

De restproducten van de verbranding van hout ; fijnstof, geurstoffen en gasvormige verbindingen

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 vlieg-as en in de bodemas in de aslade.

In de onderstaande tabel zijn eigenschappen en de gemiddelde samenstelling van enkele fossiele en biomassa brandstoffen weergegeven.

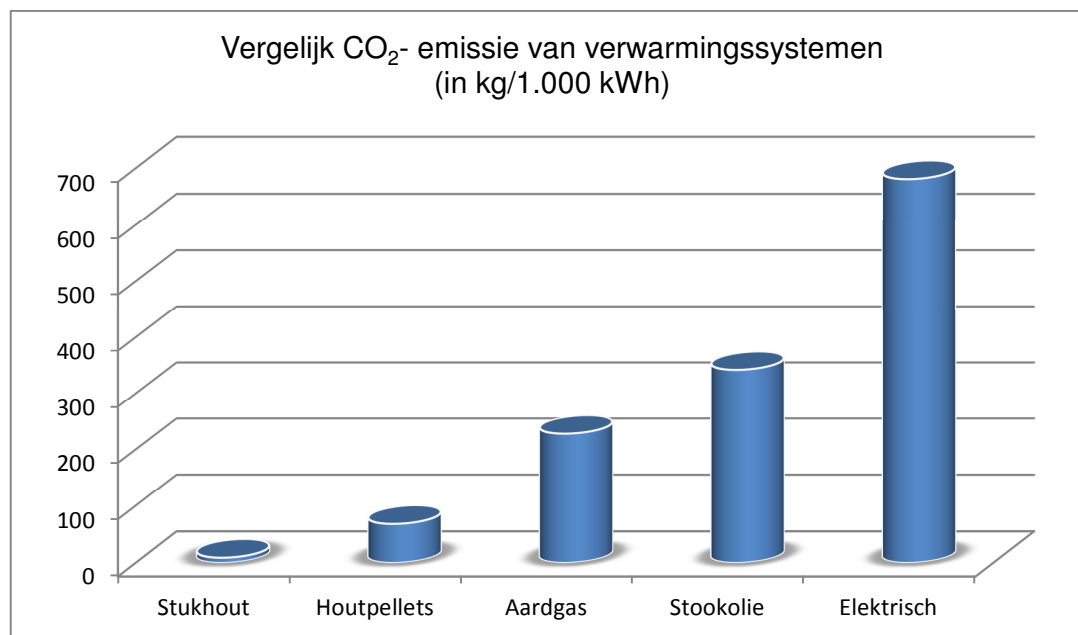
Brandstof	Verbrandings- waarde MJ/kg (100% droge stof)	Vluchtige bestand- delen in gew.%	Asrest in gew.%	Elementen in gewichts %						
				C	H	O	N	S	Cl	K
<i>FOSSIEL</i>										
Aardgas	38 (31,5/m ³)									
Propaan/ butaan (LPG)	45,2									
Olie	41,5									
Turf	14,5									
Steenkool*	31,8	38,8	6,3	79,4	5,1	6,7	1,5	1	<0,2	0,09
Bruinkool*	31,8	55	7,6	68,4	5,5	15,4	1,8	1,3	?	0,03
<i>BIOGEEEN</i>										
Wilg	18,4**	80,3	2,2	47,1	6,1	43,2	0,54	0,05	0,006	0,26
Spar (vurenhout)	18,8	82,9	0,6	49,7	6,3	42,3	0,13	0,02	0,01	0,13
Beuken	18,4	84	0,5	47,9	6,2	44,7	0,22	0,02	0,007	0,15
Eiken	18,2	80,2	0,4	?	?	?	0,18	?	0,005	?
Tarwestro	17,2	77	5,7	40,9	5,8	40,9	0,48	0,08	0,19	1
Maisstro	17,7	76,8	6,7	45,7	5,3	41,7	0,65	0,12	0,35	?
Hooi	17,4	75,4	5,7	45,5	6,1	39,2	1,14	0,16	0,31	1,5
<i>ENERGIE- GEWASSEN</i>										
Voedergras	14,5									
Miscanthus	14,5									

*eigenschappen sterk afhankelijk van vindplaats ** in MJ/m³ zijn de verschillen tussen de houtsoorten groot

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, koolstof, teerdruppeltjes, as, zwaveldioxide, stikstofoxide, enz.

De uitstoot van het broeikasgas CO₂ door de verbranding van stukhout en houtpellets in verwarmingssystemen steekt evenwel zeer gunstig af tegen andere verwarmingssystemen. In de onderstaande grafiek wordt de CO₂-uitstoot van verschillende verwarmingssystemen vergeleken op basis van cijfers uit 2006.

De CO₂ die bij de verbranding van hout vrijkomt was eerder opgenomen door gewassen en wordt weer in de CO₂-kringloop gebracht. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen wordt in zeer korte tijd CO₂ vrijgemaakt die over een periode van miljoenen jaren door gewassen was opgenomen en in fossiele aardlagen was vastgelegd. Die CO₂ wordt nu toegevoegd aan de atmosfeer en heeft een negatief effect op de warmtehuishouding van de aarde. Bij de verbranding van hout wordt geen CO₂ toegevoegd aan de atmosfeer. Toch is het stoken op hout niet geheel CO₂-neutraal. Door het gebruik van fossiele brandstoffen tijdens het onderhoud van de aanplant van hout, de oogst en het transport is er sprake van een lichte toevoeging van CO₂ van circa 9 kg per 1.000 kilowatt uur (kWh) warmte. De CO₂-toename door het verbruik van fossiele energie bij de productie en het transport van houtpellets bedroeg in 2006 circa 68 kg/1.000 kWh. Omdat houtpellets tegenwoordig ook vanuit bijvoorbeeld Canada naar Europa worden aangevoerd zal de toename nu wellicht hoger zijn.



Grafiek: Vergelijk CO₂-emissie van verwarmingssystemen

De houtrook van een houtgestookte kachel 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
- Onverbrand houtstof
- Zuurstof, kooldioxide, koolmonoxide en water



Foto: een rest van circa 5 gram minerale as blijft over na volledige verbranding van circa 500 gram luchtdroog beukenhout (20% vocht)

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 acetaldehyde (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.

Een aantal van de hierboven genoemde verbindingen condenseren in de schoorsteen, tijdens het afkoelen, op vlieggas bestaande uit minerale bestanddelen en houtstof. Daarbij gaan vluchtige verbindingen dus over in de vaste stof; teer. Houtstof, minerale as, roet en teer vormen samen de fijnstof die uitgestoten wordt.

Foto 2: een beeld bij de ingang van de Schornsteinefegerschule in Dülmen





Foto 3: een hoeveelheid asrest (minerale, ijzerhoudend as) die als stof door de katalysatormodules uit de houtrook is gefilterd is na de verbranding van circa 20 kg luchtdroog beukenhout. Deze as zou anders als vliegas in de atmosfeer zijn uitgestoten.

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 houtsoorten van tropische herkomst kan een zeer sterke rookgeur opleveren. Omdat deze geur voor ons 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 wel degelijk een bedreiging vormt voor de volksgezondheid.



www.ecolinksolutions.com