



Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.tno.nl

T 055 549 34 93

F 055 549 98 37

TNO-rapport

R 99/170

**Monitoringsystematiek openhaarden en
houtkachels**

Datum	mei 1999
Auteurs	ir. J.H.J. Hulskotte W.F. Sulilatu ing. A.J. Willemsen
Projectnummer	29632
Trefwoorden	- emissies - houtkachels - openhaarden - monitoring
Bestemd voor	Ministerie VROM/DGM directie Industrie en Consumentenbeleid Afdeling Producten en Consumenten

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Voorwoord

Deze monitoringssystematiek is tot stand gebracht op initiatief van de taakgroep WESP in het kader van de nationale emissiejaarrapportage, omdat gesignaleerd was dat de systematiek die gebruikt werd voor de berekening van de landelijke emissies ernstige tekortkomingen bevatte. Het gebrek aan regelmatige feitelijke waarnemingen over het gebruik van hout en kolenkachels was daarbij het belangrijkste bezwaar. Bij het ministerie van VROM, Directie, Industrie- en Consumentenbeleid (VROM-ICB) werd dit bezwaar ook gevoeld mede doordat de branchevereniging eerder al soortgelijke bezwaren tegen de door VROM gehanteerde emissiecijfers had laten blijken. Dit was voor VROM-ICB aanleiding om onderhavig onderzoek naar de monitoringssystematiek op te dragen.

Aan dit onderzoek hebben de volgende personen en instanties een belangrijke bijdrage geleverd:

- Mr. J.M. Auping, FME
- Mr. G. Beenen, Vereniging Comfortabel Wonen
- drs. D.J.G. Brand, VROM-ICB (begeleiding namens de opdrachtgever)
- drs. P. Klein, CBS (begeleidingscommissie)
- drs. G.A. Rood, RIVM (voorzitter begeleidingscommissie)
- T. van Wylick, Vereniging Haard en Rookkanaal

De volgende personen en organisaties die bij het onderwerp betrokken zijn is om commentaar gevraagd:

- R. Boérée, Schuttelaar en partners
- E. den Elshof, Vereniging Nederlandse Gemeenten
- Mw. Ir.H.H.F. Pranger, MMG
- J.A.L. de Ridder, Consumentenbond
- ir. T. Rolle, Astmafonds
- Drs. A.F.L. Slob, TNO-STB
- Drs. P.F.J. van der Most, HIMH
- Drs. E.A. Zonneveld, CBS

Zowel de begeleidingscommissie namens Werkgroep Consumenten als de branchevereniging VHR zijn van mening dat met de publicatie van dit onderzoek een goede basis is gelegd om de huidige en toekomstige emissies van openhaarden en houtkachels bij particuliere huishoudens op een zo verantwoord mogelijk wijze te kunnen monitoren.

Namens TNO wil ik iedereen danken voor de prettige en vlotte manier van samenwerken in dit project.

Ir. J.H.J. Hulskotte, juni 1999

Samenvatting

De directie Industrie Consumenten en Beleid van het ministerie van VROM heeft aan TNO-MEP opdracht verstrekt om een systematiek te ontwerpen waarmee de emissies van openhaarden en houtkachels door particuliere huishoudens in Nederland in de tijd kunnen worden gemonitord. Tevens werd gevraagd om maatregelen te benoemen waarmee de emissies kunnen worden gereduceerd. In dit rapport wordt het ontwerp van de systematiek besproken en worden tevens de eerste resultaten besproken die met behulp van de nieuwe systematiek zijn berekend.

De monitoringsystematiek is gebaseerd op een enquête onder auspiciën van de Vereniging Haard en Rookkanaal welke jaarlijks wordt uitgezet onder gebruikers van toestellen voor sfeerverwarming (openhaarden en houtkachels). De gebruikers van toestellen voor sfeerverwarming zijn bekend uit een algemene enquête naar wooncomfort van de Vereniging Comfortabel Wonen. De eerste enquête levert informatie over het gebruik van openhaarden en houtkachels terwijl de tweede enquête in combinatie met landelijke woningstatistieken informatie levert over de aantallen toestellen die in Nederland geïnstalleerd zijn.

In 1996 waren in Nederland ongeveer 1,1 miljoen toestellen voor sfeerverwarming in particuliere huishoudens geïnstalleerd. Het gaat hierbij om toestellen met nominale vermogens lager dan 18 kilowatt. Ongeveer 860-duizend van deze toestellen werden gestookt met vaste brandstoffen, voornamelijk hout. Deze toestellen gestookt op vaste brandstof bestonden uit ongeveer 690-duizend openhaarden en inzethaarden en ongeveer 170-duizend vrijstaande houtkachels. Ongeveer 55-duizend van de gesloten toestellen (inzethaarden en vrijstaande houtkachels) waren van een kwaliteit die voldoet aan de huidige NL-type-keuringsregeling.

De verstookte hoeveelheid brandstof wordt middels de monitoringsystematiek voor 1996 geschat op ongeveer 630 kiloton hout, 14 kiloton persbriketten en enkele kilotonnen (huishoudelijke) afvalstoffen. In eerdere studies werd de hoeveelheid hout die in deze toestellen wordt verstookt nog geschat op ongeveer 1 miljoen kiloton hout.

Door de wijziging van dit inzicht dalen de schattingen van de emissies met ongeveer 40 procent ten opzichte van eerdere schattingen. Het aandeel van openhaarden en houtkachels in de landelijke emissies naar de lucht blijft hiermee echter voor sommige stoffen relatief aanzienlijk: fijn stof (4,6 kton, 11 procent), benzo(a)pyreen (1,2 ton, 34 procent), benzeen (580 ton, 8 procent). Dit wordt mede veroorzaakt doordat de emissies van verkeer en industrie relatief sterker dalen. De emissies van openhaarden en houtkachels dalen vermoedelijk voornamelijk door de introductie van toestellen voor sfeerverwarming die met aardgas worden gestookt. Tevens draagt de introductie van kachels die voldoen aan de eisen van de type-keuring bij aan de vermindering van de emissies.

De emissiefactoren van gekeurde toestellen zijn ingeschat op basis van de CO-metingen van de typekeuring en literatuurgegevens.

Het verdient daarom aanbeveling om naast CO ook andere stoffen te onderzoeken bij gekeurde toestellen: fijn stof, PAK, benzeen.

Openhaarden en houtkachels leveren verder in vergelijking met andere CO₂-reductie-maatregelen een redelijk forse bijdrage van ongeveer 370 kiloton aan CO₂-emissiereductie voor het berekende jaar 1996. De besparing van aardgas per huishouden ligt gemiddeld voor de gesloten toestellen tussen 300 en 650 kubieke meter gas per jaar.

De belangrijkste mogelijkheden voor emissiereductie zijn te vinden in het gebruik van beter gedroogd hout, het plaatsen van kachels met nominale vermogens die beter zijn afgestemd op het volume van de huiskamer en het introduceren van kachels met naverbrander en/of katalysator voor zogenaamde “heavy users”. Verder blijft het belangrijk het publiek regelmatig indringend te informeren over de risico's van het stoken van afval met name om te voorkomen dat gevaarlijke emissies zoals dioxines ontstaan.

Tenslotte wordt aanbevolen om met de Vereniging van Haard en Rookkanaal afspraken te maken over de periodieke uitvoering van de enquête en de aanlevering van gegevens hieruit ten behoeve van de jaarlijkse actualisering van de emissieberekening teneinde de ontwikkelingen te kunnen volgen.

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	2
Samenvatting	3
Monitoringssystematiek open haarden en houtkachels	6
1. Algemene beschrijving van de monitoringsystematiek	7
2. Resultaten van de systematiek	9
2.1 Gegevens over de omvang van het proces.....	9
2.1.1 Aantallen open haarden en houtkachels in Nederland	9
2.1.2 Het stookgedrag.....	13
2.1.3 Motieven om te stoken	14
2.2 Berekening van de emissies.....	14
2.2.1 Berekening van verstoekte hoeveelheden brandstoffen.....	15
2.2.2 Emissiefactoren	17
2.2.3 Emissieprofielen.....	24
2.2.4 Emissies.....	26
3. Energie en CO ₂ -emissie-vermindering	30
4. Mogelijkheden voor emissiebeperking	32
4.1 Vervanging houtgestookte apparaten door aardgas gestookte sfeerverwarming.....	32
4.2 Gebruik van betere brandstoffen	32
4.3 Gebruik van kachels met lager vermogen	32
4.4 Gebruik van kachels met naverbranding of katalysator door “heavy users”	32
4.5 Voorkomen van het stoken van afvalstoffen	33
5. Afkortingen	34
6. Referenties	35
7. Verantwoording	37
Bijlage 1 t/m 4	

Monitoringssystematiek open haarden en houtkachels

Inleiding

In dit rapport wordt een systematiek beschreven waarmee de emissies veroorzaakt door het stoken van hout in open haarden en houtkachels in Nederland in de tijd kunnen worden gevolgd (gemonitord).

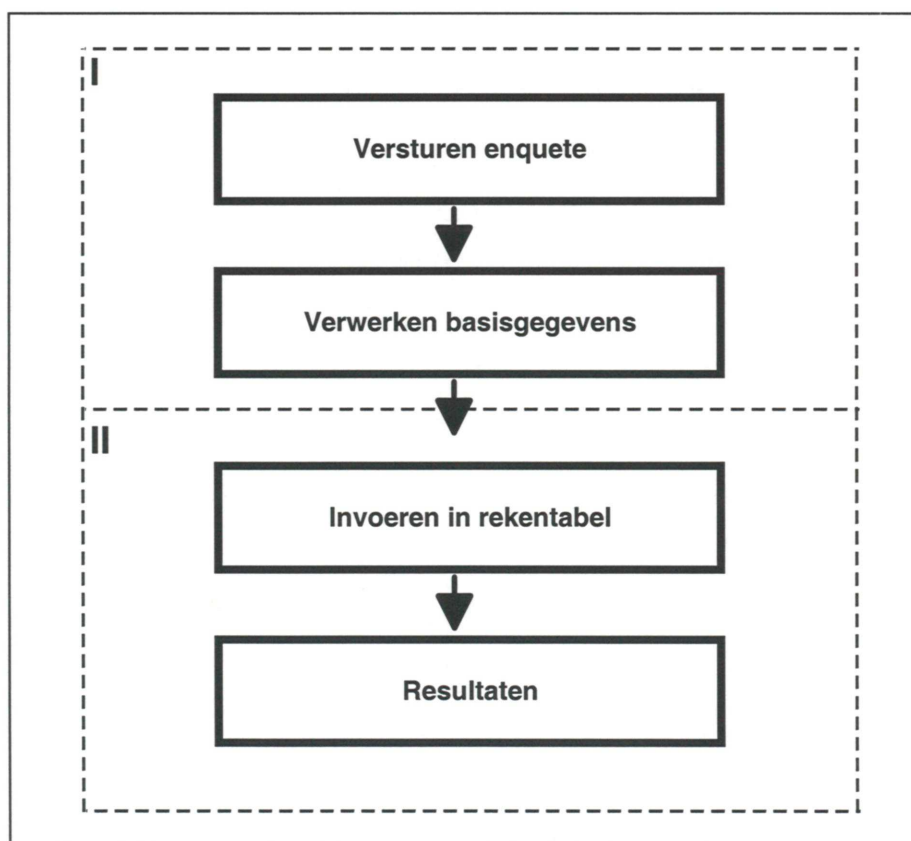
De systematiek is gebaseerd op een jaarlijkse enquête die wordt uitgezet door de Vereniging Haard en Rookkanaal (VHR) onder enkele duizenden huishoudens die te kennen hebben gegeven deel te willen uitmaken van een onderzoekspanel. Doel van deze enquête is om te onderzoeken hoe het bestand aan open haarden en houtkachels zich ontwikkelt en tevens om te onderzoeken welke brandstoffen en hoeveel worden gebruikt. Vervolgens wordt berekend wat de omvang van de emissies is, voor de prioritaire stoffen in het milieubeleid. Dit gebeurt met behulp van emissiefactoren passend bij de voorkomende brandstof/apparaatcombinaties. De totale monitoringssystematiek bestaat derhalve uit het geheel van de enquête, de verwerkingsmethode, de emissiefactoren en de berekeningsmethode om te komen tot emissies.

De emissiegegevens maken deel uit van de landelijke Emissiejaarrapportage waarin de emissies van alle bronnen in Nederland worden vastgelegd en ter beschikking worden gesteld voor diverse rapportages ten behoeve van het milieubeleid in dit geval met name de Milieubalans.

Voor de milieubeleidsrapportages is het vooral belangrijk dat trends van de emissies kunnen worden gevolgd en dat de verhoudingen van de emissies uit de diverse bronnen (industrie, verkeer, huishoudens) de realiteit zo goed mogelijk benaderen. Daarnaast worden de gegevens ook gebruikt ten behoeve van verspreidingsberekeningen waarmee de concentraties in de lucht worden berekend. De resultaten van deze berekeningen worden vergeleken met metingen van bijvoorbeeld fijn stof, in dit geval, in de buitenlucht. De resultaten van metingen en berekeningen worden vervolgens gelegd naast de normstelling van diverse stoffen. Voor een aantal prioritaire stoffen zijn open haarden en houtkachels aan te merken als een belangrijke bron van emissies: fijn stof, PAK en benzeen. Aangezien in de emissiejaarrapportage de emissies van prioritaire stoffen zo compleet mogelijk worden meegenomen, worden in principe alle prioritaire stoffen in de monitoringssystematiek meegenomen.

1. Algemene beschrijving van de monitoringsystematiek

De monitoringsystematiek bestaat uit twee afzonderlijke delen. In het eerste deel worden gegevens verzameld over het bezit en het gebruik van sfeerverwarmingsapparaten. Dit gedeelte wordt in het vervolg van dit rapport de VHR-enquête genoemd. Dit deel wordt onder verantwoording van de VHR (Vereniging Haard en Rookkanaal) uitgevoerd door de Vereniging Comfortabel Wonen. Onder enkele duizenden gezinnen die te kennen hebben gegeven deel uit te willen maken van een panel zal een jaarlijks een enquête worden verspreid. In bijlage 2 is een exemplaar van de enquête opgenomen. De enquête is in april 1999 voor het eerst in deze vorm verspreid. De resultaten hiervan zijn echter nog niet beschikbaar op het moment dat dit onderzoek wordt gerapporteerd. Echter de enquête is grotendeels identiek aan een enquête die reeds eerder voor VHR door Comfortabel Wonen in 1996 werd uitgevoerd. In het tweede deel worden de gegevens verwerkt tot emissie- en brandstofcijfers. Met behulp van de resultaten van deze reeds eerder uitgevoerde enquête is een rekentabel opgezet waarmee een rechtstreekse vertaling kan worden gemaakt naar emissies. In onderstaand schema is de gehele systematiek kort weergegeven.



Figuur 1 Schematische weergave van de monitoringsystematiek

In bovenstaand schema worden de werkzaamheden in het blok met romeins cijfer I uitgevoerd door de Vereniging Comfortabel Wonen in opdracht van de VHR. De werkzaamheden in het blok II worden uitgevoerd door de werkgroep Consumenten (= opvolger WESP) in het kader van de landelijke doelgroepmonitoring. Voorts worden de resultaten door het Ministerie van VROM gebruikt bij activiteiten gericht op de vermindering van de milieubelasting bij het gebruik van open haarden en houtkachels. Het gaat hier om het doen samenstellen van een handboek sfeer-stoken, het maken van afspraken over de kwaliteit van brandstoffen voor gebruik in open haarden en houtkachels en het maken van afspraken over emissie-eigenschappen van in gebruik zijnde en nieuw op de markt te brengen houtkachels. De resultaten van de berekeningen zullen worden aangeleverd aan de landelijke Emissiejaarrapportage en van daaruit worden doorgeleverd aan de landelijke emissiedatabase en zijn van daaruit beschikbaar zijn voor publiek enerzijds en beleids-makers anderzijds ter voorbereiding van beleidsproducten zoals de Milieubalans.

2. Resultaten van de systematiek

2.1 Gegevens over de omvang van het proces

2.1.1 Aantallen open haarden en houtkachels in Nederland

Gebruikte basisinformatie

Om het aantal openhaarden en houtkachels in particuliere huishoudens in Nederland vast te stellen wordt gebruik gemaakt van drie permanente informatiebronnen:

1. Het Systeem Woningvoorraad (SYSWOV) van het ministerie van VROM;
2. De permanente enquête Markt Informatie Wonen (MIW) van de Vereniging Comfortabel Wonen;
3. De vervolgenquête Openhaard en Kachel door de Vereniging Comfortabel Wonen in opdracht van de Vereniging Haard en Rookkanaal (in de rest van het rapport de VHR-enquête genoemd).

In het SYSWOV wordt de omvang en de samenstelling van de Nederlandse woningvoorraad per gemeente bijgehouden. Basis voor het systeem is de Algemene Volkstelling uit 1971. Vanaf dat jaar worden jaarlijks de mutatiegegevens van het CBS omtrent woningproductie en woningontrekkingen per gemeente verwerkt. Het totaal aantal woningen in SYSWOV wijkt licht af van het aantal woningen dat door CBS wordt opgevoerd in de statistieken. Het CBS beschikt echter niet over de benodigde details (eigendomssituatie / woningtype) van de nationale totalen. De permanente enquête in het kader van het project Markt Informatie Wonen uitgevoerd door de Vereniging Comfortabel Wonen is erop gericht informatie te verkrijgen omtrent woninginrichting en verbouwing (keukens, badkamers, verwarming etc.). Er worden jaarlijks ongeveer 60.000 enquêtes uitgezet. De respons hierop bedraagt ongeveer 25 procent. In deze enquête zit tevens een vraag opgenomen over het bezit van de woning en over de aanwezigheid van open haard of kachel.

De respondenten van deze laatste enquête die hebben aangegeven dat ze in het bezit zijn van een openhaard of kachel krijgen een vervolgenquête toegestuurd. Deze laatste enquête is erop gericht om marktinformatie verschaffen aan de Vereniging Open Haard en Rookkanaal (VHR) en tevens inzicht te geven in het stookgedrag van huishoudens. De respons op deze enquête is doorgaans ook ongeveer 25 procent. De VHR is voornemens deze laatste enquête jaarlijks te houden en de resultaten daarvan beschikbaar te stellen ten behoeve van de toepassing van de in dit rapport beschreven monitoringssystematiek.

Bepaling van het aantal sfeereenheden

De term sfeereenheid wordt hier geïntroduceerd omdat een gedeelte van de toestellen niet wordt gestookt op vaste brandstof doch op aardgas. Deze toestellen kennen wel het optische effect van vuur dat uitsluitend bedoeld is om een gezellige

sfeer in de huiskamer te creëren. Het aantal sfeereenheden in Nederland wordt bepaald op basis van het aantal eengezinswoningen (=laagbouw) in Nederland. Er is daarmee de aanname gedaan dat in hoogbouwoningen geen sfeereenheden kunnen worden geplaatst. Voor toestellen gestookt op vaste brandstof lijkt deze aanname volledig conform de werkelijkheid en voor gasgestookte toestellen zal de aanname de werkelijkheid dicht benaderen. De onderliggende statistische informatie wordt betrokken uit het bovenbeschreven SYSWOV. Daarbij wordt een onderscheid gehanteerd tussen koopwoningen en huurwoningen. Uit Markt Informatie Wonen van Comfortabel Wonen blijkt dat het percentage sfeereenheden in koopwoningen ongeveer twee keer zo groot is als in huurwoningen. Het totaal aantal verwerkte enquêtes was in dit geval 13268. De omvang van de steekproef en de gelijkmatige geografische verdeling over Nederland maakt dat het resultaat voldoende nauwkeurig en betrouwbaar genoemd mag worden. In de verdere verwerking van de enquête bij de berekening van emissies wordt rekening gehouden met het gedeelte van de sfeereenheden dat op gas wordt gestookt.

Tabel 1 Bepaling van het aantal sfeereenheden in 1996

Eengezinswoningen in 1996	Aantal woningen (VROM, SYSWOV)	Percentage sfeereenheden (MIW, CW)	Sfeereenheden (x duizend)
Koopwoningen	2796493	31,8	890
Huurwoningen	1648774	14,9	245
Totaal	4445267	25,5	1135

Samenvattend kan dus worden geconcludeerd dat het aantal sfeereenheden wordt bepaald op basis van het SYSWOV in combinatie met resultaten uit Marktinformatie Wonen. Het berekende aantal eenheden dat in 1996 in gebruik was bedraagt ongeveer 1,1 miljoen stuks.

Hierbij opgemerkt moet worden dat op openhaarden en kachels in horecagelegenheden en in vakantieparken niet in het onderzoek worden betrokken.

Bepaling van het aantal openhaarden en houtkachels

Onder openhaarden en houtkachels wordt dan verder in dit rapport het deel van de sfeereenheden verstaan dat wordt gestookt op vaste brandstof (bijvoorbeeld hout, persbriketten of kolen).

Het aantal openhaarden en houtkachels gestookt op vaste brandstof wordt bepaald op basis van het percentage sfeereenheden dat wordt gestookt met vaste brandstof blijkens de VHR-enquête. In onderstaande tabellen staat dit geïllustreerd voor het basisjaar 1996.

Tabel 2 Basisgegevens van de VHR-enquête over Openhaard en Kachel, uitgevoerd in 1996

	Aantal	Percentage
Verzonden formulieren	3061	
Response: Totaal	917	30,0
Niet / niet volledig ingevuld	105	3,5
Verwerkt	812	26,5

Tabel 3 Aandeel van de verschillende typen toestellen in 1996

Type apparaat	Aantal respondenten	% van sfeereenheden
Openhaard (hout)	266	32,8
Openhaard (gasblok)	195	23,9
Openhaard (inzet)	127	15,6
Openhaard (gesloten inbouw)	105	13,0
Houtkachel (vrijstaand)	119	14,7
Totaal	812	100

Met een totaal van 812 verwerkbare enquêtes onder de bezitters van sfeereenheden is een bevredigend inzicht te krijgen in het gedrag van de gemiddelde bezitter van een openhaard of houtkachel. Ter vergelijking de emissies van 6 miljoen personenauto's in Nederland worden berekend behulp van een panel van ongeveer 1000 automobilisten. Ten tijde van het schrijven van dit rapport is een nieuwe VHR-enquête in uitvoering. In bijlage 2 is een kopie van deze enquête opgenomen. De resultaten hiervan zijn echter nog niet beschikbaar.

Onderscheiden in typen van toestellen

De toestellen die in het onderzoek zijn betrokken staan opgesteld in woningen van particuliere huishoudens. Dit impliceert vrijwel automatisch dat het vermogen de wettelijke grens van 18 kW vrijwel nooit zal overschrijden.

Twee belangrijke indelingen werden gehanteerd bij het onderscheiden van toestellen in de voor dit onderzoek toegepaste VHR-enquête uit 1996 en de daarop volgende emissieberekeningen. Ten eerste het onderscheid open of gesloten toestel. Een open toestel met een vrije luchttoevoer heeft een andere emissiekenarakteristiek dan een gesloten toestel waarbij de luchttoevoer geregeld kan worden. Tot de open toestellen worden in dit verband gerekend: openhaard (hout), openhaard (gasblok) en openhaard (inzet). Tot de gesloten toestellen worden gerekend: openhaard (gesloten/inbouw) en de houtkachels (vrijstaand). Speksteenkachels en tegelkachels zijn niet apart onderscheiden in de berekeningen. Vanwege de relatief geringe aantallen waarin deze toestellen voorkomen heeft dit geen belangrijke invloed op de uitkomsten van de berekeningen. In tegenstelling tot openhaarden zijn vrijstaande houtkachels niet om te bouwen tot gasgestookte varianten. Dit is ook niet aantrekkelijk voor de gebruiker omdat bij de meeste houtkachels er niet of nauwelijks vuur zichtbaar is.

Ten tweede worden de gasgestookte eenheden afgezonderd van de rest omdat de emissies daarvan voor de meeste stoffen wezenlijk lager zijn. De emissieberekening voor het gebruik van aardgas wordt in het kader van de landelijke Emissiejaarrapportage en de Milieubalans uitgevoerd bij de algemene berekening voor de emissies door vuurhaarden en wordt daarom hier niet gedoubleerd.

Tabel 4 Aantal apparaten(* 1000) uit dit onderzoek, tevens vergelijking met andere onderzoeken

	Percentage van aantal sfeer- eenheden 1996	Dit onderzoek over 1996	Okken(1992) over 1982	Okken(1992) over 1990	Slob(1993) over 1991
Openhaard (hout)	32,8	372	730	600	532
Openhaard (gasblok)	23,9	273			
Openhaard (inzet)	15,6	178	20	140	96
Openhaard (gesloten inbouw)	13,0	147			
Houtkachel (vrijstaand)	14,7	166	130	175	296
Totaal	100	1135	880	915	897
		(incl. gasgestookt)			
		862 (vaste brandstof)			

Uit bovenstaande tabel kan geconcludeerd worden dat het aantal sfeereenheden dat aangetroffen wordt in woningen globaal meestijgt met de woningvoorraad. Het aantal laagbouwoningen in de periode 1982/1996 is volgens de statistiek van de woningvoorraad (CBS) met 28,8 procent gestegen terwijl het aantal sfeereenheden met 32 procent is gestegen. Vooral de introductie van de open haard met gasblok heeft daaraan de laatste paar jaar veel bijgedragen. Het aantal eenheden dat met hout wordt gestookt lijkt zich te stabiliseren en neemt misschien zelfs enigszins af. In onderstaande tabel laat zich dit fenomeen eveneens aflezen.

Tabel 5 Ontwikkeling van de penetratiegraad van het aantal openhaarden en houtkachels gestookt op vaste brandstof in woningen

Jaar	Aantal eenheden (x duizend)	Eengezinswoningen (x duizend), CBS	Procent	Referentie
1982	880	3415	25,7	Okken, 1992
1990	915	4016	22,3	Okken, 1992
1992	897	4144	21,6	Slob, 1993
1996	862 (1135)	4445 (SYSWOV)	19,4 (25,5)	dit onderzoek

Het relatieve aandeel van sfeereenheden in woningen is in de periode van 1982 tot 1992 licht gedaald. In de periode vanaf 1992 neemt het aandeel weer toe, echter alleen wanneer de sfeereenheden die op gas worden gestookt tevens in de beschouwing worden betrokken. Tussen haakjes staat tevens het relatieve aandeel van sfeereenheden inclusief de op gas gestookte eenheden in 1996 volgens de verwerkte enquête (25.5 procent). Het aandeel van de sfeereenheden dat op vaste brandstof wordt gestookt lijkt daarmee enigszins af te nemen.

De vergelijkbaarheid van de gegevens uit dit onderzoek met de twee eerdere onderzoeken is echter niet geheel zonder problemen. Met name het begrip openhaard geeft vermoedelijk aanleiding tot mogelijke interpretatieverschillen. Indien uit dit onderzoek het aantal open haarden op hout, de inzethaarden en de inbouwhaarden worden samengeteld komt het aantal 'open haarden' dat niet met gas wordt gestookt in dit onderzoek op 696-duizend. Dit aantal is vergelijkbaar met het aantal van 600-duizend dat door Okken over 1982 werd berekend. Vergelijking van de gegevens van dit onderzoek met de gegevens van Slob suggereert dat het aantal vrijstaande kachels de laatste jaren duidelijk is afgenomen onder een gelijktijdige toename van open haarden in diverse uitvoeringen. De vraag is echter of de gegevens zonder meer vergelijkbaar zijn. Het vermoeden bestaat dat in het onderzoek van Slob een gedeelte van de vrijstaande kachels in feite te beschouwen zijn als losse eenheden (inzet of inbouwhaarden). Dit benadrukt het grote belang van het werken met gestandaardiseerde enquêtes, bewerkingsmethoden en rekenmethoden. Deze monitoringsystematiek beoogt daartoe het instrumentarium aan te reiken.

Het is de bedoeling dat ook het aantal gekeurde haarden en kachels wordt bijgehouden middels de VHR-enquête (zie bijlage 2). Op dit moment zijn de gegevens uit de nieuwe VHR-enquête nog niet beschikbaar. De VHR (van Wylick, 1999) schat het aantal gekeurde eenheden in Nederland momenteel op ongeveer 60.000 eenheden.

2.1.2 Het stookgedrag

Onder het stookgedrag wordt verstaan het aantal uren per jaar dat de betreffende openhaarden en kachels worden gebruikt en de brandstof die op dat moment wordt gebruikt in het betreffende apparaat. In onderstaande tabel staat aangegeven hoe het aantal stookuren is bepaald met behulp van de VHR-enquête

Tabel 6 Berekening van het aantal stookuren in 1996

Stookfrequentie	N	Procent	Aantal woningen (x duizend)	Uur/jaar (aannname)	Uren/jaar (x miljoen)
Niet	40	4,9	56	0	0
Minder dan 5 uur per maand	99	12,2	138	15	2,1
Minder vaak:					
Tussen 5 en 40 uur per maand	458	56,4	640	250	160
Vaak:					
10 tot 20 uur per week	111	13,7	155	600	93
20 tot 50 uur per week	69	8,5	96	1200	116
50 tot 100 uur per week	23	2,8	32	2500	80
meer dan 100 uur per week	12	1,5	17	4500	76
Totaal	812		1135		527

Bovenstaande gegevens (inclusief gasgestookte eenheden) zijn vergelijkbaar met de uitkomsten van het onderzoek van Slob(1993). Hierin werden in totaal 476 miljoen stookuren per jaar berekend over 1992. Indien de uitkomsten met elkaar vergeleken mogen worden betekent dit dat de gemiddelde duur dat de sfeereenheden in gebruik zijn licht aan het afnemen is (van ongeveer 500 uur per eenheid in 1992 naar ongeveer 460 uur per eenheid in 1996). Dit kan echter pas duidelijk worden zodra over meerdere jaren beter vergelijkbare enquête-resultaten beschikbaar zijn.

2.1.3 Motieven om te stoken

In de VHR-enquête werd gevraagd naar de motieven om zelf een open haard of kachel aan te schaffen.

Tabel 7 *Motieven voor het stoken in 1996*

Reden	Percentage
Dagelijkse warmtebron	17,4
Bijverwarming	21,4
Voor de gezelligheid	61,2

Het beeld dat uit deze antwoorden naar voren komt stemt redelijk overeen met het onderzoek van Slob (1993) waaruit bleek dat 74 procent van de gebruikers gezelligheid als motief opgeeft om te stoken. Voor de eigenaren van vrijstaande kachels geldt dat overigens in mindere mate. Van de bezitters van vrijstaande kachels stookt slechts 47 procent voor de gezelligheid volgens Slob. Vermoedelijk bestaat er een verband tussen stookmotief en stookduur en wellicht ook het toesteltype, echter de gegevens die voor dit onderzoek beschikbaar waren lieten niet toe dit verband te onderzoeken.

2.2 Berekening van de emissies

De berekening van de emissies bestaat uit drie onderdelen. Het eerste onderdeel is de berekening van het brandstofgebruik per apparaat en per brandstofsoort met behulp van de gegevens uit de VHR-enquête. Het tweede onderdeel is de vaststelling van de emissiefactoren voor de diverse prioritaire stoffen gerelateerd aan de brandstoffen en de apparaten. Het derde onderdeel betreft dan de eenvoudige vermenigvuldiging van de berekende brandstofhoeveelheden met de geschikte emissiefactoren.

2.2.1 Berekening van verstookte hoeveelheden brandstoffen

In tabel 8 staan de belangrijkste invoergegevens voor de berekening van het brandstofgebruik weergegeven.

De hoeveelheid brandstof die in 1 apparaat per jaar wordt verbrand resulteert uit de vermenigvuldiging van de gemiddelde stookduur per apparaat per brandstof maal een gemiddeld urengebruik.

$$Q_{ap} = F_{br} * T_{jr} * S_u$$

waarin:

- Q_{ap} : gemiddeld jaarlijks brandstofgebruik per apparaat (kg/jaar)
- F_{br} : fractie tijd dat een bepaalde brandstof wordt gebruikt (dimensieloos)
- T_{jr} : gemiddelde stookduur per apparaat (uur/jaar)
- S_u : gemiddeld urengebruik (kg/uur)

Het totale jaarlijkse brandstofgebruik van alle apparaten van een bepaald type resulteert uit de vermenigvuldiging van het aantal apparaten maal het jaarlijkse brandstofgebruik van 1 apparaat.

$$Q_{jr} = N_{ap} * Q_{ap}$$

waarin:

- Q_{jr} : totaal jaarlijks brandstof gebruik per apparaat in Nederland (kiloton/jaar)
- N_{ap} : totaal aantal apparaten in gebruik (x 1000.000)
- Q_{ap} : gemiddeld jaarlijks brandstofgebruik per apparaat (kg/jaar)

Tabel 8 *Berekening van het brandstofgebruik in 1996*

	Aantal (x 100.000)	Brandstof (soort)	Stookduur (weegfactor)	Brandstof (Verdeling)	Stookduur (uur/apparaat)	Verbruik (kg/uur)	Verbruik/ apparaat (m ³ /jaar)	Hoeveelheid brandstof (kiloton/jaar)
	N _{ap}			F _{br}	T _{jr}	S _u		Q _{jr}
Open haard	3,7	Hout	1	0,963	147	2,8	1,3	146
		Persbriketten	1	0,015		4		3
		Kolen	1	0,007		1,6		1
		Anders (afval)	1	0,015		0		2
Inzethaard	3,2	Hout	4	0,963	590	1,4	2,6	254
		Persbriketten	4	0,015		2		6
		Kolen	4	0,007		0,8		1
		Anders (afval)	4	0,015		1,5		4
Vrijstaande kachel (gekeurd)	0,55	Hout	7	0,963	1032	1,4	4,6	76
		Persbriketten	7	0,015		2		2
		Kolen	7	0,007		0,8		0
		Anders (afval)	7	0,015		1,5		1
Vrijstaande kachel (ongekeurd)	1,1	Hout	7	0,963	1032	1,4	4,6	152
		Persbriketten	7	0,015		2		4
		Kolen	7	0,007		0,8		1
		Anders (afval)	7	0,015		1,5		3
Totaal	8,6							

Het aantal apparaten werd ontleend aan de VHR-enquête. De weegfactor voor de verdeling van het aantal stookuren per apparaat werd ontleend aan Slob, die de gegevens verkreeg uit een representatieve steekproef. Het is de bedoeling dat in de toekomst de gegevens over de gemiddelde stookduur per type toestel uit de VHR-enquête worden gehaald. Dit zal dan worden gebruikt bij de berekening van de gebruikte hoeveelheden brandstof van de verschillende toestellen.

Het urengebruik van hout per toestel werd overgenomen van Slob waarbij echter werd gecorrigeerd voor het totale houtgebruik dat resulteert uit de VHR-enquête (zie bijlage 3). De correctiefactor die over 1996 werd toegepast was 1.05. Het urengebruik van de overige brandstoffen werd rechtstreeks overgenomen van Slob.

Tabel 9 *Verstookte hoeveelheid
brandstof in 1996*

Brandstof (soort)	Hoeveelheid (kton/jaar)
Hout	630
Persbriketten	14
Kolen	3
Anders (afval)	10

Indien de openhaarden met gasblokken niet waren geïntroduceerd, echter wel even veel op hout gestookte openhaarden en inzethaarden waren gebruikt, dan was het houtgebruik ongeveer 210 kton hoger geweest. Dit is de voornaamste oorzaak van het feit dat in deze studie het houtgebruik lager uitkomt dan in eerdere studies. Een andere reden is dat het aantal stookuren per apparaat gemiddeld een fractie lager is ingeschat.

Het gebruik van kolen en afval is niet betrouwbaar af te leiden uit de enquête omdat het aantal respondenten die aangeeft kolen of afval (of andere brandstof) te stoken erg laag is. Het algemene beeld van hoeveelheden stemt echter wel overeen met het beeld uit eerdere onderzoeken. Naar de aard van het verstookte afval is tot nu toe geen systematisch onderzoek verricht. Verwacht mag worden dat gaat om een mengsel van huishoudelijk afval, papier en afvalhout.

2.2.2 Emissiefactoren

Algemene toelichting

In tabel 10, 11 en 12 zijn de gebruikte emissiefactoren voor de respectievelijke brandstoffen: hout/persbriketten, kolen en overige brandstoffen inclusief afval weergegeven. Er is daarbij telkens uitgegaan van drie typen van apparaten: gekeurde toestellen, niet gekeurde toestellen en openhaarden. Onderliggende overweging is dat voor de berekening van de emissies een dergelijk onderscheid voldoet. In bijlage 4 is een overzicht opgenomen van de huidige keuringen en de eisen die daarbij worden gesteld. Het onderscheid is in feite gebaseerd op apparaten met regelbare luchttoevoer (gekeurd en ongekeurd) en apparaten met niet regelbare luchttoevoer (open haarden). Een verdere detaillering van emissiefactoren is niet mogelijk omdat de vereiste gegevens omtrent emissiefactoren niet beschikbaar zijn. Dit is tevens een van de redenen waarom speksteenkachels en tegelkachels niet apart werden onderscheiden. De emissiefactoren van deze kacheltypen zijn vanwege de beproefdheid van de ontwerpen waarschijnlijk vergelijkbaar met gekeurde kachels en haarden, waarbij het thermisch rendement wellicht tot 80 à 90 procent kan oplopen, waardoor ofwel het urengebruik lager kan liggen ofwel een groter gedeelte van een woning verwarmd kan worden met hetzelfde houtgebruik. Systematische getalsmatige gegevens over deze speciale kacheltypen ontbreken echter.

De emissiefactoren van gekeurde toestellen zijn ingeschat op basis van de CO-metingen van de typekeuring en literatuurgegevens.

Het verdient daarom aanbeveling om naast CO ook andere stoffen te onderzoeken bij gekeurde toestellen: fijn stof, PAK, benzeen.

Bij de keuze van de emissiefactoren is vervolgens zoveel mogelijk aangesloten bij de tot nu toe gebruikte emissiefactoren (Slob, 1993). Voor de verdere onderbouwing van de keuze van de emissiefactoren wordt verwezen naar deze referentie.

Een belangrijke overweging daarbij is tevens dat tot nu voor de berekening van de emissies van houtkachels dit document als uitgangspunt is genomen.

Verder zijn nieuwe emissiefactoren toegevoegd van stoffen die onderdeel uitmaken van de zogenaamde lijst van prioritaire stoffen van het ministerie van VROM om de toepassing van de gegevens in het proces van de jaarlijkse vaststelling van emissies in Nederland (emissiejaarrapport en milieubalans) beter te ondersteunen. Het gaat daarbij om met name de stoffen CO₂, N₂O, NMVOS, methaan en PM₁₀ en metalen die werden toegevoegd. Voor de betekenis van de afkortingen van stoffen wordt verwezen naar de lijst achterin dit rapport.

De emissiefactoren van de stoffen PAK (10 van VROM), N₂O, metalen en dioxines zijn relatief onnauwkeurig omdat de praktijkomstandigheden van de verbrandingsprocessen een zeer grote invloed hierop uitoefenen. De samenstelling van de brandstof zal zeker voor wat betreft de metaalemissies invloed hebben. In werkelijkheid zullen de praktijkomstandigheden zeer ver uiteen lopen zodat een grote spreiding in emissiefactoren kan worden aangetroffen. Het is echter uiterst moeilijk deze spreiding af te dekken met 1 representatief getal, omdat gegevens voor detaillering ontbreken.

Tabel 10 Emissiefactoren voor het stoken van hout en persbriketten in gram (tenzij anders vermeld)/kilogram brandstof

Type toestel	Gekeurd of vergelijkbaar	Referentie	Ongekeurd of vergelijkbaar	Referentie	Open haarden	Referentie
CO ₂ -niet IPCC	1610	ER,1990	1610	ER,1990	1610	ER,1990
CO	60	Sulilatu,1995	100	Slob,1993	50	Veldt,1995
NO _x	2	Slob,1993	2	Slob,1993	1,2	EPA,1996a
N ₂ O	0,023	ER,1990	0,023	ER,1990	0,023	ER,1990
SO ₂	0,2	EPA,1996b	0,2	EPA,1996b	0,2	EPA,1996a
PM ₁₀	4	Skreiberg,1997	9	Slob,1993	2,5	Slob,1993
Grof Stof	1	EJR, 1997	1	EJR, 1997	7,5	EJR 1997
KWS condenseerbaar	2	Veldt,1995	5	Veldt,1995	7,5	Slob,1993
Methaan	6	Veldt,1995	6	Veldt,1995	3	Veldt,1995
NMVOS	6	Veldt,1995	12	Veldt,1995	20	Slob,1993
PAK (in mg/kg)	58	afgeleid	90	afgeleid	50	afgeleid
Lood (in mg/kg)	0,15	BUWAL 1995	0,15	BUWAL 1995	0,15	BUWAL 1995
Koper (in mg/kg)	1,5	BUWAL 1995	1,5	BUWAL 1995	1,5	BUWAL 1995
Cadmium (in mg/kg)	0,06	BUWAL 1995	0,06	BUWAL 1995	0,06	BUWAL 1995
Zink (in mg/kg)	1,5	BUWAL 1995	1,5	BUWAL 1995	1,5	BUWAL 1995
Kwik (in mg/kg)	0,03	BUWAL 1995	0,03	BUWAL 1995	0,03	BUWAL 1995
PCDD/F (in ng I-TEQ/kg)	2,2	Bremmer et al.,1993	2,2	Bremmer et al.,1993	20	Bremmer et al.,1993

Emissiefactoren voor hout

CO₂

De emissiefactor van koolstofdioxide is gerelateerd aan het koolstofgehalte van hout en is onafhankelijk van het toesteltype. Hierbij is een omzettings % van 100% aangenomen omdat het relatief om kleine hoeveelheden gaat. De spreiding van de emissiefactor van koolstofdioxide betrokken op het droog gewicht van hout is gering.

CO

De emissiefactor van koolstofmonoxide is sterk afhankelijk van de praktijkomstandigheden. Toestellen met een ongelimiteerde zuurstoftoevoer, zoals openhaarden kennen lagere CO-emissiefactoren. Emissiefactoren van toestellen die beter ontworpen zijn (gekeurde toestellen) zullen in het algemeen lagere emissiefactoren kennen vanwege optimalere verbrandingsomstandigheden. De gekozen emissiefactor van gekeurde toestellen is ongeveer het gemiddelde van de gemeten waarde van gekeurde toestellen.

NO_x

De emissie van stikstofoxiden wordt ten dele bepaald door de aanwezigheid van organisch gebonden stikstof in hout en ten dele door de thermische vorming van stikstofoxide. De emissiefactor van openhaarden is wat lager vanwege de lagere verbrandingstemperatuur.

N₂O

De emissie van distikstofoxide (sterk broeikas effect bevorderend gas) vanuit verbrandingsprocessen is in het algemeen relatief zeer laag. De relatieve onnauwkeurigheid van de geschatte emissiefactoren is echter groot.

SO₂

De emissiefactor van zwaveldioxide hangt direct samen met het zwavelgehalte van hout. Dit gehalte ligt ongeveer op 100 mg/kg droog hout. Hieruit volgt meteen de emissiefactor. De bijdrage van hout aan de emissies van zwaveldioxide is laag.

Stof en fijn stof

De emissiefactoren van stof en fijn stof zijn zeer afhankelijk van de verbrandingscondities. Bij een beter verloopend verbrandingsproces komt minder stof vrij dan bij een slecht verloopend verbrandingsproces. Ruwweg de helft van het stof dat vrijkomt uit kachels kan aangemerkt worden als fijn stof (Bakkum, 1987).

Koolwaterstoffen

De koolwaterstoffen die vrijkomen bij de verbranding van hout bestaan uit methaan (broeikasgas), niet-methaan-vluchtige-organische stoffen (NMVOS), en condenseerbare koolwaterstoffen (KWS condenseerbaar) min of meer overeenkomend met meer de teerachtige fractie. Laatstgenoemde fractie kent een sterke cor-

relatie met de emissie van stof (Skreiberg, 1995). Het methaan maakt een belangrijk deel van de koolwaterstoffen uit. Sommige stoffen uit de NMVOS-fractie zijn door VROM als prioritaire stof aangegeven omdat ze giftig zijn. Deze prioritaire stoffen uit de NMVOS-fractie worden berekend aan de hand van een vast profiel (zie tabel 13) dat is bepaald op basis van een groot aantal literatuurbronnen.

PAK

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) vormen een belangrijke groep van stoffen die deel uit maken van de emissies van openhaarden en kachels. Een deel van deze stoffen is carcinogeen of verdacht carcinogeen. Het ministerie van VROM heeft 10 van deze stoffen uitgekozen als prioritaire stof. PAK's ontstaan als gevolg ontleding en onvolledige verbranding van koolwaterstoffen. In dit document worden deze stoffen kortweg aangeduid met PAK. Er mag daarom een relatie worden verwacht tussen onvolledige verbranding en PAK-emissie. Dit is tot uitdrukking gemaakt in de emissiefactoren voor PAK door uit te gaan van een relatie tussen koolstofmonoxide en PAK. In de praktijk is deze relatie niet sterk wanneer meetresultaten van meerdere auteurs over verschillende kachels in beschouwing wordt genomen doch bij metingen aan individuele kachels meestal goed aantoonbaar (Sulilatu, 1995). Er is voor deze aanpak gekozen om het verschil tussen emissiefactoren voor gekeurde kachels en niet gekeurde kachels te kunnen inschatten.

Metalen

Omdat de emissies van metalen vanuit de verbranding van hout mogelijk een significante bijdrage aan de landelijke emissies oplevert zijn emissiefactoren voor metalen opgesteld. Van de prioritaire metalen zijn de belangrijkste geselecteerd: lood, koper, cadmium, zink en kwik. Emissiefactoren werden ontleend aan een Zwitserse publicatie van emissiefactoren (BUWAL, 1995). Deze waarden dienen beschouwd te worden als indicatieve schattingen. De emissiefactor van zink is mogelijk aan de lage kant. Mogelijk is een waarde van 10 mg/kg hout een betere waarde.

Dioxines

De uitgebreide stofgroep dioxines, vaak afgekort met PCCD/F, wordt als gebruikelijk uitgedrukt in toxiciteitsequivalenten (I-TEQ). De emissiefactoren werden door Slob rechtstreeks overgenomen uit een RIVM-publicatie geheel gewijd aan de emissies van dioxines (Bremmer, 1993). In deze publicatie werden zeer veel literatuurbronnen gebruikt. Niettemin blijft de onzekerheid in de dioxine-emissiefactoren relatief groot omdat de omstandigheden kunnen leiden tot grote verschillen in emissiefactoren.

Emissiefactoren voor kolen

De meeste emissiefactoren werden door Slob overgenomen uit de metingen van den Boeft (den Boeft, 1984). Vanwege de meer constante stoekeigenschappen van kolen en vanwege de relatieve ongevoeligheid van de emissie voor het stadium

van de stookcyclus zijn de emissiefactoren van veel stoffen bij kolen wat lager dan die van hout.

Tabel 11 Emissiefactoren voor kolen in gram/kilogram (tenzij anders vermeld)

Type installatie	Gekeurd of vergelijkbaar	Referentie	Ongekeurd of vergelijkbaar	Referentie	Openhaarden	Referentie
CO ₂ - IPCC	3020	CBS,1998	3020	CBS,1998	3020	CBS,1998
CO	50	Slob,1993	50	Slob,1993	25	Slob,1993
NO _x	10	Slob,1993	10	Slob,1993	10	Slob,1993
N ₂ O	0,044	ER,1997b	0,044	ER,1997b	0,044	ER,1997b
SO ₂	12	CBS, 1998	12	CBS, 1998	12	CBS, 1998
Stof	0,5	Slob,1993	0,5	Slob,1993	0,1	Slob,1993
KWS condenseerbaar	3	schatting TNO	3	Schatting TNO	3	schatting TNO
NMVOS	3	BUWAL 1995	3	BUWAL 1995	3	BUWAL 1995
Methaan	9	BUWAL 1995	9	BUWAL 1995	9	BUWAL 1995
PM ₁₀	0,5	Slob,1993	0,5	Slob,1993	0,5	Slob,1993
PAK (in mg/kg)	1,12	Slob,1993	1,12	Slob,1993	1,12	Slob,1993
Lood (in mg/kg)	0,35	Veldt, 1993	0,35	Veldt, 1993	0,35	Veldt, 1993
Koper (in mg/kg)	0,2	Veldt, 1993	0,2	Veldt, 1993	0,2	Veldt, 1993
Cadmium (in mg/kg)	0,05	den Boeft, 1984	0,05	den Boeft, 1984	0,05	den Boeft, 1984
Zink (in mg/kg)	0,8	Veldt, 1993	0,8	Veldt, 1993	0,8	Veldt, 1993
Kwik (in mg/kg)	0,3	den Boeft, 1984	0,3	den Boeft, 1984	0,3	den Boeft, 1984
PCDD/F (µg I-TEQ/ton)	1,6	Slob,1993	1,6	Slob,1993	1,6	Slob,1993

CO₂

De emissiefactor van koolstofdioxide is gerelateerd aan het koolstofgehalte van kolen en is onafhankelijk van het toesteltype.

CO

De emissiefactor van koolstofmonoxide is sterk afhankelijk van de praktijkomstandigheden. Indien slecht gestookt (overmatig smoren) wordt kan de emissiefactor voor CO bij kolen erg hoog oplopen.

Toestellen met een ongelimiteerde zuurstoftoevoer, zoals openhaarden kennen lagere CO-emissiefactoren. Emissiefactoren van toestellen die beter ontworpen zijn (gekeurde toestellen) zullen in het algemeen lagere emissiefactoren kennen vanwege optimalere verbrandingsomstandigheden.

NO_x

Vanwege de hoge verbrandingstemperatuur is de emissiefactor hoger dan bij het stoken van hout.

N₂O

De emissie van distikstofoxide (sterk broeikasgas) vanuit verbrandingsprocessen is in het algemeen relatief zeer laag. De relatieve onnauwkeurigheid van de geschatte emissiefactoren is echter groot.

SO₂

De emissiefactor van zwaveldioxide hangt direct samen met het zwavelgehalte van kolen.

Stof en fijn stof

De emissiefactoren van stof en fijn stof zijn zeer afhankelijk van de verbrandingscondities. Bij een beter verloopend verbrandingsproces komt minder stof vrij dan bij een slecht verloopend verbrandingsproces.

Koolwaterstoffen

Vanwege de hoge verbrandingstemperatuur komen in het algemeen maar weinig koolwaterstoffen vrij bij het stoken van kolen.

PAK

De verhouding tussen gekeurde en ongekeurde kachels is hier bepaald volgens de verhouding van de emissiefactoren van hout (schatting TNO).

Metalen

De emissiefactor voor metalen werd berekend door de emissiefactor van het stof te vermenigvuldigen met het gehalte van metalen in vlieggas van kolen (Veldt, 1993).

Dioxines

De uitgebreide stofgroep dioxines, vaak afgekort met PCCD/F, wordt als gebruikelijk uitgedrukt in toxiciteitsequivalenten (I-TEQ). De emissiefactoren werden door Slob rechtstreeks overgenomen uit een RIVM-publicatie (Bremmer, 1993). Vanwege de lage inzet van kolen is de onzekerheid in de emissiefactor niet erg belangrijk.

Emissiefactoren voor afval

De meeste emissiefactoren werden door Slob overgenomen uit de metingen van den Boeft aan geprepareerd afval (refuse derived fuel). Hierbij dient in aanmerking genomen worden dat niet bekend is welke soorten afval in werkelijkheid verstoekt wordt in kachels en haarden noch welke emissiefactoren dit in de praktijk zal opleveren. De gegevens uit het onderzoek van de Boeft zijn slechts een indicatie van wat de mogelijke emissiefactoren voor afval zijn. Onder afval kan bijvoorbeeld zowel verstaan worden afvalhout (al dan niet geverfd of geïmpregneerd) of huishoudelijk afval of (gekleurd) drukwerk. Dit kan in de praktijk aanleiding geven tot een geweldig grote range aan emissiefactoren voor verschillende stoffen. De resultaten van de berekening van emissies veroorzaakt door het stoken van afval moeten daarom als indicatief worden beschouwd.

Tabel 12 Emissiefactoren voor afval en overige brandstoffen in gram/kilogram (tenzij anders vermeld)

Type installatie	Gekeurd of vergelijkbaar	Referentie	Ongekeurd of vergelijkbaar	Referentie	Openhaarden	Referentie
CO ₂ -niet IPCC	780	ER,1990	780	ER,1990	780	ER,1990
CO	48	Schatting TNO	80	Slob,1993	40	Slob,1993
NO _x	2	Schatting TNO	2	Slob,1993	2	Slob,1993
N ₂ O	0,016	ER,1997b	0,016	ER,1997b	0,016	ER,1997b
SO ₂	2	van Dijck et al.,1993	2	van Dijck et al.,1993	2	van Dijck et al.,1993
Stof	18	schatting TNO	40	Slob,1993	11	Slob,1993
KWS condenseerbaar	3	schatting TNO	8	Slob,1993	60	Slob,1993
NMVOS	3	schatting TNO	5	Slob,1993	5	Slob,1993
Methaan	6	Veldt,1995	6	Veldt,1995	3	Veldt,1995
PM ₁₀	21	schatting TNO	48	Slob,1993	48	Slob,1993
PAK (in mg/kg)	1115	Slob,1993	1115	Slob,1993	1115	Slob,1993
Lood (in mg/kg)	250	van Dijck et al.,1993	250	van Dijck et al.,1993	250	van Dijck et al.,1993
Koper (in mg/kg)	200	van Dijck et al.,1993	200	van Dijck et al.,1993	200	van Dijck et al.,1993
Cadmium (in mg/kg)	2,5	van Dijck et al.,1993	2,5	van Dijck et al.,1993	2,5	van Dijck et al.,1993
Zink (in mg/kg)	400	van Dijck et al.,1993	400	van Dijck et al.,1993	400	van Dijck et al.,1993
Kwik (in mg/kg)	0,5	van Dijck et al.,1993	0,5	van Dijck et al.,1993	0,5	van Dijck et al.,1993
PCDD/F (µg I-TEQ/ton)	50	Slob,1993	50	Slob,1993	500	Slob,1993

CO₂

De emissiefactor van koolstofdioxide is gerelateerd aan het koolstofgehalte van afval. Daar de aard van de verstoekte afvalstoffen niet bekend is, is ook de emissiefactor niet goed te onderbouwen.

CO

Zie algemene opmerkingen hierboven.

NO_x

Zie algemene opmerkingen hierboven.

N₂O

Zie algemene opmerkingen hierboven.

SO₂

De emissiefactor van zwaveldioxide is ontleend aan het gemiddelde van verontreinigd afvalhout.

Stof en fijn stof

De emissiefactoren van stof en fijn stof zijn zeer afhankelijk van de verbrandingscondities. Bij een beter verloopend verbrandingsproces komt minder stof vrij dan bij een slecht verloopend verbrandingsproces. Bij het verbranden van afval verloopt het verbrandingsproces meestal niet optimaal zodat hoge emissiefactoren kunnen voorkomen.

Koolwaterstoffen

Zie opmerking over stof en fijn stof.

PAK

De verhouding tussen gekeurde en ongekeurde kachels is hier bepaald volgens de verhouding van de emissiefactoren van hout (schatting TNO).

Metalen

De emissiefactoren voor metalen zijn geschat door te veronderstellen dat verontreinigd afvalhout wordt gestookt waarbij de helft van de aanwezige metalen in het afvalhout wordt geëmitteerd.

Dioxines

De uitgebreide stofgroep dioxines, vaak afgekort met PCCD/F, wordt als gebruikelijk uitgedrukt in toxiciteitsequivalenten (I-TEQ). De emissiefactoren werden door Slob rechtstreeks overgenomen uit een RIVM-publicatie (Bremmer, 1993). Vanwege de lage inzet van kolen is de onzekerheid in de emissiefactor niet erg belangrijk.

2.2.3 Emissieprofielen

Voor Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK) en voor NMVOS is er een verdere uitsplitsing naar individuele chemische componenten gemaakt. De keuze die daarbij gemaakt is, is gebaseerd op een selectie van de beschikbare literatuur.

In bijlage 1 zijn vergelijkingen te vinden tussen verschillende profielen die in de literatuur worden aangetroffen. In de meeste gevallen stemmen de profielen redelijk met elkaar overeen. Daarom is in het geval van de profielen telkens gebruikt gemaakt van het profiel van 1 referentie voor een bepaalde brandstof. Het onderstaande profiel is opgesteld door Veldt die daarbij gebruik maakte van een groot aantal literatuurbronnen. Veldt beschikt over veel ervaring met het opstellen van emissieprofielen.

Tabel 13 Profiel van NMVOS uit de verbranding van hout

Stof	Percentage van NMVOS
Etheen	11,3
Benzeen	6,8
Tolueen	3
o-Xyleen	0,3
m,p-Xyleen	0,6
Ethylbenzeen	0,3
Styreen	0,4
Formaldehyde	2
Acroleine	2,5
Aceton	0,3

Referentie: Veldt, 1995

Tabel 14 Profiel van individuele PAK-componenten voor de verbranding van hout

Stof	%
Naftaleen	50,0
Fenantreen	26,5
Antraceen	4,0
Fluorantheen	9,0
Chryseen	2,5
Benzo(a)antraceen	2,5
Benzo(a)pyreen	2,0
Benzo(k)fluorantheen	1,0
Benzo(ghi)peryleen	1,5
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	1,0
Totaal VROM PAK	100,0

Referentie: Veldt, 1993 b)

Onderstaande profielen werden door Slob overgenomen uit de metingen die werden verricht begin tachtiger jaren door den Boeft.

Tabel 15 PAK-emissieprofiel van kolen

	Kachel (mg/kg)	Openhaard (mg/kg)	gew %
Naftaleen	0,5	0,25	44,6
Fenantreen	0,3	0,15	26,8
Antraceen	0,02	0,01	1,8
Fluorantheen	0,1	0,05	8,9
Chryseen	0,05	0,025	4,5
Benzo(a)antraceen	0,04	0,02	3,6
Benzo(a)pyreen	0,03	0,015	2,7
Benzo(k)fluorantheen	0,02	0,01	1,8
Benzo(ghi)peryleen	0,05	0,025	4,5
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	0,01	0,005	0,9
Totaal VROM PAK	1,12	0,56	100,0

Referentie: Slob, 1993

Tabel 16 PAK-emissieprofiel van afval

Stof	Kachel (mg/kg)	Openhaard (mg/kg)	gew %
Naftaleen	1640	820	73,5
Fenantreen	300	150	13,5
Antraceen	60	30	2,7
Fluorantheen	100	50	4,5
Chryseen	30	15	1,3
Benzo(a)antraceen	40	20	1,8
Benzo(a)pyreen	30	15	1,3
Benzo(k)fluorantheen	10	5	0,4
Benzo(ghi)peryleen	10	5	0,4
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	10	5	0,4
Totaal VROM PAK	2230	1115	100,0

Referentie: Slob, 1993

2.2.4 Emissies

Door de berekende hoeveelheden brandstoffen te vermenigvuldigen met de emissiefactoren en eventueel met de emissieprofielen zijn de emissies berekend.

$$Emissie_{stof} = Q_{jr} * Ef_{stof} [* Perc_{stof}]$$

waarin:

E_{stof} : emissie van stof in een jaar

Q_{jr} : totaal jaarlijks brandstof gebruik per apparaat in Nederland (kiloton/jaar)

$E_{\text{f, stof}}$: emissiefactor van de stof

$\text{Perc}_{\text{stof}}$: percentage van de stof in de emissie

Tabel 17 Emissies door het stoken van vaste brandstof in 1996, totalen per brandstof

Stof	Profiel	Eenheid	Hout $Q_{\text{jr}} =$ 630 kton	Pers- briketten $Q_{\text{jr}} =$ 14 kton	Kolen $Q_{\text{jr}} =$ 3 kton	Afval $Q_{\text{jr}} =$ 10 kton	Totaal
CO ₂ -niet IPCC	.	kton/jaar	1014	20	0	7	1041
CO ₂ - IPCC	.	kton/jaar	0	0	6	0	6
CO	.	kton/jaar	53	1	0	1	54
NO _x	.	ton/jaar	1142	3	25	19	1189
N ₂ O	.	ton/jaar	14	0	0	0	15
SO ₂	.	ton/jaar	126	2	30	19	177
PM ₁₀	.	ton/jaar	4336	85	1	201	4623
Grof Stof	.	ton/jaar	1579	31	0	137	1747
KWS condenseerbaar	.	ton/jaar	3285	65	7	163	3520
Methaan	.	ton/jaar	3340	66	22	49	3477
NMVOS	w.v.	ton/jaar	8267	163	7	34	8471
	Etheen	ton/jaar	934	18,4	0,8	3,9	957
	Benzeen	ton/jaar	562	11,1	0,5	2,3	576
	Tolueen	ton/jaar	248	4,9	0,2	1,0	254
	o-Xyleen	ton/jaar	25	0,5	0,0	0,1	25
	m,p-Xyleen	ton/jaar	50	1,0	0,0	0,2	51
	Ethylbenzeen	ton/jaar	25	0,5	0,0	0,1	25
	Styreen	ton/jaar	33	0,7	0,0	0,1	34
	Formaldehyde	ton/jaar	165	3,3	0,1	0,7	169
	Acroleine	ton/jaar	207	4,1	0,2	0,9	212
	Aceton	ton/jaar	25	0,5	0,0	0,1	25
PAK-10	w.v.	kg/jaar	48384	952	2	18314	67652
	Naftaleen	kg/jaar	24192	476	1,1	13468	38138
	Fenantreen	kg/jaar	12822	252	0,7	2464	15538
	Antraceen	kg/jaar	1935	38	0,0	493	2466
	Fluorantheen	kg/jaar	4355	86	0,2	821	5262
	Chryseen	kg/jaar	1210	24	0,1	246	1480
	Benzo(a)antraceen	kg/jaar	1210	24	0,1	328	1562
	Benzo(a)pyreen	kg/jaar	968	19	0,1	246	1233
	Benzo(k)fluorantheen	kg/jaar	484	10	0,0	82	576
	Benzo(ghi)peryleen	kg/jaar	726	14	0,1	82	822
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	kg/jaar	484	10	0,0	82	576
Lood		kg/jaar	94	2	0,7	2323	2420
Koper		kg/jaar	944	19	0,4	1858	2821
Cadmium		kg/jaar	38	1	0,1	23	62
Zink		kg/jaar	944	19	1,6	3716	4681
Kwik		kg/jaar	19	0	0,7	5	25
PCDD/F		gram/jaar	4,0	0,0	0,0	1,4	5,4

Uit bovenstaande tabel blijkt dat de emissies als gevolg van het stoken van hout verreweg het belangrijkste zijn. Verder blijkt dat het verstoken van een kleine hoeveelheid afval voor veel stoffen relatief zeer veel emissies veroorzaakt. De emissies van dioxines als gevolg van het verstoken van afval zijn mogelijk onderschat. Dit benadrukt het grote belang van voorlichtingscampagnes ter voorkoming van het stoken van afval en verontreinigd afvalhout. Het stoken van hout lijkt in het algemeen een geringe bijdrage te leveren aan de emissie van zink en koper. De emissies van metalen als gevolg van het stoken van afvalhout kunnen in dezelfde orde van grootte liggen, doch de onzekerheid hieromtrent is groot.

Tabel 18 Emissies door het stoken van vaste brandstoffen in 1996, landelijke totalen per type toestel

Stof	Profiel	Eenheid	Open haard	Inzethaard	Vrijstaande kachel als gekeurd	Vrijstaande kachel ongekeurd	Totaal
			$N_{ap} = 370.000$	$N_{ap} = 320.000$	$N_{ap} = 55.000$	$N_{ap} = 110.000$	$N_{ap} = 860.000$
CO ₂ -niet IPCC		kton/jaar	242	421	126	252	1041
CO ₂ - IPCC		kton/jaar	1	3	1	2	6
CO		kton/jaar	8	26	5	16	54
NO _x		ton/jaar	189	527	158	315	1189
N ₂ O		ton/jaar	3	6	2	3	15
SO ₂		ton/jaar	41	72	21	43	177
PM ₁₀		ton/jaar	396	2406	331	1490	4623
Grof Stof		ton/jaar	1197	290	87	173	1747
KWS condenseerbaar		ton/jaar	1248	1314	160	797	3520
Methaan		ton/jaar	459	1591	476	952	3477
NMVOS	w.v.	ton/jaar	2992	3130	470	1879	8471
	Etheen	ton/jaar	338	354	53	212	957
	Benzeen	ton/jaar	203	213	32	128	576
	Tolueen	ton/jaar	90	94	14	56	254
	o-Xyleen	ton/jaar	9	9	1	6	25
	m,p-Xyleen	ton/jaar	18	19	3	11	51
	Ethylbenzeen	ton/jaar	9	9	1	6	25
	Styreen	ton/jaar	12	13	2	8	34
	Formaldehyde	ton/jaar	60	63	9	38	169
	Acroleine	ton/jaar	75	78	12	47	212
	Aceton	ton/jaar	9	9	1	6	25
PAK-10	w.v.	kg/jaar	9851	31771	7018	19012	67652
	Naftaleen	kg/jaar	5491	17859	4100	10687	38138
	Fenantreen	kg/jaar	2297	7325	1533	4384	15538
	Antraceen	kg/jaar	363	1161	248	695	2466
	Fluorantheen	kg/jaar	778	2481	518	1485	5262
	Chryseen	kg/jaar	219	697	146	417	1480
	Benzo(a)antraceen	kg/jaar	229	735	158	440	1562
	Benzo(a)pyreen	kg/jaar	181	581	124	347	1233
	Benzo(k)fluorantheen	kg/jaar	85	271	56	162	576
	Benzo(ghi)peryleen	kg/jaar	123	388	79	232	822
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	kg/jaar	85	271	56	162	576
Lood		kg/jaar	561	979	293	586	2420
Koper		kg/jaar	655	1142	342	683	2821
Cadmium		kg/jaar	14	25	7	15	62
Zink		kg/jaar	1086	1894	567	1134	4681
Kwik		kg/jaar	6	10	3	6	25
PCDD/F		gram/jaar	4	1	0	0	5,4

Uit bovenstaande tabel blijkt dat openhaarden ondanks hun numerieke overheersing niet de meest belangrijke bijdrage aan de emissies leveren. Dit wordt met name veroorzaakt doordat de hoeveelheid brandstoffen die in openhaarden wordt verstoekt relatief gering is omdat de gemiddelde stooktijd per apparaat minder dan gemiddeld is. De verhouding tussen de emissies van gekeurde en niet gekeurde toestellen is geschat op basis van de mededeling van VHR (van Wylick, 1999) over het aantal gekeurde toestellen en de toegekende emissiefactoren. Bij de verwerking van de eerstkomende VHR-enquête zal waarschijnlijk een nauwkeuriger beeld van het aantal gekeurde toestellen worden verkregen. Hierdoor kunnen de uitkomsten van de emissieberekeningen mogelijk enigszins veranderen.

3. Energie en CO₂-emissie-vermindering

Het stoken van openhaarden en houtkachels levert een zekere bijdrage aan de energievoorziening van woningen. Daarnaast wordt een bijdrage geleverd aan de vermindering van de CO₂-emissie omdat de koolstof afkomstig is uit niet-fossiele brandstoffen die deel uit maken van de zogenaamde korte koolstof cyclus. De aanname hierbij is dat CO₂ dat wordt geëmitteerd elders in Nederland weer wordt vastgelegd in de vorm van houtaanwas. Deze aanname is in Nederland gerechtvaardigd. Volgens de methode van de IPCC behoeven deze emissies niet te worden gerekend tot de emissies die bijdragen aan het broeikaseffect (ER, 1997b). De hoeveelheid brandstof die wordt bespaard verschilt nogal per type toestel vanwege het verschil in gebruik en verschil in rendement. Openhaarden leveren nauwelijks enige energiebesparing op vanwege het lage thermische rendement, terwijl een moderne gekeurde vrijstaande kachel of haardkachel wel een substantiële energiebesparing kan opleveren. In onderstaande tabel 17 staat een en ander uitgerekend voor de verschillende apparaten.

Tabel 19 *Energieopbrengst van het stoken van vaste brandstoffen per type toestel*

Toestel	Aantal (x 100000)	Brandstof (soort)	Hoeveelheid brandstof (kiloton/jaar)	Specifieke Inhoud (MJ/kg)	Thermisch rendement (procent)	Warmte inhoud (TJ)	Nuttige warmte (TJ)	Aardgas bespaard (x miljoen m ³) ¹⁾	Bespaard per huis- houden m ³ aard- gas
Open haard	3,72	Hout	146,1	15,5	20	2264	453	17,8	
		Persbriketten	2,9	15,5	20	45	9	0,3	
		Kolen	0,6	29,3	20	17	3	0,1	
		Anders (afval)	2,2	12	20	26	5	0,2	
		Subtotaal							
Inzethaard	3,24	Hout	254,8	15,5	60	3950	2370	93,0	
		Persbriketten	5,0	15,5	60	78	47	1,8	
		Kolen	1,0	29,3	60	29	18	0,7	
		Anders (afval)	3,8	12	60	45	27	1,1	
		Subtotaal							
Vrijstaande kachel (gekeurd)	0,55	Hout	76,2	15,5	75	1182	886	34,8	
		Persbriketten	1,5	15,5	75	23	17	0,7	
		Kolen	0,3	29,3	75	9	7	0,3	
		Anders (afval)	1,1	12	75	13	10	0,4	
		Subtotaal							
Vrijstaande kachel (ongekeurd)	1,11	Hout	152,5	15,5	60	2364	1418	55,6	
		Persbriketten	3,0	15,5	60	46	28	1,1	
		Kolen	0,6	29,3	60	18	11	0,4	
		Anders (afval)	2,2	12	60	27	16	0,6	
		Subtotaal							

¹⁾ Aannamen: energie-inhoud aardgas 31.86 MJ/m³, Thermisch rendement aardgas 80 procent

De totale warmte-opbrengst is in aardgas omgerekend ongeveer 210 miljoen kubieke meter per jaar. Dit is ongeveer 1,5 procent van het aardgasgebruik van de doelgroep consumenten. In kooldioxide uitgedrukt komt dit neer op een emissiebeperking van 370 kiloton. De gemiddelde besparing per huishouden is voor de verschillende apparaten als volgt: openhaarden 50 kubieke meter, inzethaarden/kachels 298 kubieke meter, vrijstaande kachels (gekeurd): 651 kubieke meter, vrijstaande kachel (ongekeurd) 521 kubieke meter aardgas. Deze laatste uitkomsten stemmen redelijk overeen met de mededeling van een gasdistributiebedrijf (Leeuw, 1999) dat de gemiddeld klant met een toestel op vaste brandstof per jaar gemiddeld zo'n 300 - 600 kubieke meter minder aardgas afneemt.

4. Mogelijkheden voor emissiebeperking

4.1 Vervanging houtgestookte apparaten door aardgas gestookte sfeerverwarming

De trend van vervanging van houtgestookte apparaten door met aardgas gestookte sfeerverwarming is reeds een aantal jaren geleden begonnen. Deze trend zal zich naar verwachting op autonome wijze voortzetten. Uit oogpunt van emissies is dit gunstig behalve voor de uitworp van koolstofdioxide. Dit nadeel is echter relatief zeer gering.

4.2 Gebruik van betere brandstoffen

In Nederland wordt relatief veel gestookt met snoeihout dat in de naaste omgeving vrijkomt. In veel gevallen wordt dit hout onvoldoende gedroogd omdat het hout nog in hetzelfde seizoen wordt opgestookt terwijl een langere droogperiode aan te bevelen is. Dit laatste leidt tot onnodig hoge emissies. Vermoedelijk kan alleen met intensieve voorlichting worden bereikt dat er geen inferieure brandstoffen meer worden gebruikt.

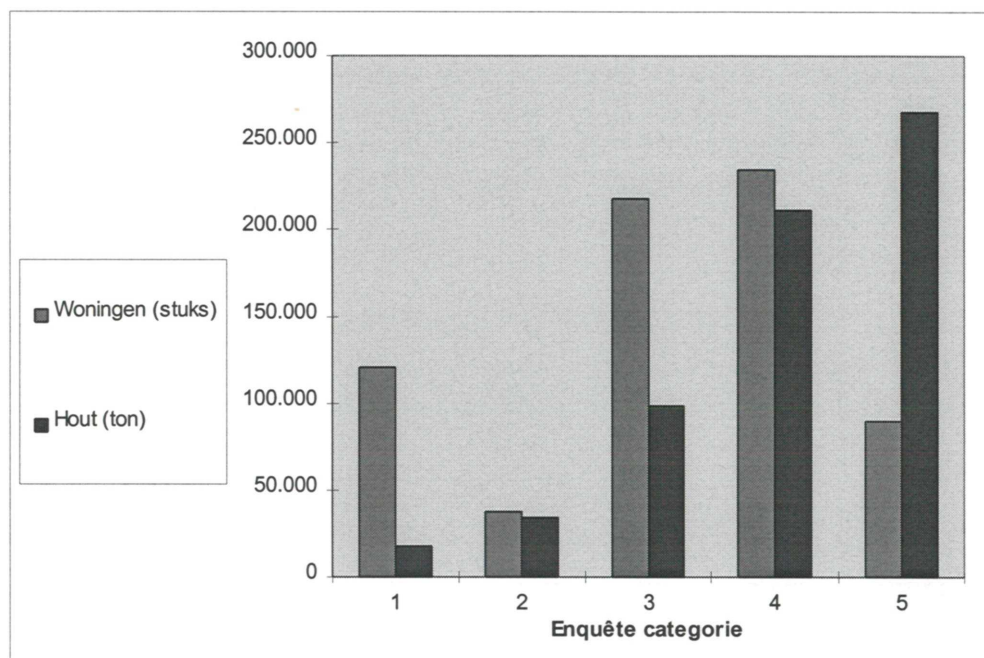
In het analysedocument brandstoffen voor openhaarden en houtkachels (MMG, 1999) staat aangegeven dat het vochtgehalte van hakhout geminimaliseerd moet worden tot 11%. Dit kan worden bereikt door hakhout gemiddeld 2 jaar in de buitenlucht onder een afdak te laten drogen. Zacht hakhout moet 1 tot 1,5 jaar te drogen worden gelegd en hard hakhout (eiken en beuken) 2 tot 2,5 jaar.

4.3 Gebruik van kachels met lager vermogen

In veel gevallen blijken kachels aangeschaft te worden die feitelijk een te grote capaciteit bezitten voor de ruimte waarin ze staan opgesteld. Dit leidt ertoe dat deze kachels vervolgens vrijwel altijd in gesmoorde toestand worden gestookt. Dit leidt tot onnodig hoge emissies. De branche van kachelproducenten en verkopers zou er toe kunnen besluiten om een vermogensnorm gekoppeld aan de ruimtekenmerken te introduceren voor de installatie van kachels. Algemene toepassing van deze norm zou de emissies kunnen beperken.

4.4 Gebruik van kachels met naverbranding of katalysator door “heavy users”

Nagenoeg de helft van het totale houtgebruik komt voor rekening van 10 tot 15 procent uit de categorie zware gebruikers (zie onderstaande figuur).



Figuur 2 Ongelijke verdeling van het houtgebruik per woning

Voor deze categorie gebruikers zijn kachels aan te bevelen die zijn uitgerust met speciale voorzieningen om de emissies te beperken. De kachelbranche zou speciale modellen kunnen introduceren die aan dit type gebruiker worden aanbevolen. Bijkomend voordeel voor de gebruiker is dat het thermisch rendement van deze apparaten groter is en dat de kosten voor reiniging en het onderhoud van rookkanalen, dat voor deze groep van gebruikers hoger is, hierdoor tevens minder zal worden. Er van uit gaande dat een groot deel van overlast in de naaste omgeving wordt veroorzaakt door de categorie zware gebruikers mag tevens verwacht worden dat maatregelen genomen door deze groep tevens het meeste effect sorteert op de overlast.

4.5 Voorkomen van het stoken van afvalstoffen

De hoge emissies die kunnen optreden als gevolg van het stoken van afval benadrukken het belang van voortzetting van voorlichtingscampagnes waarin het stoken van afvalstoffen stellig wordt ontmoedigd. Ook het aspect van overlast is hierbij belangrijk. Sommige gemeente hebben inmiddels preventieteams die elk huishouden individueel voorlichten over het voorkomen van milieuverontreiniging. Openhaarden en houtkachels zouden een apart onderwerp moeten vormen bij deze voorlichting.

5. Afkortingen

CO ₂ -niet IPCC	Koolstofdioxide niet mee te nemen bij de berekening van broeikasgasemissies volgens de methode van de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
CO ₂ -IPCC	Koolstofdioxide wel mee te nemen bij de berekening van broeikasgasemissies volgens de methode van de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)
CO	Koolstofmonoxide
NO _x	Stikstofoxiden
N ₂ O	Distikstofoxide
SO ₂	Zwaveldioxide
KWS	Koolwaterstoffen
NMVOS	Niet Methaan Vluchtige Organische Stoffen
PM ₁₀	Particulate Matter, Fijn stof met een aërodynamische cut-off diameter kleiner dan 10 micrometer
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PCDD/F	PolyChloorDibenzoDioxines en PolyChloorDibenzoFuranen ook wel Dioxines
I-TEQ	Toxiciteitsmaat van Dioxines equivalent aan 2,3,7,8-TCDD

6. Referenties

Bakkum A., (1987), Emissieregistratie van vuurhaarden, TNO-rapport R 86/207b, 11 augustus 1986

Barrefors G., Petersson G.(1995), Volatile hydrocarbons from domestic wood burning, Chemosphere, vol 30, no 8, pp. 1551-1556, 1995

Bremmer H.J. et al. (1993), Emissies van dioxinen in Nederland, RIVM/TNO-rapport, RIVM-rapportnummer: 770501003, april 1993

BUWAL (1995), Handbuch emissionsfaktoren für stationäre Quellen, Ausgabe 1995

Boeft J. den, (1984), Luchtverontreiniging door het stoken van vaste brandstoffen, Publikatiereeks Lucht nummer 37, Ministerie VROM, december 1984

CBS, (1998), Schriftelijke informatie betreffende emissiefactoren van huishoudens verkregen van drs. E.A. Zonneveld, oktober 1998

EPA (1996), AP-42 Chapter 1.10, Residential Wood Stoves, oktober 1996

EPA (1997), Residential wood combustion, Emission Inventory Improvement Program, september 1997

Dijck, F. van et al., Thermische Houtbewerking (voorstudie), NUON, PNEM, BFI, september 1993

ER (1990), Informatiebulletin Emissieregistratie nummer 3, Emissiefactoren kooldioxide en stookwaarden per brandstofsoort, november 1990

ER (1997a), Informatie uit het systeem Emissieregistratie, toegepaste omrekeningsfactoren voor stoffen voor het registratiejaar 1997.

ER(1997b), Methode voor de berekening van broeikasgasemissies, Publicatiereeks Emissieregistratie nummer 37, juli 1997

Hawthorne S.B. et al. (1992), PM-10 High-Volume Collection and Quantitation of Semi- and Nonvolatile Phenols, Methoxylated Phenols, Alkanes, and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons from Winter Urban Air and Their Relationship to Wood Smoke emissions, Env. Sci. Technol. Vol 26, no 11, pp. 2251-2262, 1992

Leeuw R. (1999), Product manager GAMOG (energiedistributiebedrijf), Persoonlijke mededeling 18 januari 1999

- MMG (1999), Analysedocument brandstoffen voor openhaarden en houtkachels, 28 april 1999
- Okken P.A. et al. (1992), Houtkachels in Nederland, bijdrage aan energievoorziening en milieubelasting, ECN-C-92-021, april 1992
- Rau A.J., (1989), Composition and size distribution of residential wood smoke particles, *Aerosol Science and Technology* 10, pp. 181-192,
- Schatowitz B. et al. (1994), Dioxin emissions from wood combustion, *Chemosphere*, vol 29, nos 9-11, pp. 2005-2013, 1994
- Skreiberg Ø. et al. (1997), Round robin test of a wood stove: the influence of standards, test procedures and calculation procedures on the emission level, *Biomass and Bioenergy*, vol 12, no 6, pp 439-452, 1997
- Slob A.F.L., Steenwinkel I.S.(1993), Procesbeschrijving open haarden, hout en kolenkachels, Rap.nr. 9361, CEA, Rotterdam, december 1993
- Sulilatu W.F.(1996), Onderzoek naar het effect het Besluit typekeuring houtkachels op de PAK-emissies in Nederland, TNO-MEP-R96/293, augustus 1996
- Veldt C.(1993), Emissiefactoren microverontreinigingen uit verbrandingsprocessen, Publikatiereeks Emissieregistratie, Rapportnr 9, april 1993
- Veldt C., Berdowski J.J.M.(1995), GEIA-note on the combustion of biomass fuels (emission factors for CO, CH₄ and NMVOC), National Research Program on Climate Change, februari 1995
- VHR, (1999), Evaluatie Enquête Comfortabel Wonen Haarden en Kachels 1996
- Comfortabel Wonen, (1999), Informatie uit het systeem Markt Informatie Wonen, faxbericht van 6 april 1999, aangevuld met telefonische informatie van dhr. G. Beenen 14 april 1999
- VROM, (1999), Informatie uit het systeem woningvoorraad (SYSWOV), faxbericht van 20 april 1999

7. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

Ministerie VROM/DGM
directie ICB, ipc 650
Postbus 30945
2500 GX Den Haag

Namen en functies van de projectmedewerkers:

ir. J.H.J. Hulskotte
W.F. Sulilatu
ing. A.J. Willemsen

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

-

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

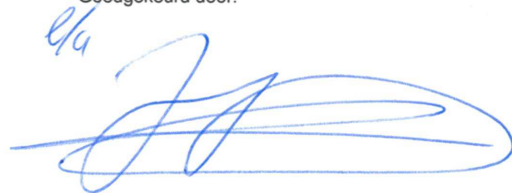
oktober 1998 t/m juni 1999

Ondertekening:



ir. J.H.J. Hulskotte
projectleider

Goedgekeurd door:



ir. H.S. Buijtenhek
afdelingshoofd Emissies en Milieubelasting

Bijlage 1

Tabel B1.1 Profielen van NMVOS afkomstig van de verbranding van hout

Stof	Ref: Veldt,199 5	Ref: EPA,1996 ¹⁾	Ref: Barrefors,1995 ¹⁾	Ref: ER,1997a
Ethaan	5,8	3,7	3,6	
Propaan	1,6	0,9	0,8	
N-Butaan	0,4	1,4		
Isobutaan	0,1	0,1	0,2	
N-Pentaaan	0,4			
Isopentaaan	0,7			
Alkanen C6-C8	1			
Etheen	11,3	11,3	11,3	10
Ethyn	4,3	2,8	5,1	
Propyleen	5,4		3,0	
Propyn	0,3		0,5	
1-Butenen	2,1	2,2		
2-Butenen	0,7	0,7		
1,3-Butadieen	1,4		0,6	
Alkenen C5	0,8	1,6		
Alkenen C6-C8	0,6			
Benzeen	6,8	4,9	4,1	6,5
Tolueen	3	1,8	1,1	2
o-Xyleen	0,3	0,5		0,8 ²⁾
m,p-Xyleen	0,6			
Ethylbenzeen	0,3		0,2	
Styreen	0,4		0,3	0,2
Methylalcohol	6			
Ethylalcohol	6			
Formaldehyde	2			1
Acetaldehyde	1			
Propionaldehyde	0,5			
N-butylaldehyde	1			
Acroleine	2,5			
Crotonaldehyde	0,3			
Furfural	0,8			
Aceton	0,3			
Methylethylketon	0,5	0,7		
Mierezuur	1,5			
Azijnzuur	24			
Furanen	3	0,9		
Alkylfuran	2	2,1		

¹⁾ Gegevens geschaald naar verhouding van etheen, waarbij 11,3 procent als standaard is aangenomen

²⁾ totaal xyleen

Tabel B1.2 Profielen van PAK afkomstig van de verbranding van hout

Stof	EPA,1996 ¹⁾		Veldt,1993 ²⁾	
	eenheid	mg/kg	mg/kg	%
Naftaleen		130,5	3,8	50,0
Fenantreen		35,3	2,0	26,5
Antraceen		6,3	0,3	4,0
Fluorantheen		9,1	0,7	9,0
Chryseen		5,4	0,2	2,5
Benzo(a)antraceen		0,3	0,2	2,5
Benzo(a)pyreen		1,8	0,2	2,0
Benzo(k)fluorantheen		0,9	0,1	1,0
Benzo(ghi)peryleen		1,8	0,1	1,5
Indeno(1,2,3-cd)pyreen		0,0	0,1	1,0
Totaal VROM PAK		191	7,6	100,0

¹⁾ Aanbevolen factoren voor gewone houtkachels (zonder katalysator)

²⁾ Resultaat van literatuuronderzoek

Bijlage 2 Enquête naar het bezit en het gebruik van sfeerverwarming

Naam : man vrouw

Adres :

Postcode + plaats : telefoon:

* In welke leeftijdsklasse valt u?

- 01 jonger dan 30 jaar
02 tussen de 30 en 50 jaar
03 ouder dan 50 jaar

* In welk type woning woont u?

- 01 een vrijstaande woning binnen de bebouwde kom
02 een twee-onder-één-kapwoning of hoekwoning binnen de bebouwde kom
03 een woning in een rij binnen de bebouwde kom
04 een etage- of flatwoning binnen de bebouwde kom
05 een woning buiten de bebouwde kom

* Wat voor een (open) haard of kachel heeft u in uw bezit?

- 01 vrijstaande houtkachel
02 ingebouwde afsluitbare haard voor hout
03 ingebouwde niet afsluitbare haard voor hout
04 open haard met daarin later geplaatste openhaardinzet voor hout (er een afsluitbare haard van gemaakt)
05 open haard met daarin later geplaatste openhaardinzet voor gas
06 open haard met gasblokkenvuur (niet omgebouwd)
07 vrijstaande gaskachel
08 anders

* Als u een afsluitbare houtgestookte haard of kachel bezit, is dit toestel dan voorzien van een typekeurmerk? (DIN, VHR, NL)

- 01 ja
02 nee

* Hoe lang heeft u deze (open) haard of kachel?

- 01 minder dan 1 jaar
02 1 tot 2 jaar
03 2 tot 5 jaar
04 5 tot 10 jaar
05 langer dan 10 jaar

* Heeft u deze (open) haard of kachel zelf aangeschaft?

- 01 ja
02 nee

* Indien zelf aangeschaft, wat was daarvan de reden?

- 01 dagelijkse warmtebron
02 bijverwarming
03 voor de gezelligheid (sfeer)

* Welke brandstof gebruikt u voor de (open) haard of kachel?

- 01 brandhout (droog)
02 brandhout of snoeihout (vers)
03 houtbriketten
04 afval- of sloophout
05 aardgas
06 anders

Voor vervolg vragen zie achterzijde s.v.p.



- * **Hoe vaak laat u de schoorsteen vegen?**
 01 2 keer per jaar
 02 1 keer per jaar
 03 elke 2 jaar
 04 nooit
- * **Wanneer en hoe lang stookt u uw (open) haard of kachel?**
 01 nooit
 01 januari/februari/maart uur per week
 01 april/mei/juni uur per week
 01 juli/augustus/september uur per week
 01 oktober/november/december uur per week

De volgende vragen gelden alleen als u hout stookt.

- * **Hoeveel verstoekt u gemiddeld per uur?**
 01 gemiddeld 2 à 3 kg. per uur (dit is ongeveer 2 tot 3 houtblokken van 30 cm. lang)
 02 gemiddeld houtblokken per uur (van ongeveer 30 cm. lang)
- * **Hoe stookt u de kachel? (geldt alleen voor vrijstaande kachels en inzethaarden)**
 01 met alle luchtschuiven open
 02 met alle luchtschuiven gesloten
 03 gedeeltelijk gesloten luchtschuiven
- * **Bent u voldoende voorgelicht over de goede manier van houtstoken?**
 01 ja
 02 nee
 03 wil meer informatie
- * **Heeft u plannen om over te schakelen op gas?**
 01 ja
 02 nee
- * **Zo ja, wat is daarvoor de reden?**
 01 gemak
 02 te weinig hout beschikbaar
 03 hout te duur
 04 milieu
 05 klachten uit de omgeving
- * **En zo ja, waar gaat dan uw voorkeur naar uit?**
 01 gasblokkenvuur in open haard laten installeren
 02 open haard of kachel vervangen door gastoestel
- * **Indien u voornemens bent over te schakelen op gas:
 Zou een subsidie uw beslissing dan bespoedigen?**
 01 ja
 02 misschien
 03 nee

Gaat u binnenkort verhuizen?

Laat ons dan uw nieuwe adres weten zodat wij, mocht u een prijs winnen, contact met u kunnen opnemen.

******* Hartelijk dank voor uw medewerking *******



Als u deze enquête invult, maakt u kans op een prachtige digitale camera en een wooncheque van maar liefst f 5.000,=

Onlangs ontvingen wij een ingevuld enquêteformulier van u terug, in het kader van ons project Markt Informatie Wonen.

Op dit formulier gaf u aan dat u in het bezit bent van een open haard of kachel.

Over deze haard of kachel en het gebruik daarvan willen wij u graag nog enkele vragen stellen. De antwoorden daarop zijn voor de branche en de verschillende overheidsinstanties van groot belang voor ondermeer het vaststellen en beoordelen van specificaties en milieunormen.

We benadrukken daarbij graag dat Comfortabel Wonen een vereniging is zonder winstoogmerk. Comfortabel Wonen verkoopt geen producten of diensten en is geen belanghebbende in enige commerciële organisatie of bedrijf.

De vereniging zal u dan ook beslist niet lastigvallen met ongevraagd drukwerk, bezoek van een vertegenwoordiger of ongelegen telefoontjes.

Wij hopen daarom dat u bereid bent de vragen die u bij deze brief aantreft te beantwoorden.

Natuurlijk zijn er voor u geen kosten verbonden aan het meedoen met deze enquête.

Integendeel, er staat iets tegenover: met het ingevulde en naar ons opgestuurde formulier dingt u mee naar een aantal waardevolle wooncheques.

Tweemaal per jaar worden uit de binnengekomen formulieren prijswinnaars getrokken.

1e prijs: een Comfortabel Wonen-cheque ter waarde van f 5.000,=

2e prijs: een Comfortabel Wonen-cheque ter waarde van f 2.500,=

3e prijs: een Comfortabel Wonen-cheque ter waarde van f 1.000,=

4e prijs: een Comfortabel Wonen-cheque ter waarde van f 500,=

5e prijs: een Comfortabel Wonen-cheque ter waarde van f 500,=

Prijswinnaars krijgen persoonlijk bericht en hun namen worden bekendgemaakt in het blad Kopen & Wonen van Accres Uitgevers.

Comfortabel Wonen-cheques kunnen in elke winkel van uw keuze worden gebruikt voor de aanschaf van één van de vele producten die door de leden van Comfortabel Wonen op de markt worden gebracht.

Extra prijs: Canon digitale camera met alles er op en er aan!

Als u deze maand uw enquêteformulier ingevuld opstuurt, dingt u bovendien nog eens mee naar de extra prijs: een Canon Powershot 350 of gelijkwaardige camera.

Met deze fantastische digitale camera kunt u uw foto's opslaan op verwisselbare CompactFlash kaarten. Natuurlijk kunt u de opnamen ook direct bekijken op uw computer.



De Powershot 350 heeft een uniek beweegbaar 1,8 inch kleurenscherm als beeldzoeker, waarmee de opnamen eveneens bekeken kunnen worden. Vanzelfsprekend is de camera uitgerust met automatische belichting, volautomatische flits en oplaadbare batterijen.

Om deze prachtige prijs helemaal compleet te maken wordt tevens een uitgebreid pakket software voor beeldbewerking bijgeleverd, zodat u op artistiek gebied volledig uit de voeten kunt.

Mogen wij op uw medewerking rekenen?
Bij voorbaat hartelijk dank en vriendelijke groeten,

Vereniging Comfortabel Wonen

G. Beenen, directeur

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'G. Beenen', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Bijlage 3

Tabel B3.1 Berekening van de hoeveelheid hout met behulp van de enquête

	N	Perc	m ³ /jaar (aanname)	Woningen (x 1000)	Hoeveelheid hout (m ³ x 1000)	Hoeveelheid hout (kton)
Niet bekend	27	3,3	3	38	113	34
Minder dan 1 m ³	86	10,6	0,5	120	60	18
1 - 2 m ³	156	19,2	1,5	218	327	98
2 - 5 m ³	168	20,7	3	235	704	211
meer dan 5 m ³	64	7,9	10	90	895	269
Totaal	501	61,7		718	2100	630

Bijlage 4 Keurmerken en keuringseisen

Keurmerken

Het Ministerie van VROM heeft in september 1997 voor alle houtkachels (met een belasting van ten hoogste 18 KW) die op de Nederlandse markt te koop worden aangeboden een typekeur ingevoerd¹. Open haarden en tegelkachels vallen niet onder dit besluit². Het keurmerk van VROM, het NL-typekeur genoemd, stelt eisen aan de emissie van koolmonoxide van de kachel onder standaardomstandigheden. Er is gekozen voor koolmonoxide in de verwachting dat daarmee ook andere emissies die ontstaan bij onvolledige verbranding (PAK's, koolwaterstoffen en deeltjes) terug worden gedrongen (zie ook emissies).

De Vereniging Haard en Rookkanaal (VHR) heeft daarnaast een eigen kwaliteitskeurmerk voor houtkachels en (houtgestookte) inzethaarden van de bij haar aangesloten, leden ingesteld. Dit VHR-keurmerk, stelt in aanvulling op de eisen van het NL-typekeur, eisen op het gebied van thermisch rendement en veiligheid van de kachel.

De eisen die bij de keuring van kachels gesteld worden zijn als volgt:

NL-Typekeur:vrijstaande kachels : CO < 0,4%¹inzethaarden : CO < 0,5%¹**VHR keur:**

CO-eisen conform NL-typekeur

thermisch rendement > 60%

veiligheidstest

Testmethode:

Conform DIN 18891/18895

¹ 13% O₂, droog, 101,2 kPa, 273 K

TNO Certification verricht de keuringen voor zowel het NL-keurmerk als het VHR-keurmerk en verleent bij goedkeuring van de kachel een certificaat. Toestellen die in het buitenland zijn getest kunnen door TNO erkend worden en mogen na goedkeuring eveneens op de Nederlandse markt verkocht worden.

¹ Staatsblad 1996 171.

² Open haarden worden niet in serie gemaakt en kunnen daarom niet aan algemeen geldende eisen worden onderworpen. Tegelkachels vallen niet onder de regeling, omdat de stookwijze verschilt, waardoor de uitworp van PAK's en andere stoffen lager is.

De inspectie Milieuhygiëne ziet toe op de naleving van de typekeuring. Importeurs of fabrikanten die de regelgeving overtreden, krijgen een procesverbaal en een boete opgelegd.

Goedgekeurde kachels worden voorzien van een typeplaatje in de vorm van, afhankelijk van het toegekende keurmerk, een NL- of een VHR-typeplaatje. Op 1 maart 1999 waren er reeds 330 goedgekeurde kachels op de markt verkrijgbaar. Bij de inspectie Milieuhygiëne van VROM kunt u een recent overzicht opvragen van goedgekeurde kachels, inclusief gegevens over de importeur/fabrikant.