld Canada en Zweden) kan de bijdrage van houtverbranding aan luchtverontreiniging erg hoog zijn, tot wel 90% (Boman et al., 2003; Naeher et al., 2007). Vaak is de houtkachel in deze gebieden de primaire verwarmingsbron. In Nederland wordt vooral aardgas als primaire verwarmingsbron gebruikt. Hierdoor zullen de hoeveelheid houtkachels in een gebied en het aantal stookuren per jaar in Nederland veel lager zijn. Hierdoor is de vergelijking met andere landen lastig te maken.

### 3.3.3 *Markers van houtverbranding*

De bijdrage van bronnen aan de hoeveelheid fijn stof in de lucht wordt veelal geschat aan de hand van 'bronspecifieke markers'. Dit betekent dat de stoffen die als markers worden gekozen sterk samenhangen met de uitstoot van één bepaalde bron, en niet of minder met de uitstoot van andere bronnen. De massa van een bronspecifieke marker ten opzichte van de totale fijnstofmassa geeft de bronbijdrage aan in procenten.

Levoglucosan is een veel gebruikte marker om de bijdrage van houtrook aan fijn stof te bepalen (Naeher et al., 2007). Anthraceen zou tevens een goede kandidaat kunnen zijn als marker voor houtrook (Gustafson et al., 2008). Het probleem echter met alle gebruikte houtrookmarkers is dat ze niet specifiek zijn voor houtrook maar algemeen voorkomen bij verbrandingsprocessen.

Levoglucosan laat een grote spreiding zien die gedeeltelijk wordt veroorzaakt door type houtkachel, brandstofkwaliteit en stookgedrag. Deze grote variatie zorgt ervoor dat levoglucosan niet als kwantitatieve marker gebruikt kan worden (Hedberg et al., 2006).

### 3.4 Voorbeelden van terugdringen van emissies in andere landen

In verschillende westerse landen (onder andere Verenigde Staten, Canada en Australië) zijn er gesubsidieerde omwisselprogramma's (geweest) om oude houtkachels te vervangen door modernere gecertificeerde houtkachels. In een aantal onderzoeken zijn deze omwisselprogramma's geëvalueerd. Het gaat vooral om gebieden waar houtkachels de primaire verwarmingsbron zijn. Hieruit bleek dat een substantiële verlaging van de emissies van  $PM_{2,5}$  door houtkachels alleen mogelijk is als op grote schaal oude houtkachels worden ingewisseld voor moderne houtkachels met een hoge verbrandingsefficiëntie. Na omwisselen bleek ook het emissieprofiel te zijn veranderd (door andere verbrandingsomstandigheden) (Allen et al., 2009; Bergauff et al., 2009). Er was geen effect zichtbaar op de binnenluchtconcentraties in huizen met een kachel na de omwisseling (Allen et al., 2009; Galbally et al., 2009).

In Nederland zijn er geen gebieden waar houtkachels de primaire verwarmingsbron in woningen zijn. Het gebruik van houtkachels zal daarom minder zijn in vergelijking met de gebieden waar deze inwisselprogramma's zijn geëvalueerd. De verkennende studie in Schoorl laat zien dat in een belast gebied de bijdrage van houtrook in de wintermaanden voor  $PM_{10}$  kan oplopen tot 30% en voor  $PM_{2,5}$  tot 40%. Het overige deel van de  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$  is afkomstig van andere bronnen (Kos en Weijers, 2010). Een vermindering van de fijnstofemissie door omgewisselde houtkachels kan alleen invloed hebben op het deel van de totale fijnstofconcentratie dat uitgestoten wordt door houtkachels. In Nederland zal het effect van een gesubsidieerde inruil van oude houtkachels voor nieuwe daardoor waarschijnlijk lokaal slechts beperkt effect hebben op de luchtkwaliteit.

Een kachel die aan strengere eisen voldoet heeft een betere en vollediger verbranding. Dit zou mogelijk kunnen zorgen voor een vermindering van de ervaren stookhinder. Helaas is de ervaren stookhinder (voor en na omruilen) niet meegenomen in de verschillende evaluatiestudies van omwisselprogramma's.



## 4 Mogelijke gezondheidseffecten van houtverbranding

### 4.1 Toxiciteit van houtrook

Houtrook is een complex mengsel van allerlei stoffen (zie paragraaf 3.1). Over het algemeen zorgen mengsels van stoffen ervoor dat de risicobeoordeling zeer complex wordt, zo ook voor houtrook. Er wordt momenteel nog veel onderzoek gedaan naar de gezondheidseffecten van houtrook, net als het vergelijkende toxiciteitonderzoek naar de schadelijkheid van fijn stof afkomstig van verschillende bronnen. Vaak wordt hierbij gekeken naar de effecten van fijn stof. Het blijft echter van belang om het hele mengsel te beschouwen bij het vaststellen van gezondheidsrisico's.

#### 4.1.1 *Gezondheidseffecten van fijn stof in houtrook*

Fijn stof kent verschillende bronnen van emissies die door zowel menselijk (antropogeen) als natuurlijk handelen worden beïnvloed. Fijn stof ( $PM_{10}$ ) bestaat gemiddeld voor 75-80% uit antropogene bestanddelen; voor  $PM_{2,5}$  is dit 85-90%. Houtverbranding is één van die fijnstofbronnen. Een groot gedeelte (90%) van de houtrook bevindt zich in de  $PM_{2,5}$ -fractie (Matthijssen en Koelemeijer, 2010).

Uit studies naar de effecten van fijn stof blijkt dat fijn stof bij bepaalde concentraties schadelijk is voor de gezondheid. Aangezien uit epidemiologisch onderzoek geen bewijs is gevonden voor een niveau waaronder geen nadelige gezondheidseffecten zullen optreden gaat men ervan uit dat er geen veilige drempelwaarden voor fijn stof zijn aan te wijzen.

Afhankelijk van het gezondheidkundige eindpunt laten studies waarbij de effecten van volledige en onvolledige verbranding van hout zijn vergeleken, andere uitkomsten zien. Fijn stof afkomstig van onvolledige verbranding leidt per gram stof tot meer celschade dan deeltjes afkomstig van een compleet verbrandingsproces (Kocbach Bolling et al., 2009). Karlsson laat zien dat een effectievere verbranding van hout leidt tot een afname van de fijnstofemissies. De uitgestoten deeltjes veroorzaken echter niet minder schade aan het erfelijke materiaal (DNA). Daarnaast blijft de productie van ontstekingsmarkers gelijk bij een effectiever verbrandingsproces (Karlsson et al., 2006). Het lijkt aannemelijk dat er grote variaties zijn in de toxische potentie van houtrook.

#### 4.1.2 *Toxiciteit van houtrook vergeleken met anderen fijnstofbronnen*

Het is nog onduidelijk wat de toxiciteit is van houtrook in vergelijking met andere bronnen, zoals verkeersgerelateerde luchtverontreiniging. Boman et al. concluderen op basis van een meta-analyse dat er in ieder geval geen reden is om aan te nemen dat gezondheidseffecten van fijn stof afkomstig van houtverbranding minder schadelijk zouden zijn dan die van andere bronnen (Boman et al., 2003).

In vitro onderzoek naar het vermogen van houtrook om een ontstekingsreactie te ontwikkelen in long- of bloedcellen, laat een lagere (Karlsson et al., 2006) of vergelijkbare potentie (Kocbach et al., 2008a; Kocbach et al., 2008b; Kocbach et al., 2008c) zien voor deeltjes afkomstig van houtrook ten opzichte van verkeersgerelateerde deeltjes (voornamelijk dieselroet). Blootstelling van long- en bloedcellen aan houtrook lijkt per milligram ook niet tot een grotere productie



van stoffen die ontstekingen kunnen initiëren te leiden dan fijn stof afkomstig van een landelijke achtergrond (Danielsen et al., 2011).

Een Europese studie waarbij fijn stof van verschillende gebieden is getest op toxische potentie in een dierstudie, bevestigt dat blootstelling aan fijn stof van houtverbranding kan leiden tot een vergelijkbare ontsteking in de longen als na blootstelling aan verkeersgerelateerd fijn stof (Gerlofs-Nijland et al., 2007).

De potentie van het stof verzameld in Noord-Zweden waar de luchtverontreiniging gedomineerd werd door houtrook was vergelijkbaar met de potentie van het stof verzameld in Nederland op een drukke verkeerslocatie. Kijkend naar een ander eindpunt in een invitrostudie, DNA-schade, dan lijkt het fijn stof afkomstig van houtverbranding per massa schadelijker dan verkeersgerelateerd fijn stof (Danielsen et al., 2009; Danielsen et al., 2011). Dit zou volgens de auteurs kunnen betekenen dat houtrook schadelijker is dan fijn stof afkomstig van motoremissies als het gaat om de ontwikkeling van longkanker.

Zoals in paragraaf 3.1 naar voren komt is houtrook een complex mengsel van allerlei stoffen. Over het algemeen geldt voor houtverbranding dat het deels onbekend is welk deel van de vrijgekomen componenten, de gassen en/of fijn stof, tot de gezondheidseffecten leiden en ook of het gaat om de grootte van de het fijn stof of de samenstelling van fijn stof en gassen. Bij het ontstaan van een ontstekingsreactie lijken de organische stoffen gebonden aan het fijn stof van belang. De rol van gassen is niet beschreven, hoewel in theorie, op basis van het toxische potentieel deze stoffen bij voldoende hoge concentratie voor luchtwegirritatie kunnen zorgen. De concentratie van enkele gasvormige componenten in de binnenlucht bij houtverbranding is in enkele studies gerapporteerd (zie ook paragraaf 3.3.1; (Levesque et al., 2001; Gustafson et al., 2007; Galbally et al., 2009). Hierbij waren echter alle gerapporteerde waarden onder de gezondheidkundige grenswaarden voor chronische blootstelling voor deze stoffen.

#### **4.2 Epidemiologische studies naar de gezondheidseffecten van houtrook**

Deze paragraaf beschrijft de gezondheidseffecten die in wetenschappelijk onderzoek geassocieerd worden met houtverbranding. De informatie in dit hoofdstuk is afkomstig uit verschillende reviews over dit onderwerp (Naeher et al., 2007; Boman et al., 2003 en Larson en Koenig, 1994) en aanvullend recente onderzoeken die uitgevoerd zijn. De in wetenschappelijke literatuur gerapporteerde gezondheidseffecten kunnen ingedeeld worden in:

1. acute effecten door kortdurende blootstelling;
2. chronische effecten door langdurige blootstelling;
3. hindereffecten door het ervaren van stankoverlast.

Er zijn vooral epidemiologische studies gedaan in hoogbelaste gebieden in andere landen, waar in de winter de bijdrage van houtverbranding aan de fijnstofconcentratie in de buitenlucht op kan lopen tot 90% (Boman et al., 2003; Naeher et al., 2007). Ter vergelijking, in Nederland bleek uit een verkennende studie dat deze bijdrage kan oplopen tot 30% (PM<sub>10</sub>) en 40% (PM<sub>2,5</sub>) in de wintermaanden op een locatie waar veel hout werd gestookt (Kos en Weijers, 2010; Matthijsen en Koelemeijer, 2010).

Het episodische en plaatselijke karakter van houtrook maakt het schatten van de blootstelling in epidemiologische studies lastig. Gegevens over de blootstelling zijn in de epidemiologische studies vaak niet gebaseerd op persoonlijke metingen, maar worden geschat op basis van metingen in de

buitenlucht op een bepaalde locatie, of enkel op het gebruik van een houtkachel in de woning als maat voor de blootstelling.

#### 4.2.1 *Acute gezondheidseffecten door kortdurende blootstelling*

Acute gezondheidseffecten die zijn onderzocht in samenhang met kortdurende blootstelling aan hoge niveaus van houtrook zijn voornamelijk effecten op de luchtwegen, zoals luchtwegklachten en verminderde longfunctie, en cardiovasculaire effecten. Bij de luchtwegklachten gaat het voornamelijk om hoesten en piepende ademhaling (wat ook wel 'wheeze' wordt genoemd). Mensen met bestaande luchtwegaandoeningen of met hart- en vaatziekten behoren tot de gevoeligste groepen. Deze gezondheidseffecten zijn niet specifiek voor houtrook en worden ook gevonden bij blootstelling aan bijvoorbeeld luchtverontreiniging door verkeer.

In epidemiologische studies naar de acute gezondheidseffecten van kortdurende blootstelling aan houtrook wordt onderzocht in hoeverre kortdurende veranderingen in blootstelling aan houtrook (veelal zijn dat schommelingen in de dagelijkse concentraties) samenhangen met veranderingen in (dagelijkse) gezondheidsklachten in de blootgestelde populaties. Dit kan gedaan worden door gegevens over veranderingen in luchtverontreiniging te koppelen aan bestaande registraties van ziekenhuisopnamen of dagelijkse sterfte. Ook kan aan deelnemers gevraagd worden om een dagboekje bij te houden over veranderingen in luchtwegklachten of longfunctie.

Epidemiologische studies geven inzicht in de effecten die kunnen ontstaan bij concentraties zoals die in de buitenlucht voorkomen. Hieronder worden enkele bevindingen van deze studies beschreven.

Epidemiologische studies in gebieden met een hoge bijdrage van houtrook of biomassaverbranding aan fijn stof in de winter laten zien dat een verhoogde concentratie fijn stof (gemeten als PM<sub>10</sub> en/of PM<sub>2,5</sub>) geassocieerd is met een verhoging van het aantal ziekenhuisopnamen voor luchtwegaandoeningen (Larson en Koenig, 1994; Schreuder et al., 2006; Naeher et al., 2007) en mogelijk cardiovasculaire aandoeningen (Sarnat et al., 2008).

Ook blijkt een hoge fijnstofconcentratie door houtrook in de buitenlucht van de vorige dag geassocieerd te zijn met een verlaging van de longfunctie van astmatische kinderen. Deze associatie wordt niet gevonden bij niet-astmatische kinderen en kan verstoord worden door het gebruik van astmamedicatie (Allen et al., 2008; Epton et al., 2008). Echter, niet alle uitgevoerde studies geven een eenduidig beeld. Uit verschillende studies blijkt geen associatie tussen houtkachelgebruik en luchtwegsymptomen of veranderingen in longfunctie te bestaan (Levesqu et al., 2001; Belanger et al., 2003; Boman et al., 2003; Beckett et al., 2006; Naeher et al., 2007).

In enkele blootstellingsstudies zijn vrijwilligers onder gecontroleerde omstandigheden blootgesteld aan houtrook (Barregard et al., 2006; Barregard et al., 2008; Ghio et al., 2011). Deze studies laten een associatie zien tussen blootstelling aan verbrandingsproducten van houtrook en (systemische) ontstekingsreacties. Echter, de concentraties waaraan de vrijwilligers eenmalig worden blootgesteld in dit type studies zijn relatief hoog ten opzichte van de niveaus in de buitenlucht. De vertaling van deze resultaten naar praktijksituaties waarin lage concentraties voorkomen is daarom lastig.

#### 4.2.2 *Chronische gezondheidseffecten door langdurige blootstelling*

Naast gezondheidseffecten die kunnen optreden door kortdurende (piek)blootstelling, kunnen er ook gezondheidseffecten optreden door langdurige blootstelling aan lagere concentraties houtrook. De onderzochte gezondheidseffecten zijn voornamelijk luchtwegklachten (zoals hoesten, piepende ademhaling (wat ook wel 'wheeze' wordt genoemd), ontwaken in de nacht door hoest en kortademigheid), (chronische) luchtwegaandoeningen (bijvoorbeeld astma en COPD) en longkanker. Deze gezondheidseffecten zijn niet specifiek voor houtrook en worden ook gevonden bij blootstelling aan bijvoorbeeld fijn stof afkomstig van verkeer. Deze effecten staan beschreven in de reviews van Larson en Koenig, Boman et al. en Naeher et al. (Larson en Koenig, 1994; Boman et al., 2003; Naeher et al., 2007). Hieronder worden enkele bevindingen van deze epidemiologische studies beschreven.

Bij kinderen is in verschillende onderzoeken een associatie gevonden tussen houtkachelgebruik en luchtwegklachten, zoals hoesten en piepende ademhaling (Honicky et al., 1985; Butterfield et al., 1989; Browning et al., 1990; Morris et al., 1990; Honicky en Osborne, 1991; Triche et al., 2002). Daarnaast is er een afname te zien in de longfunctie van schoolkinderen die thuis blootgesteld waren aan PM<sub>10</sub> van houtrook (Larson en Koenig, 1994).

Ook bij volwassenen is er een associatie gevonden tussen de aanwezigheid van een houtkachel in huis en luchtwegklachten (kortademigheid en hoesten) (Larson en Koenig, 1994), astma (Thorn et al., 2001), en een verergering van klachten bij volwassenen met astma (Naeher et al., 2007).

Echter, een aantal studies vond geen effecten van de aanwezigheid van houtkachels en het voorkomen van astma en/of luchtwegsymptomen bij kinderen (Larson en Koenig, 1994; Maier et al., 1997; Jones et al., 1999; Belanger et al., 2003; Noonan en Ward, 2007) en (astmatische) volwassenen (Eisner et al., 2002; Triche et al., 2005). Ook werden er geen verschillen gevonden in het voorkomen van luchtwegklachten bij volwassenen in gebieden met een hoge en lage fijnstofconcentratie door houtrook (Browning et al., 1990; Bennett et al., 2010).

Slechts een paar studies hebben de effecten van langdurige blootstelling gedurende de jeugd of gedurende het hele leven op het voorkomen van longaandoeningen (zoals COPD en longkanker) op latere leeftijd onderzocht. Zo vond men in een groot onderzoek in zeven Europese landen een klein verhoogd risico op longkanker bij het gebruik van hout voor verwarming. Het risico was hoger als men langer was blootgesteld (> 50% van het leven) (Lissowska et al., 2005). Ook in een ander onderzoek werd een associatie gevonden tussen longkanker bij vrouwen en traditioneel verwarmen op hout en kolen (Ramanakumar et al., 2007). In een onderzoek uit Spanje werd een dosisresponsrelatie gevonden tussen duur en intensiteit van blootstelling aan rook van hout en kolen en COPD (Orozco-Levi et al., 2006). Echter, deze studies onderzoeken de effecten van houtrook op de 'stoker' zelf in vroegere situaties waarin hout en kolen gebruikt werden om mee te koken en als primaire verwarmingsbron. Deze situaties lijken niet op het huidige houtkachelgebruik in Nederland en resultaten zijn daarom niet te vertalen naar de huidige situatie.

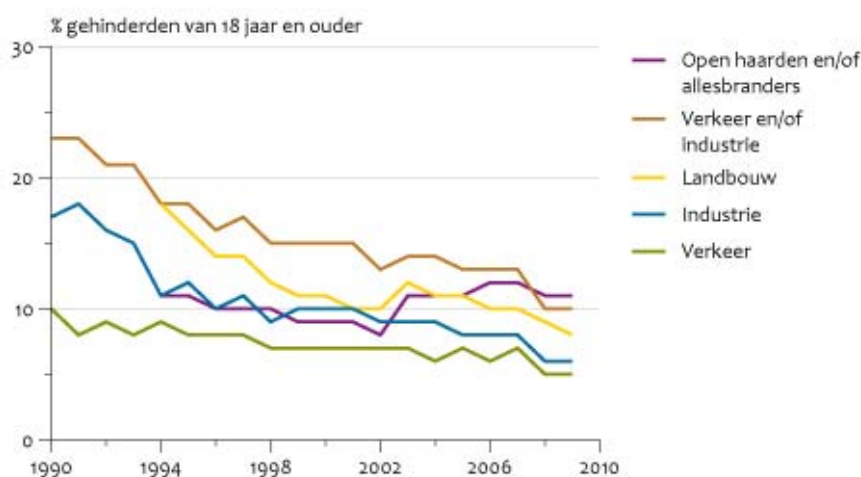
#### 4.2.3 *Hindereffecten door het ervaren van geuroverlast*

Hinder is een ervaringsmaat, het is een weergave van de beleving van een vorm van overlast (Poll et al., 2011). De geuroverlast door houtverbranding in de woonomgeving kan leiden tot verstoring van gedrag en stressgerelateerde

gezondheidsklachten. Daarnaast kan houtverbranding leiden tot hinder door roetneerslag in de omgeving.

Uit een jaarlijkse enquête van het CBS naar de waardering van de leefomgeving blijkt dat 11% van de Nederlandse bevolking in 2009 hinder ondervond van stank van openhaarden en/of allesbranders. Zoals te zien is in Figuur 4.1 wordt geurhinder door open haarden en/of allesbranders in 2009 zelfs aangeduid als belangrijkste geurhinderbron in de leefomgeving, hoger dan de geuroverlast door landbouw, verkeer en industrie (CBS et al., 2011).

#### Geurhinder per bron



Bron: CBS.

CBS/feb10/0290  
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

*Figuur 4.1: Uitkomsten uit de jaarlijkse enquête van het CBS naar de waardering van de leefomgeving. (Figuur overgenomen uit het compendium voor de leefomgeving (CBS et al., 2011)).*

In hoeverre iemand geur als hinderlijk ervaart, hangt af van verschillende factoren, zoals de aard en het karakter van de geur, de duur en frequentie van de blootstelling. Het verschilt per persoon hoe deze omgaat met geuroverlast. Verschillende factoren spelen hierbij een rol, waaronder demografische factoren zoals leeftijd, geslacht, en sociaaleconomische status, bezorgdheid en de eigen (ervaren) gezondheid (Smeets en Fast, 2006). Bekend is dat er minder hinder wordt ervaren als de gehinderden zelf invloed kunnen uitoefenen op de bron of zelf (financiële) belangen hebben bij de bron. Het voorspellen van geurhinder is daardoor ingewikkeld. Ook is er geen eenduidig verband tussen de concentratie van een stof en de geurhinder. Een verdubbeling van de concentratie betekent niet automatisch een verdubbeling van het aantal klachten of een verdubbeling van de stank (GGD-NL, 2002).

Het ervaren van geurhinder in de woonomgeving kan leiden tot gezondheidsklachten, onder andere doordat:

- Omwonenden de geur kunnen associëren met een ziekte of lichamelijke klachten, ook al zijn de concentraties van deze stoffen onder de toxicologische drempel.
- Het waarnemen van een onaangename geur kan zorgen voor aanpassingen van het gedrag. Door bijvoorbeeld het sluiten van ramen kan het binnenmilieu verslechteren.

- Het (veelvuldig) waarnemen van een onaangename geur kan leiden tot stress en/of depressieve klachten (Smeets en Fast, 2006).

### 4.3 Samenvatting gezondheidseffecten

Houtrook is een complex mengsel van allerlei stoffen en dit maakt de risicobeoordeling lastig. Welke componenten in houtrook tot welke gezondheidseffecten kunnen leiden is deels onbekend. Op basis van een meta-analyse wordt geconcludeerd dat er in ieder geval geen reden is om aan te nemen dat gezondheidseffecten van fijn stof afkomstig van houtverbranding minder ernstig zouden zijn dan die van andere bronnen.

Uit studies naar de effecten van fijn stof blijkt dat fijn stof bij bepaalde concentraties schadelijk is voor de gezondheid. In lijn met de verkeersgerelateerde emissies van fijn stof mag worden aangenomen dat over het algemeen een reductie van fijn stof voordelen zal opleveren voor de volksgezondheid. Dit komt mede voort uit de aanname dat er geen veilige drempelwaarde is aan te geven voor fijn stof in de buitenlucht. Zoals ook bij verkeersgerelateerd fijn stof het geval is, behoren mensen met bestaande luchtwegaandoeningen en cardiovasculaire ziekten tot de gevoeligste groepen.

Toxicologisch onderzoek laat zien dat fijn stof afkomstig van houtrook tot een vergelijkbare ontsteking in de longen kan leiden als verkeersgerelateerd fijn stof. Kijkend naar DNA-schade, dan lijkt fijn stof van houtverbranding zelfs schadelijker. Onderzoek met vrijwilligers die enkele uren werden blootgesteld aan houtrook toont aan dat dit kan leiden tot gezondheidsschade. Het gaat hierbij echter om eenmalige hoge concentraties en het is lastig deze resultaten te vertalen naar praktijksituaties van lagere chronische blootstelling.

Verschillende epidemiologisch onderzoeken geven geen eenduidig beeld. Studies in gebieden met een hoge bijdrage van houtrook aan fijn stof in de winter laten zien dat een verhoogde concentratie is geassocieerd met een verhoging van het aantal ziekenhuisopnamen voor luchtwegaandoeningen en mogelijk cardiovasculaire aandoeningen. Ook blijkt een hoge fijnstofconcentratie geassocieerd te zijn met een verlaging van de longfunctie van astmatische kinderen de dag erna. Bij kinderen is in verschillende onderzoeken een associatie gevonden tussen houtkachelgebruik thuis en luchtwegklachten en een afname van de longfunctie. Ook bij volwassenen is een associatie gevonden tussen aanwezigheid van een houtkachel in huis en luchtwegklachten. Echter, verschillende studies laten geen relatie met gezondheidseffecten zien.

Door het ontbreken van een goede blootstellingindicator voor de complexe en variërende samenstelling van houtrook is het niet goed aan te geven of gevonden effecten veroorzaakt worden door houtrook of door de emissie afkomstig van een andere bron zoals verkeer. Dat maakt het lastig om uitspraken over gevolgen voor de Nederlandse situatie te doen.

Het gebruik van houtkachels kan ook tot geuroverlast leiden. Volgens een jaarlijkse CBS-enquête zijn openhaarden en allesbranders de belangrijkste oorzaak van geuroverlast in 2009; 11% van de Nederlanders ondervond hiervan hinder. Het ervaren van geurhinder hangt af van verschillende factoren, zoals aard van de geur, duur en frequentie, leeftijd, bezorgdheid en eigen gezondheid, en is moeilijk te voorspellen. Het ervaren van geurhinder kan leiden tot gezondheidsklachten.

## 5 Conclusie en discussie

### 5.1 In kaart brengen van de Nederlandse situatie

In Nederland is enkel een verkennende studie uitgevoerd naar de bijdrage van fijn stof door houtkachels. Wat uit deze studie naar voren kwam was dat vooral het aantal houtkachels dat in een bepaald gebied in gebruik is bepalend is voor de bijdrage aan de totale fijnstofconcentratie. In een landelijk gebied met veel houtkachels was de bijdrage van fijn stof door houtkachels hoger dan in een stedelijk gebied, waar minder houtkachels aanwezig zijn. De studies bestrijken overigens niet een geheel jaar waardoor gegevens over de seizoensgebonden activiteiten worden gemist. Om een beter beeld te krijgen van de lokale bijdrage van houtverbranding aan luchtverontreiniging in Nederland zal een bredere verkenning van de lokale blootstelling aan schadelijke stoffen als gevolg van houtverbranding nodig zijn (Matthijssen en Koelemeijer, 2010).

De emissiecijfers die in Nederland gebruikt worden voor gekeurde en ongekeurde houtkachels zijn lager dan de emissiecijfers die in bijvoorbeeld Duitsland en Denemarken gevonden zijn. Nader onderzoek naar de voor Nederland representatieve emissiecijfers is daarom nodig (Kos en Weijers, 2010; Matthijssen en Koelemeijer, 2010).

### 5.2 Gezondheidseffecten

Verschillende buitenlandse epidemiologische en toxicologische studies naar de gezondheidseffecten van houtrook geven geen eenduidig beeld. Enkele studies vonden een verband tussen houtkachelgebruik en gezondheidseffecten op de luchtwegen, terwijl andere studies dit verband niet konden aantonen.

In het algemeen geldt dat hoe meer luchtverontreiniging er in een bepaald gebied is, hoe meer gezondheidsschade er zal optreden. Op basis van de huidige inzichten blijft het vanuit gezondheidskundig oogpunt raadzaam om emissies van fijn stof, van welke bron dan ook, in de buitenlucht te beperken. Bij verkeersgerelateerde fijn stof behoren mensen met bestaande luchtweg- en cardiovasculaire aandoeningen tot de gevoelige groepen. Dit geldt waarschijnlijk ook voor fijn stof van houtrook.

Zoals gezegd in paragraaf 5.1 is meer inzicht in de bijdrage van houtrook in de lokale situatie in Nederland wenselijk, zeker op locaties waar bronnen en bewoning dicht bij elkaar liggen. Daarnaast is onderzoek naar de relatieve schadelijkheid van fijn stof afkomstig van verschillende bronnen van belang om het probleem van houtrook in perspectief te plaatsen.

### 5.3 Stookhinder

Het stoken van hout in open haarden en houtkachels is de meest genoemde bron van geurhinder in Nederland. Ook kan er angst bestaan voor de gevolgen van houtrook op de gezondheid. Vaak kan het hanteren van algemene stookadviezen al zorgen voor een vermindering van de overlast. Op verschillende sites op het internet is informatie te vinden over goed stookgedrag. Het gaat hierbij om algemene adviezen zoals het gebruik van droog, onbewerkt hout, en niet stoken bij windstil/mistig weer. Bijlage 2 van dit rapport geeft enkele voorbeelden van de adviezen die te vinden zijn op het internet. Echter, vaak leiden stookadviezen alleen niet tot een bevredigende

oplossing voor een klacht. Dit komt mede omdat de mogelijkheden om ongewenste situaties aan te pakken gering zijn en zich vooral beperken tot vrijwillige maatregelen. Bij GGD'en wordt dan ook geregeld melding gemaakt van onder andere overlast als gevolg van houtverbranding.

## Referenties

Allen, R.W., S. Leckie, G. Millar en M. Brauer (2009) The impact of wood stove technology upgrades on indoor residential air quality. *Atmospheric Environment* 43(37): 5908-5915.

Allen, R.W., T. Mar, J. Koenig, L.J.S. Liu, T. Gould, C. Simpson en T. Larson (2008) Changes in lung function and airway inflammation among asthmatic children residing in a woodsmoke-impacted urban area. *Inhalation Toxicology* 20(4): 423-433.

Barregard, L., G. Sallsten, L. Andersson, A.C. Almstrand, P. Gustafson, M. Andersson en A.C. Olin (2008) Experimental exposure to wood smoke: effects on airway inflammation and oxidative stress. *Occupational & Environmental Medicine* 65(5): 319-324.

Barregard, L., G. Sallsten, P. Gustafson, L. Andersson, L. Johansson, S. Basu en L. Stigendal (2006) Experimental exposure to wood-smoke particles in healthy humans: effects on markers of inflammation, coagulation, and lipid peroxidation. *Inhalation Toxicology* 18(11): 845-853.

Beckett, W.S., J.F. Gent, L.P. Naeher, K. Belanger, E.W. Triche M.B. Bracken en B.P. Leaderer (2006) Peak expiratory flow rate variability is not affected by home combustion sources in a group of nonsmoking women. *Archives of Environmental & Occupational Health* 61(4): 176-182.

Belanger, K., W. Beckett, E. Triche, M.B. Bracken, T. Holford, P. Ren, J.-e. McSharry, D.R. Gold, T.A.E. Platts-Mills en B.P. Leaderer (2003) Symptoms of wheeze and persistent cough in the first year of life: associations with indoor allergens, air contaminants, and maternal history of asthma. *American Journal of Epidemiology* 158(3): 195-202.

Bennett, C.M., S.C. Dharmage, M. Matheson, J.L. Gras, J. Markos, D. Meszaros, J. Hopper, E.H. Walters en M.J. Abramson (2010) Ambient wood smoke exposure and respiratory symptoms in Tasmania, Australia. *Sci Total Environ* 409(2): 294-299.

Bergauff, M.A., T.J. Ward, C.W. Noonan en C.P. Palmer (2009) The effect of a woodstove changeout on ambient levels of PM<sub>2.5</sub> and chemical tracers for woodsmoke in Libby, Montana. *Atmospheric Environment* 43(2938-43).

Boersma, A.R., J.L. van der Lako, van, J.D., B. Jansen, H.G.J. Kok en D.C. Heslinga (2009) Air pollutant emissions from stationary installations using bioenergy in the Netherlands, BOLK Phase 2. ECN, Petten. Rapportnummer ECN-E-09-067.

Boman, B.C., A.B. Forsberg en B.G. Jarvholm (2003) Adverse health effects from ambient air pollution in relation to residential wood combustion in modern society. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health* 29(4): 251-260.



Browning, K.G., J.Q. Koenig, H. Checkoway, T.V. Larson en W.E. Pierson (1990) A questionnaire study of respiratory health in areas of high and low ambient wood smoke pollution. *Pediat. Asthma Allergy Immunol.* 4(3): 183-191.

Butterfield, P., G. LaCava, E. Edmundson en J. Penner (1989) Woodstoves and indoor air: The effects on preschoolers' upper respiratory systems. *J. Environ. Health* 52(3): 172-173.

CBS (2010). Houtverbruik bij huishoudens. CBS, Den Haag/Heerlen. Geraadpleegd december 2011, <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/8AB09F5F-8751-4FED-A9DD-BF38DC62CF5C/0/2010houtverbruikbijhuishoudensart.pdf>

CBS, PBL en WageningenUR (2011) Geurhinder per bron, 1990-2010 (indicator 0290, versie 09, 6 juli 2011). [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl). CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

Danielsen, P.H., S. Loft, A. Kocbach, P.E. Schwarze en P. Moller (2009) Oxidative damage to DNA and repair induced by Norwegian wood smoke particles in human A549 and THP-1 cell lines. *Mutation Research* 674(1-2): 116-122.

Danielsen, P.H., P. Møller, K.A. Jensen, A.K. Sharma, H. Wallin, R. Bossi, H. Autrup, L. Mølhave, J.-L. Ravanat, J.J. Briede, T.M. de Kok en S. Loft (2011) Oxidative Stress, DNA Damage, and Inflammation Induced by Ambient Air and Wood Smoke Particulate Matter in Human A549 and THP-1 Cell Lines. *Chemical research in toxicology* ahead in print.

Eisner, M.D., E.H. Yelin, P.P. Katz, G. Earnest en P.D. Blanc (2002) Exposure to indoor combustion and adult asthma outcomes: environmental tobacco smoke, gas stoves, and woodsmoke. *Thorax* 57(11): 973-978.

Epton, M.J., R.D. Dawson, W.M. Brooks, S. Kingham, T. Aberkane, J.-A.E. Cavanagh, C.M. Frampton, T. Hewitt, J.M. Cook, S. McLeod, F. McCartin, K. Trought en L. Brown (2008) The effect of ambient air pollution on respiratory health of school children: a panel study. *Environmental Health: A Global Access Science Source* 7: 16.

Galbally, I.E., R.W. Gillett, J.C. Powell, S.J. Lawson, S.T. Bentley en I.A. Weeks (2009) Household wood heater usage and indoor leakage of BTEX in Launceston, Australia: A null result. *Atmospheric Environment* 43: 2788-2795.

Gerlofs-Nijland, M., J. Dormans, H. Bloemen, D. Leseman, A. John, F. Boere, F. Kelly, I. Mudway, A. Jimenez, K. Donaldson, C. Guastadisegni, N. Janssen, B. Brunekreef, T. Sandström, L. van Bree en F. Cassee (2007) Toxicity of coarse and fine particulate matter from sites with contrasting traffic profiles. *Inhal Toxicol* 19(13): 1055-1069.

GGD-NL (2002 ) GGD-richtlijn Geurhinder. Geraadpleegd december 2011, <http://www.rivm.nl/milieuportaal/bibliotheek/richtlijnen/ggd-richtlijn---geurhinder.jsp> ()

Ghio, A.J., J.M. Soukup, M. Case, L.A. Dailey, J. Richards, J. Berntsen, R.B. Devlin, S. Stone en A. Rappold (2011) Exposure to wood smoke particles

produces inflammation in healthy volunteers. Occupational and Environmental Medicine.

Groningen (2011) Tips voor het stoken van houtkachels en haarden. Geraadpleegd juli 2011, <http://gemeente.groningen.nl/duurzaamstestad/tips/#tips-voor-het-stoken>.

Gustafson, P., L. Barregard, B. Strandberg en G. Sallsten (2007) The impact of domestic wood burning on personal, indoor and outdoor levels of 1,3-butadiene, benzene, formaldehyde and acetaldehyde. Journal of Environmental Monitoring 9(1): 23-32.

Gustafson, P., C. Ostman en G. Sallsten (2008) Indoor levels of polycyclic aromatic hydrocarbons in homes with or without wood burning for heating. Environmental Science & Technology 42(14): 5074-5080.

Hedberg, E., C. Johansson, L. Johansson, E. Swietlicki en E. Brorström-Lundén (2006) Is levoglucosan a suitable quantitative tracer for wood burning? Comparison with receptor modeling on trace elements in Lycksele, Sweden. J Air Waste Manag Assoc. 56(12): 1669-1678.

Honicky, R.E. en J.S. Osborne (1991) respiratory effects of wood heat: clinical observations and epidemiologic assessment. Env health persp 95: 105-109.

Honicky, R.E., J.S. Osborne en C.A. Akpom (1985) Symptoms of respiratory illness in young children and the use of wood-burning stoves for indoor heating. Pediatrics 75(3): 587-593.

Jones, R.C.M., C.R. Hughes, D. Wright en J.H. Baumer (1999) Early house moves, indoor air, heating methods and asthma. Respiratory Medicine 93(12): 919-922.

Karlsson, H.L., A.G. Ljungman, J. Lindbom en L. Moller (2006) Comparison of genotoxic and inflammatory effects of particles generated by wood combustion, a road simulator and collected from street and subway. Toxicology Letters 165(3): 203-211.

Kocbach, A., J. Herseth, M. Låg, M. Refsnes en P. Schwarze (2008a) Particles from wood smoke and traffic induce differential pro-inflammatory response patterns in co-cultures. Toxicol Appl Pharmacol 232(2): 317-326.

Kocbach, A., E. Namork en P. Schwarze (2008b) Pro-inflammatory potential of wood smoke and traffic-derived particles in a monocytic cell line. Toxicology 247(2-3).

Kocbach, A., E. Namork en P.E. Schwarze (2008c) Pro-inflammatory potential of wood smoke and traffic-derived particles in a monocytic cell line. Toxicology 247(2-3): 123-132.

Kocbach Bolling, A., J. Pagels, K.E. Yttri, L. Barregard, G. Sallsten, P.E. Schwarze en C. Boman (2009) Health effects of residential wood smoke particles: the importance of combustion conditions and physicochemical particle properties. Particle & Fibre Toxicology [Electronic Resource] 6: 29.

Koppejan, J. (2010) Statusoverzicht Houtkachels in Nederland. Procede Biomass BV, Enschede. Projectnummer PB201004.

Kos, G.P.A. en E.P. Weijers (2010) De bijdrage van houtverbranding aan PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> tijdens een winterperiode in Schoorl, Nederland ECN, Petten. Rapportnummer ECN-E-09-083.

Larson, T.V. en J.Q. Koenig (1994) Wood smoke: emissions and noncancer respiratory effects. Annual Review of Public Health 15: 133-156.

Levesqu, B., S. Allaire, D. Gauvin, P. Koutrakis, S. Gingras, M. Rhainds, H. Prud'Homme en J.F. Duchesne (2001) Wood-burning appliances and indoor air quality. Science of the Total Environment 281(1-3): 47-62.

Lissowska, J., A. Bardin-Mikolajczak, T. Fletcher, D. Zaridze, N. Szeszenia-Dabrowska, P. Rudnai, E. Fabianova, A. Cassidy, D. Mates, I. Holcatova, V. Vitova, V. Janout, A. Mannetje, P. Brennan en P. Boffetta (2005). Lung cancer and indoor pollution from heating and cooking with solid fuels: the IARC international multicentre case-control study in Eastern/Central Europe and the United Kingdom. Am J Epidemiol 162(4): 326-333.

Maier, W.C., H.M. Arrighi, B. Morray, C. Llewellyn en G.J. Redding (1997) Indoor risk factors for asthma and wheezing among Seattle school children. Environmental Health Perspectives 105(2): 208-214.

Matthijssen, J. en R. Koelemeijer (2010) Beleidsgericht onderzoeksprogramma fijn stof. Resultaten op hoofdlijnen en beleidsconsequenties. PBL, TNO, ECN, RIVM, Bilthoven. Rapportnummer 500099013/2010.

Meruma, B.J. en J.J.H. Mineur (2010) Wat te doen tegen overlast van houtstook door particulieren? Een overzicht van regelgeving en rechtspraak. Habitat Advocatenkantoor Amsterdam. Rapportnummer 090079.

Milieu Centraal (2011) Houtkachels. Geraadpleegd juli 2011, <http://www.milieucentraal.nl/houtkachels>.

Morris, K., M. Morgenlander, J.L. Coulehan, S. Gahagen, V.C. Arena en M. Morganlander (1990) Wood-burning stoves and lower respiratory tract infection in American Indian children. Am. J. Dis. Child. 144(1): 105-108.

Naeher, L.P., M. Brauer, M. Lipsett, J.T. Zelikoff, C.D. Simpson, J.Q. Koenig en K.R. Smith (2007) Woodsmoke health effects: a review. Inhalation Toxicology 19(1): 67-106.

Noonan, C.W. en T.J. Ward (2007) Environmental tobacco smoke, woodstove heating and risk of asthma symptoms. Journal of Asthma 44(9): 735-738.

Orozco-Levi, M., J. Garcia-Aymerich, J. Villar, A. Ramirez-Sarmiento, J.M. Anto en J. Gea (2006) Wood smoke exposure and risk of chronic obstructive pulmonary disease. European Respiratory Journal 27(3): 542-546.

Poll, H.F.P.M. van, Q.R.P. Breugelmans en J.L.A. Devilee (2011) Hinder, bezorgdheid en woontevredenheid in Nederland: Inventarisatie Verstoringen 2008. RIVM, Bilthoven. Rapportnummer 630741001/2011.

Poppe (2008) Vragen van het lid Poppe (SP) aan de ministers voor Wonen, Wijken en Integratie en van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit over houtkachels <http://parlis.nl/kvr31733>

Ramanakumar, A.V., M.-E. Parent en J. Siemiatycki (2007) Risk of lung cancer from residential heating and cooking fuels in Montreal, Canada. *American Journal of Epidemiology* 165(6): 634-642.

Sarnat, J.A., A. Marmur, M. Klein, E. Kim, A.G. Russell, S.E. Sarnat, J.A. Mulholland, P.K. Hopke en P.E. Tolbert (2008) Fine particle sources and cardiorespiratory morbidity: an application of chemical mass balance and factor analytical source-apportionment methods. *Environmental Health Perspectives* 116(4): 459-466.

Schreuder, A.B., T.V. Larson, L. Sheppard en C.S. Claiborn (2006) Ambient woodsmoke and associated respiratory emergency department visits in Spokane, Washington. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 12(2): 147-153.

Smeets, M. en T. Fast (2006) Dosis effect relatie geur, effecten van geur. OpdenKamp Adviesgroep BV, Den Haag. Rapportnummer IP-DER-06-40.

Thorn, J., J. Brisman en K. Torén (2001) Adult-onset asthma is associated with self-reported mold or environmental tobacco smoke exposures in the home. *Allergy* 56(4): 287-292.

Triche, E.W., K. Belanger, W. Beckett, M.B. Bracken, T.R. Holford, J. Gent, T. Jankun, J.-E. McSharry en B.P. Leaderer (2002). Infant respiratory symptoms associated with indoor heating sources. *American Journal of Respiratory & Critical Care Medicine* 166(8): 1105-1111.

Triche, E.W., K. Belanger, M.B. Bracken, W.S. Beckett, T.R. Holford, J.F. Gent, J.E. McSharry en B.P. Leaderer (2005) Indoor heating sources and respiratory symptoms in nonsmoking women. *Epidemiology* 16(3): 377-384.



## Bijlage 1: Houtkachegelbruik in Nederland

## Resultaten CBS-onderzoek

	<b>Totaal aantal in Nederland</b>
Totaal aantal houtgestookte installaties* - waarvan <u>niet</u> gebruikt	1,3 miljoen - 350.000
Waarvan:	
- open haard	645.000
- inzethaard	213.000
- vrijstaande kachel	439.000
Leeftijd kachel	
- inzethaard ouder dan 15 jaar	75%
- vrijstaande kachel ouder dan 15 jaar	68%
Aanwezigheid keurmerk	
- inzethaard	10%
- vrijstaande kachel	30%
Stookuren (gemiddeld uur per jaar)	
- open haard	137
- inzethaard	393
- vrijstaande kachel	525
Houtverbruik (kg/uur/installatie)	
- open haard	2,5
- inzethaard	1,6
- vrijstaande kachel	1,8
Houtverbruik (kg/jaar/installatie)**	
- open haard	346
- inzethaard	642
- vrijstaande kachel	949

Bron: (CBS 2010). Houtverbruik bij huishoudens. Den Haag.

\* inclusief niet-gebruikte installaties

\*\* stookuren maal houtverbruik per uur



## Bijlage 2: Informatie over goed stookgedrag

Zoals duidelijk uit de jaarlijkse enquête van het CBS naar de waardering van de leefomgeving naar voren komt, worden houtkachels gezien als belangrijkste bron van geurhinder in de leefomgeving. Vaak kan het hanteren van algemene stookadviezen al zorgen voor een vermindering van de overlast. Op verschillende websites is informatie beschikbaar met bruikbare aanwijzingen over goed stookgedrag.

- *Milieu Centraal*: Milieu Centraal heeft op haar website een aantal tips staan bij het onderwerp 'houtkachels' (zie [www.milieucentraal.nl/houtkachels](http://www.milieucentraal.nl/houtkachels)). Vanuit dit dossier zijn verschillende bruikbare tips te vinden over onderwerpen zoals 'verstandig stoken op hout' en 'overlast van hout stoken'.

Tips van Milieu Centraal voor houtkachels (Milieu Centraal, 2011)

### **Stooktips**

- Stook alléén houtpellets, houtbriketten of schoon, droog hakhout. Anders komen nodeloos veel gevaarlijke gassen vrij.
- Zorg voor goede ventilatie en laat uw schoorsteen minstens één keer per jaar schoonmaken.
- Zorg voor een schone en volledige verbranding door voldoende zuurstoftoevoer en een goede verbrandingstemperatuur. Kies een houtkachel met een passend vermogen, zodat u het vuur niet hoeft te temperen.
- Kies een kachel met hoog rendement voor een zuinige en schone verbranding met een stuw- of keerschot bovenin de kachel. Dan verbranden schadelijke rookgassen alsnog volledig.
- De naam 'allesbrander' voor sommige houtkachels is ronduit misleidend: ook deze kachels zijn louter geschikt voor schoon hout. Het verbranden van afval als spaanplaat, behandeld hout en oude kranten is bovendien wettelijk verboden.
- Stook niet bij windstil of mistig weer om overlast te voorkomen.

NB: Op de site van Milieu Centraal is ook informatie te vinden over overlast van houtkachels.

- *Gemeenten*: Enkele gemeenten geven via hun website informatie over houtkachels en stookadviezen. Als voorbeeld wordt hier de gemeente Groningen genoemd (Groningen, 2011).

Regels voor goed stookgedrag, opgesteld door de Gemeente Groningen (Groningen, 2011)

### **Regels voor het stoken van houtkachels en haarden**

- Gebruik de houtkachel niet als hoofdverwarming
- Zorg dat de capaciteit van uw haard of kachel past bij de ruimte waar hij gestookt wordt.
- Stook niet als er weinig wind staat of als het mistig is; de rook blijft dan (hinderlijk) in de omgeving hangen.
- Stook alleen hout dat één of twee jaar gedroogd is en dat ten minste vuistdik is.
- Open de toevoer van lucht in de kachel en de uitlaatklep naar de schoorsteen.



- Ventileer extra als de houtkachel of open haard brandt. Vuur gebruikt veel zuurstof en dus is extra frisse lucht nodig.
  - Stook GEEN sloophout, geïmpregneerd of verduurzaamd hout; geveerd of gebeitst hout; multiplex of spaanplaat; kunststof; huishoudelijk afval (textiel, kunststof en overige afvalmaterialen); oud papier.
- 
- *Verschillende belangenorganisaties:* Er zijn verschillende belangenorganisaties waar een burger informatie kan vinden over overlast van stoken van houtkachels:
    - o Platform Stookhinder van het meldpunt gezondheid en milieu; [http://www.meldpuntgezondheidenmilieu.nl/rechterbalk/Website%20Platform%20Stookhinder\\_trialX.htm](http://www.meldpuntgezondheidenmilieu.nl/rechterbalk/Website%20Platform%20Stookhinder_trialX.htm)
    - o Stappenplan rookoverlast van Milieuhulp.nl: [http://wikis.irion.nl/milieuhulp/index.php/Document:Stappenplan\\_rookoverlast](http://wikis.irion.nl/milieuhulp/index.php/Document:Stappenplan_rookoverlast)
    - o Netwerk houtrook: <http://schonelucht.webklik.nl/page/home>
    - o Astma Fonds (binnenkort Longfonds): <http://www.astmafonds.nl>
    - o Recent heeft Habitat Advocatenkantoor voor het Meldpunt Gezondheid en Milieu een rapport uitgebracht waarin onder andere staat beschreven op grond van welke verschillende lokaal geldende wetten, besluiten en verordeningen de gemeente kan handhaven (Meruma en Mineur, 2010).

Speciaal voor GGD-medewerkers is er door de werkgroep van dit rapport een stappenplan opgesteld. In dit document worden aandachtspunten besproken welke de GGD kunnen helpen bij de aanpak van een casus met overlast door houtkachels. Dit document is enkel beschikbaar voor GGD'en via [cGM@rivm.nl](mailto:cGM@rivm.nl).

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)