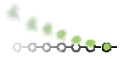


**Rapportage in opdracht van
AgentschapNL**

Statusoverzicht Houtkachels in Nederland

Ir. J. Koppejan (Procede Biomass BV)

Enschede, Oktober 2010



Colofon

Deze rapportage is uitgevoerd in opdracht van

AgentschapNL
NL Energie en Klimaat
Ir Dave de Lang
Postbus 8242
3503 RE
Utrecht

Auteur:

Ir. J. Koppejan
Procede Biomass BV
Postbus 328
7500 AH Enschede

Projectnummer PB201004

Oktober 2010

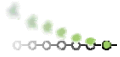
Samenvatting

De verbranding van hout bij particulieren en bedrijven draagt volgens het CBS met respectievelijk 7,1 en 2,5 PJ vermeden fossiele energie in 2008 substantieel bij aan de opwekking van duurzame energie in Nederland. Voor beide marktsegmenten (particulier en zakelijk) is een stijgende lijn waarneembaar.

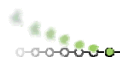
Voor de particuliere houtkachels heeft het CBS hierin een ophoging van 1,5 PJ verwerkt ten opzichte van eerdere cijfers, naar aanleiding van nieuwe inzichten uit het in opdracht van het ministerie van VROM uitgevoerde WoON onderzoek. Volgens dit onderzoek zouden thans ca 1,3 miljoen houtkachels en open haarden bij consumenten geïnstalleerd zijn, dit komt overeen met bijna 20% van alle woningen. Desalniettemin geeft ook het CBS toe dat ook de nieuwe statistieken onbetrouwbaar blijven, met als belangrijkste oorzaken dat de verbruikte hoeveelheden hout moeilijk in te schatten zijn door een combinatie van factoren.

Bij de particuliere kachels is er een groot verschil waarneembaar in verbrandingskwaliteit tussen de kachels die nu gemaakt kunnen worden en voldoen aan de strenge Duitse DIN+ eisen, en de bestaande kachels en open haarden welke soms wel 20-30 jaar oud zijn. Daardoor wordt er per GJ geleverde warmte bij een moderne kachel tot wel 65 maal minder fijn stof uitgestoten dan bij een open haard. Het is dus zaak om de oudere kachels en open haarden, welke nu ca 95% van de uitstoot aan fijn stof, PAK, CO en C_xH_y veroorzaken, zoveel mogelijk te vervangen door betere houtkachels. Momenteel wordt er behalve de relatief milde CE veiligheidskeur geen eis gesteld aan de verbrandingskwaliteit, waardoor nog steeds kachels worden verkocht welke ver onder de *state-of-the-art* presteren. Met de verwachte introductie van de ECODesign Directive in 2012 mogen dergelijke kachels niet meer worden verkocht. Wel is belangrijk dat aanvullend op de introductie en naleving van nieuwe producteisen ook maatregelen worden getroffen om de milieueffecten van de reeds bestaande kachels zo goed mogelijk te beperken. Daaronder vallen betere gebruikersvoorlichting, versterkte middelen tot handhaving en betere training van installateurs. Ook dient overwogen te worden om de vervanging van open haarden en verouderde typen houtkachels te stimuleren. Daarbij dient ook de marktintroductie van nageschakelde filters te worden overwogen, gezien verkennende kosten/batenanalyses welke reeds zijn verricht in het buitenland. Aanbevolen een studie uit te voeren naar het belang voor de volksgezondheid, waarbij rekening wordt gehouden met de toxiciteit van de verschillende soorten stof welke worden uitgestoten.

In het zakelijke segment kunnen twee toepassingsmarkten worden onderscheiden. Ten eerste is er de houtverwerkende industrie waarbij vooral het 'opruimen van het resthout' de belangrijke driver is. De toepassing hiervan is al jaren vrijwel constant en loopt zelfs wat terug onder invloed van stijgend marktwaarde van het resthout, dit

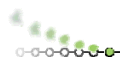


betreft dan ook ten hoogste een vervangingsmarkt. Daarnaast is er een forse groei waarneembaar in het aantal zakelijke kachels in nieuwe toepassingsmarkten zoals in de landbouwsector (ter verwarming van kalvermelk en verwarming van pluimveestallen) en voor verwarming van overdekte zwembaden. Daarbij gaat het om het kosteneffectief opwekken van warmte en vervangen van aardgas of propaan. De meeste automatische kachels zijn in de laatste jaren verkocht in dit marktsegment, zodat het aandeel in het totale 'zakelijke' thermische vermogen al ca 1/3 bedraagt. Bij gebrek aan informatie neemt het CBS voor de bijdrage aan energieopwekking aan dat bij deze nieuwe toepassingen 1500 vollasturen worden gehaald, wat een onderschatting lijkt. De huidige rentabiliteit van houtgestookte kachels voor warmteopwekking is echter beperkt tot genoemde nichemarkten waar thans nog gunstige condities heersen als vervanging van propaan, veel vollasturen en de beschikking over eigen biomassa-brandstof. Indien vergelijkbare middelen zouden worden vrijgemaakt voor de vervanging van fossiele brandstoffen en vermijding van CO₂ uitstoot als in de SDE regeling voor duurzame elektriciteit, kan de markttoepassing fors worden verbreed. Daarnaast wordt aanbevolen om duurzame warmteopwekking ook in de nieuwe NEN7120 norm op te nemen als een maatregel ter verduurzaming van de energiehuishouding in een gebouw.

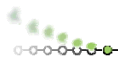


Inhoudsopgave

COLOFON	II
SAMENVATTING	III
1 INLEIDING EN ACHTERGROND	1
2 VRAAGSTELLING EN AANPAK	2
2.1 VRAAGSTELLING	2
2.2 AANPAK	2
3 PARTICULIERE HOUTKACHELS	3
3.1 TECHNIEKBESCHRIJVING	3
3.1.1 <i>Stukhoutgestookte toestellen voor sfeerverwarming</i>	3
3.1.2 <i>Stukhoutgestookte ketels met CV – koppeling</i>	7
3.1.3 <i>Pelletgestookte kachels</i>	9
3.1.4 <i>Pelletgestookte ketels met CV-koppeling</i>	10
3.1.5 <i>Technische innovatie in het verbrandingsproces</i>	11
3.2 AANTALLEN PARTICULIERE HOUTKACHELS.....	16
3.3 BIJDRAGE AAN DUURZAME ENERGIEOPWEKKING	19
3.4 MILIEU IMPACT VAN HOUTKACHELS	20
3.4.1 <i>Huidige uitstoot van houtkachels en open haarden</i>	20
3.4.2 <i>Milieu impact van houtkachels: invloed van de gebruiker</i>	25
3.4.3 <i>Nageschakelde maatregelen</i>	26
3.4.4 <i>Effect van het vervangen van oude houtkachels en open haarden</i>	29
3.5 HUIDIGE REGELGEVING VOOR PARTICULIERE HOUTKACHELS	30
3.5.1 <i>België</i>	31
3.5.2 <i>Duitsland</i>	32
3.5.3 <i>Frankrijk</i>	33
3.5.4 <i>Nederland</i>	34
3.5.5 <i>Oostenrijk</i>	35
3.5.6 <i>Scandinavië</i>	36
3.5.7 <i>Zwitserland</i>	37
3.6 ECODESIGN DIRECTIVE	38
3.6.1 <i>EcoSolidFuel</i>	38
3.6.2 <i>Producteisen in ECODesign Directive</i>	39
3.6.3 <i>Labelling systematiek in ECODesign Directive (2005/32/EC)</i>	40
3.7 MOGELIJKE BELEIDSMAATREGELLEN	41
3.7.1 <i>Gebuikersvoorlichting</i>	41
3.7.2 <i>Opleidingen en certificering van installateurs en dealers</i>	42
3.7.3 <i>Handhaving</i>	43
3.7.4 <i>Nageschakelde rookgasreiniging</i>	43



3.7.5	<i>Stimuleringsprogramma voor versnelde vervanging</i>	44
4	HOUTGESTOOKTE KETELS BIJ BEDRIJVEN	46
4.1	TECHNIEKEN.....	46
4.1.1	<i>Stukhoutgestookte ketels</i>	46
4.1.2	<i>Ketels met automatische brandstoftoevoer</i>	47
4.2	AANTAL HOUTGESTOOKTE KETELS BIJ BEDRIJVEN	51
4.3	BIJDRAGE AAN DUURZAME ENERGIEOPWEKKING	52
4.4	MILIEUASPECTEN VAN HOUTGESTOOKTE KETELS	54
4.4.1	<i>Emissie-eisen</i>	54
4.4.2	<i>Huidige uitstoot</i>	55
4.5	BELEIDSMAATREGELEN.....	56
4.5.1	<i>Financiële stimulering van duurzame warmte</i>	56
4.5.2	<i>Opname in NEN7120</i>	58
4.5.3	<i>Promoot marktintroductie van nieuwe verbrandingstechnologie</i>	58
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	59
6	REFERENTIES	61



1 Inleiding en achtergrond

De verbranding van hout bij particulieren in houtkachels en open haarden draagt volgens het CBS met ruim 7 PJ vermeden fossiele energie in 2008 significant bij aan de opwekking van duurzame energie in Nederland. Een aanzienlijk deel van de biomassa die hiervoor wordt aangewend komt uit de informele sector, en vindt op deze wijze een nuttige aanwending.

De achilleshiel voor uitbreiding van kleinschalige verbranding bij particuliere houtkachels en open haarden is gerelateerd aan de milieueffecten en de lokale overlast die soms wordt veroorzaakt door een beperkt aantal slechte houtkachels, verkeerd gebruikte houtkachels of slechte installaties. Zo bedraagt de emissie van fijn stof nu ca. 3,5% van de totale emissie in Nederland. Voor een verantwoorde instandhouding of zelfs groei van de toepassing van houtkachels op de langere termijn is het daarom van groot belang dat het particulier stoken van hout in de toekomst op een milieutechnisch betere wijze gaat gebeuren. Onderhavig rapport laat zien wat de mogelijkheden zijn om dit op te pakken, zoals aankomende nieuwe EU regelgeving.

Bij grotere installaties welke zijn toegepast in de zakelijke markt zijn blijkt dat de uitbreiding volledig is te wijten aan nieuwe toepassingsmarkten zoals in de landbouw en voor verwarming van utiliteitsgebouwen als zwembaden. Alhoewel het CBS beschikt over betrouwbare statistieken over aantallen kachels en vermogens in deze nieuwe toepassingsmarkten, is er nog slechts beperkte informatie beschikbaar over het gebruik ervan. Momenteel hanteert het CBS nog hetzelfde aantal vollasturen als bij de houtverwerkende industrie (1500 h/jaar), maar verwacht wordt dat dit een onderschatting is.

Deze zakelijke kachels zijn meestal kleiner dan 1 MW en vallen daarmee buiten het regime van de BEMS. Desondanks is het van belang enig inzicht te krijgen in de technische mogelijkheden en kosteneffectiviteit van verlaging van de uitstoot.

Vanuit zowel AgentschapNL als het Platform Bio-energie is er meer behoefte om voor zowel de particuliere als zakelijke toepassingen inzicht te verkrijgen in

- a) de verschillende technieken en prestaties,
- b) wet- en regelgeving achter houtkachels zoals emissie-eisen

Met onderhavig onderzoek is getracht om meer inzicht te geven in de huidige toepassing van kleinschalige houtverbranding bij particulieren en bedrijven, en de mogelijkheden om de emissievrachten te reduceren door een aantal beleidsmaatregelen.

2 Vraagstelling en aanpak

2.1 Vraagstelling

Er bestaat behoefte aan een geactualiseerd statusoverzicht van de houtkachemarkt in Nederland. Dit betreft zowel de particuliere markt (<18 kW) als de zakelijke markt (> 18 kW), gebruik makend van zowel stukhout (handmatig gestookt) als houtsnippers en pellets (automatisch gestookt). Voor elk van deze soorten kachels is het gewenst inzicht te verkrijgen in

- de huidige toepassing (aantallen toestellen, type brandstof, schaalgrootte)
- de hoeveelheid opgewekte finale energie en vermeden fossiele energie
- de emissievrachten in tonnen CO, NO_x, fijn stof (PM10), PAK en C_xH_y.
- Mogelijkheden om met aangepast Nederlandse beleid zowel de totale emissievrachten te reduceren, als de duurzame energieproductie het verhogen.

2.2 Aanpak

In het project zijn de volgende aspecten apart onderzocht voor de particuliere en de zakelijke houtkachels en houtgestookte ketels:

1. Werking van de techniek
2. De bijdrage aan duurzame energieopwekking
3. De consequenties voor het milieu
4. Regelgeving
5. Beleidsmaatregelen

Hoofdstuk 3 geeft de resultaten van het onderzoek weer voor de particuliere houtkachels, hoofdstuk 4 voor de zakelijke houtgestookte ketels. In hoofdstuk 5 worden conclusies getrokken en aanbevelingen weergegeven om de toepassing van decentrale biomassaverbranding schoner en breder geaccepteerd te maken.

De resultaten van het onderzoek zijn gepresenteerd en getoetst in een workshop op 23 september 2010, waarbij CBS, VHK en beleidsmakers van de ministeries van VROM en EZ waren uitgenodigd.

3 Particuliere houtkachels

De grootste bijdrage aan duurzame energieopwekking door kleinschalige houtverbranding wordt geleverd door particuliere houtkachels. Dit hoofdstuk beschrijft de toegepaste technologieën, aantallen kachels, de bijdrage aan duurzame energieopwekking, milieuaspecten en regelgeving/beleid.

3.1 *Techniekbeschrijving*

Er zijn verschillende typen houtgestookte kachels en ketels in gebruik in de particuliere markt. De belangrijkste toepassing is handgestookte kachels voor sfeerverwarming. Automatisch gestookte kachels op basis van pellets worden nog vrijwel niet toegepast, net als handmatig en automatisch gestookte ketels welke CV gekoppeld zijn.

3.1.1 *Stukhoutgestookte toestellen voor sfeerverwarming*

De belangrijkste toepassing voor particuliere houtverbranding betreft de handgestookte toestellen voor sfeerverwarming. Hierbij zijn een aantal verschillende typen installaties te onderscheiden:

Open haarden

In de jaren '70 en '80 zijn veel open haarden geïnstalleerd in nieuwbouwwoningen als sfeerverhogend element. Door de ongecontroleerde verbranding is er sprake van een hoge luchtvermaat waardoor er veel (koude) buitenlucht wordt aangezogen, waardoor het rendement erg laag of zelfs negatief is (ca -10..+20%). Dit leidt tevens tot hoge emissies aan stof en C_xH_y .



Figuur 3.1 Voorbeeld van een open haard

Het stookcomfort van open haarden is slecht doordat er sprake is van tocht en de haard vervuilend werkt in de te verwarmen ruimte. In vergelijking tot normale

vrijstaande houtkachels of inbouw/inzethaarden worden open haarden worden dan ook niet veel gebruikt, (gemiddeld ca 70 uur per jaar [12]) en dragen deze ondanks het grote aantal door het weinige gebruik en het lage rendement nauwelijks bij aan duurzame energieopwekking.

Inzethaarden

Ter verhoging van het rendement en het stookcomfort kan ervoor worden gekozen om een inzethaard in te bouwen in een bestaande open haard. Omdat dit een gesloten toestel is met een gecontroleerde luchttoevoer wordt de verbrandingskwaliteit (uitgedrukt in rendement en uitstoot), aanzienlijk verbeterd. Een voorbeeld van een inzethaard welke aan drie zijden zicht geeft op het vuur is weergegeven in Figuur 3.2.



Figuur 3.2 Voorbeeld van een inzethaard, in te bouwen in een bestaande open haard (Wanders)

Dergelijke kachels hebben een rendement van ca 50% voor oudere modellen uit de jaren '80 tot boven 75% voor kachels welke nu worden verkocht en voldoen aan de stringente DIN+ eisen. Evenzo varieert de uitstoot van schadelijke componenten sterk tussen verschillende modellen.

Inbouwhaarden

Bij inbouwhaarden wordt het toestel niet ingebouwd in een bestaande schouw, maar wordt de schouw om het toestel heen gebouwd. Voor de gebruiker is dan meestal slechts een deel van het toestel zichtbaar. Een voorbeeld van een inbouwhaard is weergegeven in Figuur 3.3.



Figuur 3.3 Voorbeeld van een inbouwhaard waarbij de schouw later om het toestel is gebouwd (Barbas)

Inbouwhaarden zijn qua rendement en uitstoot vergelijkbaar met inzethaarden (variërend tussen ca 50% voor oudere modellen tot boven 75% voor kachels welke nu worden verkocht).

Vrijstaande kachels

Vrijstaande kachels kunnen hun warmte rondom goed kwijt en hebben daarom meestal een wat hoger rendement dan inbouw of inzethaarden (ca 60% voor oudere, ongekeurde toestellen tot 75%-80% voor goede toestellen welke momenteel worden verkocht en voldoen aan de strenge DIN+ eisen). Een voorbeeld van een vrijstaande houtkachel is weergegeven in Figuur 3.4.

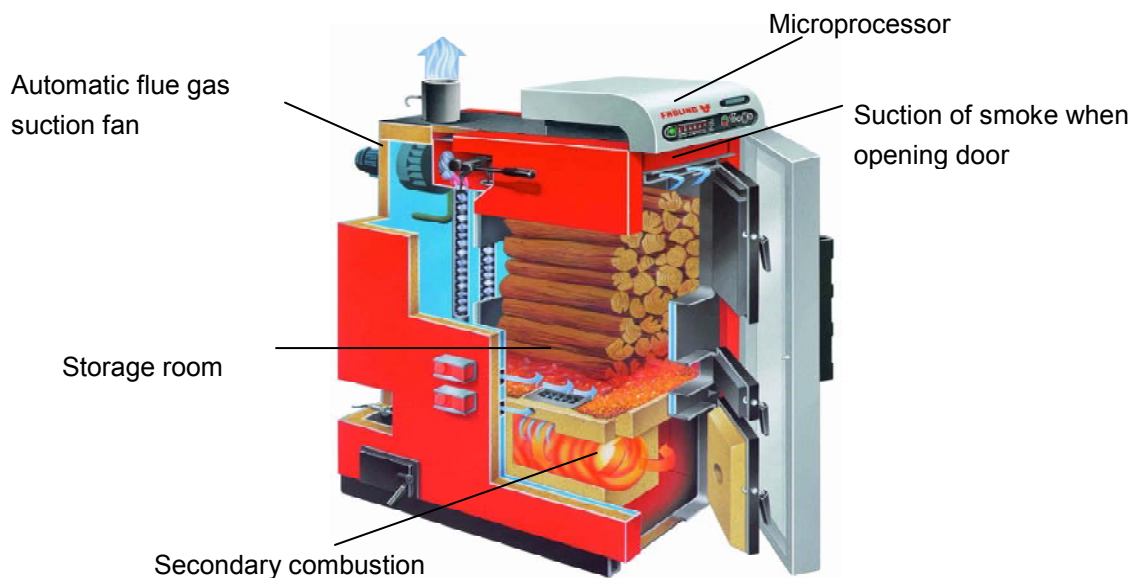


Figuur 3.4 Voorbeeld van een vrijstaande kachel (Barbas)

3.1.2 Stukhoutgestookte ketels met CV – koppeling

De levering van warmte door verbranding van hout bij particulieren gebeurt vooral door handgestookte sfeerkachels welke typisch één ruimte verwarmen. Bij stukhoutgestookte ketels wordt de warmte via een vlampijpketel overgedragen aan het CV systeem, zodat ook andere ruimten kunnen worden verwarmd. Onderscheid wordt gemaakt tussen geavanceerde toestellen welke puur functioneel zijn ontworpen op levering van warmte en meestal uit het zicht zijn geplaatst (zoals weergegeven in Figuur 3.5) en toestellen met een sfeerelement welke in de woonkamer zijn geplaatst (zoals in Figuur 3.6 weergegeven).

Een voorbeeld van een geavanceerd model met automatische verbrandingsregeling en CO/ λ sensor is weergegeven in Figuur 3.5. Dergelijke geautomatiseerde verwarmingstoestellen worden meestal een keer per dag handmatig gevuld met stukhout, waarna deze over de hele dag voldoende warmte leveren voor de verwarming van een woning. Onderin de vulruimte vindt de ontgassing plaats, waarbij de pyrolysegassen worden afgezogen naar beneden en daar uitbranden in een goed geïsoleerde verbrandingskamer. De rookgassen worden door een ingebouwde ketelsectie geleid, zodat de warmte wordt overgedragen op het CV systeem. Dergelijke geavanceerde systemen zijn verkrijgbaar vanaf een capaciteit van ca 15 kW tegen een prijs van 10.000-15.000 Euro. Een energetisch rendement van ca 90-93% is meestal haalbaar.



Figuur 3.5 Voorbeeld van een stukhoutgestookte ketel met automatische regeling van de verbrandingskwaliteit (Fröling, Oostenrijk)

De marktintroductie van dergelijke systemen verloopt relatief langzaam in Nederland, een aantal van dergelijke toestellen zijn momenteel in gebruik bij eigenaren/beheerders van landgoederen en enkele particulieren.

Naast de geautomatiseerde systemen zoals in Figuur 3.5 zijn er een aantal producenten van sfeerkachels bezig met de ontwikkeling van mengvormen van sfeerkachels en extra warmte-uitkoppeling door nageschakelde warmtewisselaars, zodat restwarmte uit de schoorsteen kan worden verdeeld naar andere ruimten in de woning. Een voorbeeld is weergegeven in Figuur 3.6.



Figuur 3.6 Voorbeeld van een stukhoutgestookte kachel met CV-koppeling (Dik Geurts)

3.1.3 Pelletgestookte kachels

In het buitenland zijn er verschillende producenten van pelletgestookte houtkachels, die als sfeerelement in een woning kunnen worden geïnstalleerd. In Nederland wordt dit nog slechts beperkt toegepast, geschat wordt dat er minder dan 1000 zijn geplaatst. Er zijn wel een aantal importeurs van toestellen, prijzen variëren van ca 2000 tot 5000 Euro per toestel. Dit is enigszins hoger dan bij handgestookte toestellen, met name vanwege de hogere complexiteit van de verbrandingstechniek ten opzichte van handgestookte kachels. Typische rendementen van nieuwe toestellen bedragen ca. 80-92%.

De verkrijgbaarheid van de benodigde pellets voor particulier gebruik is in verhouding tot de situatie in het buitenland ook nog beperkt. Pellets moeten meestal per zak (25 kg) worden geleverd in de ingebouwde brandstofbuffer. Waar in het buitenland door de houtpellets veelal huisbrandolie wordt vervangen, wordt in Nederland aardgas vervangen. Per GJ is aardgas aanzienlijk goedkoper dan huisbrandolie, zodat verlaging van de stookkosten in Nederland veel minder een argument is dan elders.

Tenslotte is het een uitdaging om het vlambeeld bij pelletverbranding voldoende aantrekkelijk te krijgen voor de consument, hierin wordt steeds beter geslaagd. De uitstoot van pelletgestookte kachels is vergelijkbaar met goede stukhoutgestookte kachels.



Figuur 3.7 Voorbeeld van een pelletgestookte kachel (Nordic Fire)

3.1.4 Pelletgestookte ketels met CV-koppeling

In het buitenland maakt de toepassing van houtpelletgestookte ketels bij particulieren een snelle opmars door, met name in landen waar er al een houtstookcultuur bestaat en waar huisbrandolie wordt vervangen omdat er dan significant kan worden bespaard op de stookkosten. Een gemiddeld huishouden welke normaliter 1500 m³ aardgas per jaar zou gebruiken, gebruikt ca 3000 kg of ca 5 m³ per jaar aan houtpellets wanneer deze zou overschakelen.

Net als huisbrandolie in het buitenland worden ook pellets aangevoerd per tankauto. De vracht wordt per slang gelost in een te realiseren brandstofsilo, vanwaar de pellets automatisch worden getransporteerd naar de verbrandingsketel middels een transportvijzel of pneumatische slang. Ten opzichte van aardgas wat per pijpleiding wordt aangeleverd is de extra logistiek een nadeel, het maakt dat de toepassing minder geschikt is voor minder goed bereikbare ketelhuizen en plekken waar slechts beperkte ruimte is voor realisatie van een opslagvoorziening voor pellets.

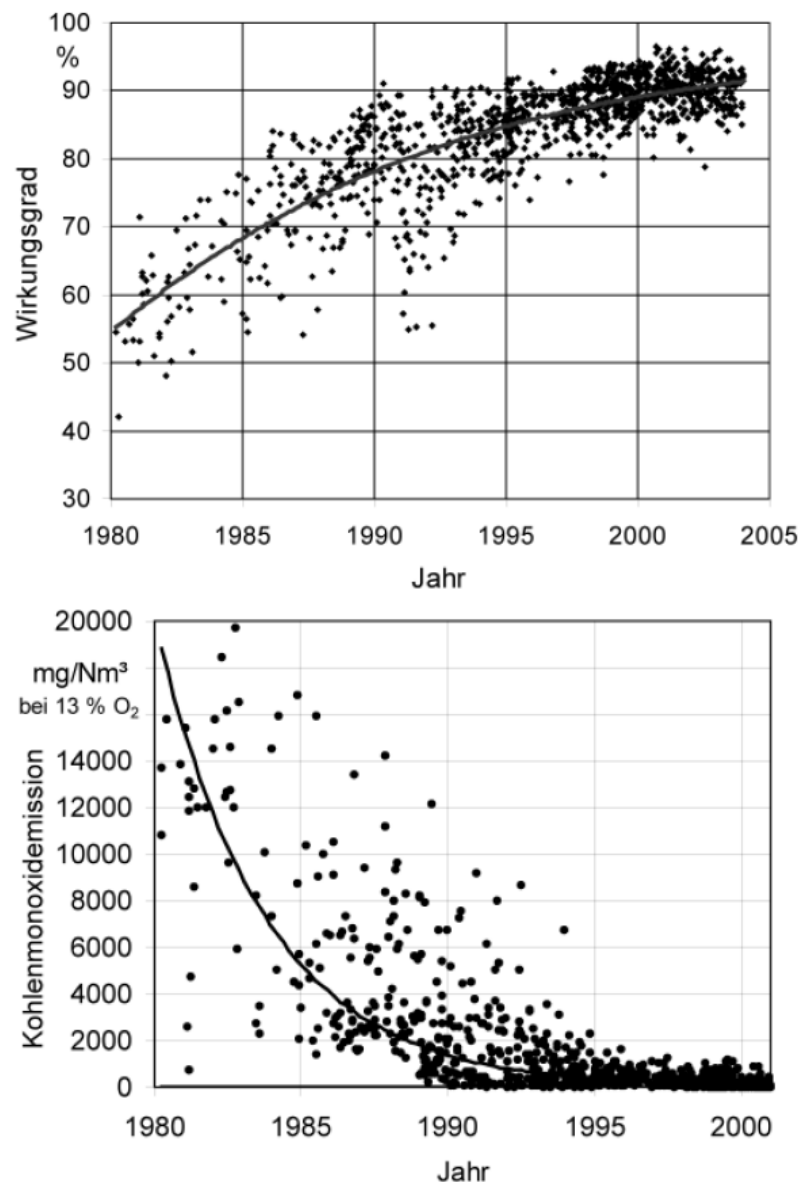
Door de volledige automatisering kan een optimale verbrandingskwaliteit worden bereikt en een hoog energetisch rendement (ca 90-95%), er zijn zelfs pelletgestookte ketels met condenserende warmtewisselaar zodat een rendement van ca 105% wordt gebruikt (bijv. Ökofen, Oostenrijk). Pelletgestookte ketels kunnen goed worden geïntegreerd met zonnecollectoren. Daarbij wordt normaliter een warmtebuffer toegevoegd om sterke fluctuaties in de warmtevraag op te kunnen vangen.



Figuur 3.8 Voorbeeld van een pelletgestookte ketel (Wolf, type BPH)

3.1.5 Technische innovatie in het verbrandingsproces

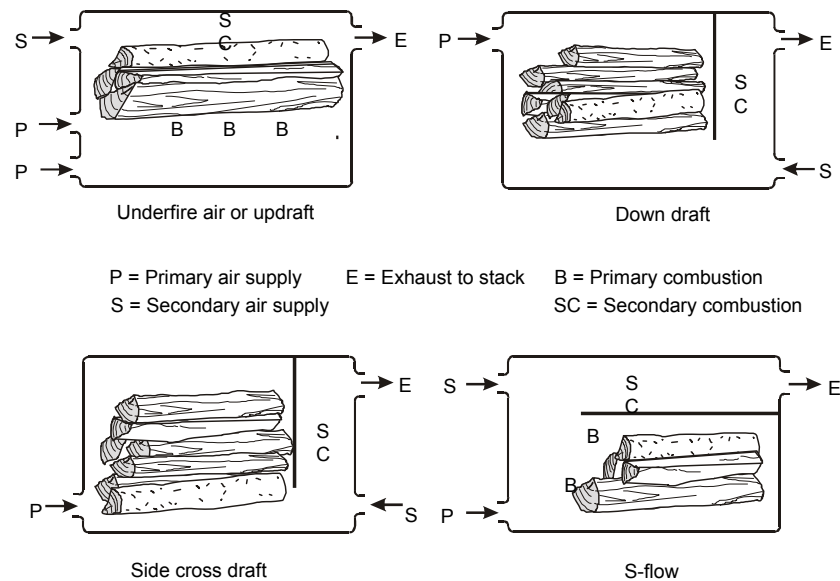
De ontwikkeling van rendementen en CO emissies van stukhoutgestookte kachels voor ruimteverwarming (3.1.1) over de afgelopen decennia zijn illustratief weergegeven in Figuur 3.9. Hieruit blijkt dat de verbrandingskwaliteit van recent gebouwde houtkachels niet te vergelijken is met oudere toestellen. Dit wordt tevens geïllustreerd door de typische emissiefactoren van de verschillende kachels in Tabel 3.4.



Figuur 3.9 Ontwikkeling van rendementen (boven) en CO-emissies (onder) van houtgestookte vrijstaande kachels en inzethaarden in Duitsland, gemeten bij typekeuringen [1]

Basisprincipes

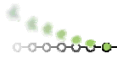
In het algemeen kan worden gesteld dat het rendement en de uitstoot van iedere biomassagestookte verbrandingsinstallatie afhankelijk is van de brandstofeigenschappen en het technische ontwerp. Een algemeen toepasbare indeling op basis van luchtstromingen in de toestellen is weergegeven in Figuur 3.10.



Figuur 3.10 Technische ontwerpen voor handgestookte kachels [2]

Het verbrandingsproces begint met de toevoer van primaire lucht aan de verse brandstof. Daarbij wordt net genoeg zuurstof toegevoerd om de achterblijvende houtskool volledig te verbranden, zodat warmte wordt geleverd om meekomend vocht te verdampen en de vluchtige component in de ruwe biomassa vrij te maken tot brandbare gassen. Door wijziging van de hoeveelheid toegevoerde primaire lucht kan de snelheid van deze ontgassing worden geregeld, waardoor ook het geleverde vermogen van de houtkachel worden geregeld. Bij aanvang van het verbrandingsproces is het van belang dat de primaire ontgassing snel op gang komt, door de primaire luchttoevoer volledig open te zetten. Na enige tijd zal de ontgassing goed op gang zijn gekomen en kan het vermogen worden teruggeregeld door de primaire luchttoevoer terug te regelen.

De vrijkomende verbrandingsgassen dienen vervolgens goed te worden verbrand door middel van de juiste hoeveelheid secundaire, en soms ook tertiaire lucht welke met de ontgaste brandstof kan reageren. Daarbij is het van belang dat deze reactie gebeurt bij een voldoende hoge temperatuur (door niet teveel lucht toe te voeren en de verbrandingskamer te isoleren), waarbij de reactie voldoende tijd heeft om de ontgaste brandstof door een goede turbulentie te mengen met de bijkomende lucht.



Het is daarbij zaak dat voldoende secundaire lucht wordt toegevoerd om volledige verbranding van de rookgassen te krijgen, maar ook niet teveel omdat dit de vlam koelt en door het hogere rookgasdebiet ook het rendement van de kachel daalt. Bij handgestookte toestellen is dit te regelen door een instelbare klep, bij automatische toestellen kan dit worden geregeld door een frequentiegestuurde ventilator, welke via regeltechniek wordt aangestuurd door een zgn. CO/λ sensor.

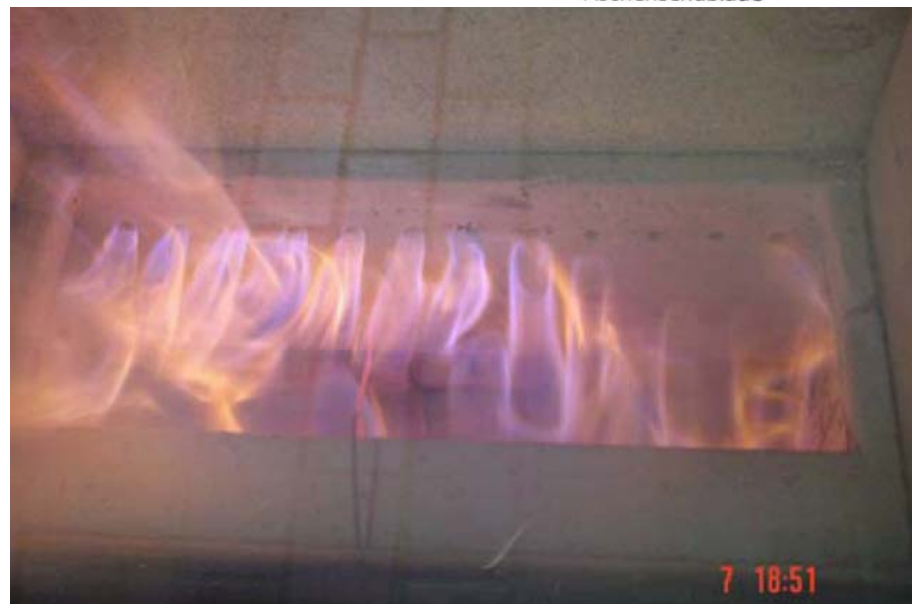
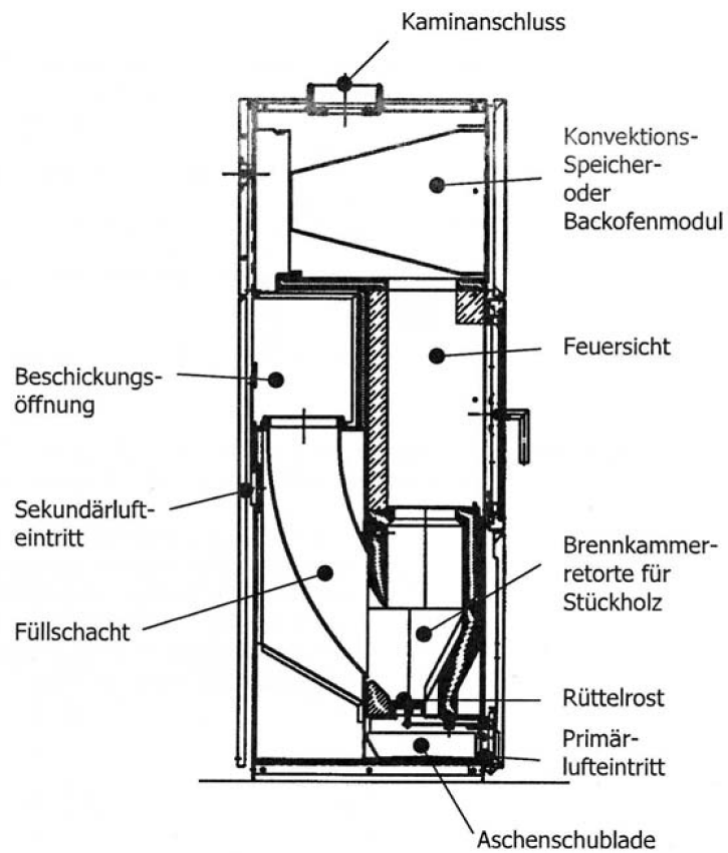
In de praktijk kunnen verblijftijd en de temperatuur door een voldoende grote, geïsoleerde verbrandingskamer goed worden bereikt. Vrijwel alle vrijstaande houtkachels en inzethaarden zijn daarom tegenwoordig uitgerust met een isolerende wand van het mineraal Vermiculiet¹ of keramische gietdelen. Het is vooral de uitdaging om ook de menging tussen de ontgaste brandstof en secundaire lucht zo effectief mogelijk te krijgen, zodat de uitbrand met een zo laag mogelijk overschot aan lucht (zowel primair als secundair) toch volledig plaats vindt. Beperking van het overschot aan verbrandingslucht leidt namelijk tot een hogere verbrandingstemperatuur en ook minder rookgassen welke de schoorsteen verlaten, zodat ook tot het rendement hoog kan zijn.

Optimalisatie van verbrandingskwaliteit bij beperkte vrijheidsgraden in ontwerp

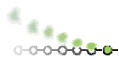
Zoals uit Figuur 3.9 blijkt is de uitstoot van stookhoutgestookte kachels in de laatste decennia drastisch gedaald. Een belangrijke reden hiervoor is de ontwikkeling van meer inzicht over de introductie van lucht in de juiste hoeveelheid op de juiste locaties in de kachel, zodat een goede vorm van getrapte verbranding ontstaat. Omdat ontgassing met primaire lucht en uitbrand van de gassen met secundaire lucht echter verschillend verlopen qua optimaal temperaturniveau, luchtbehoefte e.d., kan de uitstoot aanzienlijk kan worden verlaagd bij fysieke scheiding van beide processen [3]. In de meeste stookhoutgestookte kachels vinden beide verbrandingsprocessen om redenen van esthetiek, gebruikersvriendelijkheid in dezelfde fysieke ruimte plaats en zijn er slechts beperkte mogelijkheden om beide processen afzonderlijk optimaal te regelen.

Een voorbeeld van een stookhoutgestookte ketel waarbij primaire en secundaire verbranding wél zijn gescheiden is weergegeven in Figuur 3.11. Daarbij wordt stookhout vanaf de zijkant in een toevoeropening gestapeld in een vulschacht. Doordat tijdens de verbranding net als bij pelletgestookte kachels door de zwaartekracht continu nieuwe stukken hout worden toegevoerd aan de primaire verbranding, is er net als bij automatische ketels sprake van een tamelijk gestabiliseerd verbrandingsproces zonder periodieke verhoging van de uitstoot aan CO en onverbrande koolwaterstoffen. Vanwege de beperkte gebruikersvriendelijkheid van deze kachel is deze kachel niet meer te koop.

¹ Een mineraal van gehydrateerd magnesium-ijzer-aluminium-silicaat



Figuur 3.11 Voorbeeld van een stukhoutgestookte kachel met een zeer lage fijn stof uitstoot (Fabrikant Tiba, type Sirius). Boven: dwarsdoorsnede. Onder: secundaire luchttoevoer.



Bij de in Figuur 3.11 weergegeven kachel vindt de secundaire luchttoevoer plaats net onder de ruit, zodat de uitbrand in de vlammen net zichtbaar is voor de gebruiker. De combinatie van de gescheiden primaire en secundaire ruimten, de lage luchtvermaat en de continue verbranding resulteert in een stofuitstoot welke varieert tussen slechts ca 5-20 mg/m³ [3].

Een gescheiden ontwerp van de vuurhaard biedt tevens voordelen omdat hierbij de verbrandingscondities beter kunnen worden ingesteld. Zo kan met een lagere primaire luchtvermaat dan normaal volgens het zgn 'primaire NO_x reductiemechanisme' tevens de omzetting van brandstof-stikstof naar NO_x enigszins worden beperkt [2]. Normaliter is er echter te weinig verblijftijd bij de juiste temperatuur om dit te bewerkstelligen, zodat de NO_x uitstoot normaliter als een vast gegeven wordt beschouwd.

Regeling van verbrandingslucht

Qua technologieontwikkeling kan verdere verlaging van de uitstoot deels worden bereikt door uitschakeling van de invloed van de gebruiker door introductie van goed ingestelde regelsystemen voor de toevoer van primaire en secundaire lucht, op basis van CO/λ sensoren. Dit wordt nu al veel toegepast bij houtpelletgestookte kachels en ketels, maar zou wellicht ook zinvol zijn bij stukhoutgestookte kachels. Overigens zijn er ook nu al een aantal houtkachels met inferieure regelsystemen voor te koop waarmee het vermogen te regelen valt, maar welke juist averechts werken op de verbrandingskwaliteit. Belangrijk is daarom dat het regelsysteem goed wordt uitgevoerd.

Nageschakelde filters

Door de toepassing van in de kachel ingebouwde of nageschakelde filtertechnologie kan zowel de uitstoot van (fijn) stof als stofgebonden C_xH_y en PAK met ca 50% tot 90% worden verlaagd, zie ook par. 3.4.3. Daarnaast zijn er een aantal andere opties welke ook gunstig werken op de stofemissie. Een voorbeeld hiervan is een filter van niet-katalytisch schuimkeramiek met een zeer open structuur, welke het grovere stof wat vooral ontstaat bij de opstartfase tegenhoudt en later uitbrandt wanneer de kachel op temperatuur is. De Nederlandse kachelbouwer Interfocos claimt een reductie van fijn stof tot ca 70% en verhoging van het rendement met ca 7%. Het bedrijf heeft patent aangevraagd op deze vinding en gaat dit vanaf 2010 toepassen in een aantal nieuwe modellen.

3.2 Aantallen particuliere houtkachels

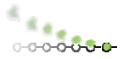
Bij gebrek aan actuele gegevens over het gebruik van particuliere houtkachels tot 18 kW nam het CBS in haar Duurzame Energie statistieken van 2003-2009 aan dat de bijdrage aan de overheidsdoelstellingen voor duurzame energieopwekking constant zou liggen op 5,46 PJ [4]. De achterliggende reden hiervoor was het stopzetten van de monitoringsactiviteiten voor houtkachels onder de door TNO in opdracht van het Ministerie van VROM uitgevoerde Emissieregistratie. Deze activiteit is in 2002 nog eenmaal door de branchevereniging VHR in samenwerking met de Stichting Comfortabel Wonen uitgevoerd, maar daarna stopgezet, omdat het te duur werd bevonden. De Emissieregistratie leverde belangrijke gegevens op over trends in het gebruik van huishoudelijke kachels en open haarden.

In de winter van 2006/2007 zijn als onderdeel van het door VROM geïnitieerde WoON onderzoek (waarin consumenten worden bevraagd over uiteenlopende zaken over hun woningen en woonwensen), op verzoek van CBS ook enkele vragen rondom het gebruik van houtkachels en open haarden opgenomen [5]. Daarbij is zoveel mogelijk aangesloten bij de vraagstelling van eerdere onderzoeken. Recentelijk (mei 2010) is de analyse van de verkregen resultaten over het gebruik van houtkachels en open haarden openbaar gemaakt door het CBS [6]. Dit leidde tot de hoeveelheden kachels die genoemd zijn in Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Aantallen kachels in gebruik volgens meest recente bronnen [6]

	CBS uit WoON onderzoek [6]	TNO Emissie- registratie	Koppejan VHR studie [11]
Verlagjaar	2006/2007	2003	2007
Open haard (*1000)	645	285	266
Inzethaard of ingebouwde afsluitbare haard (*1000)	213	297	287
Vrijstaande afgesloten kachel (*1000)	439	210	199
Totaal	1.297	792	753

Uit een analyse van het CBS van de cijfers uit het WoON onderzoek resulteert een totaal van ca 1,3 miljoen open haarden en kachels. Dit is fors hoger dan de eerdere studies, met name voor open haarden en vrijstaande kachels (zie Tabel 3.1). Een verklaring welke het CBS hiervoor geeft, is de observatie dat in het WoON onderzoek alle kachels en open haarden zijn meegenomen, terwijl in de Emissieregistratie alleen die kachels zijn meegenomen welke ook daadwerkelijk worden gebruikt. Ruim een kwart van de houtgestookte installaties uit het WoON-onderzoek (350.000) wordt niet gebruikt. Het resterende verschil wordt verklaard door statistische afwijkingen en een aantal andere factoren, zoals de observatie dat in eerdere onderzoeken kachels in meergezinswoningen werden uitgesloten, net als kachels welke worden gebruikt voor hoofdverwarming, zoals pelletgestookte verwarmingstoestellen. Ondanks deze



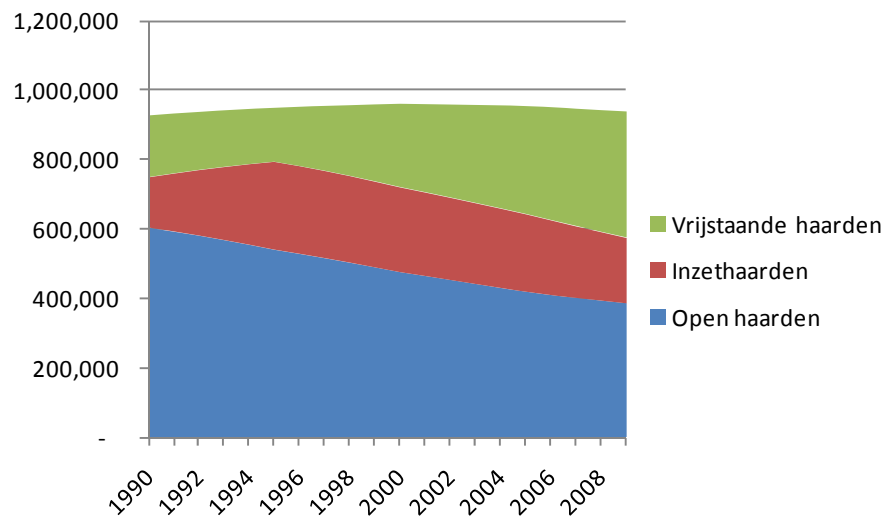
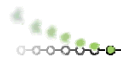
verklaringen blijft er grote onzekerheid in de statistieken, het CBS schat de onzekerheid in het resulterende houtverbruik zelfs in op 50 procent [32].

Door de fabrikanten van houtkachels wordt bevestigd dat in de laatste 5-10 jaar steeds meer kachels zijn verkocht met als reden de energieopbrengst. De insteek vanuit sfeerverwarming is in dat opzicht enigszins achterhaald; het zou beter zijn om te spreken over 'toestellen voor ruimteverwarming (space heating appliances)' of 'directe verwarmingstoestellen (direct heating appliances)', het laatste in vergelijking tot de 'indirecte verwarmingstoestellen (indirect heating appliances)' welke de geproduceerde warmte via een waterdragende ketel uitkoppelen.

In het WoON onderzoek is verder onderzoek gedaan naar het houtverbruik en het aantal stookuren. Volgens deze gegevens werd er in 2006/2007 ca 800 kton hout per jaar gebruikt, dit is 200 kton hoger dan de eerdere schattingen en schattingen welke vanuit de aanbodzijde zijn gedaan.

Het CBS heeft de resultaten geanalyseerd en een vergelijking gemaakt van eerdere onderzoeken naar het houtverbruik onder huishoudens (Segers, 2010a). Het viel daarbij op dat de onzekerheid groot is en dat schattingen van het houtverbruik via de aanbodzijde (schatting van beschikbaar hout) altijd veel lager uitkomen dan schattingen via de vraagzijde (steekproef onder huishoudens). Het is niet duidelijk welke benadering het beste is. Vooralsnog houden CBS en TNO vast aan de schatting van het houtverbruik via de aanbodzijde, omdat de empirische basis sterker lijkt. Het zou wenselijk zijn om in vervolgonderzoek een verklaring te vinden voor de verschillen in het houtverbruik berekend via de aanbod- en vraagzijde.

Op basis van de nieuwe inzichten heeft TNO recentelijk een zgn. parkmodel gemaakt van de bestaande voorraad aan open haarden en kachels, om de CBS statistieken van particuliere kachels van de afgelopen jaren bij te stellen en uiteindelijk ook te gebruiken voor de Emissieregistratie. Helaas was ten tijde van het verschijnen van onderhavig rapport nog geen eindrapport beschikbaar van deze TNO studie welke meer inzicht zou moeten geven in de tussenresultaten, uit mondelinge toelichting van TNO bleek wel dat de studie qua aanpak, aannames en resultaten vergelijkbaar is met de in 2009 door Procede Biomass uitgevoerde scenariostudie [7]. Zie bijvoorbeeld Figuur 3.12 voor de aangenomen ontwikkeling van het aantal kachels. Het valt op dat deze cijfers lager zijn dan het door het CBS geschatte niveau uit Tabel 3.1. Als reden geeft TNO op dat er in Figuur 3.12 een andere definitie is gebruikt voor het aantal kachels; de ca 350.000 open haarden en welke helemaal niet meer worden gebruikt zijn namelijk volledig weggelaten in deze cijfers.

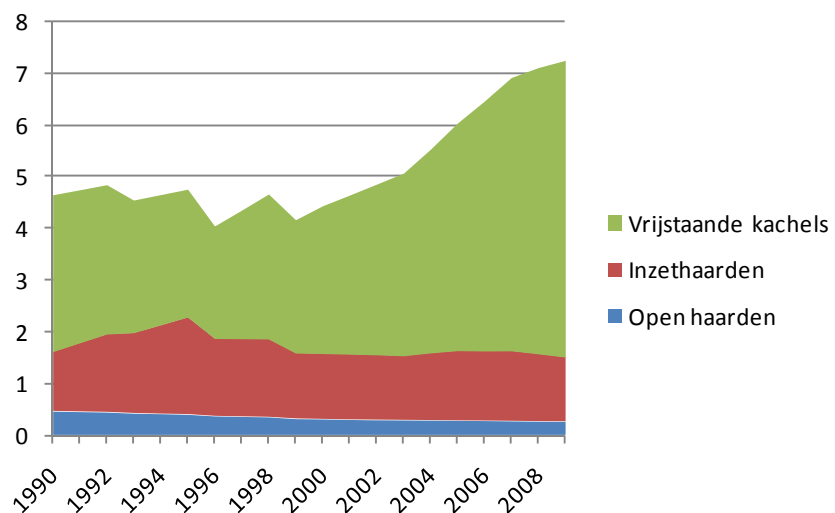


Figuur 3.12 Ontwikkeling van het aantal sfeerverwarmingstoestellen volgens het parkmodel van TNO [8]

3.3 Bijdrage aan duurzame energieopwekking

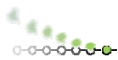
Het is bekend dat goede vrijstaande kachels en inzethaarden door het hoge rendement en stookcomfort ook aanzienlijk vaker worden gebruikt dan open haarden. Uit klantencontacten wordt door verschillende leveranciers geconcludeerd dat gebruikers de kachel steeds vaker gebruiken, vooral in het voor- en naseizoen om het in de woonkamer behaaglijk te maken terwijl de CV installatie niet hoeft te worden bijgeschakeld. Dit geldt vooral voor de betere kachels welke voldoen aan de relatief strenge Duitse DINplus keuringseisen, voortkomend uit de 1. BlmschV (zie 3.5.2). Als argument wordt daarbij genoemd dat de stijgende aardgasprijs het stoken met hout aantrekkelijk maakt.

De onderverdeling van de bijdrage aan duurzame energieopwekking in PJ vermeden fossiel volgens het parkmodel van TNO is weergegeven in Figuur 3.13. Hieruit blijkt voor de afgelopen jaren toch een duidelijke toename in de energieproductie. Op basis hiervan de uitkomsten heeft het CBS besloten om eerder gepubliceerde statistieken voor de toepassing van houtgestookte particuliere kachels en open haarden over de afgelopen jaren op te hogen, voor 2008 bijvoorbeeld van 5,46 naar 7,10 PJ. Uit de figuur blijkt tevens dat het beperkte aantal stookuren en het lage rendement maken dat de bijdrage aan duurzame energieopwekking van open haarden ondanks het substantiële aantal toch relatief beperkt is.



Figuur 3.13 Bijdrage aan duurzame energieopwekking (PJ vermeden fossiele energie) volgens het parkmodel van TNO [9]

Bij het uitkomen van dit rapport was een beschrijving van het TNO parkmodel helaas nog niet beschikbaar. Het is dan ook niet duidelijk welke onderliggende aannames zijn gedaan m.b.t. het aantal stookuren, het gemiddelde vermogen en het



houtverbruik per type kachel. De gegevens uit Tabel 3.2 zijn afkomstig uit het parkmodel van Procède Biomass.

Tabel 3.2 *Typische gebruiksdata voor verschillende typen houtkachels uit het parkmodel van Procède Biomass voor 2009 [12]*

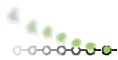
	Rendement	Afgegeven vermogen (kW)	aantal uren per jaar
open haarden	10%	1,5	70
inzet, ongekeurd	50%	7,0	291
inzet, gekeurd	60%	7,0	291
inzet, DIN+	72%	6,0	302
vrijstaand, ongekeurd	60%	7,0	509
vrijstaand, gekeurd	75%	7,0	509
vrijstaand, DIN+	75%	6,0	528

3.4 Milieu impact van houtkachels

De milieu-impact van het gebruik van houtkachels staat al jaren ter discussie. Zo is houtstook bij particulieren volgens de Emissieregistratie nog steeds een van de grootste bronnen van fijn stof (PM10) en dioxines in Nederland [10]. Volgens de Emissieregistratie wordt door de totale toepassing van particuliere houtverbranding ruim 1700 ton per jaar aan fijn stof (PM10) uitgestoten, waarvan 1540 ton PM2.5. Belangrijke oorzaken zijn slechte ontwerpen van oudere kachels die nog in gebruik zijn, verkeerd stookgedrag van de eindgebruikers en een slechte installatie. Dit resulteert vaak in lokale overlast en daarmee ook een slecht imago voor de toepassing van houtkachels in de volle breedte, bij zowel burgers als bij lokale en nationale overheden.

3.4.1 Huidige uitstoot van houtkachels en open haarden

Procède heeft in 2008 in opdracht van de Stichting Nederlandse Haarden- en Kachelbranche (NHK) een parkmodel opgezet om ontwikkelingen in het kachelbestand en de daaraan gerelateerde uitstoot van schadelijke stoffen te kunnen volgen [11,12]. Dit parkmodel is vergelijkbaar met dat van TNO [7]. Ook in de nieuwste door TNO uit te voeren Emissieregistratie zal voor het eerst na 2002 opnieuw het onderdeel houtkachels worden meegenomen, waarbij op basis van de gegevens van het TNO parkmodel nieuwe schattingen van de uitstoot zullen worden gepubliceerd. Ten tijde van het verschijnen van dit rapport waren deze gegevens nog niet gepubliceerd. Om deze reden is vooralsnog uitgegaan van de inzichten zoals in 2009 verkregen in de Procède studie 'Scenarioanalyse Houtkachels 2020' [12]. Door TNO is genoemd dat de resultaten niet significant zullen verschillen ten opzichte van deze gegevens.



In eerdere onderzoeken van TNO die tot 2003 regelmatig zijn uitgevoerd in het kader van de Emissieregistratie van VROM, werd steeds onderscheid gemaakt tussen kachels welke zijn geplaatst vóór de verplichte NL typekeur in 1997 en gekeurde kachels geplaatst daarna. De *DINplus* kachels zijn opnieuw schoner qua emissies dan de kachels die voldoen aan de NL typekeur. De categorie 'Open Haarden' heeft een sterk afwijkende emissiefactor.

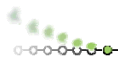
Een overzicht van typische emissiefactoren van de verschillende kachels onder de verschillende normen zoals gehanteerd in [12] is weergegeven in Tabel 3.3. De emissiefactoren voor CO, stof en PAK van open haarden, ongekeurde en gekeurde kachels zijn afkomstig van eerder TNO onderzoek zoals ook toegepast in de Emissieregistratie van VROM en zijn eerder in de praktijk gemeten. De factoren voor NO_x en C_xH_y zijn afgeleid uit respectievelijk typische conversiegraden voor brandstof-stikstof en een correlatie met CO.

Tabel 3.3 Typische emissiefactoren voor verschillende typen houtkachels (g/kg brandstof) [12]

Component	Open haard	Vrijstaande kachels/inzethaarden (gemiddelde waarden)		
		ongegeurd	gekeurd	DINplus
CO	50	100	60	15
Totaal stof	7,0	3,0	0,5	0,8*
PAK(10)	0,05	0,09	0,058	0,01
NO _x	2,1	2,1	2,1	2,1
C _x H _y	7,5	15,0	2,0	1,2

* De emissiefactor voor stof in de DIN+ eis is direct afgeleid van de DINplus grenswaarden en kan dus worden beschouwd als een *worst case* getal, in de praktijk hebben houtkachels welke voldoen aan deze eis meestal een aanzienlijk lagere uitstoot.

Wanneer de specifieke uitstoot per eenheid nuttige warmte wordt weergegeven door rekening te houden met het typische rendement, volgen grote verschillen (zie Tabel 3.4). Door de hoge luchtvermaat is het energetische rendement van open haarden vooral bij koud weer erg laag. Daardoor is er bij open haarden sprake van een relatief hoge uitstoot bij een beperkte hoeveelheid afgegeven warmte en is de uitstoot aan fijn stof tot een factor 65 maal hoger dan bij een goede DIN+ gekeurde kachel. Het is dan ook zinvol om open haarden te vervangen door *state of the art* kachels. Overigens dienen de genoemde waarden als typisch te worden aangenomen. Er zijn echter grote variaties mogelijk in de uitstoot in de praktijk.



Tabel 3.4 *Typische emissiefactoren voor verschillende typen houtkachels (mg/MJ nuttige warmte) [12]*

Component	Open haard	ongekeurd		gekeurd		DINplus	
		inzet	vrijstaand	inzet	vrijstaand	inzet	vrijstaand
rendement	10%	50%	60%	60%	75%	72%	75%
CO	31.250	12.500	10.417	6.250	5.000	1.302	1.250
Totaal stof	4.375	375	313	52	42	69*	67*
PAK(10)	31	11	9	6	5	1	1
NOx	1.313	263	219	219	175	182	175
C _x H _y	4.688	1.875	1.563	208	167	104	100

* De emissiefactor voor stof in de DIN+ eis is direct afgeleid van de DINplus grenswaarden en kan dus worden beschouwd als een worst case getal, in de praktijk hebben houtkachels welke voldoen aan deze eis meestal een aanzienlijk lagere uitstoot.

De uitstoot in tonnen per jaar volgens het in 2007 ontwikkelde parkmodel van Procédé Biomass [12] is aangepast aan de laatste inzichten van het CBS over het huidige kachelbestand volgens de laatste CBS statistieken. Het resultaat is weergegeven in Tabel 3.5. Hieruit blijkt duidelijk dat de verouderde open haarden en ongekeurde kachels nu ca 93-96% van de uitstoot aan fijn stof, PAK, CO en C_xH_y veroorzaken. Vooral open haarden zijn in dat opzicht zeer inefficiënt, tegen een bijdrage van slechts 4% van de duurzame energieopwekking staat wel 18-60% van de uitstoot (afhankelijk van de betreffende component). Daarentegen leveren DIN+ gekeurde toestellen ca 25% van de bijdrage aan duurzame energieopwekking, maar veroorzaken slechts 4-7% van de uitstoot van deze componenten.

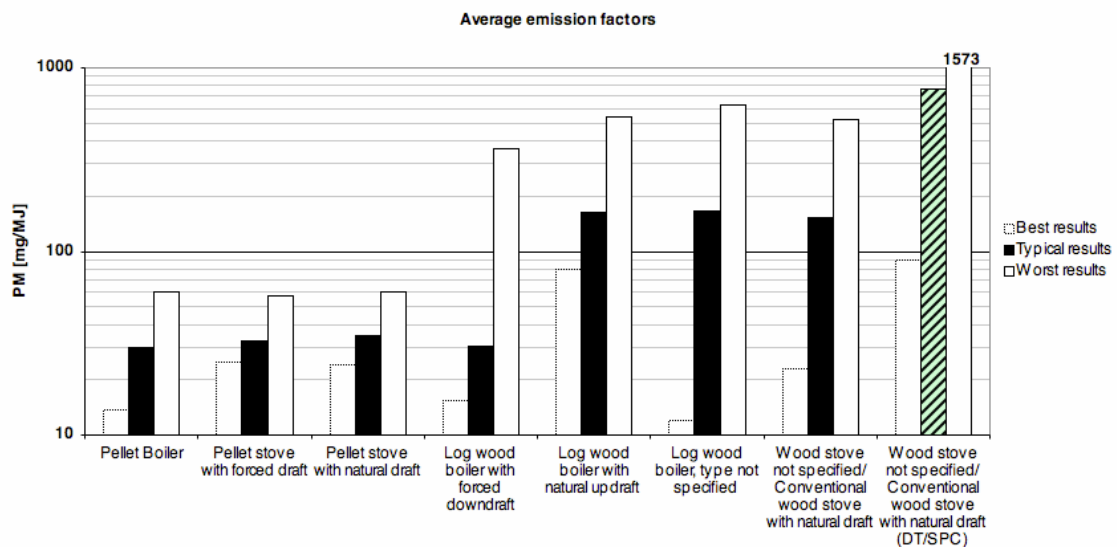
Tabel 3.5 *Met het parkmodel van Procédé Biomass berekende emissievrachten voor verschillende typen houtkachels in 2009 (ton/jaar)*

	PJ VF	CO	stof	PAK	NOx	C _x H _y
open haarden	0,3	7.241	1.014	7	298	1.086
inzet, ongekeurd	0,5	5.778	173	5	119	867
inzet, gekeurd	0,2	1.227	10	1	42	41
inzet, DIN+ gekeurd	0,5	628	31*	0	84	50
vrijstaand, ongekeurd	1,1	10.582	317	10	218	1.587
vrijstaand, gekeurd	3,2	14.234	119	14	489	474
vrijstaand, DIN+ gekeurd	1,4	1.654	83*	1	221	132
Totaal	7,2	41.344	1.747	38	1.470	4.238
ongkeurde toestellen	1,6	16.360	491	15	337	2.454
gekeurde toestellen	3,4	15.461	129	15	531	515
DIN+ gekeurde toestellen	1,9	2.282	114*	1	304	183

* De emissie van stof in de DIN+ eis is direct afgeleid van de DINplus grenswaarden en kan dus worden beschouwd als een worst case getal, in de praktijk hebben houtkachels welke voldoen aan deze eis meestal een aanzienlijk lagere uitstoot.

In de praktijk is de uitstoot van organische componenten direct gerelateerd aan de verbrandingskwaliteit, waarbij geldt dat bij een betere verbranding, bereikt door voldoende temperatuur, verblijftijd van de gassen en menging tussen ontgaste brandstof en verbrandingslucht, het verbrandingsproces wordt verbeterd. Er ontstaan dan minder onverbrande organische componenten in de rookgassen en het verbrandingsrendement neemt toe. Goed doordachte ontwerpen voor houtgestookte kachels, uitgerust met getrapte luchttoevoer, isolatie, vlamkeerplaten e.d. zoals besproken in hoofdstuk 3.1 hebben dan ook een veel lagere uitstoot dan ouderwetse of ongeregelde toestellen. Daarnaast hebben de wijze van installatie en het stookgedrag van de gebruiker van groot belang. Zo zijn het stoken van nat hout en het sluiten van de secundaire luchttoevoer (smoren) belangrijke oorzaken van een slechte verbranding. Voor het bereiken van een goede verbrandingskwaliteit is het dan ook van belang aan al deze factoren aandacht te besteden.

Uit een vergelijkend onderzoek van de stofuitstoot van verschillende soorten houtkachels onder goede en slechte condities gestookt (uitgevoerd door IEA Bioenergy Task 32 in 2009), blijkt dat de emissiefactoren tussen goede en slechte kachels tot een factor 100 kunnen verschillen, zie Figuur 3.14 [13]. Duidelijk is dat een goed apparaatontwerp een belangrijke bijdrage levert aan een lage stofuitstoot.

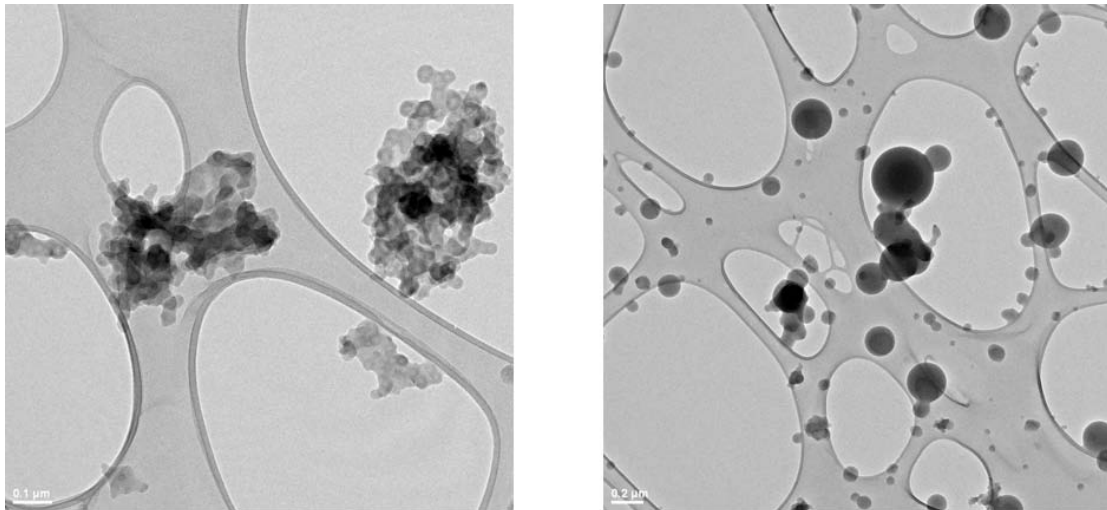


Figuur 3.14: Emissiefactoren voor stof bij verschillende typen houtkachels [13]. Alle waarden betreffen meting met een heet filter van de vaste deeltjes, ter vergelijking is voor de houtkachel ook meetresultaten weergegeven met inbegrip van de condenseerbare dampen, op basis van een Dilution Tunnel of Impinger Bottles.

Naast de hoeveelheid in absolute zin verschilt ook de samenstelling en toxiciteit van het uitgestoten stof. Bij een goede verbranding kan de stofuitstoot beperkt worden tot ca 20-50 mg/m³. De samenstelling van het uitgestoten stof bestaat dan voornamelijk

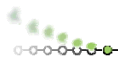
uit de aanwezige anorganische componenten in de biomassa (zouten), waarvan de toxiciteit niet significant is [13], zie ook Tabel 3.6. Daarentegen neemt bij slechte verbranding niet alleen de hoeveelheid stof drastisch toe, maar ook het gehalte aan organische condenseerbare teren en roet. Dit zijn vaak toxische of carcinogene componenten, welke van groot belang zijn voor de volksgezondheid.

Normaliter wordt de stofuitstoot van houtkachels gemeten op basis van een stofmeting op hoge temperatuur in het onverdunde rookgas bij ca 180°C (VDI) of 120°C (EPA), zodat alleen de vaste deeltjes (roet en as) worden gemeten. Om ook de aanwezige condenseerbare teren te kunnen meten, is het noodzakelijk om de rookgassen verder af te koelen tot ca 20°C, door verdunning in een Dilution Tunnel of door het leiden door impinger flessen waarin water en isopropylalcohol (IPA) de organische componenten bindt. Momenteel worden in de verschillende Europese landen verschillende meetstandaarden gehanteerd. Werkgroep 5 in de Europese CEN TC295 werkt daarom momenteel aan een methode die bestaat uit het separaat bemonsteren (in één monsternamen systeem) van "solid particles" (roet, as) en condensables (aerosolen). Het wordt een combinatie van een stoffilter met daarachter impingers of een dilution tunnel. E.e.a. wordt gebaseerd op bestaande EPA methoden. Voor de langere termijn wordt gekeken naar een continue meetmethode, bijv. particle counting and distribution, mass distribution etc. [14]



Figuur 3.15 TEM afbeelding van roet agglomeraat (links) en teer druppels (rechts) uit het rookgas van een slecht bedreven houtkachel. Schaal van witte lijn in linker afbeelding: 100 nm, rechter afbeelding: 500 nm. Foto's van EMPA Dübendorf, gepubliceerd in [13].

Nast een lagere emissie neemt ook het stookcomfort van een goede kachel toe. Bij dezelfde warmteafgifte verbruikt een kachel met een hoog rendement minder brandstof, er hoeft minder vaak as te worden afgevoerd en de installatie veroorzaakt



minder vervuiling naar de woonkamer. Om dergelijke redenen wordt een goede houtkachel over het algemeen vaker gebruikt dan bijvoorbeeld een open haard en kan vervanging van open haarden of ongekeurde houtkachels door moderne houtkachels ook leiden tot een toenemende duurzame energieopwekking.

3.4.2 Milieu impact van houtkachels: invloed van de gebruiker

In het algemeen geldt dat ieder verbrandingstoestel optimaal dient te worden bedreven. Een houtkachel kan tijdens optimale testcondities een zeer lage uitstoot hebben, echter indien deze wordt bedreven met te natte brandstof, teveel hout in de verbrandingsruimte en te weinig luchttoevoer, kan de uitstoot van organische koolwaterstoffen drastisch oplopen. Uit recent onderzoek blijkt dat het belangrijk is onderscheid te maken in de toxiciteit van de verschillende componenten in fijn stof. Zo lijken de zouten die ontstaan als product van volledige verbranding een verwaarloosbaar lage invloed op de gezondheid (celmedia) te hebben, terwijl de toxiciteit van roet en teren zelfs hoger kan zijn dan dieselroet.

Tabel 3.6 geeft de resultaten van recente metingen uit Zwitserland weer van de samenstelling van door houtkachels uitgestoten stof onder verschillende bedrijfscondities. De waarden zijn gemiddeld voor de hele verbrandingscyclus met inbegrip van het opstarten, wanneer de emissies hoger zijn dan weergegeven. Na de opstartfase tijd ontstaat een meer optimale verbranding en worden de emissies lager dan weergegeven.

Tabel 3.6 Een goede houtkachel kan zeer hoge fijn stof emissies hebben (bestaande uit zouten, teren en roet) indien deze wordt gesmoord (mg/m^3 totaal fijn stof bij 13 % O_2) [15]

	Ideale condities 2 x 0,7 kg droog hout per vulling	Typische deellastcondities 3 x 1,5 kg per vulling	Gesmoorde kachel (luchttoevoer dicht)
Zouten:	<20	<20	<20
Roet	<20	<100	5.000
Teren	<5	400	10.000
Totaal	<50	500	15.000

Omdat veel gebruikers het onpraktisch lijken te vinden om een houtkachel steeds opnieuw bij te moeten vullen, wordt verwacht dat een aanzienlijk aantal gebruikers hun houtkachel smoren (waarbij zowel primaire als secundaire luchttoevoer zoveel mogelijk worden afgesloten). Uit Tabel 3.6 kan worden geconcludeerd dat de uitstoot van fijn stof van één enkele houtkachel die wordt gesmoord, niet alleen qua hoeveelheid maar ook qua toxiciteit aanzienlijk hoger ligt dan 100 houtkachels die optimaal worden gestookt. Dit heeft grote gevolgen voor het publieke imago en draagvlak van houtgestookte sfeertoestellen en de mogelijkheid deze toepassing verder uit te breiden. Het is dan ook van groot belang dat kachels dusdanig worden ontworpen dat er altijd voldoende secundaire lucht beschikbaar is om een redelijke

verbrandingskwaliteit te bereiken. Zo wordt er bij kachelkeuringen in UK specifiek de uitstoot gemeten met de luchtschuiven dicht. Ook dienen gebruikers goed te worden voorgelicht over het optimaal mogelijk stoken.

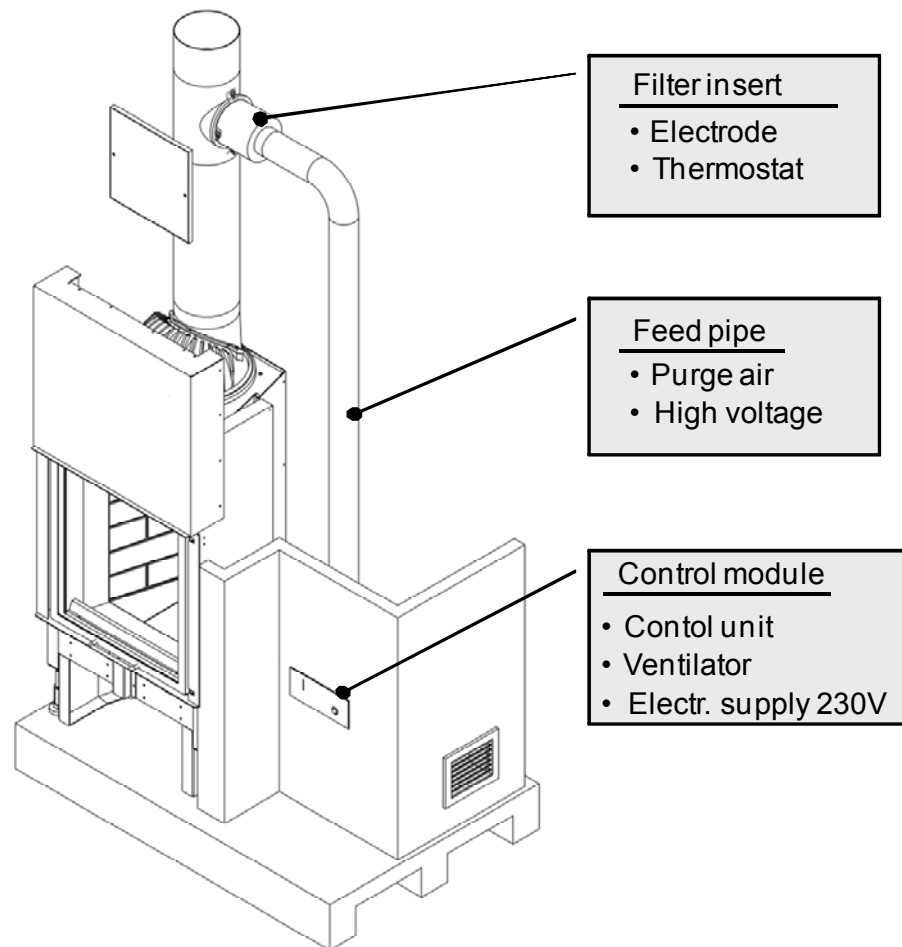


Figuur 3.16 Vooral kort na de opstart komen veel onverbrande koolwaterstoffen vrij.

Uitschakeling van de gebruiker is daarbij een van de belangrijke sleutelbegrippen. Fabrikanten zouden kunnen worden gedwongen om hun houtkachels dusdanig uit te voeren, dat de luchttoevoer niet kan worden afgesloten. Nog beter is het, door toepassing van meet- en regelsystemen de luchttoevoer automatisch te regelen.

3.4.3 Nageschakelde maatregelen

Tenslotte dient te worden vermeld dat er momenteel verschillende kleinschalige rookgasreinigingstechnieken in ontwikkeling zijn in Oostenrijk, Noorwegen en Duitsland, waarmee wordt beoogd om tegen relatief lage kosten (geprojecteerd op ca 400-1200 Euro per kachel) ca 50-95% van het stof te verwijderen uit het rookgaskanaal van een open haard, vrijstaande kachel of inzethaard. De meeste concepten zijn gebaseerd op het principe van een elektrostatisch filter, waarbij door toepassing van een hoogspanning stofdeeltjes elektrisch worden geladen en onder invloed van een elektrisch veld worden afgebogen en gevangen. Voor het afvangstrendement spelen naast het ontwerp van het filter zelf ook de locatie in het rookgaskanaal en de onderhoudsfrequentie een belangrijke rol.



Figuur 3.17 Een nageschakeld elektrostatisch filter, net boven de kachel (Ruegg) .

Een ander concept voor verlaging van de stofuitstoot wordt momenteel ontwikkeld door het Nederlandse bedrijf Interfocos. Daarbij wordt niet-katalytisch schuimkeramiek met een zeer open structuur toegepast, vlak voor de uitrede van rookgassen uit de kachel. Dit zal vooral het grovere stof wat ontstaat bij de opstartfase tegenhouden, om het later te verbranden wanneer de kachel op temperatuur is. Deze maatregel volgens de fabrikant kunnen leiden tot een vermindering van de stofuitstoot van ca 70%, vergelijkbaar met de rendementen van een ESP.

Een studie naar de maatschappelijke impact van een door een Noors bedrijf ontwikkeld systeem bij open haarden in de stad Oslo wees uit dat de maatschappelijke terugverdientijd door vermindering van kosten in de gezondheidszorg bij een filter van 500 Euro, ca 6 maanden bedroeg [16], zie ook onderstaande case study.

Case study: de stad Oslo [16]

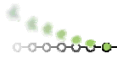
Oslo inner city



In de stad Oslo stoten 75.000 kachels en open haarden jaarlijks 400 ton PM_{10} per jaar uit. Daarvan zijn 17.000 toestellen in gebruik in de binnenstad, die 90 ton per jaar uitstoten. De door PM_{10} veroorzaakte gezondheidseffecten en daaraan gerelateerde kosten voor de volksgezondheid worden in een uitvoerige studie uit 2000 [17] voor de stad Oslo geschat op 245 EUR per kg PM_{10} , ofwel 98 miljoen Euro per jaar voor de hele stad Oslo. Daarvan wordt 22 miljoen Euro alleen in de binnenstad veroorzaakt.

Introductie van een filter die de stofuitstoot met 80% reduceert levert daarmee in de hele stad Oslo ca 80 miljoen Euro op. De investeringskosten voor de plaatsing van filters voor 75.000 toestellen bedragen 37,5 miljoen Euro bij een aangenomen kostprijs van 500 Euro. Dit komt overeen met een maatschappelijke terugverdientijd van slechts ca 6 maanden.

Opgemerkt dient te worden dat deze resultaten niet direct vertaalbaar zijn naar Nederlandse omstandigheden, gezien de beperkte verspreiding van fijn stof door de omliggende bergen en de hoge bevolkingsconcentratie.



Het is onduidelijk in hoeverre dergelijke resultaten vertaalbaar zijn naar Nederlandse condities, daarom wordt sterk aanbevolen dit verder te onderzoeken. Net als bij roetfilters op dieselmotoren van personenauto's, ligt het belang van de toepassing niet zozeer bij de eigenaar van de kachel, maar bij de omwonenden. Voor de marktimplementatie dient dan ook te worden gekozen voor een financiële stimulering of een verplichtstelling (zoals in Duitsland toegepast, zie p. 32).

Opgemerkt wordt dat het voor de volksgezondheid van belang om naast de uitstoot ook de verspreiding van de emissievrachten zelf goed in beeld te brengen ten opzichte van andere oorzaken. Zo bleek uit een in 2010 uitgevoerde studie naar de oorzaak van fijn stof concentraties in een jaren '30 straat in Arnhem [18] dat de invloed van houtkachels op de totale concentratie fijn stofconcentraties verwaarloosbaar klein was ten opzichte van de invloed van het verkeer. Evenzo kan een grote puntbron (bijvoorbeeld een biomassaketel welke ondanks de strengere emissie-eisen door de grootte van de installatie toch als een grote puntbron kan worden beschouwd) leiden tot lokaal hoge concentraties aan fijn stof.

3.4.4 Effect van het vervangen van oude houtkachels en open haarden

In 2009 heeft Procede Biomass BV een scenarioanalyse uitgevoerd naar de mogelijke ontwikkeling van de hoeveelheid vermeden energie en de te verwachten uitstoot in de periode tot 2020. Daarbij zijn negen scenario's gedefinieerd, waarin het effect van versnelde vervanging van oudere houtkachels door kachels welke voldoen aan DIN+ eisen is beschouwd, naast een eventuele toenemende populariteit van het aantal kachels [12].

Een samenvatting van de resultaten is weergegeven in Tabel 3.7. Hieruit blijkt dat versnelde vervanging van ongekeurde houtkachels een belangrijk middel kan zijn om de uitstoot van organische componenten (CO, stof, PAK en C_xH_y) drastisch te reduceren. Zelfs een verdubbeling tot verdrievoudiging van de opgewekte hoeveelheid duurzame energie zou kunnen plaatsvinden zonder absolute toename van de uitstoot van deze componenten.



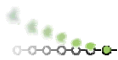
Tabel 3.7 Overzicht van de resultaten van scenarioanalyse in [12]. Percentage ten opzichte van de uitstoot in 2007

Groei	Huidige trend			25% meer houtkachels			50% meer houtkachels		
	Huidig beleid	Vervanging door DINplus tot 2025 van alle kachels	Vervanging door DINplus tot 2025/2015, afhankelijk van type	Huidig beleid	Vervanging door DINplus tot 2025 van alle kachels	Vervanging door DINplus tot 2025/2015, afhankelijk van type	Huidig beleid	Vervanging door DINplus tot 2025 van alle kachels	Vervanging door DINplus tot 2025/2015, afhankelijk van type
Beleid	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9
PJ v.f. in 2020	9,3	11,0	11,8	14,5	17,0	17,8	18,0	21,1	21,9
CO (ton/jaar)	62.220	29.326	18.336	86.596	36.310	25.319	103.470	41.144	30.152
wijziging t.o.v 2007	34%	-37%	-60%	87%	-22%	-45%	123%	-11%	-35%
Stof (ton/jaar)	1.397	1.090	719	1.610	1.442	1.070	1.756	1.686	1.314
wijziging t.o.v 2007	-4%	-25%	-51%	10%	-1%	-27%	21%	16%	-10%
PAK (ton/jaar)	58	24	14	82	29	18	98	32	21
wijziging t.o.v 2007	36%	-43%	-68%	90%	-33%	-58%	128%	-26%	-50%
Nox (ton/jaar)	1.553	1.629	1.644	2.288	2.438	2.454	2.796	2.999	3.014
wijziging t.o.v 2007	43%	50%	52%	111%	125%	126%	158%	176%	178%
CxHy (ton/jaar)	5.750	3.054	1.236	6.571	3.615	1.796	7.139	4.004	2.184
wijziging t.o.v 2007	6%	-44%	-77%	21%	-34%	-67%	31%	-26%	-60%

Geconcludeerd wordt dan ook dat een stimuleringsprogramma voor een versnelde vervanging van open haarden, ongekeurde kachels en kachels welke nog niet voldoen aan de DIN+ typekeur effectief kan zijn in het verlagen van de uitstoot, het verhogen van de duurzame energieopwekking en daarmee aan het verbeteren van het imago van particulier houtstook. Net als geldt bij de toepassing van nageschakelde filters kan ook bij de marktimplementatie worden gekozen voor een financiële stimulering (zoals in Frankrijk toegepast, zie p. 33) of een verplichtstelling (zoals in Duitsland toegepast, zie p. 32). Ook publieksvoorlichting over de technologieontwikkeling die de laatste decennia heeft plaatsgevonden, de milieueffecten van slecht stoken e.d. kan in dit oogpunt erg effectief werken (zie 3.7.1).

3.5 Huidige regelgeving voor particuliere houtkachels

Voor de bepaling van beleidsrichtingen door de Nederlandse overheid is het interessant te verkennen welke maatregelen al in Nederland en andere Europese landen worden genomen om de particuliere houtstook een blijvend hoge bijdrage aan



duurzame energieopwekking te laten leveren, tegen een lagere uitstoot. Deze paragraaf geeft voor Nederland en de belangrijkste Europese landen een overzicht van de emissieregelgeving en belangrijkste stimuleringsmaatregelen.

3.5.1 België

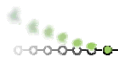
De keuringseisen die binnenkort in België van toepassing gaan worden zijn in Tabel 3.8 aangegeven. Momenteel is er een concepttekst voor een Koninklijk Besluit bekend, welke nog dient te worden bekrachtigd. De toepassing vindt stapsgewijs plaats. Fase 1 gaat lopen vanaf 1 jaar na publicatie, fase 2 een jaar later en fase 3 na 6 jaar. Door vertraging in de implementatie van de wetgeving is deze fasering in de tijd opgeschoven.

Tabel 3.8 Keuringseisen in België voor handgestookte en automatisch gestookte houtkachels en ketels tot 50 kW

Toestel type	Meet wijze	Min. rendement[%]			CO [% of mg/m ³]			Stof [mg/Nm ³]		
		Fase I	Fase II	Fase III	Fase I	Fase II	Fase III	Fase I	Fase II	Fase III
Vrijstaande houtkachel (EN 13240)	continu	65%	65%	65%	0,8%	0,8%	0,8%	300	200	150
	cyclisch	70%	75%	75%	0,3%	0,12%	0,1%	100	75	40
Inzethaard (EN 13229)	continu	65%	65%	65%	0,8%	0,8%	0,8%	300	200	150
	cyclisch	70%	75%	75%	0,3%	0,12%	0,1%	100	75	40
Accumulerende toestellen (EN15250)		70%	75%	75%	0,3%	0,12%	0,1%	100	75	40
Pellet kachel (EN 14785)		75%	80%	85%	0,04%	0,03%	0,02%	90	50	30
Met vaste brandstof gestookte ketel + kachel (EN 12809)		75%	75%	75%	0,3%	0,12%	0,1%	300	300	300
Met vaste brandstof gestookte ketel (EN 303-5)		75%	75%	75%	5 g/m ³	5 g/m ³	5 g/m ³	180	180	180

Vanaf fase 1 zal er meteen ook een verplicht labellingsysteem worden opgenomen, waarmee rendement, vermogen, en uitstoot van CO en stof worden weergegeven. De indeling van de kwaliteitsklassen is op basis van rendement, waarbij geldt:

Klasse A:	>80%
Klasse B:	70..80%
Klasse C:	60..70%
Klasse D:	50..60%
Klasse E:	40..50%
Klasse F:	< 40%



3.5.2 Duitsland

Duitsland past momenteel middels de 1^e BImSchV de meest stringente keuringseisen van Europa voor houtkachels toe. De huidige keuringseisen (Stufe 1) en de eisen voor installaties die worden gerealiseerd vanaf 2015 zijn weergegeven in Tabel 3.9. Daarbij wordt voor vrijstaande kachels en inzethaarden nu al een emissie-eis gevraagd van 75 mg/m³ stof en 2000 mg/m³ CO. Dit wordt vanaf 2015 verder verlaagd naar 40 mg/m³ stof en 1250 mg/m³ CO.

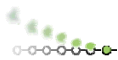
Tabel 3.9 Keuringseisen in Duitsland voor handgestookte en automatisch gestookte houtkachels en houtketels voor ruimteverwarming (alle waarden bij 13 % O₂) [19]

Toestel type	CO [mg/m ³]		Stof [mg/Nm ³]		Rendement [%]
	Stufe I (nu)	Stufe II (vanaf 2015)	Stufe I (nu)	Stufe II (vanaf 2015)	
Vrijstaande houtkachel (EN 13240)	2.000	1.250	75	40	73%
Inzethaard (EN 13229)	2.000	1.250	75	40	75%
Inbouwhaard (EN 13229)	2.000	1.250	75	40	80%
Accumulerende toestellen (EN15250)	2.000	1.250	75	40	75%
Pellet kachel (EN 14785)	400	250	50	30	85%
Pellet kachel met ketel (EN 14785)	400	250	30	20	90%
Open haarden (EN12815)	3.000	1.500	75	40	70%

Bovenstaande eisen voor de 'Erste Stufe' kunnen nu al worden gehaald door veel kachelbouwers. Zo wordt een aanzienlijk deel van de Nederlandse productie al naar Duitsland geëxporteerd. Oplegging van deze eisen aan de Nederlandse markt zou de Nederlandse kachelbouwers dan ook vrijwel niet schaden.

Voor pelletkachels en pelletgestookte ketels geldt daarnaast het vrijwillige 'Blaue Engel' certificaat. Voor pelletkachels (EN 14785) stelt deze nu al een eis van 180 mg/m³ voor CO en 25 mg/m³ voor stof bij nominaal vermogen, dit is al scherper dan de aangekondigde 2^e Stufe vanaf 2015. Bovendien worden eisen gesteld aan NO_x en onverbrande koolstof in de rookgassen, stroomverbruik en rendement [20].

Naast de keuringseisen voor nieuwe toestellen is er een programma ingesteld voor verplichte uitfasering of aanpassing van oude kachels aan de nieuwe eisen, tenzij is aangetoond dat ze voldoen aan een maximale uitstoot van 150 mg/m³ stof en 4000 mg/m³ CO. Deze kachels dienen vanaf dat moment te worden aangepast door nageschakelde technieken (zie Tabel 3.10) of uit bedrijf te worden genomen:

Tabel 3.10 Uittfasering of aanpassing van oude kachels volgens de 1^e BImSchV [19]

Datum ingebruikname	Uiterlijke datum van uit gebruik stelling of aanpassing
Voor 1975 of onbekend	31-12-2014
1975 - 1984	31-12-2017
1985-1994	31-12-2020
1995 - 21 maart 2010	31-12-2024

3.5.3 Frankrijk

In Frankrijk wordt met het “Flamme Vert” programma zowel emissie-eisen, kwaliteitslabelling als een stimuleringsprogramma voor vervanging van oude kachels voorgeschreven. Vanaf 2010 wordt voor zowel het kwaliteitslabel als voor de emissie-eisen gewerkt met een sterrensystematiek, waarbij het aantal sterren (1-5) wordt bepaald op basis van het rendement η en de de CO uitstoot (bij 13% O₂), middels de volgende formule:

$$\text{Aantal sterren} = 5 - (92573,5 \times \log(1 + E) / \eta^2) \quad (\text{naar beneden afgerond})$$

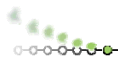
Vanaf 2011 zal in deze formule ook de stofuitstoot worden verdisconteerd. De minimale prestatie-eisen in de kachelkeuring worden jaarlijks aangescherpt. De waarden voor 2010 zijn weergegeven in Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Keuringseisen in Frankrijk in 2010 voor handgestookte en automatisch gestookte houtkachels en ketels tot 50 kW

Toestel type	Rendement [%]	CO [% bij 13%O ₂]	Aantal sterren
Vrijstaande houtkachel (EN 13240)	70%	0.3%	3
Inzethaard (EN 13229)	70%	0.3%	3
Accumulerende toestellen (EN15250)	75%	0.3%	3
Pelletkachel (EN 14785)	85%	0.04%	3
Met vaste brandstof gestookte ketel + kachel (EN 12809)	70%	0.3%	3
Kooktoestel (EN12815)	70%	0.3%	3

In de labellingsmethodiek wordt behalve het aantal sterren ook het nominale vermogen, rendement en CO emissie afzonderlijk weergegeven.

Vanuit de Flamme Vert regeling is voor de consument een investeringssubsidie beschikbaar wanneer deze een nieuw toestel aanschaft welke voldoet aan bovenstaande eisen. De investeringssubsidie bedraagt 25% bij aanschaf van een nieuw toestel zonder vervanging, en 40% van de investering bij vervanging van een oud toestel van dezelfde categorie.



3.5.4 Nederland

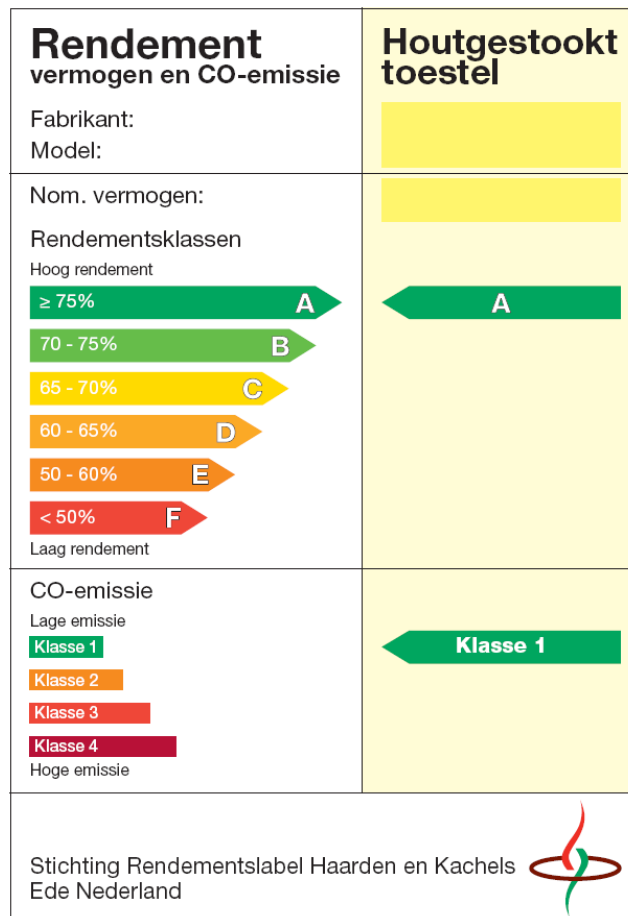
In de periode 1997 tot 2004 was er in Nederland het verplichte NL typekeur van toepassing voor de sfeerverwarmingstoestellen die in Nederland op de markt mochten komen. Omdat dit een beperking zou zijn voor de open EU markt is deze in 2004 weer losgelaten. Sindsdien geldt dat alleen veiligheidseisen voor CE typekeur van toepassing zijn. Voor de uitstoot wordt hier alleen genoemd dat kachels moeten voldoen aan 30-50% rendement en 1% CO. Deze eis vereist vrijwel geen verbrandingstechnisch adequaat ontwerp en leidt daarom tot onnodig hoge emissies. Momenteel worden er behalve de relatief milde CE veiligheidskeur geen eisen gesteld aan de verbrandingskwaliteit, waardoor nog steeds kachels worden verkocht die ver onder de state-of-the-art presteren.

Lokale regelgeving bestaat in Nederland wel. Verschillende gemeenten hebben in hun bouwverordening artikel 7.3.2 van de (Model)bouwverordening opgenomen: *"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:*

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

Incidenteel leidt handhaving van deze verordening wel eens tot een stookverbod voor een gebruiker, de weg hier naartoe is echter moeizaam (zie ook 3.7.3).

De Nederlandse kachelbranche heeft zelf het initiatief genomen voor het introduceren van een vrijwillig kwaliteitslabel voor houtkachels, zie Figuur 3.18. Dit label geeft informatie over rendement en CO uitstoot.



Figuur 3.18 Rendementslabel voor houtkachel [21].

3.5.5 Oostenrijk

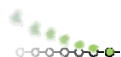
In Oostenrijk geeft de 'Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG über Schutzmaßnahmen' verplichte keuringseisen aan over houtkachels, zie Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Emissie eisen (mg/MJ nuttige warmte) voor handgestookte en automatisch gestookte houtkachels tot 50 kW

	CO	NOx	OGC	stof
Handgestookt	1.100	150	80	60
Automatisch gestookt	500 ¹	150	80	60

¹ De CO eis mag bij 30% deellast met 50% worden overschreden

Aanvullend op de verplichte eisen is er een vrijwillig programma met strengere keuringseisen (Umweltzeichen 37) in gebruik.



Tabel 3.13 Vrijwillige emissie eisen (mg/MJ nuttige warmte) volgens 'Umweltzeichen 37' voor handgestookte en automatisch gestookte houtkachels^[22]

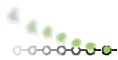
	CO	NOx	OGC	stof
Handgestookte kachels (EN3240, EN13229)	700	120	50	30
Pelletgestookte kachels (EN14785)	120 (265)	100	6 (10)	20
Handgestookte boilers	250 (750)	120	30	30
Pelletgestookte ketels	60 (135)	100	3 (3)	15
Snippergestookte ketels	150 (300)	120	5 (10)	30

3.5.6 Scandinavië

In Scandinavië is door de gezamenlijke Nordic Council of Ministers uit Zweden, Noorwegen, Denemarken en Finland het zgn. Nordic Swan kwaliteitslabel ingevoerd. Het geeft criteria voor uitstoot en rendement bij gesloten directe verbrandingstoestellen voor directe warmteoverdracht (dus alles behalve open haarden) en met vaste biomassa-brandstoffen gestookte ketels. Daarnaast geldt een geluidscriterium van 55 d(B)A voor automatisch gevoede, gesloten verbrandingstoestellen.

Tabel 3.14 Nordic Swan criteria, geldend vanaf okt 2010 [23]

Toestel	OGC	CO	NOx	Stof [mg/m ³]	Rendement
Accumulerende toestellen (EN15250)	120	1.500	200	50 (nominale belasting)	80%
Kachel, handgestookt (EN13240) en Inbouwhaard, handgestookt (EN13229)	120	1.500	200	4 g/kg (3 beperkte vullingen; nominaal) 8 g/kg (iedere afzonderlijke test)	78%
Pelletkachel (automatisch gestookt) (EN14785)	40	800	200	3,5 g/kg (2 beperkte vullingen; nominaal) 7 g/kg (iedere afzonderlijke test)	85%
Sauna stoves (prEN 15821)	150	2.000	200	8 g/kg (3 beperkte vullingen; nominaal) 15 g/kg (iedere afz. test) 120 mg/m ³	60%



3.5.7 Zwitserland

De geldende verplichte keuringseisen voor CO en stof in Zwitserland zijn weergegeven in Tabel 3.15.

Tabel 3.15 Keuringseisen in Zwitserland in 2010 en vanaf 2011 voor handgestookte en automatisch gestookte houtkachels en ketels tot 50 kW [24]

Toestel type	CO [mg/m ³ bij 13%O ₂]	Stof [mg/m ³ bij 13% O ₂]
Vrijstaande houtkachel (EN 13240)	1.500	100 → 75
Inzethaard (EN 13229)	1.500	100 → 75
Pellet kachel (EN 14785)	500	50 → 40
Handgestookte stukhoutketel (EN 12809 of EN 303-5)	800	60 → 50
Automatische houtsnippergestookte ketel + kachel (EN 12809 of EN 303-5)	400	90 → 60
Automatische houtpelletgestookte ketel + kachel (EN 12809 of EN 303-5)	300	60 → 40
Centrale open haarden (EN12815)	3.000	150 → 120

Naast de verplichte eisen zijn er vrijwillige, meer stringente rendementseisen en een kwaliteitslabel vanuit Holzenergie Schweiz voor het rendement van vrijstaande kachels + inzethaarden.

Tabel 3.16 Vrijwillige typekeur in Zwitserland volgens Holzenergie Schweiz voor handgestookte en automatisch gestookte houtkachels en ketels tot 50 kW [25]

Apparaat	CO [mg/m ³]	CxHy [mg/m ³]	Stof [mg/m ³]	rendement [%]
Ketels (indirect)				
Stukhoutketel (EN303-5)	600	20	50	83
Snippergestookte ketel (EN303-5)	300	15	60	85
Pelletgestookte ketel (EN303-5)	250	10	40	85
Kachels (direct)				
Haarden zonder/met naverwarmer (EN12815)	2.000		90	60/75
Houtgestookte kooktoestellen	3.000		100	75
Vrijstaande kachels (13240)	1.500		75	78
Inzethaarden (EN13229)	1.500		75	78
Inbouwhaarden (EN13229)	1.500		75	83
Pelletkachels (EN14785)	500		40	83
Accumulerende kachels (EN15250)	1.500		75	83

3.6 ECODesign Directive

De ECODesign Directive (2005/32/EC) vormt een kaderrichtlijn voor het opstellen van Ecodesign eisen (via Europese wetgeving) voor energie verbruikende apparatuur (EuP). Als onderdeel hiervan wordt onder Lot15 getracht de milieugevolgen van te verkopen houtkachels (zowel automatisch als handmatig gestookt) te beperken, door adequate producteisen te stellen aan nieuwe houtkachels. Uiteindelijk moeten de eisen uit de ECODesign Directive in alle EU lidstaten worden toegepast en gehandhaafd.

3.6.1 EcoSolidFuel

Om de totstandkoming van de ECODesign Directive te faciliteren is in de periode 2007-2009 middels het EU project EcoSolidFuel ondersteuning gegeven aan de eerste fasen van het proces, dit betreft een overzicht van de huidige Europese markt en een analyse van de kosteneffectiviteit van een aantal verbetermaatregelen. In de analyse wordt aangegeven welke typische uitstoot nu wordt bereikt, en kan worden bereikt met 'state of the art' toestellen, zie Tabel 3.17.

Tabel 3.17 Waarschijnlijk eindcompromis voor de Base Case en BAT in het nog niet gepubliceerde eindrapport van de Lot15 studie [26].

	Base case	BAT
Open haard EN 13229		
Rendement (%)	30	30
CO (mg/m ³)	12.500	12.500
C _x H _y (mg/m ³)	900	900
Stof (mg/m ³)	900	900
Inbouwhaard/Inzet EN 13229		
Rendement / seizoensrend.(%)	70/65	78/75
CO (mg/m ³)	4.500 (0,36 %)	1.500 (0,12%)
C _x H _y (mg/m ³)	350	100
Stof (mg/m ³)	200	60
Houtkachel EN 13240		
Rendement / seizoensrend.(%)	70/65	79/76
CO (mg/m ³)	4.500 (0,36 %)	1.400 (0,11%)
C _x H _y (mg/m ³)	350	90
Stof (mg/m ³)	200	50
Pellet kachel EN 14785		
Rendement / seizoensrend.(%)	88/83	90/94
CO (mg/m ³)	350	300
C _x H _y (mg/m ³)	5.050	3.030
Stof (mg/m ³)	50	30



3.6.2 Producteisen in ECODesign Directive

Er is inmiddels vanuit de Europese brancheorganisatie voor houtkachelbouwers CEFACT een voorstel naar de Europese Commissie gedaan voor nieuwe producteisen, gebaseerd op de Duitse 1^e BImSchV. Deze voorgestelde eisen zijn aanvankelijk iets milder dan nu gehanteerd in de Duitse 1^e BImSchV (zie hieronder) om de fabrikanten van kachels die hier nog niet aan kunnen voldoen enige tijd te geven, maar zouden na 4 jaar gelijk moeten worden getrokken met de 2^e fase van de BImSchV. Dit betekent dat er vanaf dat moment alleen hoogwaardige toestellen mogen worden verkocht, mogelijk zelfs uitgerust met nageschakelde reinigingstechnieken (zie Tabel 3.18).

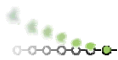
Tabel 3.18 Voorstel van de Europese brancheorganisatie CEFACT voor nieuwe emissie-eisen (alle cijfers bij 13%O₂ en 273 K)[27].

Base Case	Beschrijving	1e fase, direct na start regelgeving			2e fase, 4 jaar na start regelgeving		
		CO [mg/Nm ³]	CxHy [mg/Nm ³]	stof [mg/Nm ³]	CO [mg/Nm ³]	CxHy [mg/Nm ³]	stof [mg/Nm ³]
BC 1	Open haarden EN13229	4.500	200	200	1.500	100	40
BC 2	Inbouw/inzet EN13229	1.500	120	75	1.250	100	40
BC 3	Vrijstaande houtkachel EN13240	1.500	120	75	1.250	100	40
BC 4	Accumulerende toestellen, EN15250	1.500	120	75	1.250	100	40
BC 5	Kooktoestel EN12815	3.000	150	100	1.500	100	40
BC 6	Pellet kachel EN14785	500	120	50	250	100	20

Verwacht wordt dat de Europese Commissie op basis van de aangeleverde informatie in het najaar 2010 ter marktconsultatie een werkdocument beschikbaar stelt met daarin een voorstel voor nieuwe producteisen. Daarvoor is het belangrijk dat de Nederlandse kachelbranche tezamen met VROM probeert te komen tot een gezamenlijk standpunt in het Consultation Forum.

Na verwerking van commentaar kan het werkdocument nog in 2010 aan het Regulatory Committee ter goedkeuring wordt voorgelegd en in 2011 in het Europese Parlement worden behandeld, waarna het wordt opgelegd aan de lidstaten.

De nationale overheden moeten de uitkomsten van de ECODesign Directive na het tijdstip waarop deze van kracht wordt (verwacht wordt al in 2012) 1 op 1 overnemen in haar producteisen. Wel mogen lidstaten volgens artikel 95 lid 4 en 5 van het Verdrag van Amsterdam strengere eisen stellen indien aangetoond kan



worden dat deze zijn onderbouwd op basis van nieuwe wetenschappelijke inzichten en wegens een specifiek lokaal probleem dat zich daar aandient. Zo heeft de Aachener Festbrennstoff Verordnung nu al de 2^e fase van de BimschV (zie pag 32) geïntroduceerd, vooruitlopend op een landelijke introductie in 2015. Daar moeten kachels welke hier niet aan voldoen, uiterlijk op 31 dec. 2014 worden uitgerust met een nageschakeld stoffilter.

Alhoewel de Nederlandse industrie betrokken is geweest bij LOT15 via het EU project Ecosolidfuel, is er tot nu toe nog vrijwel geen afstemming geweest met VROM over de wijze van implementatie in Nederland na 2012. Het is daarom van belang dat het ministerie van VROM tijdig aangeeft op welke wijze zij de eisen in de ECODESIGN Directive na 2012 in Nederland zal gaan handhaven.

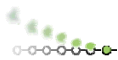
3.6.3 Labelling systematiek in ECODESIGN Directive (2005/32/EC)

Naast de te implementeren Europese producteisen aan verbrandingstoestellen voor vaste brandstoffen zal de ECODESIGN Directive tevens een classificatie bevatten voor houtkachels volgens een nog vast te stellen labellingsystematiek. Het doel hiervan is tweeledig. Ten eerst hebben consumenten op deze wijze een middel om verschillende kachels van hetzelfde type te vergelijken op rendement en uitstoot. Daardoor neemt bewustwording toe over de milieuaspecten en worden consumenten verleid om schone producten te kopen. Ten tweede worden producenten gestimuleerd om op dit vlak te concurreren. Voor de systematiek zijn reeds verschillende voorstellen aangedragen, waaronder een voorstel van de Europese kachelbranche CEFACD [27].

Tabel 3.19 Voorstel voor labelling van verwarmingstoestellen voor vaste brandstoffen op basis van rendement, zoals genoemd door de Europese brancheorganisatie CEFACD [27].

Klasse	Vrijstaande houtkachel EN13240	Kooktoestel EN12815	Inbouw/ Inzethaarden EN13229	Pelletkachels EN14785	Accumulerende toestellen, EN15250	Uit te faseren na
A	80%	75%	80%	85%	80%	
B	75%	70%	75%	80%	75%	
C	70%	65%	70%	75%	70%	
D	60%	60%	60%	70%	60%	
E	50%	50%	50%	65%	50%	5 jaar
F	40%	40%	40%	60%	40%	4 jaar
G	30%	30%	30%	55%	30%	2 jaar

In diverse landen zijn er reeds verschillende labellingsystemen in gebruik of in planning, waaronder België, Nederland, Duitsland en Frankrijk (zie 3.5). Een uniforme Europese systematiek voor zowel de emissie-eisen als de product labelling bevordert tevens de internationale handel.



Naast de ECodesign Directive is er ook al andere Europese regelgeving van belang bij de toepassing van houtgestookte kachels, gerelateerd aan luchtkwaliteit, eisen aan de constructie- en productiewijze van apparaten, duurzame energieopwekking, energieprestaties van gebouwen, etc. Zie Tabel 3.20 voor een overzicht van relevante EU richtlijnen.

Tabel 3.20 *Verskillende EU directives welke van belang zijn bij kleinschalige verbranding[28].*

Direct gerelateerd:
<ul style="list-style-type: none">- Construction Product Directive (89/106/EEC);- Low Voltage Directive (2006/95/EC);- Machinery Directive (98/37/EC);- Pressure Equipment Directive (97/23/EEC)
Indirect gerelateerd
<ul style="list-style-type: none">- Verschillende Air Quality Directives- Energy Performance of Buildings Directive (2002/91/EC)- Directive on the promotion of Renewable Energy Sources (2009/28/EC)- Boiler efficiency Directive (92/42/EEC)- Large Combustion Plant Directive (2001/80/EC)

3.7 Mogelijke beleidsmaatregelen

Om de toepassing van particuliere houtkachels te verduurzamen kan de overheid een aantal beleidsmaatregelen doorvoeren, naast de verplichte implementatie van de ECodesign Directive. Een aantal aanvullende maatregelen die de milieukwaliteit van houtgestookte kachels voor particulieren kunnen bevorderen, zijn hieronder genoemd.

3.7.1 Gebruikersvoorlichting

Een belangrijke factor in het bereiken van een adequate verbrandingskwaliteit is door gebruikersvoorlichting over het stoken van hout. Veel consumenten realiseren zich niet het verschil in verbrandingskwaliteit tussen open haarden, vuurkorven en goede kachels die voldoen aan de laatste eisen (DIN+). Dit schaadt het imago van schone houtstook omdat goede kachels onterecht worden geassocieerd met overlast. Daarnaast is men zich vaak niet bewust van de invloed die men zelf heeft op de kwaliteit van de verbranding en het niveau van de emissies.

Ook het stoken van een goede houtkachel welke bij de kachelkeuring een lage uitstoot heeft aangetoond, dient optimaal te gebeuren in de praktijk. Aandachtspunten voor de consument zijn:

- Gebruik droog hout (max 20% vocht) en niet te grote stukken.
- De kachel niet van onderaf maar van bovenaf aansteken, zodat onverbrande koolwaterstoffen ook bij de opstart langs een hete vlam gaan en dan uitbranden.



- Gebruik een aansteekbriquet en kleine delen droog aanmaakhout om het verbrandingsproces snel op gang te krijgen en de wanden van de kachel snel op te warmen
- Stapel het hout niet te hoog op. Dit leidt tot sterke afkoeling van het verbrandingsproces, plotselinge sterke ontgassing en hoge emissies. Beter is het daarom om de vulruimte vaker bij te vullen.
- Begin met alle luchttoevoeropeningen volledig geopend. Zodra het vuur goed brandt, kan de primaire toevoer (deels) gesloten worden.
- Houdt de secundaire luchttoevoer altijd geopend

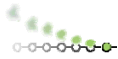
Momenteel wordt voorlichting gegeven via de websites van Milieucentraal, de leveranciers van houtkachels en de handleidingen en trainingen welke een aantal dealers van houtkachels bij de verkoop van houtkachels meegeven. Ook zijn er een verschillende dealers die zelf stookavonden organiseren om nieuwe gebruikers voor te lichten over het optimale gebruik van een houtkachel.

Aanbevolen wordt dat de beschikbaarheid van dergelijke middelen worden uitgebreid, bijvoorbeeld door algemene mediacampagnes en goede specifieke informatie (handboeken of een DVD) die verplicht wordt meegegeven bij de aanschaf van een houtkachel of het reinigen van het rookkanaal. Een voorbeeld hiervan is het eerder door TNO in opdracht van het ministerie van VROM uitgegeven 'handboek Sfeerverwarming' [29].

3.7.2 Opleidingen en certificering van installateurs en dealers

Aangeschafte kachels dienen op vakkundige wijze te worden geplaatst. Een goed gedimensioneerd en goed aangelegd rookgaskanaal is essentieel voor de verbetering van de trek, de verbrandingskwaliteit en minimalisatie van de uitstoot en overlast. Nederland is een van de weinige landen in Europa waar al een opleiding bestaat voor installateurs van houtkachels, namelijk de 'Vakopleiding Installateur Haarden en Kachels' van het Sfeerverwarmingsgilde. Niet alle installaties worden momenteel echter gerealiseerd door een gecertificeerd installateur.

In het kader van artikel 14 in de Europese Renewable Energy Directive moeten er uiterlijk 31 december 2012 certificatieregelingen of gelijkwaardige kwalificatieregelingen beschikbaar komen of zijn voor o.a. installateurs van kleinschalige warmwaterketels en verwarmingsketels op biomassa. Het Europese project Qualicert evalueert hiertoe de verschillende bestaande opleidingen en geeft aanbevelingen aan de Europese lidlanden voor realisatie van de opleidingen [30]. Er is echter een verschil tussen de Nederlandstalige en de Engelstalige versie. In de originele Engelstalige versie van de Directive staat onder artikel 14 lid 3 dat '*Member States shall ensure that certification schemes or equivalent qualification schemes become or are available by 31 December 2012 for installers of small-scale biomass boilers and stoves,*', ofwel biomassagestookte ketels en kachels. In de



Nederlandse versie gaat echter het alleen over biomassagestookte ketels zodat er strikt genomen voor houtkachels geen certificatieregeling nodig zou zijn.

Aanbevolen wordt om ondanks deze foutieve officiële vertaling toch samen met het Sfeerverwarmingsgilde te onderzoeken hoe een goed kwaliteitssysteem voor het opleiden en certificeren van installateurs breder kan worden geïmplementeerd en evt. verplicht kan worden gesteld bij de aanschaf en installatie van iedere houtkachel.

3.7.3 Handhaving

Momenteel is het voor het bevoegd gezag (gemeenten) lastig om in te grijpen bij slecht stookgedrag. Af en toe komt het voor dat slechte stokers een stookverbod wordt opgelegd volgens artikel 7.3.2 van de (Model)bouwverordening. Klachten bij overlast door slecht gestookte houtkachels dienen te worden gemeld bij gemeentelijke milieudiensten die bij voldoende bewijs actie kunnen ondernemen. De bewijslast hiervoor ligt echter bij degene die overlast ondervindt van een slecht gestookte kachel in de buurt, deze zal dan kosten moeten maken voor het laten uitvoeren van emissiemetingen. In plaats van een juridische aanpak van 'slechte stokers' zou het zinvol zijn om gemeentelijk stookexperts op te leiden, die bij problemen ingeschakeld kunnen worden om te adviseren.

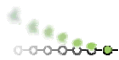
In Duitsland dienen schoorsteenkanalen verplicht jaarlijks te worden gereinigd door een erkend en beëdigd schoorsteenveger (Schornsteinmeister), die er tevens op toeziet dat de houtstook veilig en milieutechnisch verantwoord plaatsvindt. Deze geeft echter niet alleen vrijblijvende voorlichting over goede houtstook, maar heeft tevens de bevoegdheid om bij door burens gemelde overlast of bij verdenking van de verbranding van afval monsters van de as te nemen en hoge boetes op te leggen of kachels zelfs te sluiten.

In Nederland wordt vaak door de verzekeringsmaatschappij waarbij de brandverzekering is afgesloten verlangd dat de schoorsteen jaarlijks wordt geveegd door een erkend schoorsteenveger. Momenteel mag in Nederland echter alleen de milieupolitie een woning betreden indien sprake is van een milieudelict, het suboptimaal stoken van een particuliere houtkachel valt hier niet onder. Wel valt te overwegen om bij de jaarlijkse schoonmaak door schoorsteenvegers ook voorlichting te geven of informatiemateriaal te verstrekken over correcte houtstook.

Daarnaast zou een verbod kunnen worden ingesteld op de verkoop van vuurkorven, tuinhardes e.d. welke buiten de ECOdesign normen vallen. De naleving van dit verbod kan net als bij de toepassing van de ECOdesign Directive gebeuren door de Voedsel en Warenautoriteit.

3.7.4 Nageschakelde rookgasreiniging

Momenteel worden er in verschillende Europese landen technologieën ontwikkeld om op kleine schaal de stofuitstoot uit houtgestookte kachels te reduceren, zie ook par.



3.4.3. Hiermee kan zowel de uitstoot van (fijn) stof als stofgebonden C_xH_y en PAK met ca 50% tot 90% worden verlaagd. Belangrijk is dat Nederland aangehaakt blijft bij de ontwikkeling van goedkope doch effectieve filtertechnologie en de maatschappelijke kosteneffectiviteit onderzoekt voor de Nederlandse situatie.

Uit een verkennende studie die eerder is uitgevoerd in Oslo bleek dat de maatschappelijke terugverdientijd welke werd bereikt door introductie van een stoffilter van 400 Euro slechts ca 6 maanden bedroeg [16]. Omdat de voordelen van toepassing van nageschakelde filters echter niet direct bij de individuele houtstokers liggen maar bij direct omwonenden, is het wellicht te overwegen om de aanschaf van dergelijke systemen (net als roetfilters voor personenauto's op diesel) te subsidiëren.

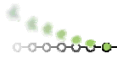
Aanbevolen wordt een onderzoek uit te voeren naar de maatschappelijke kosteneffectiviteit van nageschakelde stofverwijderingstechnieken onder Nederlandse omstandigheden, ter voorbereiding van beleid over de marktintroductie van dergelijke systemen. Hierin zou tevens de effectiviteit van een vervangingsprogramma zoals hieronder voorgesteld kunnen worden geëvalueerd. Als uitvloeisel hiervan kan mogelijk een stimuleringsprogramma worden opgezet voor marktintroductie van nageschakelde rookgasreinigingstechnieken.

3.7.5 Stimuleringsprogramma voor versnelde vervanging

Een programma voor versnelde vervanging van oude houtkachels, zoals al toegepast in o.a. Duitsland en Frankrijk kan ook in Nederland erg effectief zijn om de uitstoot van schadelijke rookgascomponenten te reduceren. Momenteel zijn er nog ca 375.000 ongekeurde kachels en open haarden, naast ca 190.000 gekeurde kachels met NL typekeur in gebruik. Een voorbeeldberekening van het effect van acute vervanging van deze kachels door DIN+ kachels is weergegeven in Tabel 3.21. Alhoewel deze cijfers zijn gemaakt met hetzelfde Procédé parkmodel als gehanteerd in de Scenariostudie [12] wijken deze cijfers af van de getallen in Tabel 3.7 omdat daar de situatie in 2020 is genomen. In de scenariostudie was aangenomen dat dan nog niet alle kachels zijn vervangen en er ook meer wordt gestookt dan nu.

Tabel 3.21 Effect van een vervangingsprogramma voor de huidige kachels door DIN+ kachels, berekend met het Procédé parkmodel (vrachten in ton per jaar, situatie uit 2007)

component	actueel	Bij vervanging door DIN+ kachels	Besparing
CO	46,396	7,514	38,882
Totaal stof	1,457	403	1,054
PAK(10)	43	5	38
NOx	1,199	974	225
CxHy	5,443	623	4,821



Verwacht wordt dat de consument niet in alle gevallen het verschil herkent tussen kachels welke wel of niet voldoen aan de NL typekeur. Voor een vervangingsprogramma wordt daarom aanbevolen om uit te gaan van vervanging van alle huidige toestellen in 2020, zowel met als zonder NL typekeur, door DIN*plus* goedgekeurde kachels. Hierbij zijn verschillende middelen beschikbaar: de wortel (eenmalige subsidie bij vervanging zoals in Frankrijk toegepast) of de stok (verbieden van niet-DIN*plus* kachels per 2020 zoals in Duitsland toegepast) of een combinatie van beide maatregelen.

In Frankrijk wordt de 1:1 vervanging van slechte houtkachels door goede houtkachels gestimuleerd met 15% extra aankoopsubsidie (40% in plaats van 25%). Dit komt gemiddeld overeen met ca 300 Euro per kachel. Aangenomen dat de Nederlandse consument dezelfde prijsprikkel zou moeten krijgen om deze zover te krijgen vrijwillig een oude kachel te vervangen, zou dit betekenen dat er ca 170 miljoen Euro nodig zou zijn om dit doel te bereiken.

4 Houtgestookte ketels bij bedrijven

4.1 Technieken

De toepassing van houtverbranding bij bedrijven vindt van oudsher vooral plaats in de houtverwerkende industrie. Hier worden meestal kosten gemaakt om van het hout af te komen dat wordt afgezogen bij verschillende bewerkingsmachines, terwijl aan de andere kant ook energie nodig is voor het verwarmen van de productiehallen. Deze markt is al jaren stabiel en het betreft vooral een vervangingsmarkt.

Sinds enkele jaren wordt duurzame warmteopwekking steeds meer genoemd als drijfveer voor de aanschaf van houtkachels bij bedrijven en worden nieuwe installaties vooral geplaatst in de landbouw en voor verwarming van utiliteitsgebouwen (zwembaden, verzorgingscomplexen, etc). De toegepaste technieken zijn vergelijkbaar met die in de houtverwerkende bedrijven, maar verschillen in de toegepaste brandstof. Waar in de houtverwerkende industrie vooral zaagsel en stukhout worden gestookt, wordt in de landbouw en voor verwarming van utiliteitsgebouwen vooral stukhout, houtsnippers en in mindere mate ook houtpellets toegepast.

Deze paragraaf beschrijft de toegepaste technieken voor decentrale warmteopwekking, eventueel met elektriciteitsopwekking, in installaties met een vast bed. Grootschalige elektriciteitsopwekking op basis van een wervelbed valt buiten de scope van dit rapport en wordt daarom hier niet beschreven. Evenzo vindt er in het zakelijke marktsegment vrijwel geen directe warmteoverdracht plaats zoals in kachels, dit zal dan ook niet worden beschreven.

4.1.1 Stukhoutgestookte ketels

Stukhoutgestookte ketels worden toegepast in de houtverwerkende industrie en bij een aantal ondernemers in de landbouwsector, zoals kalvermesterijen waar er dagelijks een warmtevraag bestaat om voedermelk op te warmen.

Grotere stukken hout van ca 50 cm tot zelfs 1 m worden handmatig in de vulopening gebracht, waar op de bodem van de brandstofvoorraad de ontgassing plaatsvindt en in een aparte uitbrandkamer de volledige verbranding met vervolgens de warmteoverdracht in een ketelsectie. Typische rendementen bedragen ca 85-91%.

De toepassing van deze techniek is tamelijk arbeidsintensief door de handmatige vulling, maar qua investeringskosten relatief gunstig. De regeling van de verbrandingskwaliteit vindt automatisch plaats door meetsensoren en frequentiegestuurde luchtventilatoren.



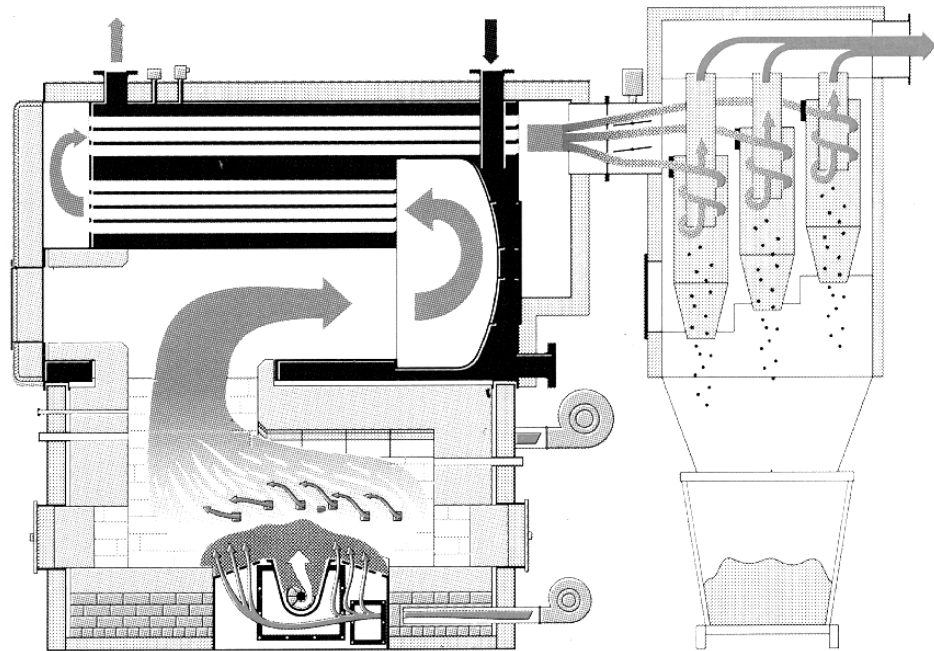
Figuur 4.1 Stukhoutgestookte ketel (Lopper, type Drummer), verkrijgbaar in vermogens tot ca 800 kW.

4.1.2 Ketels met automatische brandstofvoer

Veruit de grootste toepassing voor biomassaverbranding voor warmtelevering bij bedrijven vindt plaats door middel van ketels met een automatische brandstofvoer. Daarbij wordt verkleinde biomassa (houtsnippen, geshredderd hout of houtpellets) via een automatisch brandstofvoersysteem (bestaande uit een combinatie van vijzels en/of hydraulische persen) op een rooster in de vuurhaard gebracht. Daarbij wordt primaire lucht door gaten in het rooster toegevoerd, om achtereenvolgens de droging, ontgassing en uitbrand van de achterblijvende houtskool te bewerkstelligen. De ontgaste brandstof boven het rooster wordt door toevoer van secundaire lucht verbrand. Na volledige uitbrand wordt de warmte onttrokken in de ketelsectie, waarbij de rookgassen door vlampijpen worden geleid die in een watermantel zijn geplaatst.

Onderschroefstokers

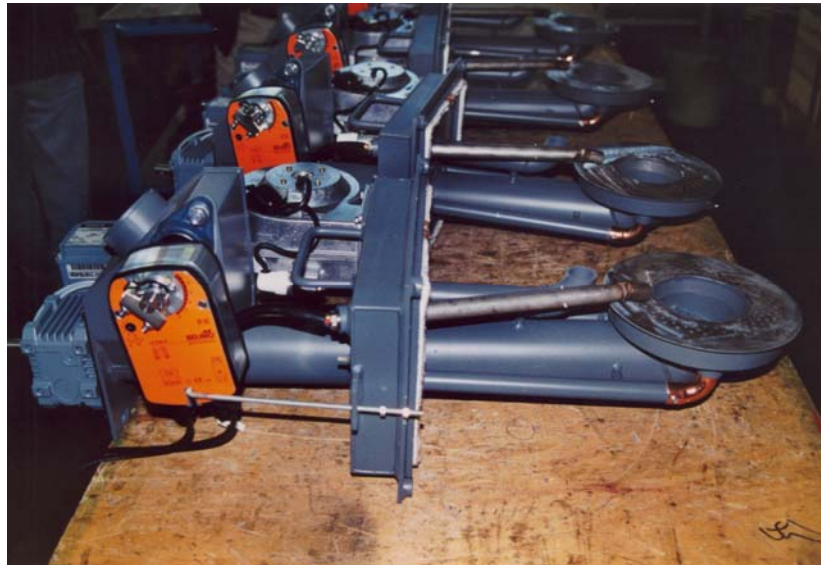
Relatief kleinere ketels tot ca 300 kW worden meestal uitgevoerd als onderschroefstoker. Deze systemen verbranden houtpellets en soms ook goed verkleinde snippers. Een schematische weergave is weergegeven in Figuur 4.2.



Figuur 4.2 Onderschoefstoker, waarbij biomassa van onderaf in de vuurhaard wordt ingebracht.

Bij deze systemen wordt primaire lucht door gaten in de vaste branderplaat toegevoerd, waarna de uitbrand erboven plaatsvindt. Het systeem is vooral geschikt voor biomassa-brandstoffen waarbij de gebruiker zeker is dat altijd een zekere deeltjesgrootte wordt aangeleverd, zoals bij houtpellets. Bij toepassing in de houtverwerkende industrie wordt daarom soms ook een shredder ingebouwd, voor verkleining van de grotere delen stookhout. De techniek is alleen geschikt voor droge brandstoffen (tot ca 20% vocht).

Door de massamarkt voor houtpelletgestookte systemen is al een hoge mate van standaardisering van componenten doorgevoerd, die sterk kostprijsverlagend werkt. In Nederland worden houtpelletgestookte ketels in het zakelijke marktsegment nog relatief weinig toegepast. Uit contacten met leveranciers wordt geconcludeerd dat er momenteel niet meer dan ca 100-200 zijn geïnstalleerd.

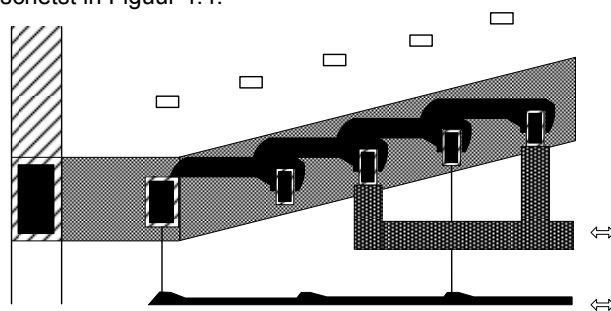


Figuur 4.3 Onderschroefstokers voor pelletgestookte ketels, welke klaar liggen om gemonteerd te worden.

Omdat de brandstof bij gebruik van onderschroefstokers goed gedefinieerd is, kan redelijk flexibel worden gewerkt met toevoersystemen, zoals vijzels of zelfs aanzuigslangen. Daarmee ontstaat een hoge mate van flexibiliteit in de inbouw in bestaande situaties, zo kan de voorraadsilo zich tot ca 15 meter van de ketel bevinden.

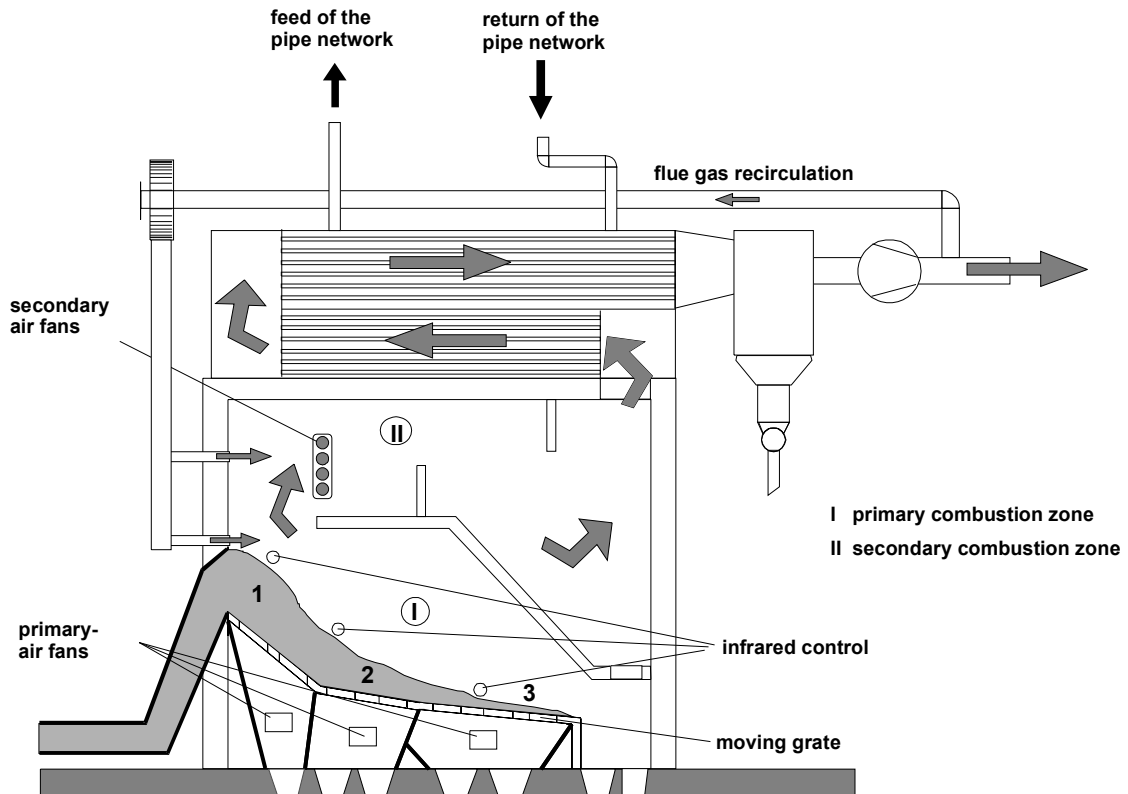
Bewegende roosters

Een meer robuuste variant voor verbranding van biomassa, welke meestal wordt toegepast op grotere schaal (vanaf ca 200 kW) is door een bewegend rooster. Het principe is geschetst in Figuur 4.4.



Figuur 4.4 Principewerking van een roosteroven. De roosterdelen kunnen om en om bewegen, waardoor brandstof over het rooster wordt getransporteerd.

Meestal wordt het rooster schuin gemonteerd zodat door de combinatie van zwaartekracht en beweging van de roosterdelen de brandstof door de vuurhaard wordt getransporteerd. Een typische uitvoeringsvorm is weergegeven in Figuur 4.5.



Figuur 4.5 Voorbeeld van een roosteroven [2]. Bij dit systeem wordt brandstof onder hoge druk ingevoerd middels een hydraulisch systeem. Door recirculatie van rookgas wordt de turbulentie in de secundaire ruimte bevorderd, zonder extra zuurstof toe te voeren.

De belangrijkste voordelen van bewegende roosters in vergelijking tot onderschroefstokers zijn de hoge mate van betrouwbaarheid, de betere regelbaarheid, de betere verbrandingskwaliteit en de grotere brandstofflexibiliteit. Er kunnen ook nattere brandstoffen (tot ca 50% vocht) en (in een aangepaste oven) ook brandstoffen met een laag assmelpunt worden verbrand, zoals stro.

Daarnaast bestaat de mogelijkheid om over verschillende secties van het rooster verschillende hoeveelheden primaire lucht toe te voeren, waardoor de verbranding verder verbetert. Nadeel van deze systemen ten opzichte van onderschroefstokers is de hogere aanschafprijs.

4.2 Aantal houtgestookte ketels bij bedrijven

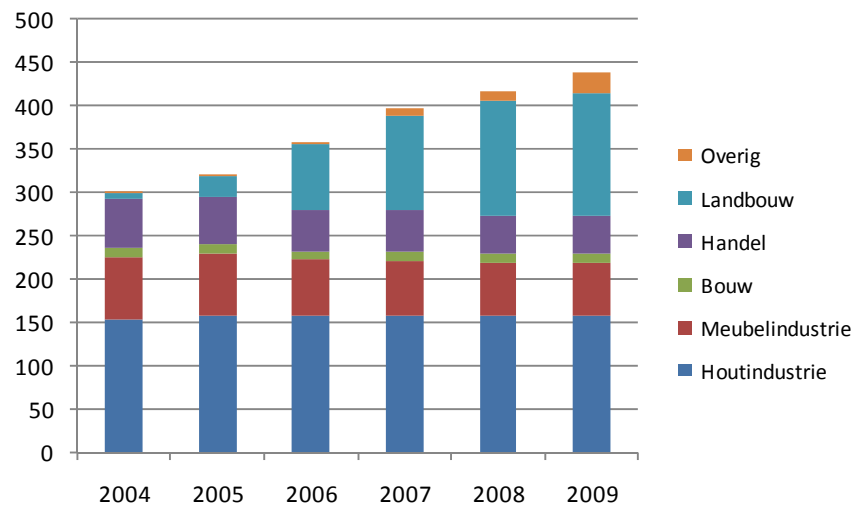
Sinds 2004 onderzoekt het CBS de toepassing van houtgestookte ketels > 16 kW bij bedrijven door navraag bij leveranciers. De ontwikkeling van het vermogen aan verbrandingscapaciteit voor houtgestookte ketels bij bedrijven is weergegeven in Figuur 4.6. In 2009 zou er 438 MW aan capaciteit in gebruik zijn, gebaseerd op 1979 installaties. Deze cijfers heeft het CBS afgeleid uit de door leveranciers aangeleverde data over verkochte en onderhouden houtgestookte installaties. Overigens wijken de verkoopcijfers enigszins af van de installaties die worden aangemeld bij de Energie Investerings Aftrek [31], zie Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Aantallen houtgestookte kachels volgens het CBS [31,32]

	Aantal verbrandingsinstallaties					MW
	2005	2006	2007	2008	2009	2009
≤0,1 MW	431	841	1.186	1.366	1.457	83.8
>0,1 t/m 0,5 MW	146	221	271	350	343	94.4
>0,5 t/m 1,0 MW	63	65	81	81	83	60.2
>1 MW	100	98	97	96	96	199.5
Totaal	740	1.225	1.635	1.893	1.979	438.0
Erbij geplaatst	209	516	417	274	125	21.0
Uit bedrijf genomen	21	31	7	39	16	3.0
Aangemeld bij EIA	130	283	253	301	218	

Terwijl houtgestookte ketels in het verleden vooral werden geplaatst bij de houtverwerkende industrie als verwerkingsoptie voor het vrijkomende resthout, is er een duidelijke groeiende vraag waarneembaar in andere bedrijfssectoren zoals in de veeteelt bij kalvermesterijen en vleeskuikenbedrijven. Ook worden er in toenemende mate kachels geplaatst ter verwarming van utiliteitsgebouwen zoals zwembaden (categorie overig).

In vergelijking met gasgestookte ketels bestaan de kosten van kleinschalige houtgestookte ketels vooral uit kapitaalslasten en veel minder uit brandstofkosten. Het is dan ook aantrekkelijk om het concept toe te passen in situaties waar sprake is van een relatief gelijkmatige warmtevrage, met relatief veel vollasturen. Ook kunnen de installaties in combinatie met een warmtebuffer meer vollasturen maken dan voorheen.

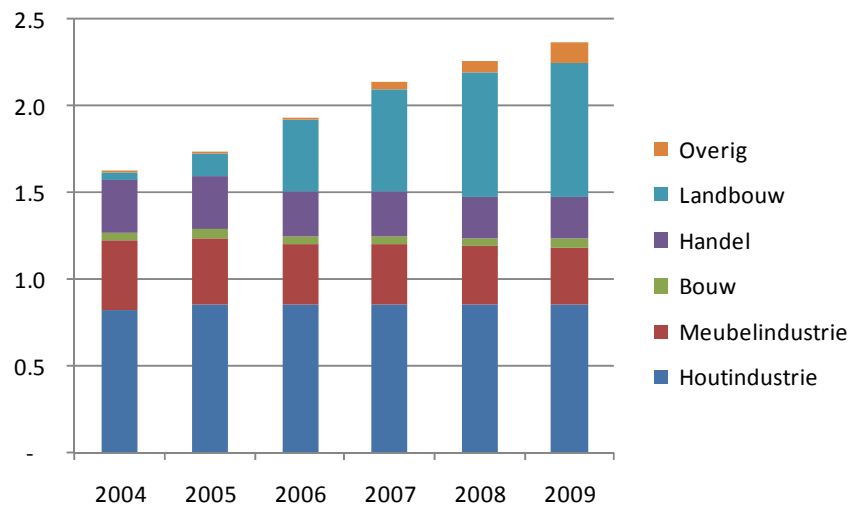


Figuur 4.6 Opgesteld vermogen (MWth) aan zakelijke houtkachels in de verschillende sectoren [32].

4.3 Bijdrage aan duurzame energieopwekking

Op basis van de aanname dat alle kachels 1.500 vollasturen per jaar worden bedreven komt het CBS tot de conclusie dat er met deze kachels in 2009 ca 2,36 PJ warmte werd opgewekt, zie ook Figuur 4.7. Het is echter onduidelijk in hoeverre dit overeenstemt met de praktijk.

Navraag bij verschillende leveranciers bevestigde dat juist in de landbouwsector (kalvermesterijen, pluimveehouders en de glastuinbouw) en bij de overige sectoren zoals overdekte zwembaden relatief veel vollasturen worden gemaakt, verwacht wordt dat hier ca 2.500-3.500 vollasturen beter zouden kloppen. Ophoging van het aantal vollasturen naar 3.000 uur per jaar voor deze sectoren zou betekenen dat de hoeveelheid opgewekte energie zou moeten worden opgehoogd naar 3,25 PJ finale energie. Het verder uitwerken van de analyse met het CBS in afstemming met leveranciers en gebruikers is daarom gewenst.



Figuur 4.7 Bijdrage aan duurzame energieopwekking (PJ finale energie) van zakelijke houtkachels in de verschillende sectoren [32].

Een geografische verdeling van het aantal kachels en geïnstalleerd vermogen per provincie is weergegeven in Tabel 4.2. Het toenemend aantal kachels in Gelderland wordt deels verklaard door een stimuleringsprogramma voor biomassakachels in de landbouw.

Tabel 4.2 Houtkachels bij bedrijven, groter dan 100 kW, eind 2008, uitgesplitst naar provincie [33]

	Aantal	Vermogen (MW)
Groningen	10	6
Friesland	41	26
Drenthe	19	7
Overijssel	64	38
Gelderland	103	70
Flevoland	17	18
Utrecht	21	16
Noord-Holland	35	13
Zuid-Holland	58	35
Zeeland	19	20
Noord-Brabant	109	73
Limburg	31	19
Totaal	527	341

4.4 Milieuaspecten van houtgestookte ketels

4.4.1 Emissie-eisen

De emissie-eisen die golden en gelden voor kleinschalige houtverbrandingsinstallaties zijn weergegeven in Tabel 4.3. Met het BEMS heeft een aanscherping plaatsgevonden van de voorheen vigerende emissie-eisen onder de NER of de NER F7 voor verbrandingsinstallaties van vaste, schone biomassa, groter dan 1 MW_{th}. Houtgestookte kachels bij de zakelijke gebruikers tot 1.000 kW vallen thans nog buiten de nieuwe BEMS emissie-eisen, en mogen nu nog voldoen aan de mildere NER-F7 eisen. De algemene NER wordt vrijwel niet toegepast voor zakelijk toegepaste biomassaverbrandingsinstallaties.

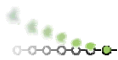
Introductie van de BEMS betekent een aanscherping van de norm voor de uitstoot van stof en NO_x.

Waar voorheen bij de verbranding van schoon hout in installaties tot 0,5 MW_{th} (en in een aantal gevallen bij een schone brandstof en goede verbranding ook tot 1.5 MW_{th}) kon worden volstaan met een multicycloon voor verwijdering van stof, is onder de BEMS een doekfilter of elektrostatisch filter echt noodzakelijk vanaf 1 MW.

Voor wat betreft de NO_x uitstoot waren voorheen in de praktijk vrijwel geen maatregelen nodig bij gebruik van schoon resthout. Er gold alleen een beperking voor verbrandingsinstallaties vanaf 2,5 MW waarin veel spaanplaat werd verbrand. Deze mochten 400 mg/m³ uitstoten, maar ook daaraan kon meestal wel worden voldaan zonder extra maatregelen.

Onder het BEMS is de emissie-eis dusdanig aangescherpt dat toepassing van SNCR zeker noodzakelijk is vanaf 5 MW_{th}, en in veel gevallen ook vanaf 1 MW_{th} (met name bij verbranding van spaanplaat). Bij verbranding van schoon hout in een typische houtgestookte ketel ontstaat ca 150 mg/m³ aan NO_x, wat net te hoog is voor de emissie-eis uit het BEMS. Een aantal fabrikanten is er inmiddels in geslaagd de uitstoot voor bepaalde brandstoffen door toepassing van primaire maatregelen (goede getrapte verbanding en rookgasrecirculatie) te onderdrukken tot het vereiste niveau, maar in een aantal andere gevallen zal toch een SNCR technologie moeten worden toegepast. De meerinvestering die hiermee gepaard gaat, is significant: bijvoorbeeld voor een ketel van 1,5 MW ca. 60.000 Euro op een totaal van 400.000 Euro. Daarnaast zijn er ontwikkelingen van enkele katalysatorfabrikanten om ook SCR toe te passen bij biomassaverbranding. Dit is echter niet eenvoudig omdat verschillende componenten in de rookgassen de levensduur van een katalysator sterk kunnen beperken.

Er zijn thans ca. honderd verbrandingsinstallaties voor vaste schone biomassa in gebruik met een vermogen groter dan 1 MW, die bij nieuwbouw of vervanging zouden worden geraakt door oplegging van het BEMS. Uit de statistieken zoals in



Tabel 4.1 weergegeven blijkt dat dit aantal vrijwel niet toeneemt. Momenteel wordt een onderzoek uitgevoerd naar de kosteneffecten van invoering van het BEMS op dergelijke installaties. Het BEMS heeft dan ook vooral gevolgen voor de economische haalbaarheid van dergelijke kleinschalige stand-alone installaties (tot 5 MW brandstof input).

Tabel 4.3 Overzicht van de emissienormen voor schone brandstoffen in mg/nm^3 , omgerekend naar 11% O_2

	NER (overige schone biomassa)	NER F7 schoon resthout (< 5 MW)	BEMS (> 1 MW)
NO_x	200	Geen (< 2,5 MW_{th}) 400 (>2,5 MW_{th})***	133 (1..5 MW_{th}) 96 (>5 MW_{th})
Stof	10*	100 (\leq 0,5 MW_{th}) 50 (0,5-1,5 MW_{th}) 25 (1,5-5,0 MW_{th})	13 (1..5 MW_{th}) 3 (>5 MW_{th})
SO_2	200	-	133
Cd+Tl	0,2	-	
Hg	0,2	-	
zwarte metalen	25,4	-	
HCl	30	-	
HF	5	-	
dioxines ($\text{ng TEQ}/\text{nm}^3$)	minimalisatie	-	
VOS	20-150	-	
NH_3	200**	-	
CO	-	250 (1,5-5,0 MW_{th})	

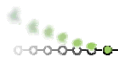
* Indien een filtrerende afscheider kan worden gebruikt

** De norm is $200 \text{ mg}/\text{nm}^3$ bij 11% O_2 , maar in de praktijk wordt voor bio-energie meestal de eis voor mestverwerking gesteld, die $5 \text{ mg}/\text{nm}^3$ is bij 11% O_2 [28].

*** Geldt alleen bij verbranding van resthout met 80-90% spaanplaat

4.4.2 Huidige uitstoot

Er zijn vanuit de Emissieregistratie geen specifieke gegevens bekend over de uitstoot van houtgestookte ketels bij bedrijven. Derhalve is een inschatting gemaakt van de emissievrachten door combinatie van gegevens over de typische uitstoot van stof en NO_x , en het gebruik, zoals weergegeven in 4.3. De installaties voldoen typisch aan de NER F7 zoals vermeld in Tabel 4.3. De NO_x -uitstoot is berekend op basis van de stikstofinhoud van schoon hout en typische conversiegraden.



Tabel 4.4 Berekende emissievrachten van houtkachels bij bedrijven, uitgesplitst naar schaalgrootte

	≤0,1 MW	0,1..0,5 MW	0,5..1 MW	>1 MW	Totaal
Geïnst. vermogen (MW _{th} totaal)	83,8	94,4	60,2	199,5	437,9
Brandstofbehoefte (PJ snippers)	0,51	0,58	0,37	1,23	2,69
Brandstofbehoefte (kton snippers)	38,5	43,4	27,7	91,7	201,3
Opgewekte warmte (PJ)	0,45	0,51	0,33	1,08	2,36
Vermeden prim fossiel (PJ)	0,51	0,57	0,36	1,21	2,65
CO ₂ besparing (kton per jaar)	28,6	32,2	20,5	68,0	149,3
Rookgasdebiet (Mm ³ / jaar @ 11% O ₂)	280	315	201	666	1.462
Stof uitstoot (mg/m ³ bij 11% O ₂)	75 (100)	75 (100)	30 (50)	25 (25..50)	
NO _x uitstoot (mg/m ³ bij 11% O ₂)	125	125	125	125	
stof vracht (ton/jaar)	21	24	6	17	67
NO _x vracht (ton/jaar)	35	39	25	83	183

Hieruit blijkt dat er door zakelijk gebruik van houtkachels ca 67 ton stof (PM10) en 183 ton NO_x zou worden uitgestoten. In vergelijking tot de particuliere houtkachels is de specifieke uitstoot per GJ geproduceerde warmte dan ook aanzienlijk lager. Aanscherping van de emissie-eisen middels de BEMS zal deze uitstoot in de toekomst verder verlagen.

4.5 Beleidsmaatregelen

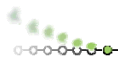
Net als voor particuliere kachels kunnen ook voor zakelijk gebruikte houtgestookte ketels beleidsmaatregelen worden getroffen welke deze toepassing verduurzamen. Dit hoofdstuk geeft een aantal mogelijkheden die mogelijk kunnen worden ingevoerd.

4.5.1 Financiële stimulering van duurzame warmte

De kosten van het opwekken van warmte door biomassaverbranding bestaan voor een significant deel uit kapitaalslasten en slechts voor een klein deel uit de kosten van hout. Dit is vooral het geval bij de inzet van houtsnippers, die thans een prijs hebben van ca 4-5 Euro per GJ. Houtsnippers zijn normaliter goedkoper dan aardgas, wat de drijvende kracht is voor de toepassing.

Ten tijde van het uitkomen van dit rapport was de prijs van aardgas voor grootverbruikers zoals zwembaden echter slechts 20 ct/m³ of 6,5 Euro per GJ. Omdat een biomassaverbrandingsinstallatie meestal fors duurder is dan een gasgestookte ketel, is het slechts in enkele situaties haalbaar om over te schakelen van aardgas naar biomassa, bijvoorbeeld als:

- er veel gebruik kan worden gemaakt van de verbrandingsinstallatie (bijvoorbeeld bij overdekte zwembaden) zodat er veel vollasturen worden bereikt
- houtsnippers relatief goedkoop kunnen worden ingekocht



- er geen aardgas maar propaan wordt gebruikt (op bijvoorbeeld een aantal boerderijen en campings). Propaan is op energiebasis ca 30% duurder dan aardgas.

Houtpellets hebben momenteel in Nederland een prijs van ca 200-250 Euro per ton, ofwel ruim 10-12 Euro per GJ. Dit is daarmee ook voor kleinverbruikers van aardgas meestal duurder dan aardgas. In vergelijking tot de ons omringende landen is er daarom slechts een beperkte vraag naar houtpellets voor kleinschalige verbranding.

Voor de zakelijke markt is het vooral van belang dat de rentabiliteit van kleinschalige verbranding ook in de toekomst gewaarborgd blijft. De ervaring leert dat de stimulering die uitgaat van de Energie Investerings Aftrek (EIA) vaak onvoldoende is om biomassaverbranding voor een breder toepassingsgebied rendabel te maken.

Wanneer biomassa wordt ingezet in decentrale wkk installaties (die nu worden gestimuleerd middels de SDE²), wordt per GJ biomassa ca 0,6-1,3 GJ aan primaire energie vermeden (een mix van aardgas, kolen en duurzame energie), afhankelijk van het rendement van elektriciteitsopwekking en de mate van restwarmtebenutting. Dit leidt tot een vermeden CO₂ uitstoot van ca. 38-75 kg CO₂ per GJ biomassa. Aan SDE stimulering werd daarvoor in 2010 10,4-12,9 ct/kWh aan subsidie toegezegd voor de categorie 0-10 MW_e en 6,7-10,6 ct/kWh_e bij de categorie 10-50 MW_e. Omgerekend is dit een bijdrage van 98-186 Euro per ton vermeden CO₂.

Tabel 4.5 *Berekende kosteneffectiviteit van de huidige SDE op biomassaverbranding in vergelijking tot kleinschalige verbranding bij bedrijven*

	0-10 MW _e		10-50 MW _e		kleinschalige verbranding
	min warmtebenutting	max warmtebenutting	min warmtebenutting	max warmtebenutting	
e-rendement	25%	20%	30%	25%	0
w-rendement	0%	65%	0%	65%	80%
vervangingsgraad (GJ prim/GJ biomassa)	0.60	1.20	0.71	1.32	0.89
CO ₂ vermijding elektrisch (kg/GJ)	39	31	47	39	
CO ₂ vermijding thermisch (kg/GJ)	-	36		36	45
CO ₂ vermijding totaal (kg/GJ)	39	68	47	75	45
SDE (Euro/kWh _e)	0.104	0.129	0.067	0.106	
SDE(Euro/GJ biomassa)	7.2	7.2	5.6	7.4	4.4-8.4
SDE (Euro/ton CO ₂)	186	106	120	98	98-186

Bij decentrale biomassaverbrandingsinstallaties wordt er per GJ biomassa ca 0,9 GJ aan aardgas vermeden en daarmee een CO₂ uitstoot van 45 kg. De inzet van houtsnippers voor decentrale warmteopwekking is dus een redelijk effectief middel ter vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Eenzelfde bijdrage voor de vermijding van CO₂ als bij biomassa-wkk zou equivalent zijn aan een subsidie van ca 4,4-8,4 Euro per GJ bij zakelijke warmteopwekking, zie Tabel 4.5. Daarmee zou de

² Stimuleringsregeling Duurzame Energieproductie



toepassingsmarkt enorm kunnen worden verbreed naar toepassingen welke nu niet goed rendabel zijn, zoals verwarming van utiliteitsgebouwen op basis van houtpellets, biomassagestookte micro-warmtenetten in stedelijke gebieden, etc.

Wanneer de toepassingsmogelijkheden voor duurzame warmte door kleinschalige biomassaverbranding zouden moeten worden verruimd, valt het daarom te overwegen om naast de EIA ook andere financiële stimuleringsmiddelen op te stellen om de onrendabele top te compenseren, analoog aan wat nu gebeurt middels de SDE voor elektriciteit.

4.5.2 Opname in NEN7120

Momenteel wordt gewerkt aan de nieuwe NEN 71020 norm voor Energieprestatie van Gebouwen (EPG). De norm geeft aan in hoeverre een gebouw gebruik maakt van fossiele energie. Daarom wordt in de methodiek opgenomen in hoeverre gebruik wordt gemaakt van energiebesparende maatregelen en duurzame energie, waaronder duurzame warmtelevering door zonnecollectoren en warmtepompen. In de huidige methodiek worden echter geen andere duurzame warmtebronnen meegenomen, waaronder biomassagestookte ketels. Indien het mogelijk is om door toepassing van een biomassagestookte ketel de warmtelevering substantieel te verduurzamen, is het verdedigbaar dat deze ook mee zou moeten tellen in de EPG systematiek. Dit zou een stimulans kunnen vormen voor de toepassing van decentrale biomassaverbranding.

4.5.3 Promoot marktintroductie van nieuwe verbrandingstechnologie

Alhoewel biomassaverbrandingstechnologieën al veelvuldig commercieel worden toegepast, vindt er nog steeds veel onderzoek en ontwikkeling plaats wat leidt tot schonere, efficiëntere en flexibeler verbrandingssystemen. Voorbeelden van recente innovaties zijn

- Verbrandingsinstallaties voor gras en rietachtige biomassa met een laag assmelpunt,
- Elektrostatische en doekenfilters voor kosteneffectieve stofverwijdering,
- CO₂ absorptie uit biomassa-rookgassen voor bemesting in de glastuinbouw,
- Nieuwe flexibele warmteleidingsystemen voor goedkope warmtedistributie.

Het is belangrijk dat dergelijke innovaties worden gestimuleerd en een kans krijgen in de markt.

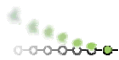
5 Conclusies en aanbevelingen

De verbranding van hout bij particulieren en bedrijven droeg in 2009 met respectievelijk 7,1 en 2,5 PJ vermeden fossiele energie significant bij aan de opwekking van duurzame energie in Nederland (ca 6% van de totale opwekking aan duurzame energie). Tegelijkertijd zijn beide toepassingen belangrijk voor de uitstoot van fijn stof en andere componenten die schadelijk kunnen zijn voor de volksgezondheid. Dit speelt vooral voor reeds bestaande, particuliere houtkachels en veel minder voor de automatisch gestookte, zakelijke houtgestookte ketels welke goed geregeld zijn.

Omdat een groot deel van de uitstoot van fijn stof en onverbrande koolwaterstoffen wordt gerealiseerd door oude kachels, open haarden en geïmporteerde kachels van inferieure kwaliteit, zal met het verdwijnen van deze slechtere kachels “uit de schappen” na het van kracht worden van de richtlijnen uit de ECODesign Directive meer duurzame energie kan worden opgewekt bij een gelijkblijvende of zelfs lagere uitstoot. Verwacht wordt dat de Duitse *DINplus* eis uit de 1. BImSchV zal gelden als basis voor de nieuwe eisen in de ECODesign Directive. De meeste Nederlandse fabrikanten voldoen nu al aan deze eisen. Om slechte toestellen van de markt te weren, is te overwegen om vooruitlopend op introductie van de eisen uit de ECODesign Directive nu al strengere eisen te stellen, bijvoorbeeld conform de 2^e fase BImSchV.

Vanwege de lange levensduur van de slechte toestellen die nog veel worden gebruikt, zou de Nederlandse overheid in aanvulling op invoering van de ECODesign Directive serieus moeten overwegen om een aantal aanvullende maatregelen te nemen om de milieueffecten van particuliere houtstook zo goed mogelijk te beperken. Het zou een zeer effectieve maatregel zijn om een stimuleringsprogramma in te richten voor versnelde vervanging van slecht ontworpen kachels en open haarden, eventueel aangevuld met een verplichte toepassing van nageschakelde rookgasreiniging bij slechtere kachels die toch in gebruik blijven. Dergelijke regelingen zijn nu al in gebruik in Duitsland en Frankrijk. Daarnaast zouden ook een algemeen verbod op de verkoop van vuurkorven en andere stooktoestellen die niet onder de ECODesign Directive vallen, effectief zijn om het imago van particuliere houtstook te verbeteren.

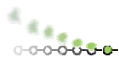
Verder dient er (aangescherpte) handhaving te worden gerealiseerd voor slecht gestookte kachels en open haarden en dient verbeterde bewustwording te worden geschapen bij de consument. Daartoe kunnen verschillende media worden gebruikt, maar ook gebruikersvoorlichting vanuit de dealers is een effectieve manier. De trainingen die al worden aangeboden door verschillende leveranciers van houtkachels zijn een goede stap in deze richting. Ook kan worden gedacht aan ander



voorlichtingsmateriaal zoals een handboek, DVD of meer generieke Postbus 51 spotjes. Door hun regelmatige contacten met gebruikers kunnen ook schoorsteenvegers in de jaren na de aankoop hierbij een belangrijke rol spelen.

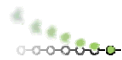
Om te waarborgen dat nieuwe kachels ook goed worden geïnstalleerd, is het van belang dat er sprake is van goede opleidingen en certificering van installateurs en dealers. Vanuit de officiële Nederlandse vertaling van de Renewable Energy Directive wordt dit nu alleen verplicht gesteld voor biomassagestookte ketels, aanbevolen wordt echter dat wordt aangesloten bij de originele Engelstalige versie waarin het ook voor kachels wordt verplicht gesteld. Voor het Nederlandse implementatieplan kan worden aangesloten bij de reeds bestaande opleidingen welke al worden verzorgd door het Sfeerverwarmingsgilde.

In de zakelijke toepassingen is er momenteel een duidelijke groei waarneembaar in toepassingen in de landbouw en utiliteitssector waarbij warmte wordt geproduceerd ter vervanging van aardgas en er sprake is van relatief veel vullasturen, zoals bij kalvermesterijen en overdekte zwembaden. De rentabiliteit van gebouwverwarming blijft in vergelijking tot de ons omringende landen echter beperkt vanwege de lage aardgasprijzen, ondanks het feit dat de biomassaprijzen in Nederland nog relatief laag zijn in vergelijking tot de ons omringende landen. Voor verbreding van de toepassing naar andere marktsegmenten is het wenselijk dat financieel tegemoet wordt gekomen in de onrendabele top bij kleinschalige warmteopwekking. Daarnaast kan opname van biomassaverbranding als maatregel in de NEN7120 een effectief instrument zijn om de opties onder de aandacht te brengen.



6 Referenties

- 1 Handbuch Bioenergy Kleinanlagen, FNR, 2003
- 2 Handbook of Biomass Combustion and Cofiring, J. Koppejan, S. van Loo, 2008
- 3 Einfluss der Betriebsweise auf die Partikelemissionen von Holzöfen, Projektzusatz 1+2 zum Projekt Wirkung von Verbrennungspartikeln, Schlussbericht, Norbert Klippel en Thomas Nussbaumer, Verenum, 2007
- 4 Duurzame energie in Nederland 2008, Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen, 2009
- 5 Kernpublicatie WoON Energie 2006. Ministerie van VROM, 2009
- 6 Houtverbruik bij huishoudens, Segers, R., CBS, Mei 2010
- 7 Mondelinge communicatie met Rianne Dröge, TNO, 13 september 2010
- 8 CBS Statline, Tabel Hernieuwbare energie; capaciteit, binnenlandse productie en verbruik, gepubliceerd op 15 juli 2010
- 9 CBS Statline, Tabel Hernieuwbare energie; vermeden verbruik fossiel primair en vermeden CO₂, gepubliceerd op 15 juli 2010
- 10 www.emissieregistratie.nl
- 11 Mogelijkheden voor toename in het gebruik van houtkachels in Nederland - Samenvatting van drie TNO studies naar trends en de milieueffecten van de toepassing van houtkachels, J. Koppejan, Procede Biomass, Augustus 2007
- 12 Scenarioanalyse Houtkachels 2020, J. Koppejan, Procede Biomass BV, 2009
- 13 Particulate Emissions from Biomass Combustion in IEA Countries - Survey on Measurements and Emission Factors, Thomas Nussbaumer, Claudia Czasch, Norbert Klippel, Linda Johansson, Claes Tullin, IEA Bioenergy Task 32, 2009
- 14 Mondelinge communicatie met Eric Smit, Convenor van TC295 WG5
- 15 Workshop on biomass combustion: particles and aerosols; T. Nussbaumer, J. Koppejan, Salzburg, March 2007.
- 16 Presentatie van Ernst Henriksen, Advanced Plasma Physics in IEA Bioenergy Task 32 workshop over small scale combustion, 20 Oct, 2008
- 17 Helseeffekter og samfunnsøkonomiske kostnader av luftforurensning (Air Pollution – Impacts and Values. Adverse Health Effects and Socio-economic Costs of Air Pollution), Rosendahl 2000
- 18 Pauline Dogle, Lokale puntbronnen en Luchtkwaliteit - Inventarisatie in de Stadsregio Arnhem Nijmegen, Eureka, 2010
- 19 Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV), Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 teil 1 Nr. 4, Bonn, feb 2010
- 20 <http://www.blauer-engel.de>



- 21 Stichting Rendementslabel Haarden en Kachels, 2009
- 22 Österreichisches Umweltzeichen, Richtlinie UZ 37 Holzheizungen, 1 jan 2008, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
- 23 Nordic Ecolabelling of Stoves - Draft for comment, version 3.0, 15 March 2010, Ecolabelling Norway, www.ecolabel.no
- 24 Luftreinhalte Verordnung, Zwitserland
- 25 Qualitätssiegel Holzenergie Schweiz - Holzheizungen im Wohnbereich und Holzheizkessel – Informationsbroschüre, Holzenergie Schweiz
- 26 Presentatie van Eric Smit, Interfocos over de voortgang in Lot15, November 2009
- 27 Proposal on Implementing Measures for direct heating solid fuel small combustion installations (EuP Lot 15), C.E.F.A.C.D, 14 Oct 2009
- 28 Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs (II) [Contract N°TREN/D3/390-2006/Lot15/2007/S07.74922], Lot 15 - Solid fuel small combustion installations. Task 1: Scope and Definition Working document, version 4, April 2009, BIOIS
- 29 Ministerie van VROM, Handboek sfeerverwarming, januari 2000
- 30 Zie www.qualicert-project.eu.
- 31 Jaarverslagen Energie Investerings Aftrek, www.agentschapNL.nl/eia
- 32 Hernieuwbare energie in Nederland 2009, 26 augustus 2010, CBS
- 33 CBS Statline, tabel verdeling houtkachels boven 100 kW per provincie