



# Beoordeling rapport Luchtemissies houtkachels

**Rapport**  
Delft, juli 2010

**Opgesteld door:**  
C.E.P. (Ewout) Dönszelmann  
D. (Dagmar) Nelissen



# Colofon

## Bibliotheekgegevens rapport:

C.E.P. (Ewout) Dönszelmann, D. (Dagmar) Nelissen  
Beoordeling rapport Luchtemissies houtkachels  
Delft, CE Delft, juli 2010

Kachels / Brandstoffen / Hout / Luchtkwaliteit / Analyse

Publicatienummer: 10.3205.58

Opdrachtgever: Milieudefensie Groningen.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Ewout Dönszelmann.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft  
Committed to the Environment

CE Delft is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.



# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Aanleiding	7
1.2	Aanpak	7
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten van Blauw</b>	<b>9</b>
2.1	Emissieberekening	9
2.2	Verspreidingsberekening	11
2.3	Gezondheidseffecten	11
<b>3</b>	<b>Toetsing van uitgangspunten</b>	<b>13</b>
3.1	Emissieberekening	13
3.2	Verspreidingsberekening	17
3.3	Gezondheidseffecten	18
<b>4</b>	<b>Wetgeving</b>	<b>19</b>
4.1	Nederland	19
4.2	Duitsland	19
4.3	Zwitserland	20
<b>5</b>	<b>Recente inzichten</b>	<b>23</b>
5.1	Zeezoutcorrectie	23
5.2	Meetresultaten van ECN van fijn stof en gidsstoffen uit houtstook	23
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>25</b>
6.1	Conclusies	25
6.2	Aanbevelingen	25
<b>7</b>	<b>Referenties</b>	<b>27</b>





# Samenvatting

Buro Blauw heeft in opdracht van de gemeente Groningen een onderzoek verricht naar de beschikbare informatie over de emissies van houtkachels. In dat onderzoek zijn ook de effecten van deze emissies op de omgeving voor de locatie Noorderhaven Groningen in kaart gebracht.

Milieudefensie Groningen stelt vraagtekens bij de aannames en uitkomsten van het onderzoek van Buro Blauw en heeft CE Delft om een second opinion gevraagd.

Buro Blauw heeft in de beoordeling van de effecten van de luchtemissies van houtkachels gebruik gemaakt van bestaande gegevens. De samenstelling van het rookgas is op basis van literatuuronderzoek nagegaan. Vervolgens is een emissiescenario gemaakt voor een gemiddelde houtkachel in de vorm van emissiefactoren, houtverbruik, stookduur en emissiehoogte. Aan de hand van dit scenario heeft Blauw de verspreiding van de rookgassen in de omgeving berekend. Dit is gebeurd voor een situatie waarbij de houtkachel in een denkbeeldige woning wordt gebruikt en voor de situatie bij de Noorderhaven te Groningen. In de Noorderhaven liggen ruim 60 woonschepen waarvan het grootste deel met houtkachels wordt verwarmd. De resultaten van de verspreidingsberekeningen heeft Blauw vervolgens getoetst aan de normen die vanuit gezondheid aan de luchtkwaliteit worden gesteld.

In onze beoordeling van Blauw is ook gebruik gemaakt van literatuuronderzoek en zijn de bevindingen besproken met de opsteller van het rapport.

De wijze waarop Blauw een beeld probeert te krijgen van de effecten van de luchtemissies van houtkachels is een goede aanpak. Bij deze aanpak zijn echter verschillende aannames die gemaakt moeten worden om tot een berekening te kunnen komen.

De belangrijkste aannames zijn:

- de hoeveelheid van het geëmitteerde rookgas;
- de samenstelling van het geëmitteerde rookgas;
- de emissiehoogte;
- de omgevingsfactoren rond de emissiebron en de emissieduur.

Bij het vaststellen van de hoeveelheid rookgas geven de door Blauw gehanteerde literatuurbronnen een goed beeld. Dit betreft zowel de hoeveelheid hout die verstoekt wordt en het rookgasvolume per hoeveelheid hout.

Voor het vaststellen van de samenstelling van het rookgas heeft Blauw geen gebruik gemaakt van de meest recente onderzoeken. Verschillende onderzoeken geven aan dat het aandeel van fijn stof en ultra fijn stof in de totale stofemissie respectievelijk ruim 90 en 80% bedraagt. Blauw gaat uit van een aandeel van 50%. Dit leidt tot een grote onderschatting van de uitgestoten hoeveelheid (ultra) fijn stof.

Voor de emissie van geur heeft Blauw gebruik gemaakt van eigen metingen. Er is geen aanleiding om deze gegevens in twijfel te trekken.



In de verspreidingsberekeningen hanteert Blauw twee situaties. De eerste gaat uit van een enkele houtkachel in een woning met een emissiehoogte van 8 meter. Dat is een normale hoogte voor een woning. De tweede situatie betreft de woonschepen in de Noorderhaven. Daar hanteert Blauw een emissiehoogte van 2 meter boven het niveau van de kade. In de praktijk komen de schoorstenen van de woonschepen niet of nauwelijks boven de kade uit. Dit heeft tot gevolg dat er eigenlijk met een emissiehoogte 0 gerekend moet worden. In feite ligt de kade dan direct op het niveau van de pluim van de rookgassen. Dat heeft tot gevolg dat de werkelijke concentraties veel hoger zullen zijn dan nu is berekend.

De omgevingsfactoren bij de Noorderhaven zijn door Blauw genoemd, maar niet zichtbaar meegenomen in de berekeningen. Het feit dat de Noorderhaven aan noord- en zuidzijde wordt omgeven door hoge gebouwen leidt ertoe dat de verspreiding van luchtverontreinigende stoffen nadelig wordt beïnvloed. Als deze factor niet goed wordt gemodelleerd, dan heeft dit een onderschatting van de optredende concentraties tot gevolg.

Voor de duur van de emissie gaat Blauw uit van twee aannames. De eerste betreft een gemiddelde stookduur en dus emissieduur die in Nederland voorkomt. De tweede benadering gaat uit van een gevoeligheidsanalyse in de verspreidingsberekeningen. Daarbij wordt nagegaan hoeveel extra stookduur nodig is om tot een grenswaarde overschrijding te komen. Uitgaan van een gemiddelde stookduur is voor een woning goed, maar voor de woonschepen zal het een onderschatting zijn. Dit heeft te maken met verschillende factoren. De schepen liggen in het water, hetgeen een andere warmteoverdracht tot gevolg heeft. Verder is de beleving van de warmte op een schip anders dan in een woning vanwege de andere luchtvochtigheid. Ook is onduidelijk hoe de isolatie van de schepen is. Deze factoren zullen in de praktijk leiden tot een langere stookduur per dag, maar ook op jaarbasis. De aanname van een gemiddelde stookduur zal leiden tot een onderschatting van de emissies op jaarbasis en daarmee een onderschatting van de optredende concentraties.

De benadering die door Blauw is gekozen leidt als gevolg van vier van de hiervoor beschreven aannames tot een ernstige onderschatting van de bijdrage van houtkachels aan de concentraties luchtverontreinigende stoffen in de buitenlucht. Met name rond de woonschepen zullen de normen voor  $PM_{10}$  en PAK's, maar ook het niveau van acceptabele geurhinder, overschreden worden.

De berekening met nieuwe aannames rond een woning zal leiden tot hogere berekende concentraties. Of dit tot normoverschrijding zal leiden is niet te voorspellen.

De door Blauw toegepaste zeezoutcorrectie is formeel juist, maar nieuwe inzichten laten zien dat er aanzienlijk minder zeezout in het fijn stof aanwezig is dan eerder verondersteld. Het is aannemelijk dat de wetgeving hierover aangepast zal moeten worden.

Deze conclusies leiden tot het advies de berekeningen opnieuw en met betere aannames te laten uitvoeren. Daarnaast is het raadzaam om langdurige metingen van  $PM_{10}$  aan de Noorderhaven te laten uitvoeren. Daarmee kunnen de berekeningen worden gevalideerd. Dit kan goed in combinatie met het meten van levoglucosan dat als gidsstof is vastgesteld door ECN.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Milieudefensie Groningen heeft CE Delft gevraagd om een second opinion uit te brengen over het rapport 'Effecten luchtmissies houtkachels, sfeerhaarden en vuurkorven' (Blauw, 2009).

Milieudefensie wil een brede toetsing en specifieke antwoorden op de volgende vragen:

1. Wat zijn de uitgangspunten voor de referentie houtkachel en zijn deze maatgevend?
2. Zijn er in andere landen vergelijkbare uitgangspunten gehanteerd?
3. Welke emissiefactoren hanteert de (Rijks)overheid?
4. Wat zijn de gevolgen van het niet beoordelen van de  $PM_{2,5}$ -fractie in de emissies? Is het terecht dat dit niet is meegenomen?
5. Zijn de juiste gezondheidseffecten beoordeeld?
6. Is de juiste verspreidingsberekening gehanteerd?

## 1.2 Aanpak

De toetsing is uitgevoerd op basis van literatuuronderzoek, beoordeling van het rapport en gesprekken met de opsteller van het rapport.

Hoofdstuk 2 gaat in op de aannames van Buro Blauw. In Hoofdstuk 3 worden de aannames van Blauw beoordeeld en vergeleken met diverse andere bronnen. Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van wetgeving in verschillende landen. Nieuwe inzichten zijn opgenomen in Hoofdstuk 5 en Hoofdstuk 6 geeft de conclusies en aanbevelingen.







## 2 Uitgangspunten van Blauw

In deze paragraaf worden de uitgangspunten van de studie Blauw (2009) kort geschetst.

Om de mogelijke gezondheidseffecten/de mogelijke overlast van stoffen afkomstig uit het rookgas van houtkachels te kunnen bepalen, wordt in Blauw (2009) als eerste de emissie van deze stoffen zoals deze uit de pijp van de kachels komen bepaald. Hierbij zijn de emissiefactoren, het houtverbruik en het rookgasvolume van belang. Daarna wordt de verspreiding van deze stoffen gemodelleerd. De uitgangspunten van deze berekeningen worden in hieronder in deze volgorde toegelicht.

### 2.1 Emissieberekening

In Blauw (2009) wordt middels emissiefactoren (mg/kg) en het rookgasvolume van een houtkachel ( $m_0^3/kg$  hout) de hoeveelheid van een bepaalde stof (mg) per eenheid rookgas ( $m_0^3$ ) die uit de pijp van de kachel vrijkomt bepaald. Middels het afgasdebiet ( $m_0^3/uur$ ) kan vervolgens worden bepaald hoeveel emissies over een bepaalde periode worden uitgestoten.

#### 2.1.1 Emissiefactoren

Vanwege het grote aantal stoffen in rookgassen die een nadelig effect op de gezondheid kunnen hebben, is in Blauw (2009) ervoor gekozen om niet de effecten van al deze stoffen te onderzoeken. In plaats daarvan wordt per groep van verbindingen de meest kritische component als zogenoemde gidsstof gebruikt. Koolmonoxide (CO) is als gidsstof voor de anorganische gassen gekozen. Als gidsstof voor koolwaterstofverbindingen worden de twee polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) Benzo(a)pyreen en Benzo(e)pyreen gebruikt. Voor de stofvormige verontreiniging is  $PM_{10}$  de gidsstof.  $PM_{2,5}$  is niet als gidsstof voor de stofvormige verontreiniging gekozen, omdat volgens Blauw (2009) hiervan de achtergrondconcentratie in Groningen en de bijdrage aan wegverkeer niet bekend zijn. Bovendien zouden er geen betrouwbare emissiefactoren voor  $PM_{2,5}$  beschikbaar zijn.

De emissiefactoren die voor deze gidsstoffen in Blauw (2009) worden gebruikt zijn aan verschillende studies ontleend.

De emissiefactoren zijn onder andere afhankelijk van de eigenschappen van de gebruikte kachel. In Blauw (2009) wordt een alleenstaande kachel verondersteld. Het is niet duidelijk welk vermogen deze referentiekachel heeft. Wat wel in de studie staat vermeld is dat de gemiddelde vrijstaande kachel in 2006 in Nederland een vermogen van 7 kW had. Volgens mededeling van de opsteller van het rapport is van de gemiddelde situaties uitgegaan.

De emissiefactoren voor houtkachels zijn verder afhankelijk van het soort hout (hard/zacht), van de houtstructuur (gekliefd/blokken) en van het vochtgehalte van het hout. Deze aspecten van het stookgedrag worden in Blauw (2009) niet expliciet gemodelleerd. Veeleer wordt er onderscheid gemaakt tussen een doorsnee scenario en een worst case scenario. Het doorsnee scenario zal de effecten bij goed stookgedrag weergeven en het worst case scenario de effecten bij slecht stookgedrag.



De volgende emissiefactoren zijn in Blauw (2009) ter berekening van de emissies van houtkachels gebruikt.

Tabel 1 Emissiefactoren zoals in Blauw (2009) gebruikt

	Doorsnee scenario (mg/kg hout)	Bron	Worstcase scenario (mg/kg hout)	Bron
PM <sub>10</sub>	1.145	Spitzer et al. (1998) Bakkum et al. (1987)	9.000	Slob (1993)
CO	69.000	Spitzer et al. (1998)	100.000	Hulskotte et al. (1999)
Benzo(a)pyreen	3,4	Vito (2000)	28,8	Vito (2000)
Benzo(e)pyreen	2,4	Vito (2000)	7,5	Vito (2000)

Voor het worst case scenario is de hoogste waarde gekozen die in de literatuur, die in aanmerking is genomen, wordt gerapporteerd.

In het doorsnee scenario wordt met een emissiefactor voor PM<sub>10</sub> gewerkt, die van de emissiefactor voor stof (in totaal) is afgeleid. Voor stof (in totaal) is de emissiefactor uit Spitzer et al. (1998) gebruikt. Dit is volgens Blauw (2009) de meest recente meetwaarde en is bovendien op goed gedocumenteerde experimenten gebaseerd. Omdat volgens Bakkum et al. (1987) de helft van het geëmitteerde stof uit PM<sub>10</sub> bestaat, wordt de emissiefactor voor stof (in totaal) gehalveerd om de emissiefactor voor PM<sub>10</sub> te bepalen.

De emissiefactor die voor CO wordt gehanteerd is ook afkomstig uit Spitzer et al. (1998).

De emissiefactoren voor de twee PAK's zijn de gemiddelden van de door VITO (2000) gerapporteerde waarden. Deze emissiefactoren worden door Blauw als betrouwbaar ingeschat omdat zij de meetresultaten uit onderzoeken zijn.

Voor geuremissies gaat Blauw (2009) uit van metingen die door Blauw in het kader van een ander project zijn uitgevoerd.

### 2.1.2 Houtverbruik

In Blauw (2009) wordt ervan uitgegaan dat een huishouden gemiddeld per uur 2,8 kg hout verbrandt en per jaar de kachel 572 uur stookt. Er wordt dus van uitgegaan dat een huishouden rond de 1.602 kg hout per jaar verbruikt.

In de Noorderhaven zijn de houtkachels de enige warmtebron van de woonboten. Het is daardoor aannemelijk dat het aantal stookuren hoger is dan het landelijke gemiddelde. Om die reden heeft Blauw een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Deze analyse berekent hoeveel extra stooktijd er per dag nodig is om de daggemiddelde grenswaarde voor PM<sub>10</sub> te overschrijden. Dit komt neer op 44 minuten per dag (na zeezoutcorrectie bij normtoetsing).

### 2.1.3 Rookgasvolume

Het rookgasvolume van de referentiekachel wordt 8,8 m<sup>3</sup>/kg hout verondersteld.

Het veronderstelde rookgasvolume is afkomstig uit Vito (2000) en is berekend op basis van een zuurstofgehalte van 11% en de Lower Heating Value van hout (3.500 kcal/kg).



## 2.2 Verspreidingsberekening

De verspreidingsberekeningen zijn uitgevoerd volgens het Nieuw Nationaal Model. Daarbij is gebruik gemaakt van zowel lange als korte termijn berekeningen.

Voor de enkele bron is een emissiehoogte van 8 m gebruikt, voor een woning in het algemeen. Bij de woonschepen is een emissiehoogte van 2 m boven de kade voor de Noorderhaven aangenomen. De woonschepen zijn als twee rijen van 31 schepen gemodelleerd over een lengte van 250 meter. De wijze van rekening houden met de invloed van de hoge gebouwen langs de Noorderhaven is niet beschreven.

De uitreesnelheid van het rookgas is in de berekeningen op 0 m/s gesteld vanwege de aanwezige regenkapjes. De warmte-inhoud van de Referentiekachel wordt afgeleid van de rookgastemperatuur van 330°C.

De pijpdiameter van de referentiekachel bedraagt 15 cm.

## 2.3 Gezondheidseffecten

In Blauw (2009) wordt aan de geldende normen en aan de door de WHO geadviseerde waarden voor gezondheidseffecten getoetst. Op de concrete effecten wordt niet ingegaan.





# 3 Toetsing van uitgangspunten

## 3.1 Emissieberekening

### 3.1.1 Emissiefactoren

Met de Grootschalige Concentratiekaarten voor Nederland (van PBL) kan de achtergrondconcentratie van  $PM_{2,5}$  voor Groningen degelijk worden achterhaald. Dit is dus geen redenen om  $PM_{2,5}$  niet mee te nemen. Er zijn in de literatuur emissiefactoren voor  $PM_{2,5}$  gerapporteerd, bijvoorbeeld bij Struschka et al. (2003).

Door met 50% massa-aandeel van  $PM_{10}$  aan stof in totaal te werken kom je tot te lage  $PM_{10}$ -emissiewaarden.

‘Bei kleinen Holzfeuerungsanlagen betraegt der Anteil dieser Staubteilchen (Feinstaub) am gesamten Staubausstoss mehr als 90%.’

Het aandeel fijn stof in de emissie van kleine houtkachels bedraagt meer dan 90% van het totaal stof (UBAD, 2006). Ook Ehrlich (2007) geeft een dergelijke hoog aandeel aan, zie Tabel 2.

Tabel 2 Verdeling van de stoffracties naar aandeel deeltjesgrootte

	Fuels	Samplings	Performance during measure period	Mean value of Total dust in $mg/m^3$	Mean value of $PM_{10}$ in %	Mean value of $PM_{2,5}$ in %	Mean value of $PM_{1,0}$ in %
Small scale firing unit 9kW	Log wood beech	1	9,4	98	98,9	95,8	92,8
Small scale firing unit 9kW	Log wood beech	1	7,5	68	98,2	90,2	70,9
Small scale firing unit 9kW	Log wood pine	1	8,5	59	98,9	95,2	91,8
Small scale firing unit 9kW	Log wood pine	1	6,8	106	99,2	97,6	94,1

Deze vier metingen maken deel uit van een grotere reeks metingen aan houtkachels met verschillende capaciteiten. De verhouding  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  en totaal stof is voor al die metingen nagenoeg gelijk.

Dit betekent dat in Blauw (2009) een te laag aandeel fijn stof in de totale stofemissie is gehanteerd.



Tabel 3 Stofemissiefactoren van diverse typen kleine houtkachels (UBA, 2007)

	Vermogen nominaal (kW)	PM <sub>10</sub> (g/GJ)
Dauerbrennoefen (kachels die de hele dag kunnen worden gebruikt)	<15	71
Tegelkachel	<15	111
Open haard	<15	158
Kachel	<15	113

### Door overheden gehanteerde emissiefactoren

Voor de inventarisatie van de luchtkwaliteit in Oostenrijk worden voor de houtverbranding van kleinverbruikers de emissiefactoren uit de studie Spitzer et al. (1998) gebruikt (Umweltbundesamt, 2003). Hier een overzicht van deze emissiefactoren.

Tabel 4 Emisiefactoren uit Spitzer et al. (1998)

	mg/MJ
SO <sub>2</sub>	11
NO <sub>x</sub>	106 ± 33%
TOC	664 ± 62%
CO	4463 ± 35%
Stof	148 ± 46%

De waarden zijn voor een betrouwbaarheidsinterval van 95% gegeven. Alleen voor de SO<sub>2</sub>-emissiefactor is geen range gegeven omdat die waarde uit de literatuur afkomstig is.

Als je van 16 MJ/kg als stookwaarde voor hout uitgaat (zoals in het Protocol Monitoring Duurzame Energie) dan komen deze factoren overeen met:

Tabel 5 Omgerekende emissiefactoren op basis van Spitzer et al. (1998)

	mg/kg
SO <sub>2</sub>	167
NO <sub>x</sub>	1.696 ± 33%
TOC	10.624 ± 62%
CO	71.408 ± 35%
Stof	2.368 ± 46%

In UBAD (2006), van het Duitse Umweltbundesamt, worden voor PM<sub>10</sub> de emissiefactoren uit Struschka et al. (2003) aangehouden. In Struschka et al. (2003) worden de volgende emissiefactoren voor houtkachels met een vermogen < 15 kW bepaald.

Tabel 6 Emissiefactoren volgens Struschka et al. (2003) voor houtkachels <15 kW

	Emissiefactoren (mg/MJ)
Stof totaal	115
PM <sub>10</sub>	113
PM <sub>2,5</sub>	110
PM <sub>1</sub>	105



In UBAD (2006) wordt erop gewezen, dat de daadwerkelijke emissies van houtkachels van het soort en de leeftijd van de kachel en van het stookgedrag, van de onderhoud van de kachel en van het soort en van de kwaliteit van het hout afhankelijk is.

Als je van 16 MJ/kg als stookwaarde voor hout uitgaat (zoals in het Protocol Monitoring Duurzame Energie) dan komen deze factoren overeen met:

Tabel 7 Emissiefactoren gerelateerd aan stookwaarde 16 MJ/kg

	Emissiefactoren (mg/kg)
Stof totaal	1.840
PM <sub>10</sub>	1.808
PM <sub>2,5</sub>	1.760
PM <sub>1</sub>	1.680

In ECN (2006) wordt de conclusie getrokken dat een emissiefactor van 150 mg/MJ een goede emissiefactor voor fijn stof voor de houtverbranding van huishoudens is. Dit getal ligt onder het Europese gemiddelde. De CO-eisen die in Nederland gelden, worden als mogelijke verklaring hiervoor gezien. Als je van 16 MJ/kg als stookwaarde voor hout uitgaat (zoals in het Protocol Monitoring Duurzame Energie) dan komen deze factoren overeen met 2.400 mg/kg.

Van het Bundesamt fuer Umwelt, Wald und Landschaft in Zwitserland (BUWAL, 2005) worden de volgende emissiefactoren gehanteerd.

Tabel 8 Emissiefactoren van het Zwitserse Bundesamt fuer Umwelt, Wald und Landschaft

	Stookwaarde	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NMVOC	CO	Stof	PM <sub>10</sub>
	mg/MJ	mg/MJ	mg/MJ	mg/MJ	mg/MJ	mg/MJ	mg/MJ
Open haard	15	20	120	230	3000	100	100
Tegelkachel	15	20	120	150	5000	100	100
Stukhout (zonder ventilatie)	15	20	90	45	3000	50	50
Houtstukjes < 1.000 kW	8	20	260	3	600	90	90

Bron: Arbeitsblatt Emissionsfaktoren Feuerungen (Stand Oktober 05).

Omgerekend zijn de emissiefactoren in mg/kg als volgt:

Tabel 9 Omgerekende emissiefactoren Zwitserland

	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NMVOC	CO	Stof	PM <sub>10</sub>
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Open haard	300	1.800	3.450	45.000	1.500	1.500
Tegelkachel	300	1.800	2.250	75.000	1.500	1.500
Stukhout (zonder ventilatie)	300	1.350	675	45.000	750	750
Houtstukjes < 1.000 kW	160	2.080	24	48.000	720	720



#### Conclusie:

Het aandeel van fijn stof en ultra fijn stof in de totale emissie van stof uit houtkachels is veel hoger dan Blauw (2009) verondersteld.

Er bestaan verschillen tussen de emissiefactoren die in de diverse rapporten worden gehanteerd. Het is niet even duidelijk welke oorzaken dit heeft. Het type kachel, de ouderdom, de brandstof (droog, vochtig, jong of oud hout) en het stookgedrag hebben invloed.

### 3.1.2 Houtverbruik

In het WoOn-onderzoek in de winter 2006/2007 zijn een aantal vragen naar het bezit en gebruik van houtgestookte installaties opgenomen. Het CBS heeft de antwoorden op deze vragen geanalyseerd. In CBS (2010) worden deze resultaten met die van eerdere onderzoeken vergeleken. Voor vrijstaande afgesloten kachels worden de volgende resultaten gepresenteerd.

Tabel 10 Stookuren en houtverbruik van vrijstaande kachels

	WoON- onderzoek 2007	TNO- emissie- registratie	Koppejan en de Boer- Meulman (2005)	Hulskotte et al. (1999)	Slob en Steenwinkel (1993)	Okken (1992)
Stookuren per jaar	525	-	490	1.032	1.088	-
Verbruik per uur per installatie (kg)	1,8	-	2,3	1,4	1,8	-
Verbruik per jaar per installatie (kg)	949	1.306	1.127	1.400	1.958	2.643

In Blauw (2009) wordt van een verbruik van 2,8 kg hout/uur uitgegaan. Het houtverbruik per uur is in vergelijking met de bovengenoemde studies relatief hoog.

Het aantal stookuren per jaar waarvan in het basisscenario in Blauw (2009) wordt uitgegaan, met name 572 uur/jaar, is als laag in te schatten als naar de gemiddelde waarden van bovengenoemde onderzoeken wordt gekeken. Bovendien is het meer dan aannemelijk dat op de woonschepen langer gestookt wordt vanwege de ligging in het water en de mate van isolatie van de schepen. Uit de door Blauw uitgevoerde gevoeligheidsanalyse blijkt dat er bij een verlenging van de stookduur van 44 minuten per dag al een grenswaarde overschrijding optreedt.

Door een relatief hoge houtverbruik per uur en een relatief lage aantal stookuren te veronderstellen komt het houtverbruik per jaar in de studie Blauw (2009) goed overeen met het gemiddelde houtverbruik per jaar van bovengenoemde studies.

### 3.1.3 Rookgasvolume

Het door Blauw gehanteerde rookgasvolume van 24,6 m<sup>3</sup>/uur is gebaseerd op metingen van VITO en is realistisch.





### 3.2 Verspreidingsberekening

Rookgastemperatuur van 330 °C komt bij toetsing van brochures van houtkachelaanbieders als realistisch naar voren.

Bij toetsing van brochures van houtkachelaanbieders komt ook naar voren dat de pijp als die de kachel verlaat vaak een diameter van 15 cm heeft.

Alle schoorstenen van houtkachels zijn voorzien van regenkapjes. Dit betekent dat de rookgassen niet direct uitstromen. Blauw heeft dit in de berekeningen verdisconteerd door een uittreesnelheid van 0 m/s aan te houden. Dat is een terechte keuze.

De hoogte van de emissie op de woonschepen is door Blauw op 2 m boven de kade gesteld. Dat is in de realiteit niet juist. Nagenoeg alle schoorstenen komen tot op het kadeniveau. Dat betekent dat de uitstromende lucht zich veel lager verspreidt dan wordt aangenomen. In feite bevinden de kades zich midden in de pluim van de rookgassen. Dat betekent dat de concentraties van de verschillende stoffen veel hoger is dan uit de berekeningen blijkt.

Figuur 1 Woonschepen aan de Noorderhaven



Ook op andere locaties in Groningen liggen de schepen op dit niveau.

Figuur 2 Woonschip aan Verbindingskanaal



### 3.3 Gezondheidseffecten

Blauw heeft voor de gezondheidseffecten terecht getoetst aan wettelijke normen en aan de WHO-gezondheidskundige waarden. Deze kunnen echter ook worden uitgebreid met  $PM_{2,5}$ . Daar is immers in de grootschalige achtergrondconcentratiekaarten van het Planbureau voor de Leefomgeving informatie over beschikbaar.

De deeltjes die kleiner zijn dan de fijn stof fractie hebben grotere effecten op de gezondheid. Het zou dus beter zijn om juist ook aan  $PM_{2,5}$  te toetsen.

De toets zal echter, op basis van de eerder beschreven onderschatting van de concentraties van luchtverontreinigende stoffen door Blauw, een onderschatting geven van de kans op het optreden van negatieve gezondheidseffecten.

Naast de wettelijke normen en de door de WHO aangegeven gezondheidskundige waarden bestaat er meer informatie over de effecten van de bij het stoken van hout vrijkomende stoffen. In Naeyer (2007) wordt een overzicht gegeven van de vrijkomende stoffen en hun gezondheidseffecten. Daaruit blijkt dat onder andere fenolen, aldehyden en ketonen vrijkomen. Deze stoffen zijn bekend carcinogeen en mutageen.

# 4 Wetgeving

## 4.1 Nederland

In Nederland bestaat geen specifieke wetgeving voor het stoken van hout in houtkachels, sfeerhaarden of vuurkorven. Wel is het algemene kader van de Wet luchtkwaliteit van toepassing. Die wet stelt grenswaarden aan fijn stof ( $PM_{10}$ ).

Lokale regelgeving bestaat in Nederland wel. Deze regelgeving is opgenomen in artikel 7.3.2 van de (Model)bouwverordening: "Het is verboden in, op, of aan een bouwwerk, of op een open erf of terrein, voorwerpen of stoffen te plaatsen, te werpen of te hebben, handelingen te verrichten of na te laten, of werktuigen te gebruiken waardoor:

- a overlast wordt of kan worden veroorzaakt voor de gebruikers van het bouwwerk, het open erf of het open terrein;
- b op een voor de omgeving hinderlijke of schadelijke wijze stank, rook, roet walm, stof of vocht wordt verspreid of overlast wordt veroorzaakt...."

De gemeente Groningen heeft dit artikel ook in de bouwverordening opgenomen.

Dit artikel biedt de gemeente een grond om op te treden tegen verspreiding van hinderlijke of schadelijke stoffen.

## 4.2 Duitsland

In maart 2010 is de nieuwe 'Kleinf Feuerungsanlagenverordnung' (verordening over kleine verbrandingsinstallaties met vaste brandstoffen) in Duitsland in werking getreden. De verordening voorziet in een grenswaarde voor stof en voor koolmonoxide voor bestaande en nieuwe installaties met een vermogen van meer dan 4 kW. Voor bestaande installaties geldt daarbij een overgangsregeling. Sommige bestaande installaties hoeven niet aan de grenswaarden te voldoen, zoals bijvoorbeeld installaties die als enige warmtebron voor huizen en woningen worden gebruikt.

De grenswaarden zijn gedifferentieerd naar brandstof, leeftijd en vermogen van de installatie. Hier een overzicht over de grenswaarden die relevant voor deze studie zijn.

Tabel 11 Grenswaarden<sup>1</sup> voor kleine verbrandingsinstallaties in Duitsland

	Brandstof	Vermogen (kW)	Stof (g/m <sup>3</sup> )	Koolmonoxide (g/m <sup>3</sup> )
Installaties geplaatst na 22 maart 2010	4-5	≥ 4 ≤ 500	0,1	1
	5a		0,06	0,8
Installaties geplaatst na 31-12-2014	4-5a	≥ 4	0,02	0,4

4 onbehandeld, niet-bewerkt hout in stukken (bijvoorbeeld blokken en dennenappels).

5 onbehandeld hout niet in stukken (bijvoorbeeld zaagspanen).

5a onbehandeld hout geperst (bijvoorbeeld houtbrikets, pallets).

Gebruikers van de installaties krijgen bovendien advies over hoe ze de installaties goed moeten gebruiken. Ook wordt het brandhout in de toekomst gecontroleerd.

Als zoals in Blauw (2009) een rookgasvolume van 8,8 m<sup>3</sup>/kg hout wordt verondersteld dan is de vertaling van de grenswaarden als volgt.

Tabel 12 Vertaling van de grenswaarden uit de Kleinfuerungsanlagenverordnung

	Brandstof	Vermogen (kW)	Stof (mg/kg)	Koolmonoxide (mg/kg)
Installaties geplaatst na 22-03-2010	4-5	≥ 4 ≤ 500	880	8800
	5a		528	7040
Installaties geplaatst na 31-12-2014	4-5a	≥ 4	176	3520

4 onbehandeld, niet-bewerkt hout in stukken (bijvoorbeeld blokken en dennenappels).

5 onbehandeld hout niet in stukken (bijvoorbeeld zaagspanen).

5a onbehandeld hout geperst (bijvoorbeeld houtbrikets, pallets).

### 4.3 Zwitserland

Volgens de Luftreinhalte-Verordnung van Zwitserland (laatste wijziging 1 september 2007) mogen houtgestookte installaties met een vermogen tot 70 kW de volgende emissiegrenswaarden niet overschrijden.

<sup>1</sup> De grenswaarden zijn betrokken op 13% zuurstofgehalte van de uitlaatgas.



Tabel 13 Emissiegrenswaarden<sup>2</sup> volgens Zwitserse Luftreinhalte-Verordnung

	Brandstof		Emissiegrenswaarde (mg/m <sup>3</sup> )
Koolmonoxide	A, B	Vanaf 1-9-2007	4.000
	C		1.000
NO <sub>2</sub>			250

A: onbehandeld hout in stukken.

B: onbehandeld hout niet in stukken.

C: resthout van de houtverwerkende industrie.

Bovengenoemde grenswaarde voor CO is niet van toepassing op installaties die als centrale verwarming worden gebruikt. Grenswaarden voor stof zijn er alleen voor installaties met een vermogen van boven de 70 kW.

Als zoals in Blauw (2009) een rookgasvolume van 8,8 m<sup>3</sup>/kg hout wordt verondersteld dan is de vertaling van de grenswaarden als volgt.

Tabel 14 Vertaling van de grenswaarden uit de Luftreinhalte-Verordnung

	Brandstof		Emissiegrenswaarde (mg/kg)
Koolmonoxide	A, B	Vanaf 1-9-2007	35.200
	C		8.000
NO <sub>2</sub>			2.200

A: onbehandeld hout in stukken.

B: onbehandeld hout niet in stukken.

C: resthout van de houtverwerkende industrie.

#### Conclusies:

In andere Europese landen zoals Duitsland en Zwitserland worden grenswaarden voor kleine installaties gehanteerd. Installaties die als enige warmtebron dienen zijn vaak uitgezonderd.

In Duitsland bestaan stofgrenswaarden voor kleine installaties, in Zwitserland niet. Bij koolmonoxidegrenswaarden zit een behoorlijk verschil tussen de grenswaarden.

<sup>2</sup> De grenswaarden zijn m.b.t. een zuurstofgehalte van 13 % van het uitlaatgas.





# 5 Recente inzichten

## 5.1 Zeezoutcorrectie

Op 6 juli 2010 publiceerde ECN het volgende persbericht:

“Mensen veroorzaken een veel groter deel van het fijn stof in de lucht dan gedacht. Dat blijkt uit het rapport 'Beleidsgericht Onderzoeksprogramma fijn stof' van het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL), Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) en TNO.

Fijn stof ( $PM_{10}$ ) bestaat gemiddeld voor 75 tot 80% uit door menselijk handelen gevormde bestanddelen, 25% meer dan gedacht. De fijnere fractie van fijn stof ( $PM_{2,5}$ ) is zelfs voor 85 tot 90% afkomstig van de mens, 20% meer dan gedacht. De bijdrage aan de vorming van fijn stof in de lucht door ammoniak, zwavel-oxiden, stikstofoxiden en vluchtige koolstofverbindingen werd naar nu blijkt onderschat. Maatregelen gericht op het terugdringen van deze emissies zijn daarom mogelijk effectiever dan verondersteld om de concentraties fijn stof te verlagen.

Zeezout blijkt daarentegen een kleinere bijdrage te leveren aan het fijn stof in de lucht. Zeezoutdeeltjes zijn van natuurlijke oorsprong. EU-lidstaten als Nederland maken daarom gebruik van de zogenaamde 'zeezoutaftrek' als ze gaan toetsen of de lucht aan de Europese normen voor fijn stof voldoet. De huidige zeezoutaftrek blijkt nu hoger dan de daadwerkelijke bijdrage van zeezout.”

Op grond van het genoemde onderzoek zal het Ministerie van VROM moeten bepalen of de wettelijk toegestane zeezoutcorrectie in tact kan blijven. Indien deze wordt aangepast of zelfs verdwijnt, zal dit ertoe leiden dat er eerder grenswaarde overschrijdingen optreden.

## 5.2 Meetresultaten van ECN van fijn stof en gidsstoffen uit houtstook

In ECN (2009) wordt beschreven op welke wijze de emissies van houtstook in Schoorl zich in de omgeving verspreiden. Deze verspreiding is gemeten op basis van  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$ , gecombineerd met de meting van levoglucosan. Uit deze metingen blijkt dat de bijdrage van de houtstook aan de concentraties  $PM_{10}$  en  $PM_{2,5}$  aanzienlijk hoger is dan eerder verondersteld. Tevens is aangetoond dat levoglucosan een uitstekende gidsstof is voor het meten van de fijn stoffracties.

De door ECN toegepaste methode biedt perspectief voor het monitoren van de emissies van fijn stof in gebieden met een groot aandeel houtstook.







# 6 Conclusies en aanbevelingen

## 6.1 Conclusies

In de berekeningen van de verspreiding van luchtverontreinigende stoffen zijn vier verkeerde aannames gedaan. Deze aannames leiden ieder voor zich en zeker in het totaal tot een aanzienlijk onderschatting van de bijdrage van de houtkachels aan de concentraties in de leefomgeving.

Het gaat om de volgende aannames:

1. Het aandeel fijn stof in het totaal van de stofemissies is geen 50% maar ruim 90%. Ook het aandeel ultra fijn stof, van groot belang voor de gezondheidseffecten, is aanzienlijk (ruim 80%).
2. De emissiehoogte vanaf de woonschepen is te hoog ingeschat. Het bedraagt geen 2 m boven de kade, maar ligt feitelijk op kadeniveau.
3. De stookduur van de kachels zal groter zijn dan een gemiddelde stookduur zoals die bij woningen zich voordoet. Dit heeft tot gevolg dat de emissieduur evenredig toeneemt.
4. De invloed van de omliggende gebouwen is niet, of niet duidelijk, gemodelleerd. Dit kan leiden tot een ander verspreidingspatroon en daarmee hogere concentraties.

De door Blauw toegepaste zeezoutcorrectie is formeel juist, maar nieuwe inzichten laten zien dat er aanzienlijk minder zeezout in het fijn stof aanwezig is dan eerder verondersteld. Het is aannemelijk dat de wetgeving hierover aangepast zal moeten worden.

## 6.2 Aanbevelingen

Betere informatie over de emissies van de woonschepen kan het beeld van de situatie in Groningen verhelderen. Dit kan door bij de woonschepen langs te gaan en daar de informatie te vragen. Voorwaarde hiervoor is dat de bewoners hun medewerking verlenen.

Een andere manier om het zicht op de concentraties van met name fijn stof te verbeteren is het uitvoeren van metingen van de luchtkwaliteit aan de Noorderhaven. Dit kan goed in combinatie met het meten van levoglucosan dat als gidsstof is vastgesteld door ECN.





# 7 Referenties

Behnke, 2007

Anja Behnke

Domestic heating : PM Emissions and reduction measures in Germany  
Dessau : Federal Environment Agency, 2007

Buro Blauw, 2009

Effecten luchtmissies houtkachels sfeerhaarden en vuurkorven  
S.l. : Bureau Blauw B.V., 2009

BUWAL, 2005

Arbeitsblatt Emissionsfaktoren Feuerungen

Bern : Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, 2005

CBS, 2006

Duurzame energie in Nederland 2006

Voorburg : Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), 2006

CBS, 2010

Reinoud Segers

Houtverbruik bij huishoudens

Den Haag/Heerlen : Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), 2010

CEA, 1996

I.S. Steenwinkel en A.F.L. Slob

Emissiereductie van houtkachels en open haarden: Onderzoek naar de  
optimale inzet van beleidsinstrumenten

Rotterdam : CEA, Bureau voor communicatie en advies over energie en milieu  
B.V., 1996

CV Bosgroep Noord-Oost Nederland u.a., 2009

J.M. (Mario) den Hoedt

Inventarisatie Knip en Snoeihout bij de twaalf Drentse gemeenten

Witharen : CV Bosgroep Noord-Oost Nederland u.a., 2009

Duijm en Meyer, 1996

Houtkachels in woonschepen : PAK-blootstelling en inwendige belasting  
gemeten bij scheepsbewoners

In : Lucht, nr. 2, juni 1996

ECN, 1992

P.A. Okken, H.J.A. van den Akker, J.M. Bais, J. van Doorn, A.D. Kant

Houtkachels in Nederland : Bijdrage aan energievoorziening en milieubelasting

Petten : Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN), 1992

ECN, 2006

H.P.J. de Wilde, L.W.M. Beurskens, P. Kroon, A. Bleeker, M.K. Cieplik,  
R. Korbee

Effect biobrandstoffen op fijn stof in de buitenlucht

Petten : ECN, 2006



ECN, 2009  
G.P.A. Kos, E.P. Weijers  
De bijdrage van houtverbranding aan PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> tijdens een winterperiode in Schoorl  
Petten : ECN, 2009

Ehrlich, 2007  
Chr. Ehrlich, G. Noll, W.D. Kalkoff  
Determining PM-emission fractions (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1,0</sub>) from small-scale combustion units and domestic stoves using different types of fuels including bio-fuels like wood pellets and energy grain  
Halle : Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt, 2007

Nijdam en Koch, 2007  
D.S. Nijdam en W.W.R. Koch  
Methodenbeschrijvingen emissieregistratie: Productgebruik, Consumenten, Bouw en HDO  
Emissies van de taakgroep WESP, werkvelden 12, 19 en 20  
Bilthoven/Apeldoorn : Milieu- en Natuurplanbureau/TNO, 2007

RIVM, 1994  
A.F.L. Slob, I.S. Steenwinkel (Communicatie en Adviesbureau over energie en milieu), H. Booij (RIVM)  
Procesbeschrijving open haarden, hout- en kolenkachels  
Bilthoven : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne (RIVM), 1994

RIVM, 2007  
Handboek Binnenmilieu 2007  
Bilthoven : RIVM, 2007  
<http://www.rivm.nl/milieuportaal/onderwerpen/binnenmilieu/handboek-binnenmilieu.jsp>

RuG, 2006  
Maureen E. Butter, Menno A. Keij  
Rookoverlast houtkachels, haarden en vuurkorven : burenruzie of milieuprobleem?  
Haren : RuG Wetenschapswinkel Biologie, 2006

SenterNovem, 2005  
J. Koppejan, P.D.M. de Boer-Meuleman  
Status Warmteproductie 2005  
Arnhem : SenterNovem, 2005

Spitzer et al., 1998  
J. Spitzer, P. Enzinger, G. Frankhauser, W. Fritz, F. Golja, R. Stiglbrunner  
Emissionsfaktoren für feste Brennstoffe  
S.l. : Joanneum Research, 1998

Struschka et al., 2003  
M. Struschka, U. Zuberbühler, A. Dreiseidler, D. Dreizler, G. Baumbach  
Ermittlung und Evaluierung der Feinstaubemissionen aus Kleinfeuerungsanlagen im Bereich der Haushalte und Kleinverbraucher sowie Ableitung von geeigneten Maßnahmen zur Emissionsminderung  
Berlin : Umweltbundesamt, 2003



TNO, 1987

A. Bakkum, H.J. Huldy en A. Kiers  
Emissieregistratie van vuurhaarden  
TNO : Delft, 1987

TNO, 1999

J. Hulskotte, W.F. Sulilatu, W.F. Willemsen  
Monitoringssystematiek openhaarden en houtkachels  
Apeldoorn : TNO-MEP, 1999

TNO, 2002

J. Hulskotte en J.H.J. den Boeft  
BaP-concentratie in woonwijken ten gevolge van openhaarden en houtkachels  
(TNO MEP R 2002/148)  
Apeldoorn : TNO MEP, 2002

UBA, 2002

G. Thanner en W. Moche  
Emission von dioxinen, PCB's und PAH's aus Kleinf Feuerungen  
Wien : Umweltbundesamt Österreich (UBA), 2002

UBA, 2003

Emissionsfaktoren als Grundlage fuer die Österreichische Luftschadstoff-  
Inventur  
Wien : Umweltbundesamt Österreich (UBA), 2003

UBA, 2006a

Umweltbundesamt  
Die Nebenwirkung der Behaglichkeit: Feinstaub aus Kamin und Holzofen  
Wien : Umweltbundesamt Österreich (UBA), 2006

UBA, 2006b

Umweltbundesamt  
Schwebestaub in Österreich  
Wien : Umweltbundesamt Österreich (UBA), 2006

UBAD, 2006

Die Nebenwirkungen der Behaglichkeit: Feinstaub aus Kamin und Holzofen  
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3556.pdf>  
Dessau, 2006

VITO, 2000

H. Van Rompaey, R. De Fré, E. De Spiegeleer, C. Polders, P. Vanderstraeten,  
M. Wevers  
Emissies van dioxines en PAK's door gebouwenverwarming met vaste  
brandstoffen  
Mol (België) : VITO, 2000

VROM, 2000

Handboek Sfeerverwarming  
Den Haag : Ministerie van VROM, 2000

Winiwarter, 2001

W. Winiwarter, C. Trenker, W. Höflinger  
Unsicherheit der Emissionsinventur für Treibhausgase in Österreich  
Seibersdorf : Seibersdorf Research Report, 2001

