

Februari 2017

ECN-N--17-006

Mogelijkheden voor emissiereductie bij houtkachels

A.J. Plomp

Inhoud

1	Beschrijving van technische en operationele maatregelen om de emissies van houtkachels te reduceren	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Kachel uitrusten met een katalysator	3
1.3	Kachel uitrusten met elektrostatisch filter	5
1.4	Secundaire verbranding in houtkachels / aanschaf van nieuwe kachels	6
1.5	Tien stooktips uit de toolkit houtstook	7
2	Adviezen	9
	Literatuur	10

Disclaimer

ECN heeft geprobeerd alle relevante technische maatregelen op te nemen die momenteel op de markt zijn, maar mogelijk zijn niet alle nieuwe technieken opgenomen. Ook zijn voornoemde technieken niet uitputtend beschreven met betrekking tot verder onderzoek en technische ontwikkelingen.

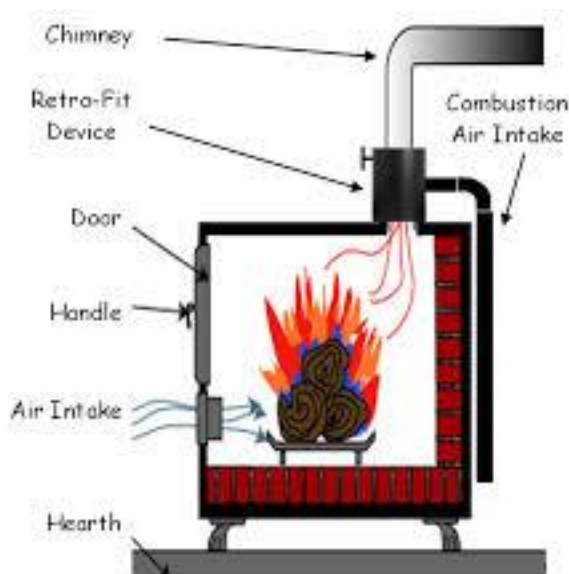
1 Beschrijving van technische en operationele maatregelen om de emissies van houtkachels te reduceren

1.1 Inleiding

Er is in de maatschappij toenemende aandacht voor de (geur)hinder en emissie-effecten van het stoken van houtkachels. In dit document is informatie opgenomen die beleidsmakers inzicht geeft in de mogelijkheden voor het beperken van de emissies van houtkachels. Na drie technische opties volgen stooktips en tenslotte adviezen. De technische opties gaan uitsluitend in op maatregelen die op dit moment beschikbaar zijn op de markt.

1.2 Kachel uitrusten met een katalysator

Een katalysator reduceert de uitstoot van schadelijke stoffen uit houtkachels door naverbranding in de kachel. Door een katalysator worden met name koolwaterstoffen, koolmonoxide en fijne deeltjes, zoals roet en teer, verwijderd. Ook vermindert het gebruik van een katalysator de overlast van geur door houtstook. De katalysator kan bovendien positief bijdragen aan het rendement van de kachel. De mate van deze rendementsverbetering hangt onder andere af van de lengte van de schoorsteen in de te verwarmen ruimte. Er is weinig specifieke informatie beschikbaar, maar de fabrikant van de Chimcat® katalysator claimt een energetische rendementsverbetering van 4% door kachels met een katalysator uit te rusten.



Figuur 1: Schematische weergave van een nageplaatste (retrofit) katalysator in de schoorsteen van een kachel

Technische specificaties

Net als bij uitlaatkatalysatoren van benzineauto's moet een katalysator op de juiste bedrijfstemperatuur komen ($>250^{\circ}\text{C}$), maar mag ook weer niet oververhit raken ($>800^{\circ}\text{C}$). Een optimale bedrijfstemperatuur ligt rond de 350°C (Ecolink Solutions, 2016).

Veel katalysatoren zijn gebaseerd op edelmetalen, met name palladium en/of platina, zoals de commercieel beschikbare moreCat[®], Firecat[®] en Chimcat[®] (DBFZ, 2011a; DBFZ, 2015); sommige katalysatoren kunnen nageplaatst worden bij bestaande kachels. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de moreCat[®] en ABCAT (Kulekat, 2016; Ecolink Solutions, 2016). Deze toepassingsmogelijkheid hangt sterk samen met de diameter en de bereikbaarheid van de schoorsteen. Daarnaast moet er voldoende trek in de schoorsteen worden gegarandeerd. In Nederland zijn er leveranciers van dergelijke katalysatoren. Meerdere leden van het Sfeerverwarmingsgilde (<https://sfeerverwarmingsgilde.nl/>) kunnen een katalysator leveren: meestal een ABCAT of moreCAT[®]. Distributie van ABCAT in Nederland is in handen van HAVE Verwarming BV in Lunteren (Ecolink Solutions, 2016).

Er worden ook alternatieve materialen ontwikkeld, die als katalysator (zonder edelmetaal) of zelfreinigend filter (bijvoorbeeld keramische filters) werken (DBFZ, 2011a; Interfocos, 2016; ETE, 2016). Deze zijn relatief beperkt commercieel beschikbaar. Voorbeelden zijn de NEKO katalysator (ETE, 2016) en het keramisch filter ECOplusKat van de firma Hark in Duitsland. Het is niet zeker of deze filters ook in bestaande kachels kunnen worden gebouwd. Wel kunnen deze filters in nieuwe kachels worden geplaatst.

Daarnaast zijn er nog diverse andere ontwikkelingen gaande, zoals katalysatoren met externe verhitte en katalysatoren die met een filter worden gecombineerd. Deze technologieën bevinden zich nog in de onderzoeksfase (DBFZ, 2011a).

Aanschaf, installatie en onderhoud

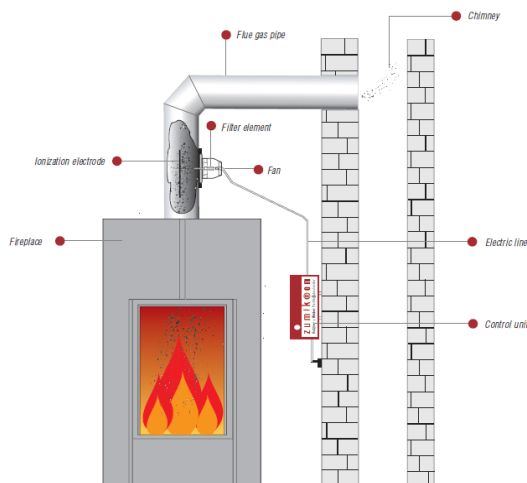
De aanschafkosten voor katalysatoren die als los systeem in een kachel kunnen worden geplaatst, beginnen vanaf € 300 en lopen op tot circa € 750. Montage is meestal vrij eenvoudig en een monteur kan dit binnen kort tijdsbestek uitvoeren. De montage kan ook door de kachel-eigenaar zelf worden uitgevoerd (Alba Heating, 2016; DBFZ, 2011b; Ecolink Solutions, 2010).

Onderhoud van de katalysator is vrij beperkt. Het filter moet af en toe worden schoongemaakt vanwege minerale (niet-brandbare) verontreinigingen. Als richtlijn geldt dat dit gelijktijdig gedaan kan worden met het schoonmaken van de aslade. Dit kan door de kacheleigenaar zelf uitgevoerd worden (Alba Heating, 2016; Ecolink Solutions, 2016). Bij correct gebruik kan de katalysator ongeveer 5 tot 10 jaar meegaan (informatie van US EPA; Ecolink Solutions, 2016). Bij incorrect gebruik kunnen katalysatoren binnen enkele maanden degenereren (EC, 2009). Recente metingen bevestigen dat commerciële katalysatoren zowel koolmonoxide-, koolwaterstoffen- als stofemissies met meer dan 50% reduceren (DBFZ, 2015).

In de Verenigde Staten wordt het gebruik van kachels met een katalysator sterk gepromoot en zijn kachels, die zijn uitgerust met een dergelijke katalysator, gecertificeerd beschikbaar (US EPA, 2016).

1.3 Kachel uitrusten met elektrostatisch filter

Met een elektrostatisch filter (veelal afgekort als ESP) kunnen vaste deeltjes, dat wil zeggen roet, organisch - en mineraal fijnstof, uit houtrook worden afgescheiden door deze een elektrostatische lading te geven voordat de rook de schoorsteen verlaat.



Figuur 2: Schematische weergave van de werking van elektrostatisch filter van Zumik®on, Kutzner + Weber

Technische specificaties

In het hart van een stalen schoorsteenpijp wordt een elektrode geplaatst. Rondom de elektrode ontstaat een sterk elektrisch geladen veld. Het fijnstof dat in dit veld terecht komt wordt negatief geladen en beweegt zich naar de positief geladen metalen kachelpijp of naar een speciale collector. De lading wordt daar afgegeven en het fijnstof blijft achter op de wand van de kachelpijp of in een aparte kamer met een collector voor het fijnstof.

Elektrostatische filters voor kachels zijn als losse module beschikbaar en kunnen bovenop de schoorsteen worden geplaatst of in een goed bereikbaar deel van de schoorsteen. Het verwijderingsrendement van het fijnstof is vrij hoog: er worden verwijderingsrendementen van het fijnstof in de praktijk gerapporteerd van circa 60% (Ecolink Solutions, 2010) tot circa 90% (EC, 2009). Geurcomponenten en onverbrande koolwaterstoffen worden echter niet of nauwelijks verwijderd.

Enkele merken zijn de Airbox van Spartherm, OekoTube verhandeld door OekoSolve AG en Zumik®on aangeboden door Kutzner + Weber (DBFZ, 2011a; DBFZ, 2011b). Ten gevolge van wetgeving, met name 1. BImSchV in Duitsland, wordt deze techniek vooral onderzocht en toegepast in Duitsland, Zwitserland en Oostenrijk.

Aanschaf, installatie en onderhoud

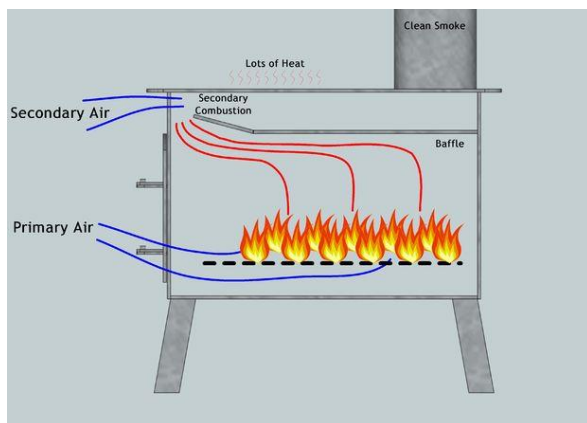
De aanschafkosten voor een elektrostatisch filter zijn circa € 1.200-1.500 (DBFZ, 2011b; EC, 2009; Ecolink Solutions, 2010). De installatiekosten zijn niet bekend. Wel wordt geadviseerd om de installatie door een installateur uit te laten voeren en dus niet als doe-het-zelf-klus uit te voeren.

Een nadeel van dit systeem is dat het elektriciteit nodig heeft en dat een elektriciteitskabel eventueel aangelegd moet worden naar het filter. Ook behoeft het systeem onderhoud doordat het verzamelde fijnstof met enige regelmaat verwijderd moet worden en moet bij het vegen van de schoorsteen het filter uit de schoorsteen verwijderd worden.

Informatie over de levensduur van elektrostatische filters voor houtkachels is niet gevonden, wellicht omdat deze techniek erg nieuw is. Daarnaast blijkt dat elektrostatische filters in de praktijk nog weleens storingen geven, aan aanzienlijke slijtage onderhevig zijn of sterk vervuild raken. Dit beïnvloedt de functionering van het filter negatief (DBFZ, 2011b). Daarom is het raadzaam om de verdere ontwikkeling van deze techniek af te wachten alvorens deze toe te passen in de markt.

1.4 Secundaire verbranding in houtkachels / aanschaf van nieuwe kachels

Het is mogelijk om kachels te ontwerpen met een naverbrandingsruimte, de zogeheten secundaire verbranding. In deze naverbrandingsruimte worden deeltjes, die vrijkomen ten gevolge van onvolledige verbranding, alsnog verbrand. Het gaat hier met name om koolwaterstoffen, koolmonoxide, roet en teer. Het thermisch rendement van de kachel verbetert eveneens, zodat er efficiënter met de brandstof wordt omgegaan (EC, 2009; Ecolink Solutions, 2010).



Figuur 3: Schematische weergave van een secundaire verbrandingszone in een kachel

Technische specificaties

Secundaire verbranding wordt veelal gerealiseerd door bij het ontwerp van de kachel rekening te houden met deze functionaliteit. Middels schotten ('baffles') wordt een zone gecreëerd die gescheiden is van de primaire verbrandingsruimte. Door hier verse (veelal voorverwarmde) lucht in te laten stromen, ontstaan er goede omstandigheden om de secundaire verbranding effectief te laten plaatsvinden (EC, 2009; Ecolink Solutions, 2010).

Diverse kachels, die zijn gecertificeerd voor de kachelmarkt in de Verenigde Staten, zijn uitgerust met een dergelijk systeem (US EPA, 2016). Ook in Europa zijn veel kachels te koop die gebruik maken van secundaire verbranding.

Er is vrijwel niets bekend over bestaande kachels die worden uitgerust met een constructie om secundaire verbrandingslucht in de kachel te introduceren. In Noorwegen en Denemarken is hier wel onderzoek naar gedaan (Schleicher et al, 2011). In Noorwegen is daarbij gebruik gemaakt van een zelfontworpen naverbrander van Ecoxy (in het Noors: 'etterbrenner'). Het Deense onderzoek rapporteert reductie van koolmonoxide en vluchtige organische stoffen, maar geen reductie van fijnstof. Al met al blijken de emissieresultaten van nieuwe kachels met secundaire verbranding aanzienlijk beter te zijn dan die van een bestaande kachel met naverbrander. Ook praktisch bleek de naverbrander in slechts enkele kacheltypes goed en eenvoudig in te bouwen. Bij diverse andere kachels was de inbouw erg complex of geheel niet mogelijk (Schleicher et al, 2011).

Op dit moment zijn er houtkachels te koop die veel schoner en met een beter rendement verbranden dan oudere kachels. In plaats van het aanbrengen van wijzigingen in de kachel zelf, is het raadzaam om bestaande kachels of open haarden te vervangen door nieuwe kachels of inzethaarden.

Aanschaf, installatie en onderhoud

Bij aanschaf van nieuwe kachels kan worden gevraagd of beschikbare kachels al voldoen aan de normen van de Ecodesign die per januari 2022 in werking treedt voor kachels. De Ecodesign stelt vrij scherpe normen ten aanzien van emissies en efficiëntie. Als leveranciers en verkopers omtrent hun producten (nog) niet kunnen zeggen of ze al voldoen aan de Ecodesign-normen, is het een goede mogelijkheid om te vragen naar producten die DINplus zijn gecertificeerd. De prijs van moderne, gekeurde houtkachels varieert sterk en is afhankelijk van fabrikant, model, vermogen etcetera. Dergelijke kachels kosten veelal € 2.000-3.000 bij een haardenspecialzaak.

Aanschaf van goedkope, ongekeurde kachels (bijvoorbeeld van de bouwmarkt) wordt ontraden, want het energetisch rendement en de uitstoot van schadelijke stoffen zijn bij dit type kachels ongunstig.

1.5 Tien stooktips uit de toolkit houtstook

Infomil heeft een Toolkit Houtstook beschikbaar gesteld (MinlenM, 2014). Hierin staan tien stooktips opgenomen. Hieronder is een samenvatting van deze tips gegeven:

1. Zorg voor de juiste grootte van uw kachel in verhouding tot de ruimte die u wilt verwarmen. Op internet zijn verschillende sites met een rekentool of een grafiek waarmee u de benodigde capaciteit kunt berekenen. In de praktijk is het beter om hiervoor het advies van een specialist te vragen, zoals bij een haardenspecialzaak. Kijk hiervoor bijvoorbeeld op de ledenlijst van de website van het Sfeerverwarmingsgilde (<https://sfeerverwarmingsgilde.nl/>).
2. Laat uw schoorsteen en rookkanaal goed afstemmen op uw haard of kachel door een installateur. Denk hierbij aan isolatie van het rookkanaal, vrije uitstroom van het rookgas, regenkap op de schoorsteen et cetera. Ook hiervoor geldt dat dit het beste bij een haardenspecialzaak kan worden gevraagd.

Overigens is het Bouwbesluit van toepassing bij (nieuwbouw) van haarden of kachels: voor schoorstenen is in het bijzonder NEN 2757 van toepassing. Dit besluit is vrij ingewikkeld. Voor de meeste situaties geldt dat de hoogte van de nok bepalend is voor de hoogte van de schoorsteen en dat de schoorsteen enige afstand boven de nok uit moet steken. De

- gemeente zorgt ervoor dat de Bouwregelgeving goed wordt uitgevoerd en nageleefd. Bij een nieuw te bouwen schoorsteen kunt u het beste de regels toetsen bij uw gemeente.
3. Laat minstens één keer paar jaar uw schoorsteen vegen door een erkend vakman. Hiervoor kan ook advies worden gevraagd bij een haardenspecialist. In het algemeen wordt geadviseerd, onder andere door de brandweer, om een schoorsteenveegbedrijf in de arm te nemen dat is aangesloten bij de Algemene Schoorsteenvegers Patroons Bond (ASPB).
 4. Maak een houtvuur aan met aanmaakblokjes en kleine houtjes en gebruik de Zwitserse methode: dik hout onderop en de aanmaakblokjes en kleine houtjes bovenop en van bovenaf aansteken. Hierdoor ontstaat minder rook. Er is een filmpje over deze methode op internet beschikbaar: https://www.youtube.com/watch?v=KnLUiFD_yp8 (laatst bezocht in Maart 2017)
 5. Stook alleen droog, onbehandeld hout. Hout moet al gauw 2 jaar drogen. Droog hout heeft scheuren en de schors laat los. Stook geen nat hout en zeker geen afval, zoals geïmpregneerd of geverfd hout.
 6. Stook niet bij windstil of mistig weer. De rook blijft dan in de buurt hangen, wat leidt tot overlast van geur en luchtverontreinigende stoffen. U kunt hiervoor de mobiele website www.stookwijzer.nu checken.
 7. Zorg voor voldoende frisse lucht in de ruimte waar gestookt wordt.
 8. Zorg voor volledige luchttoevoer: het is beter minder hout te stoken dan de luchttoevoer van de kachel te verminderen.
 9. Controleer regelmatig of u goed stookt. Rook hoort kleurloos te zijn: gekleurde rook (grijs, zwart, blauw) wijst op onvolledige verbranding. De vlam in de kachel moet heldergeel zijn en niet flakkeren. Oranje, onregelmatige vlammen duiden op onvolledige verbranding.
 10. Laat een houtvuur vanzelf uitbranden en temper niet door de luchttoevoer te verminderen.

Het meest recente onderzoek omtrent houtstook bij particulieren is het WoON-onderzoek van het CBS in 2012 (CBS, 2012). Uit deze inventarisatie blijkt dat er nog zeer veel open haarden aanwezig zijn. Open haarden kennen relatief hoge emissies en een slecht energetisch rendement. Ook de leeftijd van kachels en haarden varieert sterk, maar ten tijde van het onderzoek bleek dat circa 35% van de kachels en haarden een leeftijd heeft van 15 jaar of ouder of zelfs een onbekende leeftijd. Ook een studie van ECN uit 2012 (Kroon & De Wilde, 2012) laat zien dat verouderde kachels en haarden ongunstige emissieprofielen hebben en een matig tot slecht energetisch rendement. Deze studie adviseert dan ook om verouderde kachels en haarden te vervangen door nieuwe, gekeurde en bij voorkeur vrijstaande kachels.

2 Adviezen

- Het advies is om vervanging te overwegen van open haarden, ongekeurde kachels of verouderde kachels (vuistregel: aanschafperiode van voor 1995 tot 2000). Kachels met alleen een CE-keurmerk voldoen zeker niet altijd aan strenge keuringseisen.
- Bij aanschaf van een nieuwe kachel is het advies om installaties te kopen die voldoen aan de Ecodesign-normen, die per 1 januari 2022 in werking treden. Als alternatief zouden ook DINplus-normen gehanteerd kunnen worden. Ook heeft het de voorkeur om een kachel met een reeds ingebouwde katalysator te kopen.
- Schaf bij voorkeur ook een vrijstaande kachel aan, want deze hebben het hoogste energetische rendement; vaak hoger dan een inbouwkachel. Informeer ook goed naar het benodigde vermogen van de kachel in verhouding tot de te verwarmen ruimte. Een kachel met een te groot vermogen resulteert in verspilling van brandstof of in niet-optimale verbranding.
- Gezien de huidige staat van de techniek, zal het inbouwen van een katalysator bij een bestaande kachel helpen om emissies te reduceren. Praktijkervaring met ingebouwde katalysatoren is niet overvloedig aanwezig, maar meerdere onderzoeken bewijzen de werkzaamheid van de katalysator. Laat u wel vooraf adviseren en zorg ervoor dat de katalysator op de correcte locatie wordt aangebracht, zodat de temperatuur niet te hoog of te laag is om de werking te garanderen.
- De ervaring met elektrostatische filters zijn op dit moment erg wisselend. Geadviseerd wordt om de verdere ontwikkeling van deze techniek af te wachten alvorens deze toe te passen in de markt.
- Stook op de juiste brandstof en juiste manier, zorg voor een goed rookkanaal en stook alleen op dagen dat het kan. Raadpleeg voor het laatste de website 'Stookwijzer'.

Literatuur

- Alba Heating (2016): *De katalysator voor houtgestookte kachels en ketels*. <http://www.alba-heating.eu/katalysator-nl.html> (laatst bezocht December 2016).
- CBS (2012): *Houtverbruik huishoudens WoON-onderzoek 2012*. Webartikel van Reinoud Segers, beschikbaar via www.cbs.nl
- DBFZ (2011a): *Katalytisch ondersteunde Minderung von Emissionen aus Biomasse-Kleinf Feuerungsanlagen*. I. Hartmann et al. Report 6, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, 29 Juni 2011.
- DBFZ (2011b): *DBFZ Report 8 – Kompakt – Artikel 3, Abscheider für biogene Kleinf Feuerungsanlagen*. T. Ulbricht & V. Lenz. Report 8, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, December 2011.
- DBFZ (2015): *Nachrüstlösung zum katalytischen Abbau von gasförmigen organischen Emissionen aus Kaminöfen. Abschlussbericht (DBU-Förderprojekt AZ 31032)*. M. Mattes & I. Hartmann. Report 25, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, 8 Juli 2015.
- DBFZ (2016): *Neuartiger emissionsarmer Kaminofen (DBU-NEKO)*. R. Bindig et al. Report 27, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, 28 Juni 2016.
- EC (2009): *Lot 15 Solid fuel small combustion installations. Task 6: Technical analysis of BATs. Preparatory Studies for Eco-design Requirements of EuPs (II)*. Prepared by Bio Intelligence Service for the European Commission, Final version December 2009.
- Ecolink Solutions (2010): *Overzicht van maatregelen en van technische voorzieningen die de uitstoot van schadelijke stoffen door houtgestookte kachels en ketels kunnen verminderen*. Rapport van Ecolink Solutions door Nic en Michiel Franssens voor Meldpunt Gezondheid & Milieu en het Platform Stookhinder, November 2010.
- Ecolink Solutions (2016): *ABCat houtrookfilter*. <http://www.ecolink-nl.com/Nederlands/ABCAT.html> (laatst bezocht December 2016).
- ETE (2016): *NEKO catalyst, a novel catalyst based on metal oxide and no noble metals*. ETE is the first spin-off from DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH. <http://www.ete-ing.de/en/node/85> (laatst bezocht December 2016).
- Interfocos (2016): *Barbas, keramisch fijnstoffilter op basis van (gekatalyseerde) verbranding*. <http://www.interfocos.com/nl/haarden/energa> (laatst bezocht December 2016).

Kroon, P.; H.P.J. de Wilde (2012): *Emissies van houtstook door huishoudens*. ECN-E--12-011

Kulekat (2016): *Wood burners, past and present*.

<http://www.kulekat.com/woodburners/woodburneroverview.html/4#axzz4RxoJO2bC>
(laatst bezocht December 2016).

MinlenM (2014): *Houtstook door particulieren, hoe voorkom je overlast?* - De Toolkit Houtstook is opgesteld door Carla Anzion (Anzion Advies, milieu & management) en Ewout Dönszelmann (ConCEPD) in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Mei 2014. Beschikbaar via Infomil: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/luchtkwaliteit/menu-nieuws-faq/nieuws/toolkit-houtstook/> (laatst bezocht November 2016).

Schleicher, O.; K. Fuglsang; P. Wåhlin; H. Rørdam Olesen; J. Klenø Nøjgaard; M. Bjerrum (2011): *Test of technologies for flue gas cleaning and combustion improvement for existing residential wood burning appliances*. FORCE Technology; Aarhus University; Danish Environmental Protection Agency. Environmental Project No. 1393 2011.

US EPA (2016): *United States Environmental Protection Agency (USEPA) Certified Wood Heaters List (Heaters certified as meeting the 2015 Standards of Performance for New Residential Wood Heaters, New Residential Hydronic Heaters and Forced-Air Furnaces, Subpart AAA) November 2016*. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2013-08/documents/certifiedwood.pdf> (laatst bezocht November 2016).