

****VRIJGEGEVEN VOOR PUBLICATIE****



Rapportage in opdracht van
Provincie Utrecht / LTO Noord (LaMi)

*Rapportage van een rookgasmeting uitgevoerd op 19 januari 2011 aan
een 102 kW Hargassner houtchipketel op het bedrijf Landrust te
Werkhoven*

Nic Franssens en Michiel Franssens
Ecolink Solutions CV
www.ecolinksolutions.com

Wijk bij Duurstede

20 januari 2011

INHOUDSOPGAVE

1. Inleiding	3
2. De stookinstallatie en de afvoer van de houtrook	3
3. De brandstof	3
4. Het verbrandingsproces	4
4.1. De restproducten van de verbranding van hout	4
5. De rookgasmeting	6
5.1. De bevindingen en de resultaten	7
6. Overwegingen om de verbranding en het rendement nog verder te verbeteren en de milieubelasting en de eventueel geuroverlast nog verder te verminderen	9
7. Bijlagen	11
7.1. Berekening schoorsteentrek	11
7.2. Relevante paragrafen uit EG-richtlijnen en staatsbladen	11

1. Inleiding

Op 19 januari 2011 is in opdracht van Provincie Utrecht / LTO Noord (LaMi) door de firma Ecolink Solutions CV uit Wijk bij Duurstede een bezoek gebracht aan het bedrijf Landrust te Werkhoven. Tijdens het bezoek zijn metingen uitgevoerd aan het rookgas welke vrijkomt bij de verbranding van houtchips in een 102 kW houtchipketel van het fabricaat Hargassner. De aanleiding voor het uitvoeren van de metingen was de behoefte van Provincie Utrecht / LTO Noord (LaMi) en van Landrust om een indicatie te krijgen van de kwaliteit van de verbranding in de ketel en de emissie welke daarbij vrijkomt. Er zijn sinds de in gebruik name van de stookinstallatie geen klachten over stookhinder of geuroverlast bij Landrust gemeld.

In het navolgende verslag worden de bevindingen en de resultaten van de metingen beschreven en suggesties gedaan voor aanpassingen om het brandstofverbruik en de uitstoot desgewenst verder te verminderen en het thermisch rendement van de ketel nog verder te verhogen.

2. De stookinstallatie en de afvoer van de houtrook

De stookinstallatie betreft een houtchipketel van Oostenrijks fabricaat Hargassner, type WTH 110 met een opgegeven thermisch vermogensbereik van 30 tot 102 kW. De ketel en de aanvoer van brandstof vanuit de bunker worden volledig automatisch geregeld (zie foto 1). Het bedrijf van de ketel wordt thermosstatisch en de hoeveelheid zuurstof voor de verbranding wordt Lambda-gestuurd geregeld. De luchtvermaat (Lambda) wordt daarbij automatisch op een ideale waarde van factor 2 gehouden.



Foto 1: de Hargassner ketel met de voeding uit de bunker rechts

De houtrook wordt achter in de ketel afgevoerd naar een dubbelwandige RVS schoorsteen met een inwendige doorsnede van 200 mm. De schoorsteen is circa 6 meter hoog, en steekt circa 100 cm boven de goot van de aangrenzende opstal. De monding is voorzien van een trekkap. Er is sprake van een vrije afvoer van het rookgas en in de directe omgeving staat geen hoge bebouwing of bomen die de afvoer kunnen hinderen.

3. De brandstof

De aangetroffen partij houtchips hebben een gemeten vochtgehalte van circa 30 %. De houtchips bevatten relatief veel kleine fractie en weinig bast. De chips zijn overwegend afkomstig van het rooien van essenhakhout. Luchtdroog essenhout (15% vocht) heeft een verbrandingswaarde van circa 10.000 MJ/m³ (16.000 MJ/ton, 4.450 kWh/ton) en een volumieke massa van circa 650 kg/m³ (1,5 m³/ton). De asrest van essenhout is relatief laag en bedraagt circa 0,5 gew.%.

4. Het verbrandingsproces

De verbranding van hout verloopt in verschillende stappen. De volgende processen vinden daarbij plaats:

Stap	Proces
1	Verwarming van het hout onder invloed van stralingswarmte van de vlammen, de gloeiende kool en de wanden van de verbrandingsruimte.
2	Droging door verdamping en afvoer van water uit het hout bij temperaturen vanaf circa 100 °C.
3	Pyrolytische omzetting (zuurstofloze omzetting van koolwaterstoffen) van de watervrije brandstof bij temperaturen vanaf circa 150 °C.
4	Vergassing van de watervrije brandstof met zuurstof tot brandbare gassen (koolmonoxide, koolwaterstoffen en vaste koolstof) bij temperaturen vanaf circa 250 °C.
5	Verbranding van de vaste koolstof met koolstofdioxide, waterdamp en zuurstof tot koolmonoxide bij temperaturen vanaf circa 500 °C.
6	Oxidatie (verbranding) van de brandbare gassen met zuurstof tot koolstofdioxide en water bij temperaturen vanaf circa 700 °C tot circa 1.400 °C (realistisch) tot circa 2.000 °C (theoretisch).
7	Warmteafgifte door de vlammen aan de omringende wanden van de verbrandingsruimte en aan de aangevoerde brandstof.

De producten van een volledige verbranding van brandstoffen die uit koolstof, waterstof en zuurstof zijn samengesteld zijn kooldioxide en waterdamp. Deze leveren geen ecologische problemen, althans voor zover het geen fossiele brandstof betreft.

Wanneer stap 3 en 4 onvolledig verlopen ontstaan onvolledig verbrande verbindingen zoals koolmonoxide, koolwaterstoffen (C_xH_y, teer) en roet (het brandbare deel van de fijnstof/vliegas). Deze verbindingen verlaten dan onverbrand de schoorsteen en veroorzaken stankoverlast en/of kunnen zeer schadelijk zijn voor mens en milieu. Bij een juist ontwerp en bediening van de kachel/ketel of ketel worden deze verbindingen in processtap 6 geoxideerd (verbrand).

4.1. De restproducten van de verbranding van hout

Naast koolstof, waterstof en zuurstof bevat hout ook stikstof (0,1 tot 0,2 %), kalium (beuken bijvoorbeeld circa 0,2%), zwavel (0,015%), chloor (0,005%) en sporenelementen. De meeste sporenelementen zijn metalen: arseen, cadmium, chroom, koper, kwik, lood en zink. Deze elementen zijn door de gewassen uit de bodem (grond- en grondwater) opgenomen en opgeslagen. De meeste van de zogeheten anorganische verbindingen, zoals kalium en metalen, verbranden of vervluchtigen niet en zijn terug te vinden in de vliegas en in de bodemas in de aslade.

Bij de verbranding van hout komen restproducten vrij. De uitstoot van deze restproducten uit schoorstenen kan aanleiding geven tot gezondheidsklachten, milieuschade, overlast en hinder.

Houtrook bestaat voor 70 - 80 volume-% uit stikstof. Daarna komt 10 tot 20 % ongebruikte zuurstof, voorts enkele procenten kooldioxide, waterdamp (uit het niet 100% droge hout en als verbrandingsproduct), onverbrande gassen, teerdruppeltjes, as, zwaveldioxide, stikstofoxide, enz.

Het rookgas (de houtrook) van een houtgestookte kachel/ketel of ketel is ondermeer samengesteld uit:

- Vliegias bestaande uit niet brandbare, inerte, stofdeeltjes.
- Zware metalen waaronder koper, lood, zink en cadmium.
- Zwavel, chloor en kaliumverbindingen (SO₂, HCl, KCl).
- Dioxines en furanen.
- Stikstofverbindingen (NO, NO₂, HCN, NH₃, N₂O).
- Koolwaterstofverbindingen: alifaten, cyclische (vooral benzeen) en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), formaldehyden, alcoholen, ketonen, esters en anderen.
- Koolstof en roet.
- Zuurstof, kooldioxide, koolmonoxide en water.

De kleur van de rook die uit de schoorsteen komt vormt een indicatie voor de kwaliteit van verbranding in de kachel/ketel. Donkerblauwe en geelbruine rook duidt op onvolledige verbranding. Deze rook bevat veel teerdeeltjes en as. De pijp roet dicht. Een grote productie aan lichtgrijze rook kan op het zelfde euvel duiden, maar nu bevat de rook veel waterdamp (stoom). Witte of lichtgrijze rook die vooral op koude dagen snel in de atmosfeer oplost, duidt op veel waterdamp, maar tevens op een nagenoeg volledige verbranding. Meestal zal een deskundig gestookte houtkachel/ketel een iets lichtgrijs gekleurde rookpluim produceren welke snel oplost in de atmosfeer. Echter, ook al is de kachel/ketel van uitstekende kwaliteit, wordt droog en schoon hout gebruikt en wordt de kachel/ketel goed gestookt, de rook zal altijd onverbrande deeltjes bevatten en geuren.

Onder geurcomponenten in houtrook worden die verbindingen verstaan die met het reukorgaan duidelijk kunnen worden waargenomen, die herkend en herleid worden als typische geurcomponenten van houtrook en die als irriterend en hinderlijk kunnen worden beleefd. Het betreft verbindingen met een hoge hedonische waarde of te wel een prominente geurbeleving.

De verbindingen in houtrook die intensief kunnen geuren zijn uit de onderstaande groepen. Binnen deze groepen zijn circa 500 afzonderlijke verbindingen te onderscheiden.

- meerdere koolwaterstofverbindingen met name polycyclische;
- aldehyden (alkanalen). Bijvoorbeeld asceetaldehyde (ethanal), propionaldehyde (propanal), formaldehyde en andere;
- organische zuren waaronder mierenzuur, azijnzuur, propionzuur (propaanzuur) en andere;
- gecondenseerde aromaten;
- styreen (ethenylbenzeen);
- fenol (hydroxybenzeen);
- overige verbindingen: guaiacol, ethylguaiacol, furfurylalcohol.

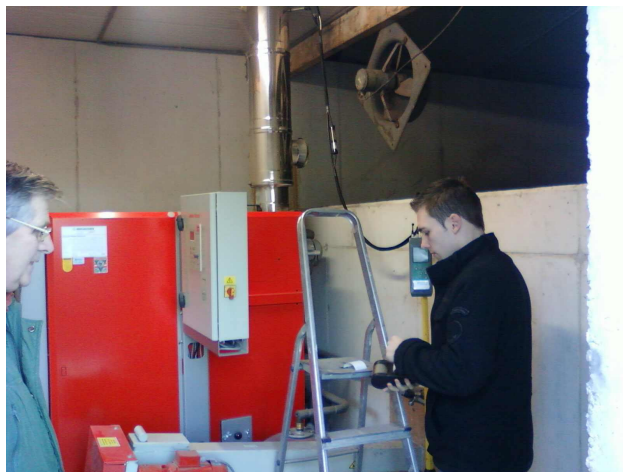
Zowel fijnstof als vele verbindingen in de houtrook zijn potentieel schadelijk voor gezondheid en milieu. Geurcomponenten hoeven niet direct schadelijk te zijn maar kunnen wel aanleiding geven

tot klachten betreffende stankoverlast. Houtrook die qua geur als bijzonder onaangenaam wordt ervaren kan een indicator zijn voor een slechte verbranding en voor de aanwezigheid van vele andere schadelijke verbindingen in de houtrook. Dat hoeft echter niet samen te gaan. Een nagenoeg volledige verbranding van enkele inheemse houtsoorten zoals esdoorn en populier en van tropische herkomst kan een zeer sterke rookgeur opleveren. Omdat deze geur voor ons onbekend of exotisch is wordt deze al snel als onaangenaam gekwalificeerd, terwijl er geen sprake hoeft te zijn van een schadelijke rook. Klachten betreffen veelal de stank van houtrook en de psychologische associatie met schadelijkheid. De uitstoot van fijnstof zal, voor zover deze niet als sterk gekleurde rook of als stank wordt waargenomen, daarentegen weinig aanleiding geven voor mensen om te klagen terwijl fijnstof (PM10) bij langdurige en intensieve blootstelling een belasting kan vormen voor de longen van mens en dier.

5. De rookgasmeting

De meting heeft plaatsgevonden op 19 januari door de heren N. en M. Franssens, van de firma Ecolink Solutions CV. Tijdens de meting was het onbewolkt weer, niet mistig en de windsnelheid bedroeg minder dan 2 m/s. De buitentemperatuur was circa 5°C. De temperatuur in het ketelhuis bedroeg circa 8°C.

Ten behoeve van het plaatsen van de meetsensoren is een gat geboord door de schoorsteenwand



op een afstand van circa 150 cm gerekend vanaf de monding van de ketel (zie foto 2). In dat gebied mag worden verwacht dat de stroming van het gas, in het hart van de schoorsteen, nagenoeg laminair en niet turbulent is. De meetsensor is in de kernstroom in de schoorsteenpijp geplaatst. De metingen zijn uitgevoerd met een rookgas analyseapparaat welke werd ingesteld op een rookgasanalyse van een houtverbranding. Geanalyseerd zijn de rookgasparameters: temperatuur in °C, zuurstof en koolstofdioxide in vol%, en koolstofmonoxide in ppm bij 13% O₂. Daarnaast zijn de fysieke parameters

onderdruk (trek), de luchtvermaat (Lambda) en het afgasverlies of te wel thermisch rendement van de verbranding bepaalt.

Foto 2: Positie meetsonde midden-boven

5.1. De bevindingen en de resultaten

1. Het vochtgehalte van de houtchips die tijdens de meting werd gebruikt bedroeg circa 30%. Goed gedroogde houtchips hebben een vochtgehalte tussen de 15 en 20%. Dit vocht bestaat voornamelijk uit cel- en chemisch gebonden vocht. Te vochtige houtchips kunnen gaan broeien in een bunker. De warmte die daarbij vrijkomt, komt weliswaar ten goede aan het droogproces maar veroorzaakt ook een ongewenste vorming van sporen en een microbiologische afbraak van het hout. Door afbraak ontstaat veel fijn materiaal met een lage verbrandingswaarde. In de lucht vrijkomende sporen kunnen zogenaamde “boerenlongen” veroorzaken. Bij te droge houtchips met 10% vocht of minder wordt het risico op stofexplosies groter. Houtchips met circa 15% vocht kunnen onbeperkt en zeer langdurig worden opgeslagen. Er vindt dan geen broei, vorming van sporen en/of microbiologische afbraak meer plaats.
2. Voor een goede gelijkmatige ontgassing, vergassing en verbranding van het houtgas is het van belang dat de fractiegrootte verdeling gunstig en constant is. Het vochtgehalte was niet lager dan 15%. Dat is voor de verbranding van belang omdat het hout anders te snel vergast en het houtgas onvoldoende tijd krijgt om te verbranden. Onvolledige verbrand houtgas leidt tot teervorming, teer- en creosootafzetting, milieubelasting, gezondheidsbelasting en geurbelasting.
3. De minimale natuurlijke trek die gemeten is bedraagt 21 Pascal (0,21 mbar). De maximale gemeten geforceerde trek is 32 Pascal (0,32 mbar). De minimale vereiste trek om tot een goede uitbrand te komen is circa 10 Pa. De afvoer van het rookgas uit de onderhavige ketel verloopt probleemloos.
4. Het rest zuurstofgehalte in de houtrook is tijdens bedrijf van de brander bij een rookgastemperatuur van circa 200 °C, circa 10,5 %. De factor voor de luchtvermaat (Lambda) is in die fase 2. De luchtvermaat in een houtketel moet tussen factor 2 en 2,5 bedragen. Dan wordt minimaal twee maal zoveel zuurstof aangevoerd dan er voor de verbranding benodigd is. Bij een Lambda gestuurde ketel wordt het zuurstofgehalte in het rookgas continue gemeten en de toevoer van verbrandingslucht automatisch geregeld op een Lambda van 2 – 2,5. Deze regeling houdt ook rekening met de kwaliteit van de houtchips. De hoogste gemeten Lambda factor bedroeg 2,53 bij een rookgastemperatuur van 184 °C. In deze situatie verdwijnt er erg weinig warmte via het rookgas door de schoorsteen en zijn de emissies laag.



5. Het CO₂-gehalte is bij vol-bedrijf (zie foto 3) en een rookgastemperatuur van 200 ° met circa 10% voldoende hoog. In die fase is het CO-gehalte ook laag wat duidt op een nagenoeg volledige verbranding van koolstofhoudende

verbindingen in het houtgas.

Foto 3: vol bedrijf met felle wit/gele vlam

6. De gunstigste waarde voor het rookgasverlies (q_A) die gemeten is bedraagt circa 13 %. Dat betekent dat het thermisch rendement van de verbranding op dat meetmoment circa 87% bedraagt. Een goede, moderne, Lambda en/of CO gestuurde ketel heeft een thermisch rendement van 85- 90%. Hargassner specificeert een haalbaar rendement van zelfs 93%. Gelet het feit dat de houtchips met circa 30% relatief vochtig zijn is het gemeten rendement van circa 87% hoog te noemen.
7. De temperatuur van het rookgas op circa 1,5 meter vanaf de monding van de ketel bedroeg maximaal 200 °C. Onder die condities zullen er geen condensatieverschijnselen optreden in het rookgaskanaal van waterdamp en/of condenseerbare koolwaterstofverbindingen die tot teer en creosotafzetting kunnen leiden. De rookgassnelheid is niet gemeten omdat er van uitgegaan mag worden dat de fabrikant het debiet van de inblaasventilator, het afgasvolume en de diameter van de rookgasafvoer al heeft uitgelegd op een minimale rookgassnelheid van 0,5 m/s. Een lagere snelheid zou tot stilstandverliezen in de warmtewisselaar leiden (lager rendement) en een te hoge snelheid tot een hoog drukverlies door de installatie.
8. De temperatuur van het rookgas loopt na het opstarten van de brander iets vertraagd op en het CO-gehalte is in die fase circa 6 maal hoger dan na het opstarten (Lambda 2,5). Dit kan worden verklaard uit het relatief hoge vochtgehalte van de chips. Ingeval de chips het ideale vochtgehalte van 15% zouden hebben verloopt het opstarten sneller en zal in die korte fase van enkele minuten de kans op de emissie van onvolledig verbrande verbindingen en roetdeeltjes nog kleiner zijn.
9. De kleur van de rook uit de schoorsteenmonding was neutraal en tijdens het opstarten wit tot lichtgrijs. De rook lost snel op in de atmosfeer. Dat duidt op een lage concentratie aan fijnstof in de vorm van roetdeeltjes en minerale as. Roetdeeltjes zijn langketige koolwaterstofverbindingen die behoorlijk kunnen stinken en bij inademing gezondheidsschadelijk kunnen zijn. Minerale vliegias is geen belasting voor het milieu, is niet toxisch of carcinogeen (kankerverwekkend) maar kan bij langdurige inademing wel leiden tot problemen in de luchtwegen. In stedelijke gebieden wordt de fijnstofbelasting voornamelijk veroorzaakt door het verkeer en door het opwerpen van straatstof. Gelet op de geringe asrest van essenhout, het ontwerp van de ketel en de door Landrust geschatte hoeveelheid asrest welke regelmatig uit de asbak wordt gehaald mag worden verwacht dat de uitstoot van fijnstof gering is. Het meten van het stofgehalte viel buiten het kader van de metingen. Er is ook geen norm voor het stofgehalte van toepassing op de installatie bij Landrust.
10. Het koolmonoxidegehalte, afgezet tegen het O₂ en CO₂ gehalte, is een goede indicator voor de kwaliteit van de verbranding. De gemiddelde gemeten CO concentratie bedroeg circa 200 ppm bij een referentie zuurstofwaarde van 13%. Omgerekend naar een zuurstof referentiewaarde van 11%, welke van toepassing is op het stoken van schoon hout, is dat 169 ppm of te wel 194 mg/m³. De streefwaarde voor de uitstoot van CO van biomassa gestookte installaties met een capaciteit onder de 1.000 kW bedraagt 10.000 ppm bij 11%

O2. De maximale uitstoot volgens de Nederlandse emissierichtlijnen bedraagt 1.746 ppm (bij 11% O2). Het gemeten CO-gehalte ligt ver onder zowel de streefwaarde als de NER-norm, voor zover deze van toepassing zou kunnen worden geacht op de onderhavige stookinstallatie. De meting was weliswaar een momentopname, indicatief en niet conform NEN uitgevoerd maar verwacht mag worden dat een continue meting volgens norm soortgelijke resultaten zal opleveren.

<p><i>essen mix kernstroom</i></p> <pre> >>>> BRIGOVISION <<<< Datum: 18.01.2011 Tijd : 09:52 Berekende waarden: Brandstof : Ref. O2: 13.0 Vol% Hout T rookg: 200.0 °C T omg: 8.1 °C Meting Rookgassonde O2 : 10.5 Vol% CO2: 9.7 Vol% qR: 13.6 % Lambda: 2.00 CO gemeten : 218 ppm Druk : -0.32 mbar </pre> <p>-----</p> <pre> ECOLINK SOLUTIONS Lage Maat 1b 3961 NJ Wijk Bij Duurstede </pre>	<p><i>essen mix</i></p> <pre> >>>> BRIGOVISION <<<< Datum: 18.01.2011 Tijd : 09:44 Berekende waarden: Brandstof : Ref. O2: 13.0 Vol% Hout T rookg: 183.6 °C T omg: 7.9 °C Meting Rookgassonde O2 : 12.7 Vol% CO2: 7.7 Vol% qR: 15.4 % Lambda: 2.53 CO gemeten : 1303 ppm Druk : -0.28 mbar </pre> <p>-----</p> <pre> ECOLINK SOLUTIONS Lage Maat 1b 3961 NJ Wijk Bij Duurstede </pre>
---	---

Afbeelding 1: print van meetresultaten. Links bij bedrijf, rechts tijdens opstart brander

6. Overwegingen om de verbranding en het rendement nog verder te verbeteren en de milieubelasting en de eventuele geuroverlast nog verder te verminderen

Overwogen kan worden om:

1. houtchips te gebruiken met een gunstiger fractiegrootte verdeling (minder fijn materiaal) en een hoger droge stofgehalte tot max. 85% om de emissie tijdens het opstarten nog verder te verminderen. Zelf zeven en, al dan niet geforceerd, drogen op de locatie Landrust is economisch gezien onaantrekkelijk en levert weinig meerwaarde voor het thermisch rendement van de ketel;

2. de monding van de schoorsteen te voorzien van een vonkenvanger. Als gevolg van de aanwezigheid van fijn materiaal tussen de chips kunnen deze deeltjes als gloeiende vonkjes via de schoorsteen op potentieel kwetsbare of brandbare dakbedekkingen belanden;

3. chips aan te laten voeren met een nog lager bast-/schorsgehalte. De asrest van bast-/schors is hoog en de verbrandingswaarde daarvan laag;

4. een logboek bij te houden waarin datum, eventueel windrichting, weergesteldheid, beschrijving van aard en hoeveelheid brandstof, instelling van de ketel, hoeveelheid as in de asbak, etc. wordt opgeschreven. Op die manier kan er een eventueel juridisch "causaal verband" worden gelegd tussen een storing of een eventuele melding over geuroverlast/stookhinder uit de omgeving en de bedrijfstoestand van de ketel. Houtrook en rookgeur kunnen zich over kilometers verplaatsen en de menselijke neus is bijzonder gevoelig en bij sommige mensen zeer kritisch. Het is voor waarnemers van "niet neutrale geuren" vaak lastig om de bron van de geur (-overlast) exact en "met een zekerheid grenzende waarschijnlijkheid" te lokaliseren en te discrimineren van andere eventuele bronnen met houtkachel/-ketels in een groot gebied.

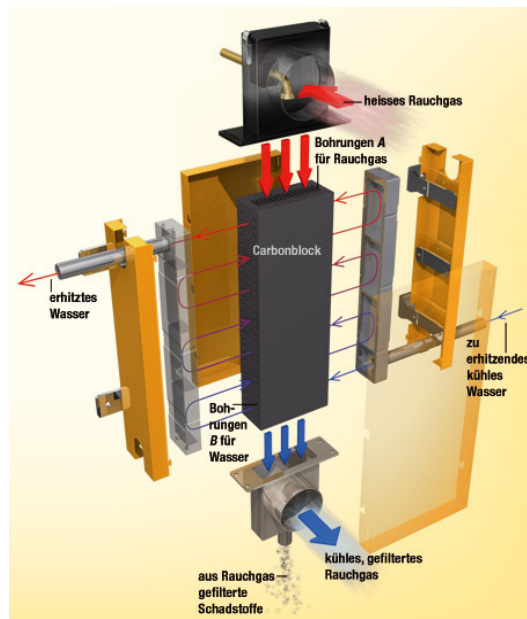
5. het thermisch rendement van de installatie nog verder te verhogen en het fijnstof gehalte verder te verminderen. De firma Bschor GmbH levert een warmtewisselaar die op bestaande ketels kan worden aangesloten. De warmtewisselaar is vervaardigd uit met kunsthars geïmpregneerd grafiet. Het systeem wordt een Öko Carbonizer genoemd.

In deze warmtewisselaar wordt zoveel warmte uit het rookgas gehaald dat de temperatuur onder het condensatiepunt van water daalt. In een conventionele warmtewisselaars wordt condensatie juist voorkomen omdat het zure condensaat het materiaal van de warmtewisselaar en van de schoorsteen ernstig aan zou tasten. De warmtewisselaar van de Carbonizer is echter zuurbestendig en zou onverwoestbaar zijn. In geval van een houtgestookte ketel is wel een schoorsteenkanaal uit een keramisch materiaal vereist. Metalen kanalen zijn niet bestendig genoeg tegen het condensaat. Het sterk afgekoelde rookgas moet geforceerd worden afgevoerd met een rookgasventilator. Een deel van de vlieg-as (roet en minerale as) en een deel van de chemische verbindingen, waaronder zwavelzuur, blijven in het condensaat op de wanden van de warmtewisselaar achter. Dit condensaat wordt in een reservoir onder de warmtewisselaar verzameld. Volgens de fabrikant worden fijnstof, CO en koolwaterstofverbindingen afgescheiden met een rendement tot 86%. Onduidelijk is in hoeverre het systeem invloed heeft op de geur van de houtrook.

Een groot warmtetechnisch voordeel van dit systeem is dat er veel warmte uit het rookgas wordt gewonnen en het thermisch rendement van een ketel behoorlijk wordt verhoogd. Het condensaat is een cocktail van anorganische, organische verbindingen en metalen en zal als chemisch afval moeten worden behandeld.



Rapportage



20-01-2011

De investeringskosten in de warmtewisselaar bedragen minimaal 1.200 euro. De investeringskosten in een keramische schoorsteen zijn echter hoog. Voor de installatie bij Landrust zal deze uitbreiding weinig meerwaarde hebben maar het is wellicht aardig om kennis te nemen van deze speciale warmtewisselaar. Ketels met een laag rendement waarin veel naaldhout wordt gestookt met een hoge asrest kunnen baat hebben bij deze extra warmtewisselaars.

7. Bijlagen

7.1. Berekening schoorsteentrek

Berekening trek in schoorsteen

Factoren die van invloed zijn:

- hoogte schoorsteen
- dichtheid lucht (luchtdruk, temperatuur)
- drukverlies kachel/ketel en schoorsteen (vooral i.v.m.werveling)
- versnelling aardoppervlakte g)
- luchtvochtigheid
- windsnelheid

Formule berekening trek:

Trek in Pa= hoogte in m * dichtheid afgas in kg/m³ - dichtheid atmosfeer * g in m/s²

Schoorsteenhoogte 6 meter

Dichtheid = $1,29 * (273 / (273 + T))$

Dichtheid afgas bij 200 °C = 0,75 kg/m³

Dichtheid atmosferische lucht bij monding bij 0 °C = 1,29 kg/m³

g = 9,8 m/s²

Trek bij 300 °C rookgastemp.*	$p = 6 (0,6 - 1,29) * 9,8 =$	-40,572 Pascal
Trek bij 200 °C	$p = 6 (0,75 - 1,29) * 9,8 =$	-31,752 Pascal
Trek bij 100 °C	$p = 6 (0,95 - 1,29) * 9,8 =$	-19,992 Pascal
Trek bij 40 °C	$p = 6 (1,13 - 1,29) * 9,8 =$	-11,172 Pascal

* Rookgastemperatuur bij de monding van de schoorsteen.

7.2. Relevante paragrafen uit EG-richtlijnen en staatsbladen

Biomassa volgens Richtlijn 2001/80/EG

Producten die geheel of gedeeltelijk bestaan uit plantaardig landbouw- of bosbouw materiaal dat gebruikt kan worden als brandstof om de energetische inhoud ervan te benutten, alsmede de volgende als brandstof gebruikte afvalstoffen:

- plantaardig afval uit land- en bosbouw;
- plantaardig afval van de levensmiddelenindustrie, indien de opgewekte warmte wordt teruggewonnen;
- vezelachtig afval afkomstig van de productie van ruwe pulp en van de productie van papier uit pulp; indien het op de plaats van productie wordt meeeverbrand en de opgewekte warmte wordt teruggewonnen;
- kurkafval;
- houtafval, met uitzondering van houtafval dat ten gevolge van een behandeling met houtbeschermingsmiddelen of door het aanbrengen van een beschermingslaag gehalogeneerde organische verbindingen dan wel zware metalen kan bevatten, wat in het bijzonder het geval is voor houtafval afkomstig van bouw- en sloopafval.

Staatsblad 716

Besluit van 15 december 2004 tot intrekking van het Besluit typekeuring houtkachel/ketels luchtverontreiniging koolstofmonoxide en de daarmee verband houdende regeling en tot wijziging van het Besluit genetisch gemodificeerde organismen Wet milieugevaarlijke stoffen

Gevolgen intrekking besluit en regeling

Hoewel er door het intrekken van het besluit geen nationale emissiegrens meer bestaat voor koolstofmonoxide mag verwacht worden dat in Nederland geproduceerde houtkachel/ketels ten minste zullen voldoen aan de (vrijwillige) Europese normen voor houtgestookte toestellen EN 13229 en EN 13240 waarin een emissiegrenswaarde van maximaal 1 volume % koolstofmonoxide (10.000 ppm) wordt voorgeschreven.

Door het intrekken van het besluit wordt de Nederlandse markt weer geopend voor in andere landen geproduceerde houtkachel/ketels waarvan niet mag worden verwacht dat zij alle aan de genoemde eisen zullen voldoen. Niet uitgesloten is dat ook in Nederland houtkachel/ketels zullen worden vervaardigd die niet aan de emissiegrenswaarden voldoen. In het geval dat de aanschaf van houtkachel/ketels in Nederland zich met name zou richten op deze mindere klasse houtkachel/ketels, kan dit leiden tot een, hoewel procentueel substantiële, doch in absolute termen gezien, beleidsmatig aanvaardbare verhoging van de VOS-emissie.

Staatsblad 547 Besluit van 7 december 2009, houdende nieuwe regels voor de emissie van middelgrote stookinstallaties (Besluit emissie-eisen middelgrote stookinstallaties milieubeheer)

Artikel 1.31. Dit besluit is niet van toepassing op stookinstallaties: a. waarop het Besluit emissie-eisen stookinstallaties milieubeheer A van toepassing is; b. waarop het Besluit verbranden afvalstoffen van toepassing is; c. die blijkens een daarvoor verleende vergunning worden gebruikt voor het onderzoeken, beproeven of demonstreren van experimentele verbrandingstechniek en of van technieken ter bestrijding van de uitworp van zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxiden (NO_x) of totaalstof, d. zijn de een noodvoorziening, die ten hoogste vijfhonderd uren per jaar in bedrijf is. 2. Dit besluit is, voorzover het emissiegrenswaarden voor stikstofoxiden (NO_x) betreft, uitgezonderd artikel 2.1.5, eerste en tweede lid, voorts niet van toepassing op stookinstallaties, waarop titel 16.3 van de wet van toepassing is. 3. Dit besluit is, uitgezonderd de artikelen 4.1 en 5.1, tweede lid, niet van toepassing op een ketelinstallatie met een nominaal vermogen kleiner dan 1 megawatt.

Nederlandse emissierichtlijn lucht, NER

F7 - INSTALLATIES VOOR DE VERBRANDING VAN SCHOON RESTHOUD

DEZE REGELING IS IN DE NER OPGENOMEN IN JUNI 1995. VOORZOVER EMISSIES HIERIN NIET UITDRUKKELIJK ZIJN VERBIJZONDERD GELDEN DE ALGEMENE BEPALINGEN VAN DE NER. VOOR KETELS MET EEN VERMOGEN VANAF 1 MW DIE VANAF 1 APRIL 2010 IN GEBRUIK GENOMEN WORDEN IS HET BEMS VAN TOEPASSING. DE MONITORINGS EN KEURINGSVOORSCHRIFTEN UIT HET BEMS GELDEN OOK VOOR INSTALLATIES DIE VOOR 1 APRIL 2010 IN GEBRUIK GENOMEN ZIJN.

Deze regeling is van toepassing op de verbranding van schoon resthout in installaties met een thermisch vermogen tot maximaal 5,0 MWth.

Schoon resthout is hout (zaagsel, krullen, spaanders, stukhout, plaatmateriaal e.d.) dat geen verontreinigingen bevat (verfresten, laminaten, impregneermiddelen e.d.), waarvan aan de hand van de samenstelling mag worden verondersteld dat deze bij verbranding aanleiding geven tot verhoogde milieubelastende emissies. De regeling is niet van toepassing op installaties voor verbranding van afval zoals omschreven in de Wet milieubeheer (bv. sloophout, regionaal verzameld resthout e.d.).

Bij de verbranding van schoon resthout moet worden gestreefd naar een doelmatig gebruik van de vrijkomende energie, bijvoorbeeld door deze in te zetten ten behoeve van ruimteverwarming of proceswarmte.

Deze regeling is voorts van toepassing ongeacht de massastroom van de genoemde stoffen. Als criterium voor het stellen van emissie-eisen geldt hier niet de toetsing aan de grensmassastroom maar het totale thermisch vermogen (in MWth) van de binnen de inrichting opgestelde of te plaatsen installaties voor de verbranding van schoon resthout.

De hieronder geformuleerde emissie-eisen zijn gerelateerd aan een referentie zuurstofgehalte in het afgas van 11%.

STOF

Bij een totaal thermisch vermogen:

- kleiner of gelijk aan 0,5 MWTH geldt een emissie-eis van 100 mg/m_0^3 ;
- tussen 0,5 MWTH en 1,5 MWTH geldt een emissie-eis van 50 mg/m_0^3 ;
- tussen 1,5 MWTH en 5,0 MWTH geldt een emissie-eis van 25 mg/m_0^3 .

Stofeisen

Een emissiewaarde onder 100 mg/m_0^3 kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door een optimaal ovenontwerp in combinatie met een multicycloon (gedimensioneerd op 100 mg/m_0^3 . Een emissiewaarde onder 50 mg/m_0^3 of voor installaties boven 1,5 MW onder 25 mg/m_0^3 kan worden gerealiseerd door een optimaal ovenontwerp in combinatie met een eenvelds-elektrofilter.

KOOLMONOXIDE, KOOLWATERSTOFFEN, POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN (PAK), GEURHINDER

De emissie van koolmonoxide, koolwaterstoffen en PAK dient te worden beperkt door een zodanige bedrijfsvoering dat een goede (dat wil zeggen volledige) verbranding kan worden gewaarborgd. Om een goede verbranding te waarborgen moeten de installaties gedimensioneerd en bedreven worden overeenkomstig de hieronder vermelde voorwaarden. Daarnaast dient bij een totaal thermisch vermogen tussen 1,5 MWth en 5,0 MWth ook aan de hieronder vermelde emissie-eisen voor koolmonoxide en koolwaterstoffen te worden voldaan.

VOORWAARDEN

De capaciteit van de installatie dient afgestemd te zijn op het te verwachten nuttig gebruik van de

energiewaarde van het te verbranden resthout. Voorts dienen de door de fabrikant en/of leverancier opgestelde installatiespecifieke instructies ter waarborging van een goede verbranding in vergunningvoorschriften te zijn uitgewerkt. Ook moeten – voor zover dit niet in tegenspraak is met de installatie-specifieke instructies – de volgende aspecten in vergunningvoorschriften zijn uitgewerkt:

- toepassing van een door het bevoegd gezag goedgekeurd onderhoudsregime voor de installatie, bijvoorbeeld in de vorm van een onderhoudscontract met de fabrikant of leverancier van de installatie, of met een daartoe bevoegd onafhankelijk instituut;
- opvolging van de instructies t.a.v. het gebruik van de installatie (met betrekking tot de hoeveelheid hout, het vochtgehalte van het hout, de luchtvermaat e.d.);
- goede afstelling van een eventueel aanwezige stookautomaat conform de daartoe geldende instructies;
- aanpassing van de hoeveelheid verbrandingslucht (indien de installatie op deellast wordt gestookt).

Stookautomaat

In zijn algemeenheid kan bij installaties met een stookautomaat een goede verbranding worden gewaarborgd door toepassing van een modulerende lucht-brandstofregeling. Met een dergelijke regeling worden de verbrandingslucht en de hoeveelheid brandstof continu op elkaar afgestemd.

EMISSIE-EISEN

Bij een totaal thermisch vermogen tussen 1,5 MWth en 5,0 MWth gelden voor het totaal aan koolwaterstoffen en koolmonoxide de volgende emissie-eisen:

- totaal koolwaterstoffen: een emissie-eis van ten hoogste 50 mg/m_0^3 (als totaal koolwaterstoffen);
- koolmonoxide: een emissie-eis van ten hoogste 250 mg/m_0^3 .

Emissie-eisen onder 1,5 MW

Bij een totaal thermisch vermogen kleiner dan 1,5 MWth behoeven t.a.v. totaal koolwaterstoffen en koolmonoxide geen emissie-eisen te worden gesteld. Bij goede verbranding kan voor koolmonoxide een emissieconcentratie lager dan 2000 mg/m_0^3 (1.746 ppm) worden gerealiseerd. Bij emissieconcentraties hoger dan 2000 mg/m_0^3 wordt niet voldaan aan de eis van goede verbranding.

PAK-emissies

Als aan de voorwaarden en/of emissie-eisen voor CO en koolwaterstoffen wordt voldaan behoeven geen aanvullende emissie-eisen te worden gesteld ter beperking van PAK-emissies. Bovendien zal doorgaans geen geurhinder optreden zodat aanvullende maatregelen ter beperking van geurhinder in het algemeen onnodig zijn.

NO_x

Er behoeven geen emissie-eisen ter beperking van NO_x-emissie te worden opgelegd, tenzij het totaal thermisch vermogen groter is dan 2,5 MWTH en bovendien het te verbranden resthout voor meer dan 80-90% uit plaatmateriaal (spaanplaat e.d.) bestaat. In dat geval geldt een emissie-eis van 400 mg/m_0^3 . Deze eis dient door middel van primaire maatregelen te worden gerealiseerd.

SANERINGSREGELING

Bij een totaal thermisch vermogen kleiner dan 0,5 MWTH diende uiterlijk op 1 juni 1997 aan de Bijzondere Regeling te zijn voldaan, tenzij de installatie na 1 juni 1987 geïnstalleerd is. In dat geval dient uiterlijk 10 jaar na het moment van plaatsing aan de Bijzondere Regeling te worden voldaan.

CONTROLLEREN VAN EMISSIES

Conform [§3.7](#) van de NeR moet een controleregime zijn uitgewerkt. Dit betekent dat voor het controleren van de stof-eis in de meeste gevallen controleregime 1 van toepassing zal zijn. Gelet op de te verwachten massastromen aan koolmonoxide en koolwaterstoffen dient voor het controleren van deze eisen eveneens controleregime 1 te worden gehanteerd. Ofschoon controleregime 1 geen vaste controleverplichting in de vorm van afzonderlijke metingen kent, dient er wel een controlesysteem te zijn uitgewerkt. Dit moet de volgende elementen omvatten:

- Een door het bevoegd gezag goedgekeurd onderhoudsregime voor de installatie. Dit onderhoudsregime (bijvoorbeeld in de vorm van een onderhoudscontract) betreft zowel het controleren van de voorwaarden ter waarborging van goede verbranding als de werking van de stofbeperkende techniek. De resultaten van de onderhoudsbeurten op basis van dit onderhoudsregime moeten in een onderhoudsrapport worden vastgelegd, dat aan de vergunningverlener moet worden overgelegd. Het onderhoudsrapport kan eventueel aanleiding zijn voor nader emissie-onderzoek.
- Bij een totaal thermisch vermogen tussen 1,5 MWTH en 5,0 MWTH wordt aanbevolen om na plaatsing een garantiemeting voor stof, koolmonoxide en totaal koolwaterstoffen te vragen en bij een totaal thermisch vermogen tussen 0,5 MWTH en 1,5 MWTH een garantiemeting voor stof.
- Bij een totaal thermisch vermogen kleiner dan 0,5 MWTH kan na plaatsing een garantiemeting voor stof worden overwogen.