

## STAB Kennisdocument 2019

# Gezondheids- en hindereffecten door houtkachels van particulieren

*Door STAB is in het kader van een rechtszaak een onderzoeksverslag opgesteld over het beperken van hinder (met name geurhinder) door rookgasemissies van houtkachels van particulieren. Dit kennisdocument gaat in op het formuleren van een objectiveerbare norm voor het beperken van deze hinder en het ontwikkelen van een handhavingskader.*

*Dit kennisdocument richt zich in hoofdzaak op het gebruik van houtkachels door particulieren waarbij alleen uit oogpunt van referentie gebruik gemaakt wordt van gegevens over bedrijfsmatige ruimteverwarming met hout als brandstof.*

Auteurs:

*E. Feringa*

*I. van der Wal*

*R. de Vogel*

*C. Coenrady*

**September 2019**

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding en onderzoeksopzet</b>	<b>12</b>
1.1	Inleiding	12
1.2	Onderzoeksopzet	12
<b>2</b>	<b>Verkenning wettelijke basis en vervolgaanpak</b>	<b>15</b>
2.1	Wettelijke grondslagen in Nederland	15
2.1.1	Bouwbesluit	15
2.1.2	Wet milieubeheer	16
2.1.3	Activiteitenbesluit	17
2.2	Beleidsmatige kaders	18
2.2.1	Geur en lokaal geurbeleid (Noord-Brabant en Helmond)	18
2.2.2	Platform houtrook en gezondheid	20
2.2.3	Ministerie Infrastructuur en Waterstaat en TNO en RIVM	20
2.3	Typekeuringen houtkachels	21
2.3.1	Nederlandse normen	21
2.3.2	Buitenlandse normen	21
2.4	Overzicht jurisprudentie houtstook particulieren	25
<b>3</b>	<b>Brandstofsamenstelling en -kwaliteit</b>	<b>34</b>
3.1	Brandstof voor houtkachels	34
3.1.1	Opbouw droog boomhout	34
3.1.2	Brandstofkwaliteit en vochtgehalte	35
3.1.3	Houtsoorten en droogtijden	37
<b>4</b>	<b>Verbrandingsproces</b>	<b>40</b>
4.1	Essentie van houtverbranding	40
4.2	Onvolledige verbranding	41
4.3	Opstarten verbrandingsproces	43
<b>5</b>	<b>Tussenconclusie: basisvereisten houtstook</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>Emissiekader houtverbranding</b>	<b>46</b>
6.1	Relevante toxische stoffen	46
6.2	Samenstellen dataset	46
6.2.1	Omrekeningen voor gebruikte eenheden	47
6.2.2	Koolmonoxide (CO)	49
6.2.3	Fijn stof (PM <sub>10</sub> en PM <sub>2,5</sub> )	51
6.2.4	Stikstofdioxide (NO <sub>2</sub> )	53
6.2.5	Zwavel dioxide (SO <sub>2</sub> )	54
6.2.6	Onverbrande koolwaterstoffen (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )	54
6.2.7	PAK's (BaP)	56
6.2.8	Samenvatting en evaluatie	57
6.2.9	Vervolgstap	57

<b>7</b>	<b>Geur als maatstaf voor de beoordeling van houtrook</b>	<b>58</b>
7.1	Emissiefactoren voor geur	58
A.	De eerste invalshoek (schadelijkheid)	62
7.2	Afleiding maatgevende component bij houtstook	62
7.3	Bepaling kritische component bij matige verbranding	65
7.4	Bepaling kritische component bij slechte verbranding	66
7.5	Bepaling kritische component bij zeer slechte verbranding	67
7.6	Nadere beschouwing kritische component	67
B.	De tweede invalshoek (hinderlijkheid)	70
7.7	Geur en gezondheid	70
7.8	Toepassing hindersystematiek	70
7.9	Provinciaal geurhinderbeleid	72
7.10	GES methode	74
7.11	Totaalbeeld	75
7.12	Evaluatie en conclusie emissiematrix	76
<b>8</b>	<b>Afvoer van rookgassen</b>	<b>77</b>
8.1	Effect van de afvoerhoogte	77
8.2	Afvoerhoogte en verspreiding in Activiteitenbesluit	78
8.3	Afvoerhoogte in Bouwbesluit 2012	79
8.4	Afvoer rookgassen van particuliere houtkachels	82
8.4.1	Afvoer boven nokhoogte	83
8.4.2	Afvoer onder nokhoogte	87
8.4.3	Verdunning in de atmosfeer	89
<b>9</b>	<b>Mitigerende maatregelen</b>	<b>90</b>
9.1	Procesgeïntegreerde maatregelen	90
9.2	Nageschakelde maatregelen	91
9.3	Verhogen uitmondingsopening	91
9.4	Vergroten van de rookgasselheid	92
9.5	Overige mogelijkheden	92
<b>10</b>	<b>Methode voor handhaving</b>	<b>93</b>
10.1	Kwalitatieve methode "zachte aanpak"	93
10.2	Kwalitatieve methode "harde aanpak"	95
10.3	Kwantitatieve methode	100
10.3.1	Keuze van een geschikte methode	100
10.3.2	Bespreking van de verschillen tussen Stacks en V-Stacks	103
<b>11</b>	<b>Geurmodellering met V-Stacks</b>	<b>105</b>
11.1	Benodigde invoergegevens	105
<b>12</b>	<b>Uitwerking van methodiek in twee praktijksituaties</b>	<b>108</b>
12.1	Casus Helmond	109
12.1.1	Kwalitatieve methode – zachte aanpak	109
12.1.2	Kwalitatieve methode – harde aanpak	110
12.1.3	Kwantitatieve methode	114
12.2	Casus Nieuw Vennep	116
12.2.1	Kwalitatieve methode – zachte aanpak	116
12.2.2	Kwalitatieve methode – harde aanpak	118
12.2.3	Kwantitatieve methode	119

<b>13</b>	<b>Literatuurlijst</b>	<b>121</b>
13.1	Geraadpleegde documenten en rapporten	121
13.2	STAB verslagen over houtstook	123
<b>14</b>	<b>Validaties emissiematrix en geuremissienorm</b>	<b>124</b>
14.1	Eerste validatieronde (april 2019)	124
14.2	Vergelijking meetresultaten Blauw met voorlopig toetsingskader STAB	127
14.3	Uitspraak Rechtbank Oost-Brabant van juli 2019	129
14.4	Cumulatie door meerdere houtstokers	131
14.5	Schone Lucht Akkoord	136
14.6	Voorstel CO-metingen en temperatuurmetingen rookgassen	137
<b>15</b>	<b>Eindconclusie van dit kennisdocument en aanbevelingen</b>	<b>139</b>
	<b>Bijlagen</b>	<b>142</b>
	Bijlage 1: De 10 stooktips uit de Toolkit Houtstook	143
	Bijlage 2: Rekenuitkomsten van de STACKS berekeningen	145

## Samenvatting

In dit kennisdocument is op basis van uiteenlopende bronnen en vanuit verschillende invalshoeken de houtstook bij particulieren besproken, met als doel hiervoor een normering en een controlemethode te ontwikkelen om gezondheidsschade en hinder te voorkomen. Geconstateerd is dat dit kan worden gerealiseerd door een goede verbranding van het hout waarmee gestookt wordt en door een goede verspreiding van de rookgassen. Door goede verbranding worden de emissies van schadelijke stoffen laag gehouden en een goede verspreiding zorgt er voor dat de resterende emissies afdoende verdund worden in de atmosfeer.

In de praktijk is dit niet altijd het geval waardoor hinder/gezondheidsschade op kan treden door onvolledige verbranding vanwege de stookwijze en/of slechte brandstof. Ook kan sprake zijn van ondoelmatige afvoer door een te lage schoorsteen waardoor rookgassen niet goed worden verdund. In het slechtste geval is sprake van zowel een slechte verbranding, als van slechte verspreiding. In extreme gevallen is bovendien nog sprake van meerdere slecht functionerende bronnen (meerdere kachels).

Omwonenden van woningen waar met een houtkachel wordt gestookt, kunnen in overleg treden met de houtstoker om de ondervonden hinder weg te nemen. In een deel van de gevallen kan door beter stookgedrag de mate van hinder naar een aanvaardbaar niveau worden gebracht. Om dit te kunnen duiden is in dit document ingegaan op de brandstofkwaliteit en het verbrandingsproces in een houtkachel.

Er zijn echter ook gecompliceerde gevallen waarin sprake is van een conflictsituatie tussen houtstokers en omwonenden. Klachten kunnen dan worden ingebracht bij de gemeente. Een gemeente heeft voor dit soort conflictsituaties geen duidelijk richtsnoer aan de hand waarvan vastgesteld kan worden of een klacht terecht is en welke maatregel(en) moet(en) worden getroffen. Uitgangspunt is om te komen tot een methode die in de praktijk laagdrempelig alsook eenvoudig is en zonder hoge (meet- en reken)kosten kan worden uitgevoerd.

### **Opstellen richtwaarde voor het voorkomen van gezondheidsschade en hinder**

Aan de hand van eigen ervaring en kennis, literatuuronderzoek, jurisprudentie en gesprekken met diverse partijen, is aansluiting gezocht bij bestaande normen of normensystemen. Vastgesteld is dat de Wet milieubeheer voor fijn stof (PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>) en voor benzo(a)pyreen weliswaar grenswaarden stelt voor de immissieconcentraties in de buitenlucht, maar dat houtkachels slechts een beperkte periode van het jaar in werking zijn terwijl voornoemde normen jaargemiddelde concentraties betreffen. Daardoor wordt op de lange termijn veelal aan een grenswaarde voldaan terwijl de blootstelling aan schadelijke stoffen kortdurend is. Bovendien gelden de grenswaarden voor industrie en verkeer en niet voor particulieren.

Er zijn twee regelingen die wel direct van toepassing zijn op particuliere houtkachels, namelijk een typekeuring voor houtkachels die betrekking heeft op de emissie en het Bouwbesluit. Wat betreft typekeuring is vastgesteld dat het in Nederland gehanteerde CE-keurmerk inhoudt dat kachels qua emissie moeten voldoen aan ten hoogste 1% koolmonoxide in het rookgas. Er worden verder geen eisen gesteld aan de uitstoot van fijn stof. Op vrijwillige basis wordt in voorkomende gevallen de Duitse DIN-norm als minimale prestatie-eis aangehouden. Vanaf 2022 worden de landelijke producteisen in de lidstaten van de Europese Unie vervangen door de verplichte Ecodesign producteisen. In Nederland is aangekondigd de EcoDesign richtlijn te vervroegen naar 1 januari 2020.

Het Bouwbesluit biedt nauwelijks aanknopingspunten om slechte verspreiding van houtrook tegen te gaan omdat dit besluit gericht is op de veiligheid van de stoker. Wel is in het besluit bepaald dat het verboden is om (...) handelingen te verrichten of na te laten of werktuigen te gebruiken, waardoor op voor de omgeving hinderlijke of schadelijke wijze rook, roet, walm of stof wordt verspreid (artikel 7.22, aanhef en onder a). Deze vangnetbepaling uit het Bouwbesluit biedt echter onvoldoende houvast met betrekking tot de vraag wat aanvaardbare emissies/immissies zijn van houtkachels van particulieren naar omwonenden. Ook ontbreken algemeen aanvaarde inzichten over de wijze waarop de concentraties fijn stof in de omgeving ten gevolge van het gebruik van de houtkachels moeten worden gemeten, danwel berekend.

Met het ontbreken van duidelijke regelgeving omtrent particuliere houtstook blijkt handhaving bij overlast door houtkachels in de meeste gevallen niet uitvoerbaar, uitgezonderd extreme situaties.

In dit kennisdocument is een emissiematrix voor houtverbranding ontwikkeld op basis van typekeuringseisen in combinatie met een emissieoverzicht, op basis van literatuurgegevens en eerder uitgebrachte STAB-verslagen. Daaruit is een emissietabel afgeleid voor uiteenlopende verbrandingsomstandigheden, variërend van zeer goede, goede, voldoende, matige, slechte tot zeer slechte verbranding. Bij elk van deze omstandigheden zijn emissieconcentraties toegekend voor CO, stof, onverbrande koolwaterstoffen, benzo(a)pyreen en geur. Daarmee is een eerste (eenvoudig) emissie referentiekader geschapen waarmee vervolgberekeningen kunnen worden uitgevoerd.

Volledigheid verbranding	CO	CO in vol%	Fijn stof	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	BaP	Geur in ou/uur
Zeer goed	< 300	< 0,024%	< 20	< 50	< 0,01	0,3 miljoen
Goed	300 – 1.000	0,024 - 0,08%	20 - 40	50 - 80	0,01 - 0,05	1,2 miljoen
Voldoende	1.000 – 1.500	0,08 - 0,12%	40 - 75	80 - 120	0,05 – 0,10	1,8 miljoen
Matig	1.500 – 4.500	0,12 – 0,36%	75- 100	120 -185	0,10 - 0,15	3,6 miljoen
Slecht	4.500 – 10.000	0,36 – 0,8%	100 - 150	185 – 1.000	0,15 - 0,30	8,4 miljoen
Zeer slecht	> 10.000	> 0,8%	> 150	> 1.000	> 0,3	20,5 miljoen

Tabel S.1: Uitgebreid overzicht van emissieranges in mg/Nm<sup>3</sup> van relevante toxische stoffen bij verschillende verbrandingscondities afgezet tegen geurvrachten als gevolg van 1,8 kg/uur houtverbranding, alle concentraties bij 13% O<sub>2</sub>.

Het overzicht geldt niet als emissienormenkader, maar is bedoeld als hulpmiddel voor het bevoegd gezag om vervolgacties te kunnen nemen, bijvoorbeeld voor het maken van immissieschattingen of voor het analyseren van de doelmatigheid van bepaalde maatregelen. Gebleken is dat geur gebruikt kan worden als richtinggevende component omdat daarmee zowel gezondheidsschade (impliciet) als hinder kunnen worden getoetst.

Gebruik makend van de uitkomsten op basis van provinciaal geurbeleid, een interpretatie op basis van de GES-methode en door een verband te leggen met gezondheidsschade vanwege de stof benzo(a)pyreen, zijn door STAB richt- en grenswaarden bepaald. STAB stelt voor dat getoetst wordt aan een geurimmissie van 0,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 98 percentiel indien men naast hinder tevens gezondheidsschade wil voorkomen. Deze 98 percentielwaarde geldt in combinatie met een piekimmissiewaarde van 2,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 99,9 percentiel. Wil men beschikken over een grenswaarde die gericht is op het voorkomen van geurhinder door houtstook, dan stelt STAB een immissiewaarde voor van 1,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 98 percentiel in combinatie met een piekimmissiewaarde van 4,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 99,9 percentiel.

Bij overschrijding van voornoemde immissiewaarden kan worden gesteld dat sprake is van geobjectiveerde geurhinder.

### **Afvoerhoogte rookgas en mitigerende maatregelen**

In dit document is naast de hoogte van de diverse emissies ook aandacht besteed aan de afvoer van de rookgassen, met name de afvoerhoogte en het effect van regenkappen. Te lage afvoer leidt tot onvoldoende verspreiding en verdunning, terwijl regenkappen zorgen voor een lage uittreedsnelheid van de rookgassen. Ook hierdoor is de verdunning doorgaans onvoldoende. In een apart hoofdstuk zijn alle technische maatregelen

opgesomd waarmee de verbranding verbeterd kan worden, danwel de verdunning optimaler is te verkrijgen.

### **Methode voor het controleren van de richtwaarde**

Vervolgens is een methode ontwikkeld om de ongewenste effecten van houtstook te kwantificeren en aan te tonen in welke mate er sprake is van overschrijding van de voorgestelde richtwaarde. Daarvoor zijn in de aanpak verschillende gradaties aangebracht, oplopend in dwang.

#### *Kwalitatieve methode – zachte aanpak*

Voor de drie onderdelen die bij het verstoken van hout zijn te onderscheiden (brandstofkwaliteit, verbranding en verspreiding) zijn voor diverse parameters condities gekozen die kunnen worden gecontroleerd als voorwaarde voor handhaving. Om de aangetroffen situatie en de situatie na voorlichting te duiden is een referentiekader met puntenschaal ontwikkeld, lopend van goede situatie (maximaal +9 punten) tot zeer slechte situatie (minimaal -15 punten). Met voorlichting kunnen zo een aantal ongewenste situaties en handelingen ten goede worden gekeerd, bijvoorbeeld het stoken van te nat hout of het meeverbranden van afval. Deze methode zal werken in gevallen waar lichte tot matige hinder wordt ervaren. Door kleine aanpassingen kan de hindersituatie mogelijk weg worden genomen.

#### *Kwalitatieve methode – harde aanpak*

STAB heeft een stappenplan ontwikkeld dat door gemeentelijke controleurs gebruikt kan worden bij het optreden van hindersituaties aan de hand van klachten. De methode is een checklist met vragen waaruit moet blijken of er bij de houtstook, gezien vanaf de straat, of in voorkomende gevallen bij binnentreden, signalen zijn dat er sprake is van een objectiveerbare hindersituatie en of er sprake is van een bijzondere situatie waardoor verspreiding belemmerd wordt. De hindersituatie moet dan vervolgens gekwantificeerd worden.

- Is er geen klacht, dan is er geen hindersituatie;
- Is de schoorsteen in strijd met het Bouwbesluit, dan wordt eerst daarop gehandhaafd.

Signalen worden verkregen als:

- Er sprake is van verspreiding van de rookgassen (op enig moment) naar de woningen van omwonenden;
- Er wordt gestookt terwijl negatief advies van stookwijzer.nl geldt;
- De rookgassen wit, grijs of zwart zijn of dat er sprake van geur;
- De temperatuur van de rookgassen te laag is;
- Er vochtig of bewerkt hout of afval als brandstof wordt gebruikt (in dat geval direct optreden).



Voor het kwantificeren van de hinder is nog van belang dat aan de hand van de waarnemingen bepaald moet worden wat de emissiewaarden van de houtstook zijn (af te leiden uit de emissietabel) en moet de duur van de houtstook worden ingeschat.

#### *Kwantitatieve methode*

Er is gekozen om voor verspreidingsberekeningen gebruik te maken van STACKS welk programma is gebaseerd op het Nieuw Nationaal Model. Het gebruik van STACKS vergt vakkennis en ervaring en ook in STACKS zijn er beperkingen om de specifieke locaties te verwerken in een verspreidingsmodel. Het testen van de geurimmissiewaarden met dit verspreidingsmodel, op basis van de waarden uit de emissiematrix, geeft aan dat de niveaus realistisch zijn en dat de emissiematrix kan dienen als hulpmiddel om de geurbelasting voor omwonenden te beoordelen. Hiertoe zou de toelaatbaar geachte geurblootstelling in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per percentiel kunnen worden vastgelegd in een APV (algemene plaatselijke verordening) of beleidsregel en in de toekomst in een omgevingsplan. De voorgestelde geurimmissieconcentraties kunnen hiermee de status van een grenswaarde krijgen.

In het geval dat gebruik van STACKS niet mogelijk of haalbaar is, kan het vrij verkrijgbare en relatief eenvoudig te gebruiken V-Stacks worden gebruikt. V-Stacks is het wettelijk voorgeschreven computermodel voor het berekenen van de verspreiding van geur vanuit dierenverblijven (stallen). V-stacks wordt door veel gemeentes reeds gebruikt in het kader van vergunningverlening van veehouderijen. V-Stacks als berekeningsprogramma voor de bepaling van de geurimmissie vanwege houtkachels zal zeker niet in alle mogelijke gevallen toepasbaar zijn. Buro Blauw raadt het gebruik van V-Stacks in plaats van het NNM voor het bepalen van overlast als gevolg van houtkachels af, vanwege verschillen met betrekking tot gebouwinvloed, emissieduur, immissieconcentratie en immissiehoogte. V-Stacks heeft daarnaast nog de beperking dat louter getoetst kan worden aan een geurimmissie als 98 percentiel op leefniveau ter plaatse van de woning van omwonenden. De rekenuitkomsten gelden vanwege de beperkingen van dit model dan ook als indicatief.

Gezien de geconstateerde tekortkomingen zijn bij de beheerder inlichtingen ingewonnen om te bezien of het relatief eenvoudige verspreidingsmodel V-Stacks omgebouwd kan worden naar een eenvoudig te gebruiken verspreidingsmodel specifiek gericht op houtstook door particulieren. Het blijkt in technische zin mogelijk te zijn om tot een model te komen dat bruikbaar is voor het rekenen aan houtstookemissies.

#### **Toetsing methodes**

De drie voorgestelde methodes zijn getoetst aan de hand van twee praktijksituaties, te weten een casus te Helmond en een tweede locatie in Nieuw Venneep.

Op basis van deze exercitie komt naar voren dat in Helmond sprake is van geobjectiverde geurhinder als gevolg van houtstook. Op de controlelocatie Nieuw Venneep is geen sprake van geobjectiverde geurhinder.

Uit indicatieve berekeningen van STAB, op basis van geuremissies uit de door STAB voorgestelde emissiematrix, uitgevoerd in STACKS, komt naar voren dat de in dit kennisdocument voorgestelde immissienormen realistisch zijn. Hierbij dient wel in acht genomen te worden dat de berekeningen indicatief zijn en er uitgegaan is van het stoken van maximaal 3 uur per dag gedurende 6 (winter) maanden. De indicatieve berekeningen geven, ondanks alle aannames en onzekerheden, aan dat bij het stoken onder (zeer) goede verbranding de voorgestelde immissienormen haalbaar zijn. Ook bij meerdere bronnen die (zeer) goed gestookt worden lijken de normen haalbaar. Bij meerdere bronnen met matige verbranding beginnen situaties op te treden waarbij de voorgestelde richtwaarden overschreden worden.

### **Voorbehoud**

De door STAB voorgestelde toetsings- en handhavingsmethode voor het vaststellen van hinder als gevolg van houtstook bij particulieren, moet gezien worden als een eerste aanpak die in de praktijk laagdrempelig, eenvoudig en zonder (dure meet)kosten is uit te voeren. De STAB realiseert zich dat de voorgestelde methode niet compleet is, de onderbouwing gebaseerd is op een gering aantal beschikbare metingen aan houtrook en dat de validatie daardoor momenteel beperkt is. Door toepassing in de praktijk bij gemeenten en na afronding van het lopende TNO-onderzoek in opdracht van het ministerie I&W, kan de methode worden geactualiseerd en daarmee de aanpak verder worden verbeterd. De thans bestaande kennisleemten hebben vooral betrekking op matige en slechte verbranding. Voor deze condities zal aanvullende kennis moeten worden opgedaan.

### **Conclusies en aanbevelingen**

In dit document is geconcludeerd om in handhavingssituaties betreffende hinder door houtkachels van particulieren te toetsen op geur. Hiervoor is onderscheid gemaakt in een strenge en een soepele toetsingswaarde wat betreft de toelaatbare geurimmissie.

- De strenge richtwaarde bestaat uit een geurconcentratie van  $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 98 percentiel (maximaal 175 uren per jaar) in combinatie met een piekwaarde van  $2,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 99,9 percentiel (8,8 uren per jaar). Met deze waarde wordt tevens bescherming geboden tegen gezondheidsschade;
- De soepele grenswaarde bestaat uit een hoogst toelaatbare geurconcentratie van  $1,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 98 percentiel in combinatie met een piekwaarde van  $4,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 99,9 percentiel.

De benodigde invoergegevens voor de berekeningen kunnen worden verzameld door:

- deze ter plaatse vast te stellen,
- af te lezen uit bouwtekeningen,
- gebruik te maken van de emissiematrix uit dit document.

Voor een goed inzicht dient de wijze van verbranding zo goed als mogelijk te worden ingeschat. Dit kan ruwweg op basis van de kleur van de rook of de vochtigheid van het hardhout. Preciezer kan dit door (zelf) de CO-emissie en het zuurstofgehalte in de rookgassen te meten of de geuremissie te laten meten door een geaccrediteerd onderzoeksbureau.

Belangrijkste aanbevelingen in dit Kennisdocument zijn:

- Hanteren van een maximaal vochtgehalte van het te verstoken hout van 15% als afgelezen waarde op een vochtmeter;
- Stoken van hout dat voldoende droog is voor een goede verbranding (minimaal 2 jaar gedroogd; alleen bij gekloofd hout kan deze termijn korter);
- Hanteren van de 10 stooktips uit de Toolkit Houtstook;
- Zorgen voor voldoende ventilatie in de ruimte waar gestookt wordt;
- Uitlaat schoorsteen minimaal 0,5 meter boven nokhoogte;
- Eisen stellen aan installatie en onderhoud van houtkachels van particulieren, minstens éénmaal per jaar de schoorsteen laten vegen;
- Promoten aangepaste regenkapten om verminderde trek te voorkomen;
- Bij hindersituaties kijken naar de mogelijkheid van het toepassen van mitigerende maatregelen;
- Geur hanteren als maatstaf voor de bepaling van hinder door houtstook;
- Indien mogelijk geurmetingen uitvoeren (ook bij goed werkende kachels);
- Indien geurmetingen niet mogelijk zijn, indicatieve metingen doen (bijvoorbeeld CO-metingen);
- Meten van de rookgastemperatuur met een magnetische temperatuurmeter op de rookgasafvoer van de houtkachel;
- Rekening houden met cumulatie bij meerdere houtkachels die bij elkaar in de buurt liggen;
- Toepassen handhavingssystematiek op basis van kwalitatieve methode "zachte aanpak", zo nodig daarna met een kwalitatieve methode "harde aanpak" en eventueel daarna gevolgd door een kwantitatieve methode;
- Handhavend optreden indien de resultaten van metingen en/of berekeningen uitkomen in de categorie matig, slecht of zeer slecht.

STAB heeft met vertegenwoordigers van het ministerie van I&W, RWS (Infomil), TNO en RIVM gesproken over een aantal aandachtspunten betreffende houtstook. Uit deze gesprekken kwam naar voren dat het meten van CO als een goede indicator van de emissies wordt gezien. In combinatie met de emissiematrix is eenvoudig de geuremissie af te leiden. Voor de component geur worden wel meer meetwaarden nodig geacht. Het streven is om meer praktijksituaties door te meten (CO, O<sub>2</sub> en fijn stof in samenhang met geur). Er is een voorkeur uitgesproken om een Stacks versie te maken ('houtstook-Stacks') die specifiek is gericht op het rekenen met emissies van houtkachels in woonwijken. Daarvoor is nodig dat onder andere met gebouwinvloeden rekening wordt gehouden en met verschillende immissiehoogten.

# 1 Inleiding en onderzoeksopzet

## 1.1 Inleiding

Ongeveer 10% van de Nederlandse huishoudens bezit een houtkachel of open haard. Houtkachels worden gebruikt voor het verwarmen van woningen, voor de sfeer of voor recreatief gebruik. Het stoken van hout kan voor omwonenden overlast en schade opleveren in de vorm van geurhinder, gezondheidsschade en roetneerslag. Aangezien het stoken van houtkachels door particulieren geen vergunnings- of meldingsplichtige activiteit is, zijn daarop geen normen- of beoordelingskaders van toepassing. Mede daardoor verloopt gemeentelijke handhaving ter bescherming van de gezondheid van omwonenden en/of het tegengaan van hinder moeizaam. Alleen extreme gevallen lijken reden te zijn tot ingrijpen.

Het doel van dit verslag is het ontwikkelen van een praktisch emissiekader, met de nadruk op praktisch omdat emissieonderzoeken kostbaar zijn en afhankelijk van de medewerking van de veroorzaker. Op basis van dit emissiekader is vervolgens een methode ontwikkeld waarmee tegen geringe kosten een toetsing kan worden verricht om de ernst per situatie vast te stellen. De methode is transparant en laagdrempelig qua uitvoering en kan in hindersituaties als arbitrair middel worden ingezet door een gemeente.

## 1.2 Onderzoeksopzet

In dit document wordt een **verkenning** (zie hoofdstuk 2) gemaakt van wat de wettelijke basis is – of zou kunnen zijn – om te komen tot een objectiveerbare norm voor rookgasemissies als gevolg van het verstoken van hout in een houtkachel in een woning. Daarbij is gebruik gemaakt van de wettelijke grondslagen in Nederland, wet- en regelgeving in binnen- en buitenland (typekeur) en relevante jurisprudentie. Dit geeft een eerste indicatie voor een aan te houden referentiekader. Om dit verder uit te werken is vervolgens in technische zin ingegaan op de keten: brandstof → verbrandingsproces → afvoer en verspreiding.

Wat betreft de **brandstof** (zie hoofdstuk 3) is ingegaan op de samenstelling van boomhout, de brandstofkwaliteit en de invloed van het vochtgehalte op het verbrandingsproces. Vervolgens is ingegaan op het **verbrandingsproces** bij houtkachels (zie hoofdstuk 4). Tevens is het fenomeen van slechte verbranding beschreven, waardoor stank- en roetvorming optreedt en waarbij ook toxische stoffen kunnen vrijkomen. Voorts is ingegaan op het opstarten van het verbrandingsproces en de rookgassamenstelling. Er is op basis hiervan gedefinieerd welke condities moeten gelden als **basisvereisten** (hoofdstuk 5) die minimaal noodzakelijk zijn voor het verantwoord verbranden van hout in een houtkachel.

In hoofdstuk 6 is een **emissiematrix** voor houtverbranding ontwikkeld op basis van typekeuringseisen en een emissieoverzicht op basis van literatuurgegevens en eerder uitgebrachte STAB-verslagen. Daaruit is een emissietabel afgeleid voor uiteenlopende verbrandingsomstandigheden, variërend van zeer goede tot zeer slechte verbranding. Bij elk van deze omstandigheden zijn emissieconcentraties toegekend voor CO, stof en onverbrande koolwaterstoffen. Daarmee is een eerste (eenvoudige) emissiematrix geschapen als referentiekader waarmee vervolgberekeningen kunnen worden uitgevoerd.

In hoofdstuk 7 is een beschouwing gegeven over **geur als maatstaf** voor de beoordeling van houtrook. Eerst is nagegaan welke geurimmissienorm moet worden toegepast om tegelijkertijd een gezondheidskundige bescherming te verkrijgen door het leggen van een koppeling met de maatgevende toxische stof. Daarna is gekeken naar de hinderlijkheid van geur. Beschouwd is hoe voor geur een acceptabel hinderniveau vastgesteld kan worden.

Hierna vindt een beschouwing plaats over de eindfase van de houtverbranding, als de rookgassen worden **afgevoerd naar de atmosfeer** (hoofdstuk 8). Hierbij is onder andere de afvoerhoogte en de uittreedsnelheid van de verbrande gassen van belang.

Vervolgens wordt aangegeven welke **maatregelen** (hoofdstuk 9) kunnen worden getroffen om de emissies terug te dringen of beter te verdunnen in de omgeving. Hierop volgt een afweging over een methode danwel een **handhavingsinstrument** (zie hoofdstuk 10) waarmee een overheid na kan gaan of in voorkomende gevallen gezondheidsschade en/of hinder afdoende wordt beperkt of eventueel kan worden gereduceerd.

Voor een kwantificering van de geurbelasting is in hoofdstuk 11 een voorstel gedaan om met het geurberekeningsprogramma V-Stacks de **mate van geurhinder te bepalen**. Voor **twee casussen** zijn in hoofdstuk 12 als test berekeningen uitgevoerd.

In hoofdstuk 13 is een **literatuurlijst** opgenomen die is gebruikt voor het emissiekader en de reductiemaatregelen. In dit hoofdstuk is tevens een lijst met **STAB-verslagen** opgenomen waar houtstook aan de orde is. De verslagen zijn niet openbaar, maar de relevante geanonimiseerde verslagdelen kunnen bij STAB worden opgevraagd.

In hoofdstuk 14 zijn **aanpassingen en aanvullingen** vanaf de eerste versie van dit kennisdocument beschreven. Op basis van nieuwe inzichten, aanvullende informatie en reacties van partijen op het kennisdocument is de emissiematrix uitgebreid met een extra categorie 'voldoende'. Door het gebruiken van meer gegevens, is de emissiematrix beter onderbouwd en zijn de grenzen tussen de verschillende categorieën aangepast. Ook zijn de resultaten van een beperkt onderzoek door STAB naar de cumulatie van geur bij meerdere bronnen van houtstook weergegeven.

In hoofdstuk 15 zijn de **eindconclusies** van ons onderzoek opgenomen en hebben wij **concrete actiepunten** benoemd en beschouwd hoe dit kennisdocument gebruikt kan worden voor handhaving op basis van normering en tot slot zijn een aantal algemene aanbevelingen gedaan.

## 2 Verkenning wettelijke basis en vervolgaanpak

### 2.1 Wettelijke grondslagen in Nederland

#### 2.1.1 Bouwbesluit

In het Bouwbesluit 2012<sup>1</sup> zijn regels opgenomen voor technische eisen waaraan de luchtaanvoer en de rookafvoer moeten voldoen. Omdat de problematiek met houtkachels voornamelijk betrekking heeft op bestaande situaties, richt dit document zich op bestaande bouw. Voor bestaande bouw is paragraaf 3.8.2 relevant waarbij verwezen wordt naar NEN 8757. Bij de bepaling van de stromingsrichting blijven bouwwerken en andere daarmee gelijk te stellen belemmeringen op een ander perceel buiten beschouwing. De regels van het Bouwbesluit en van de NEN-norm beogen afdoende luchttoevoer en verbrandingsgasafvoer van gebouwen met stookinstallaties te waarborgen. Het gaat hierbij dus om de veiligheid en gezondheid van de gebruiker van het bouwwerk (de stoker in dit geval) en niet om het voorkomen van hinder voor omwonenden.

De artikelen in paragraaf 3.8.2 hebben betrekking op de capaciteit, de rookdoorlatendheid en de stromingsrichting van de verbrandingslucht van een verbrandingstoestel. De NEN 8757 beschermt het gehele gebouw met de stookinstallatie en niet alleen het vertrek met de stookinstallatie.

Ter vergelijking: in de milieuregelgeving zijn wel normen en instructieregels voorgeschreven ter bescherming van omwonenden. Zo is in het Activiteitenbesluit voor horeca-inrichtingen bepaald dat de afvoerpijp 'tenminste twee meter boven de hoogste daklijn van de binnen 25 meter van de uitmonding geleden bebouwing moet uitkomen'. Dit voorschrift geldt ook als er binnen een straal van 25 meter rond het bedrijf geen andere gebouwen zijn. In dat geval is het gebouw met de afvoerpijp zelf het hoogste punt, en dient de afvoerpijp 2 meter bovendaks uit te monden.

In het Bouwbesluit zijn wel enkele bepalingen over hinder opgenomen.

In artikel 7.17, lid 1, van het Bouwbesluit is het navolgende bepaald:

*"Het gebruik van een bouwwerk, open erf en terrein is zodanig dat hinder, gezondheidsrisico's en andere veiligheidsrisico's dan brandveiligheidsrisico's voor personen in voldoende mate worden beperkt."*

In artikel 7.22, aanhef en onder a, van het Bouwbesluit 2012 is het navolgende bepaald:

*"Onverminderd het bij of krachtens dit besluit of de Wet milieubeheer bepaalde is het verboden in, op of aan een bouwwerk of op een open erf of terrein voorwerpen of stoffen te plaatsen, te*

---

<sup>1</sup> Besluit van 29 augustus 2011 houdende vaststelling van voorschriften met betrekking tot het bouwen, gebruiken en slopen van bouwwerken (Bouwbesluit 2012), Stb. 2011, 416, laatstelijk gewijzigd bij het Besluit van 17 oktober 2018, houdende wijziging van het Bouwbesluit 2012 betreffende de labelverplichting voor kantoorgebouwen, Stb. 2018, 380.

*werpen of te hebben, handelingen te verrichten of na te laten of werktuigen te gebruiken, waardoor:*  
*a. op voor de omgeving hinderlijke of schadelijke wijze rook, roet, walm of stof wordt verspreid; (..) "*

Artikel 7.17 en 7.22 hebben beide het karakter van een vangnetbepaling. Deze algemene verbodsbepalingen hebben betrekking op gebruik van bouwwerken, open erven en terreinen waarin niet is voorzien door andere voorschriften uit het Bouwbesluit. Hiermee heeft het bevoegd gezag een "kapstok" om in een specifiek geval in te grijpen wanneer een bepaald gebruik van een bouwwerk, open erf of terrein leidt tot hinder, gezondheidsrisico's en veiligheidsrisico's anders dan brandveiligheidsrisico's. In de bepaling van artikel 7.22 onder a wordt specifiek de hinderlijke of schadelijke wijze van luchtverontreiniging genoemd.

In welke gevallen gesproken kan worden van hinderlijke of schadelijke verspreiding van rook, roet, walm of stof wordt in het Bouwbesluit 2012 niet geconcretiseerd. Of en wanneer er sprake is van hinderlijke of schadelijke verspreiding, is niet geobjectiveerd. Er bestaan geen concrete grens-, richt- en streefwaarden voor de luchtkwaliteit en voor geur die rechtstreeks van toepassing zijn op stookactiviteiten van particulieren. Voor het gebruik van houtkachels en haarden ontbreekt landelijke regelgeving. Tot op heden bestaan geen algemeen aanvaarde inzichten over de beantwoording van de vraag of, en zo ja, onder welke omstandigheden en bij welke frequentie, rook afkomstig van gebruik van een houtkachel schade aan de mens toebrengt.<sup>2</sup>

### **2.1.2 Wet milieubeheer**

Om nadere invulling te geven aan "hinderlijke of schadelijke wijze" van luchtverontreiniging kan, bij ontbreken van concrete normen specifiek voor stoken van houtkachels, aansluiting worden gezocht bij de algemene normstelling die wordt gebruikt bij de beoordeling van de kwaliteit van de buitenlucht.

Bijlage 2 bij de Wet milieubeheer bevat landelijke grens-, richt- en streefwaarden voor de luchtkwaliteit voor een aantal stoffen, waaronder fijn stof (PM<sub>10</sub>) en benzo(a)pyreen. Deze twee toxische stoffen staan model voor een beoordeling van de gevolgen voor de gezondheid van houtstook. Getoetst kan worden wat de bijdrage is van het stookproces aan de fijn stofconcentratie en de concentratie van benzo(a)pyreen in de omgeving en of daarbij sprake is van normoverschrijding (zie tabel 2.1).

---

<sup>2</sup> Dit is ook geconstateerd in onder andere twee uitspraken van de Afdeling bestuursrechtspraak van 12 november 2014 [ECLI:NL:RVS:2014:4032 (Grootegast) en ECLI:NL:RVS:2014:4038 (Kampen)].



Parameter	Middelingstijd	Grenswaarde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Opmerking
Fijn stof ( $\text{PM}_{10}$ )	jaar	40	
Fijn stof ( $\text{PM}_{10}$ )	24 uur	50 (maximaal 35 overschrijdingsdagen)	
Fijnere fractie van fijn stof ( $\text{PM}_{2,5}$ )	jaar	25 <sup>3</sup>	Indicatieve grenswaarde geldt vanaf 1 januari 2015
Fijnere fractie van fijn stof ( $\text{PM}_{2,5}$ )	jaar	20 <sup>3</sup>	Indicatieve grenswaarde geldt vanaf 1 januari 2020
Benzo(a)pyreen	jaar	1 nanogram/ $\text{m}^3$	Streefwaarde vanaf 1 januari 2013

Tabel 2.1: Wettelijke grenswaarden luchtkwaliteit ( $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$ ) en streefwaarde voor benzo(a)pyreen.

De parameters fijn stof en benzo(a)pyreen zijn een maat voor de schadelijkheid voor de gezondheid als gevolg van houtvuurrook.

### 2.1.3 Activiteitenbesluit

Vanaf 1 januari 2016 staan ook geurvoorschriften in het Activiteitenbesluit milieubeheer en in de ministeriële regeling (Activiteitenregeling). Deze voorschriften hebben vooral betrekking op de hinderlijkheid van de rookgassen bij verschillende activiteiten bij bedrijven. Het algemene uitgangspunt is het voorkomen van geurhinder (artikel 2.7a lid 1). Indien dat niet mogelijk is dan moet de geurhinder tot een aanvaardbaar niveau worden beperkt. Voor zover het doelvoorschriften voor specifieke activiteiten betreft, zijn deze in hoofdstuk 3, 4 en 5 van het besluit zelf opgenomen. Het Activiteitenbesluit is niet van toepassing op particuliere situaties, maar het Activiteitenbesluit kan wel ter vergelijking worden gebruikt voor het tegengaan van geurhinder door particulieren.

De "Handleiding geur: bepalen van het aanvaardbaar hinderniveau van industrie en bedrijven (niet veehouderijen)", kortweg: "Handleiding geur industrie" geeft een toelichting op de geurvoorschriften van het Activiteitenbesluit. Een belangrijk onderdeel hiervan is hoe het bevoegd gezag het aanvaardbaar hinderniveau bepaalt. De onderzoeksmethoden zijn opgenomen in de Nederlandse Technische Afspraak NTA 9065 Meten en rekenen geur. Het bevoegd gezag kan het aanvaardbaar hinderniveau op verschillende manieren uitdrukken. In Nederland zijn twee veel gebruikte maten voor doelvoorschriften voor geur de geurbelasting en de geuremissie. Het bevoegd gezag kan ook middelvoorschriften opstellen in de vorm van maatregelen. Het bedrijf voldoet dan als het bedrijf deze maatregelen uitvoert en geurbeperkende installaties goed onderhoudt.

<sup>3</sup> Dit betreft een indicatieve grenswaarde

Door de provincies Noord-Brabant, Gelderland, Overijssel, Groningen, Zuid-Holland en Zeeland is een eigen, lokaal geldend geurbeleid geformuleerd. Ook kennen een aantal gemeentes een eigen geurbeleid voor de industrie, meestal in de vorm van beleidsregels. Het opstellen van eigen beleid is mogelijk op grond van het nationale beleid dat veel ruimte biedt voor een eigen afweging door het bestuur.

## 2.2 Beleidsmatige kaders

### 2.2.1 Geur en lokaal geurbeleid (Noord-Brabant en Helmond)

Geur op zich is niet direct<sup>4</sup> schadelijk maar kan wel hinderlijk zijn en is – mede gelet op de strekking van artikel 7.22 lid a van het Bouwbesluit – van belang om nader te beschouwen. Er bestaan geen wettelijke grenswaarden voor geur met betrekking tot het stoken van hout door particulieren. Er is wel sprake van een (landelijk) geurbeleid, primair bedoeld voor inrichtingen, op basis waarvan kan worden besloten of sprake is van een acceptabele geursituatie. In beginsel kan dat kader ook worden toegepast op hinder als gevolg van houtstook door particulieren. Incidentele (ernstige) hinder betekent nog niet dat sprake is van onacceptabele geurhinder. Naast de aard en omvang van de geur dient ook rekening te worden gehouden met het aantal uren per jaar dat de hinder optreedt. Dit hangt samen met het feit dat geur als zodanig niet schadelijk is, waardoor een zekere mate van hinder toelaatbaar kan zijn. De geurconcentratie kan niet in massa-eenheden gemeten worden. Daarom wordt de geëmitteerde geur uitgedrukt in Europese odourunits ( $ou_E/m^3$ )<sup>5</sup>. De geurconcentratie wordt vastgesteld door een panel van waarnemers in een laboratorium volgens een gestandaardiseerde procedure. Een geurconcentratie van  $1\ ou_E/m^3$  kan door een geurpanel met zekerheid onderscheiden worden van geurvrije lucht. Geuren die niet uit één component bestaan, kunnen tot op heden niet met instrumenten gemeten worden.

#### Hedonische waarde

De hedonische waarde is een maat voor de (on)aangenaamheid van een geur. Hierbij wordt gewerkt met een beoordelingsschaal die loopt van uiterst aangenaam tot uiterst onaangenaam. Volgens artikel 1 onder m, van het Helmonds geurbeleid dient de (gemeten) geuremissie hedonisch gecorrigeerd te worden door de geuremissie van een bron te delen door de hedonische weegfactor F. Deze definitie komt overeen met de definitie die in artikel 1 onder m van het provinciale geurbeleid van Noord-Brabant is omschreven. Hetzelfde effect wordt bereikt door de aan te houden immissienorm te vermenigvuldigen met de hedonische weegfactor F. De NVN 2818:2019 (Geurkwaliteit – ‘Sensorische bepaling van de hedonische waarden van een geur met een olfactometer’) geeft een waarde aan een geur waaruit men af kan leiden hoe (on)aangenaam de geur is.

---

<sup>4</sup> Langdurige blootstelling aan stank kan leiden tot psychosomatische klachten. Behalve als gevolg van individuele verschillen kunnen nadelige effecten vooral optreden in situaties waarin de ontvanger er weinig of geen invloed op kan uitoefenen, de voorspelbaarheid klein is en de onbekendheid met de oorzaak groot.

<sup>5</sup> Eén Europese odour unit per kubieke meter is de concentratie geurstoffen die door een gemiddeld persoon nog net kan worden geroken. Er wordt hierbij dus geen onderscheid gemaakt naar de herkomst van de geur ("type" geur).

Voorgaande is relevant voor zover geur de maatgevende hindercomponent van de houtstook betreft.

### Toetsingswaarde

Wanneer voor de rookgassen vanuit een houtkachel wordt uitgegaan van een (zeer) onaangename geur kan voor het bereiken van afdoende bescherming tegen geurhinder er vanuit worden gegaan dat in een woonomgeving een maximaal toelaatbare geurconcentratie wordt aangehouden van  $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , die gedurende ten hoogste 2% van de tijd overschreden mag worden (98-percentiel). Voor piekconcentraties geldt als regel dat gedurende 0,01% van de tijd (minder dan een uur per jaar) een 10 maal hogere concentratie mag worden waargenomen. Dat komt in het gegeven geval neer op  $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 99,99 percentielwaarde.

Parameter	Toetsingswaarde	Opmerking
Geur (structureel)	$0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (98-percentiel)	Maximaal 175 uur overschrijding per jaar.
Geur (incidenteel)	$5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (99,99 percentiel)	Maximaal 1 uur overschrijding per jaar

Tabel 2.2: Toetsingswaarden geurhinder voor zeer onaangename geuren

### Helmonds geurbeleid

De gemeente Helmond heeft een eigen lokaal geldend geurbeleid<sup>6</sup> geformuleerd. In de "Beleidsregels Geurhinder industriële bedrijven Helmond 2018" zijn artikelen opgenomen waarin de beoordelingsruimte voor het college van burgemeester en wethouders is vastgelegd voor aanvragen om een omgevingsvergunning voor bedrijfsmatige activiteiten. Hoewel houtkachels in het bezit van particulieren niet onder de Wabo of het Activiteitenbesluit vallen, zijn de inzichten van het gemeentebestuur van Helmond wel van belang voor de vraag hoe houtrook vanuit milieuhygiënisch perspectief wordt beoordeeld indien geur de maatgevende factor is.

In artikel 7 van de Beleidsregels zijn streef-, richt- en grenswaarden gesteld voor de geurbelasting in drie omgevingscategorieën. De omgevingscategorie "Hoog" is hierbij van toepassing op woningen. Omdat de beleidsregel geurhinder gericht is op industriële bedrijven en van toepassing bij het aanvragen van omgevingsvergunningen, is het niet mogelijk om voor de individuele stook van hout via houtkachels een aanvaardbaar hinderniveau vast te stellen. Wel is het mogelijk om de streef-, richt- en grenswaarden te gebruiken bij de afweging of een houtkachel van een particulier tot geurhinder kan leiden bij een nabijgelegen woning.

<sup>6</sup> Op te vragen via de link <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/gmb-2018-52575.html>

## **Provinciaal geurbeleid**

De Provincie Noord-Brabant heeft op 29 april 2016 de beleidsregel industriële geur Noord-Brabant "*Beleidsregel industriële geur Noord-Brabant*" vastgesteld. Deze is inmiddels vervallen en is vervangen door de versie van 26 april 2018. Het beleid is gericht op inrichtingen waarvoor de Provincie Noord-Brabant het bevoegd gezag is ingevolge de Wabo. De beleidsregel is dus ook niet van toepassing op kleine stookinstallaties van particulieren. In de beleidsregel wordt van dezelfde omgevingscategorieën uitgegaan, waarbij voor woningen de omgevingscategorie "Hoog" geldt. Op basis van de beleidsregel is het niet mogelijk om voor de individuele stook van hout via houtkachels, een aanvaardbaar hinderniveau vast te stellen. In tabel 1 en 2 zijn richt- en grenswaarden voor de geur in de omgeving weergegeven. De richt- en grenswaarden zijn voor bestaande activiteiten minder streng dan de richt- en grenswaarden van het Helmonds geurbeleid en zijn te gebruiken bij de afweging of een houtkachel van een particulier tot geurhinder kan leiden bij een nabijgelegen woning.

### **2.2.2 Platform houtrook en gezondheid**

Om overlast of gezondheidsschade als gevolg van het stoken van hout en andere vaste brandstoffen door particulieren te voorkomen en/of te verminderen, is mede op initiatief van de Rijksoverheid in 2014 het Platform Houtrook en Gezondheid ingesteld. Het Platform is samengesteld uit een brede vertegenwoordiging van partijen uit het veld van onderzoek, maatschappelijke organisaties, ondernemers en overheid. Het Platform heeft diverse oplossingsrichtingen in kaart gebracht om overlast of gezondheidsschade als gevolg van het stoken van hout door particulieren, te voorkomen dan wel te verminderen.

Het Platform Houtrook en Gezondheid heeft op 8 maart 2018 in haar brief aan de Staatssecretaris Infrastructuur en Waterstaat 15 oplossingsrichtingen voorgesteld ter beperking van de emissies en overlast als gevolg van houtstook. Het Platform heeft geadviseerd om houtstook te ontmoedigen en het stookgedrag te verbeteren en via regulering de bron aan te pakken door het verbeteren van de minimum standaard (aanscherpen Ecodesign-norm, (zie volgende paragraaf), aanpak verspreiding, keuren en vegen van de schoorsteen). Tot slot wordt gedacht aan oplossingen om het gebruik te verminderen (bijvoorbeeld door een stookverbod in dichtbevolkt gebied).

### **2.2.3 Ministerie Infrastructuur en Waterstaat en TNO en RIVM**

In een brief van 30 mei 2018 aan de voorzitter van de tweede kamer geeft het Ministerie I&W aan dat men met de volgende drie aanbevelingen van het Platform houtrook en gezondheid al aan de slag wil:

- Het ontwikkelen van een methode (mede door TNO) om de gezondheidsschade als gevolg van houtstook vast te stellen;
- Het ontwikkelen van Stookalert (mede door RIVM en KNMI), een waarschuwingstool/ telefoonapplicatie die op basis van ongunstige meteo-omstandigheden en achtergrondconcentraties adviseert om af te zien van houtstook;
- Communicatie / voorlichting over stookgedrag.

Het ministerie I&W en TNO en RIVM zijn gezamenlijk bezig een methode te ontwikkelen voor het vaststellen van gezondheidsschade als gevolg van houtstook, waardoor handhaving mogelijk zou kunnen worden. Beoogd is een technisch relatief simpel uitvoerbare en betaalbare methode die door gemeentes kan worden uitgevoerd. Omdat de opdracht gericht is op het voorkomen van gezondheidsschade, wordt gezocht naar schadelijke en meetbare stoffen/indicatoren, zoals black carbon (roet), fijn stof (PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub>), koolmonoxide en formaldehyde. De verwachting is dat eind 2019 de resultaten bekend worden gemaakt.

## 2.3 Typekeuringen houtkachels

### 2.3.1 Nederlandse normen

Voor houtkachels bij particulieren, gold in **Nederland** tot 2007 een wettelijk verplicht en door het ministerie van VROM uitgevaardigd keurmerk. Sinds 2007 geldt wel een CE typekeur, waarbij de fabrikant kan aangeven dat zijn product aan Europese veiligheids- en/of gezondheidsrichtlijnen voldoet. De fabrikant kan metingen en onderzoeken hiervoor zelf uitvoeren. Wat betreft uitstoot houdt het CE-keurmerk in dat kachels moeten voldoen aan 30 - 50% energierendement en 1% koolmonoxide (CO) in het rookgas. Er worden in het kader van de CE momenteel geen eisen gesteld aan de uitstoot van fijn stof. De Nederlandse fabrikanten en onder de NHK ressorterende vakhandelaren hanteren in de regel de Duitse DIN-norm (zie paragraaf 2.3.2) als minimale prestatie-eis.

Indien een ketelinstallatie onderdeel uitmaakt van een inrichting (alleen in dat geval) gelden de eisen uit paragraaf 3.2.1 van het Activiteitenbesluit. Volgens artikel 3.10.b moet het rookgas van een ketelinstallatie (dus niet voor een houtkachel van particulieren) met een nominaal thermisch ingangsvermogen kleiner dan 1MW<sub>th</sub> voldoen aan de emissiegrenswaarden, genoemd in tabel 3.10b van het Activiteitenbesluit.

<b>Tabel 3.10b Activiteitenbesluit</b>			
<i>Brandstof/vermogen</i>	<i>Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) (mg per normaal kubieke meter)</i>	<i>Zwavel dioxide (SO<sub>2</sub>) (mg per normaal kubieke meter)</i>	<i>Totaal stof (mg per normaal kubieke meter)</i>
Biomassa of houtpellets	300	200	40

Tabel 2.3: Emissie-eisen voor ketelinstallaties binnen een inrichting in tabel 3.10b van het Activiteitenbesluit.

### 2.3.2 Buitenlandse normen

In het buitenland is ook gekeken naar het gebruik van houtkachels en welke normering daarvoor gehanteerd zou kunnen worden. Voor dit kennisdocument hebben we de informatie van ons omringende landen beschouwd, alsook de toekomstige Europese producteisen.

In **België** is sinds 2011 een Koninklijk besluit van kracht dat in drie fasen maatregelen

invoert. Fase drie is sinds 2016 van kracht. Er worden -afhankelijk van het type toestel- eisen gesteld aan CO, fijnstof en aan het energetisch rendement. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen voorzetkachels, inzetkachels, accumulerende toestellen, pelletkachels, open haarden, ketels en ketel-kachel combinaties. In de praktijk wordt bij nieuwe kachels en ketels de uitstoot beperkt door onder meer optimale en getrapte zuurstofvervoer, naverbranding van de rookgassen en een betere isolatie van de verbrandingskamer. Voor houtkachels geïnstalleerd vóór 2000 geldt een gemiddelde uitstoot van fijn stof (PM<sub>10</sub>) van 760 g/GJ, voor kachels geïnstalleerd na 2000 geldt een norm van 380 g/GJ, hetgeen overeenkomt met een emissie lager dan 150 mg/Nm<sup>3</sup>. Nieuwe kachels op vaste brandstof moeten, vóór ze op de markt gebracht worden, gestandaardiseerde laboratoriumtests ondergaan die aangeven of het toestel voldoet aan de wettelijke emissie- en rendementseisen uit het Koninklijk Besluit.

In Vlaanderen is op 22 oktober 2018 een Green Deal 'Huishoudelijke houtverwarming' ondertekend. Doel van de Green Deal is onder meer om de uitstoot van fijn stof door houtkachels tegen 2030 met 50 procent te beperken ten opzichte van 2016. De Green Deal wil op korte termijn zorgen voor een sanering van vervuilende houtstooktoestellen en het verbeteren van het stookgedrag.

In **Duitsland** geldt een DIN-norm (Deutsches Institut für Normung) en een DIN+ norm, die momenteel is opgehangen aan de verordening voor kleine en middelgrote stookinstallaties, (Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionschutzgesetzes), hierna te noemen: 1.BImSchV. De regelgeving is er op gericht om de emissie van PM<sub>10</sub> uit nieuwe en bestaande kachels terug te dringen. In 2010 is de maximum emissie gereduceerd naar 75 mg stof per m<sup>3</sup>. Vanaf 2015 is dit verder teruggebracht tot 40 mg stof per m<sup>3</sup>. Ook bestaande kachels worden aangepakt. Kachels uit de periode 1950 - 1975 mogen niet meer worden gestookt tenzij de eigenaren kunnen aantonen dat ze historisch waardevol zijn of niet meer dan 150 mg fijnstof per m<sup>3</sup> emitteren. In Duitsland is het wettelijk verplicht om elke 7 jaar minimaal tweemaal een erkende schoorsteenveger te consulteren, waarbij niet alleen bezien wordt of de kachel voldoet, maar ook of de vochtigheid van het opgeslagen hout voldoet aan de randvoorwaarde van een optimale verbranding. De schoorsteenveger heeft in dit kader een voorlichtende taak ten aanzien van stookgedrag. Overigens wordt ook verlangd dat particuliere toestellen uitgerust worden met een rookfilter of worden ingeruild als een rookfilter niet mogelijk is.

Omdat er veel verschillende factoren zijn die een rol spelen bij de vervuiling door houtstook heeft het Bundesamt voor Milieu een speciaal computerprogramma laten ontwikkelen, het programma 'Biomis'. Dit programma maakt het mogelijk nauwkeurige berekeningen te maken voor de uitstoot in woonwijken<sup>7</sup>. De onderzoekers ontwierpen eerst een theoretisch rekenmodel en toetsten dat aan de praktijk door gedurende de

---

<sup>7</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/ausbreitungsmodelle-fuer-anlagenbezogene#textpart-1>

wintermaanden in een woonwijk met een hoog percentage houtkachels metingen te doen. Daarbij werd bijvoorbeeld rekening gehouden met het soort hout, het type kachel en de kwaliteit van de installatie, maar ook met de weersomstandigheden, de buitentemperatuur en het type bebouwing. Ook de verschillende stadia van het verbrandingsproces speelden hierbij een rol, zoals het aanmaken van het houtvuur, het 'stationair' branden en het uitbranden. Om de invloed van de bebouwing op de luchtstromingen en de rookgassen te berekenen werd een speciaal stromingsmodel gebruikt, genaamd MISKAM. Meer dan 10.000 verschillende scenario's zijn op deze wijze door wetenschappers doorgerekend om de effecten van de emissies op de buitenlucht te kunnen beoordelen. Het onderzoek concentreerde zich op de uitstoot van stikstofoxiden, fijn stof, koolmonoxide, VOC's (vluchtige koolwaterstoffen inclusief methaan), benzeen, PAK's en dioxinen.

In **Frankrijk** is sinds 2000 het Flamme Vert programma gestart met zowel emissie-eisen, kwaliteitslabels als een stimuleringsprogramma voor vervanging van oude houtkachels. Houtkachels zijn in het programma ingedeeld in verschillende kwaliteitscategorieën (sterren), zie tabel 2.4. Per 1 januari 2015 worden houtkachels vanaf 5 sterren gestimuleerd met een subsidie van 30%. Per 1 januari 2018 worden alleen houtkachels vanaf 6 sterren en per 1 januari 2020 alleen houtkachels vanaf 7 sterren gestimuleerd. Dan zijn de emissie-eisen wat betreft fijnstof vergelijkbaar met die in Duitsland welke nu al van kracht zijn.

	Classe énergétique	Energetisch rendement [%]	CO [%]	Fijn stof [mg/Nm <sup>3</sup> ]
Stuk hout (bois bûche)	5 *****	≤ 70	≤ 0,30	≤ 90
	6 *****	≤ 75	≤ 0,15	≤ 50
	7 *****	≤ 75	≤ 0,12	≤ 40
Pellets (granules)	5 *****	≤ 85	≤ 0,04	≤ 90
	6 *****	≤ 86	≤ 0,03	≤ 40
	7 *****	≤ 87	≤ 0,02	≤ 30

Tabel 2.4: Emissie-eisen betreffende houtstook in Frankrijk

## Europa

Vanaf 2022 worden de landelijke producteisen in de lidstaten van de Europese Unie vervangen door de verplichte Ecodesign producteisen. Daarnaast is sinds 2018 het Europese Energielabel van kracht geworden. De Ecodesign Directive (2005/32/EC) vormt een kaderrichtlijn voor het opstellen van Ecodesign eisen (via Europese wetgeving) voor energie gerelateerde apparatuur.

Als onderdeel hiervan zijn onder meer Lot15 en Lot 20 producteisen opgesteld voor nieuwe houtkachels en biomassa-gestookte ketels. Beide voorstellen zijn in maart 2015 goedgekeurd door het Europees Parlement, zodat vanaf 2020 en 2022 de eisen uit de Ecodesign Directive in alle EU lidstaten moeten worden toegepast en gehandhaafd. Op 16 januari 2019 heeft Staatssecretaris Van Veldhoven aangekondigd in Nederland de

implementatie van de Ecodesign richtlijn te vervroegen naar 1 januari 2020. Voor de komende jaren geldt deze keuringseis vanuit de toekomstige Ecodesign Regeling dus ook voor Nederland als leidraad. Schematisch ziet dat er voor dit moment en de komende jaren als volgt uit:

Beschrijving	Min. seizoen rendement	CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Stof [mg/Nm <sup>3</sup> ]	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ]
Vrijstaande houtkachel EN13240	65%	1500	40	120	200
Inbouw/inzet EN13229	65%	1500	40	120	200
Pellet kachel EN14785	79%	300	20	60	200
Accumulerende toestellen, EN15250	65%	1.500	40	120	200

Tabel 2.5: Eisen uit de Europese Ecodesign Richtlijn

In overleg met de overheid heeft de Stichting Nederlandse haarden en kachelbranche (NHK) voor Nederland tot 2020 tabel 2.6 ontwikkeld. Daarin is het seizoen rendement vervangen door "minimaal rendement bij nominaal vermogen", een werkwijze die voor de Nederlandse keuringsinstituten op dit moment al wordt toegepast.



Beschrijving	Minimaal rendement bij nominaal vermogen	Maximum CO mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Maximum stof mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Maximum C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Maximum NO <sub>x</sub> mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Berekend en gecertificeerd volgens de normen
Vrijstaande houtkachel	75%	1.250	40	120	200	EN13240; EN12619; EN14792
Inbouw/ inzet houtkachel	75%	1.250	40	120	200	EN13229; EN12619; EN14792
Pelletkachel	85%	300	20	60	200	EN14785; EN12619; EN14792
Accumuleren de toestellen	75%	1.250	40	120	200	EN15250; EN12619; EN14792

Tabel 2.6: Door NHK ontwikkelde eisen voor diverse soorten houtkachels

Deze emissie-eisen zijn voor nieuwe kachels vergelijkbaar met de huidige Duitse emissie-eisen. In tegenstelling tot de Duitse en Franse wetgeving wordt met Ecodesign niet gestimuleerd om bestaande stookinrichtingen te vervangen of te verbeteren, terwijl kachels en open haarden lang mee kunnen gaan.

## 2.4 Overzicht jurisprudentie houtstook particulieren

Er zijn de laatste twee jaar meerdere uitspraken op het gebied van particuliere houtkachels gedaan. Ook zijn twee uitspraken over houtkachels bij bedrijven nader toegelicht. Hieronder volgt een overzicht:

[ECLI:NL:RVS:2019:2012; Raad van State; 26 juni 2019; zaak 201805926/1/A1](#)

Appellant woont te Well, naast het perceel. Op het perceel staat een woning met meerdere bijgebouwen. In de bijgebouwen staan twee houtkachels, één in de speelruimte en de ander in het kantoor. Appellant stelt overlast te ervaren van het gebruik van de twee houtkachels en heeft het college verzocht om handhavend op te treden tegen de overlast. De afstand van de houtkachels tot de woning van appellant bedraagt respectievelijk ongeveer 11 en 22 m. Appellant stelt dat de houtkachels vrijwel elke dag tussen oktober en mei worden gestookt van de ochtend tot het einde van de middag. Het college heeft het handhavingsverzoek afgewezen, omdat tijdens een controle niet is vastgesteld dat sprake is van overmatige hinder.

De rechtbank heeft overwogen dat één controle onvoldoende is om vast te kunnen stellen of sprake is van overmatige hinder. Het besluit is daarom vernietigd wegens strijd met het motiverings- en zorgvuldigheidsbeginsel, maar de rechtsgevolgen van het besluit zijn in stand gebleven omdat nadien uit diverse controles niet is gebleken van overmatige hinder. Volgens appellant heeft de rechtbank miskend dat het niet aan het college is om te beoordelen wanneer sprake is van hinder als bedoeld in artikel 7.22 van het Bouwbesluit 2012. Volgens appellant dient het college beleid vast te stellen waarmee wordt gewaarborgd dat er op een objectieve wijze kan worden bepaald of er sprake is van overmatige hinder. Daarbij verwijst hij naar het rapport van Buro Blauw van 24 mei 2017. Buro Blauw concludeert dat de richtwaarde voor een aanvaardbaar hinderniveau van het Gelders geurbeleid op basis van de ingeschatte gegevens wordt overschreden en ernstige overlast voor appellant niet kan worden uitgesloten. De toezichthouder heeft tijdens diverse controles geen rook- of geuroverlast waargenomen op het perceel van appellant.

Zoals de rechtbank terecht heeft overwogen, vloeit uit artikel 7.22 van het Bouwbesluit niet voort wanneer sprake is van overmatige hinder. Het college is niet gehouden om beleid vast te stellen waarin is bepaald wanneer sprake is van overmatige hinder. De rechtbank heeft terecht overwogen dat het college voor de beoordeling of sprake is van overmatige hinder ook niet gehouden was om aansluiting te zoeken bij het Gelders geurbeleid, nu dit beleid geschreven voor bedrijven en daarom niet toepasbaar met betrekking tot het vaststellen van geuroverlast bij particulieren. Naar het oordeel van de Afdeling heeft de rechtbank terecht overwogen dat het college zich, gelet op de uitgevoerde controles, op het standpunt heeft kunnen stellen dat geen sprake was van overmatige hinder door de houtkachels. Weliswaar kan het door appellant overgelegde rapport van Buro Blauw een aanwijzing zijn dat sprake kan zijn van overmatige hinder, maar dat rapport is, gelet op de hiervoor genoemde controles, onvoldoende voor het oordeel dat het college ten onrechte heeft geweigerd om handhavend op te treden. Omdat er geen overtreding is geconstateerd, was het college niet bevoegd om handhavend op te treden tegen het gebruik van de houtkachels.

ECLI:NL:RBOVE:2019:1349 Rechtbank Overijssel, 5 juni 2019, zaaknummer: AWB 18/2201

De toezichthouder van de gemeente Oldenzaal heeft ongeveer 60 tot 70 controles ter plaatse uitgevoerd. Tijdens deze controles heeft de toezichthouder zich ervan vergewist wat de windrichting op dat moment was. De toezichthouder heeft in de omgeving rondgefietst en gekeken of hij rook waarnam en of hij iets kon ruiken van het stoken van de houtkachel. Hij heeft zowel geroken in de omgeving als ook geroken pal voor de woningen van eisers en perceel 1. Hij heeft op verschillende tijdstippen gekeken en geroken, ook 's-nachts. De toezichthouder heeft geconstateerd dat hij geen of nauwelijks verbrandingslucht kon ruiken.

De rechtbank onderschrijft het standpunt van verweerder dat de (geur)normen in het provinciale geurbeleid betrekking hebben op industriële emissies zodat deze normen niet

zonder meer kunnen worden toegepast op een particuliere houtkachel. Verweerder mocht zich dan ook op het standpunt stellen dat het gebruik dat van de houtkachel niet resulteert in overmatige (geur)hinder. De rechtbank is verder van oordeel dat verweerder zich op het standpunt heeft mogen stellen dat geen sprake is van dreigende aantasting van de volksgezondheid. Samenvattend oordeelt de rechtbank dat verweerder zich op het standpunt heeft mogen stellen dat geen sprake is van overtreding van artikel 7.22 van het Bouwbesluit.

ECLI:NL:RBOVE:2019:1564, 9 mei 2019, zaaknummer C/08/231151 / KG ZA 19-91

Het gaat in deze zaak om de vraag of aan gedaagden, particulieren die in een woonwijk wonen en veelvuldig stoken met een houtkachel, een stookverbod moet worden opgelegd, omdat hun stookgedrag onrechtmatige (geur)hinder oplevert voor eisers. Een verbod op houtkachels voor particulieren is voorlopig niet in aantocht.

Eisers leggen aan hun vordering ten grondslag dat sprake is van onrechtmatige hinder in de zin van artikel 5:37 BW in samenhang met artikel 6:162 BW. Op gedaagden rust de plicht om de veroorzaakte hinder zodanig te beperken dat hierdoor geen -als onrechtmatig te kwalificeren- overlast ontstaat. De feitelijke begrenzing van deze plicht dient te worden bepaald aan de hand van datgene wat -objectief gezien- voor burens in het maatschappelijk verkeer als hinder nog aanvaardbaar is. Bij overschrijding van die grens is sprake van onrechtmatige hinder. In het kader van het handhavingsverzoek dat eisers bij de gemeente hebben ingediend zijn wel veelvuldig controles ter plaatse uitgevoerd door toezichthouders van de gemeente. Het is aannemelijk dat de schoorsteen en rookkanalen van gedaagden aan de eisen van het Bouwbesluit 2012 voldoen. Wel is opgevallen dat gedaagden 24 uur per dag stoken en dat gedaagden de kachel voordat zij gaan slapen smoren, waardoor een onvolledige verbranding ontstaat met hinderlijke rook en rookgeur tot gevolg. Het ontbreekt volgens de toezichthouders echter aan wet- en regelgeving op dit punt. De conclusie van de Rechtbank luidt dat onvoldoende aannemelijk is gemaakt dat sprake is van onrechtmatige hinder door het stoken met hout door gedaagden.

ECLI:NL:RBOVE:2019:1349, 18 april 2019, zaaknummer ak 18 1814

Eiser heeft verweerder verzocht om handhavend op te treden op grond van artikel 7.22 van het Bouwbesluit 2012 omdat hij overlast ervaart van een houtkachel. Eiser heeft vermeld dat de overlast eruit bestaat dat hij op de slaapkamer niet fatsoenlijk kan slapen. Tijdens de controles is gebleken dat derde belanghebbende droog en schoon brandhout stookt. De toezichthouder heeft verder geconstateerd dat de houtkachel voldoet aan het Bouwbesluit 2012. Verweerder heeft geconcludeerd dat er geen sprake is van een overtreding van artikel 7.22 van het Bouwbesluit op grond waarvan hij handhavend zou moeten optreden. Met het bestreden besluit heeft verweerder het bezwaarschrift ongegrond verklaard en het primaire besluit in stand gelaten.

De rechtbank verwijst naar de uitspraak van de Afdeling van 10 oktober 2018, ECLI:NL:RVS:2018:3295, waarbij nogmaals is overwogen dat geen algemeen aanvaarde inzichten bestaan over de beantwoording van de vraag of, en zo ja, onder welke omstandigheden en bij welke frequentie rook afkomstig van het gebruik van een houtkachel schade aan de mens toebrengt. De rechtbank ziet in wat eiser heeft aangevoerd geen reden om daar in dit geval anders over te oordelen dan de Afdeling reeds meer dan eens heeft gedaan.

ECLI:NL:RBAMS:2019:2584; Rechtbank Amsterdam, 10 april 2019, zaak AMS 18/48

De rechtbank is van oordeel dat het advies van de GGD onvoldoende grondslag biedt voor de vaststelling dat sprake is van een overtreding van artikel 7.22, aanhef en onder a, van het Bouwbesluit. Uit het advies volgt dat adviseur slechts eenmaal ter plaatse is geweest. Het waarnemen van rook, en de geur van rook, brengt niet met zich dat reeds daarom sprake is van een situatie als bedoeld in artikel 7.22 van het Bouwbesluit.

Verweerder heeft in deze zaak geen officiële geurmetingen verricht en evenmin berekeningen uitgevoerd. De bevestiging van de geurhinder door middel van het bezoek van [adviseur] is onvoldoende, omdat in de Toolkit is bepaald dat hiervoor gebruik moet worden gemaakt van gecertificeerde neuzen. Daarbij is in de Toolkit "*Houtstook door particulieren, hoe voorkom je overlast*" vermeld dat op meerdere momenten moet worden vastgesteld of er geur wordt waargenomen én dat per situatie moet worden afgewogen wanneer sprake is van onaanvaardbare geurhinder (criteria hiervoor kunnen in beleid worden vastgelegd). Een eventuele last kan vervolgens hierop worden toegespitst. De rechtbank is van oordeel dat het onderzoek van verweerder in het onderhavige geval al is gestopt bij stap 3a, waardoor in ieder geval al niet kon worden toegekomen aan handhaving van stap 6.

De rechtbank is van oordeel dat het onderzoek van verweerder onzorgvuldig en onvoldoende is geweest. Het onderzoek biedt onvoldoende grondslag voor de conclusie dat er sprake is van overmatige hinder. Gelet daarop kon er geen overtreding van artikel 7.22, aanhef en onder a, van het Bouwbesluit worden vastgesteld. Verweerder was aldus niet bevoegd tot handhaving en het opleggen van een last onder dwangsom.

ECLI:NL:RVS:2018:3493; 201800851/1/A1; Rechtbank Gelderland: 24 oktober 2018 (bedrijfsmatige houtkachel)

Het betreft de emissie van een Grieks restaurant waar de kook- en bakluchten hinder opleveren voor omwonenden. Het belang van deze zaak in relatie tot de emissie van houtkachels is dat hier door de Afdeling wordt verwezen naar artikel 7.22 van het Bouwbesluit. Volgens de Rechtbank had het college ten tijde van het nemen van het tweede besluit op bezwaar moeten onderzoeken of het handhavend kon optreden op grond van overtreding van artikel 7.22 van het Bouwbesluit.

ECLI:NL:RBNNE:2018:4457; Rechtbank Noord-Nederland; 19 oktober 2018 (bedrijfsmatige houtkachel)

Het betreft een afwijzing van een verzoek om handhavend optreden tegen de walm en de stank van een houtverbrandingsinstallatie die onderdeel is van een bedrijf. Beoordeeld dient te worden of verweerder het verzoek om handhavend optreden met betrekking tot de verbrandingsinstallatie op het perceel terecht heeft afgewezen. Op basis van een onderzoeksrapport concludeert de rechtbank dat ter plaatse van de installatie sprake is van een overschrijding van de geldende emissiewaarden van PAK-componenten behorend tot stofklasse MVP-1, stofconcentraties en SO<sub>2</sub>. Ter hoogte van de omliggende woningen wordt de streefwaarde voor PAK-componenten van 1 ng/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde concentratie overschreden. Bij de omliggende woningen wordt het aanvaardbaar geurhinderniveau van het provinciaal geurbeleid overschreden. Dit betekent naar het oordeel van de rechtbank dat verweerder, gelet op de vastgestelde overschrijdingen, bevoegd was tot handhavend optreden.

ECLI:NL:RBNHO:2018:3295; Raad van State; 10 oktober 2018; Zaaknummer 201709506/1/A1;

Bij besluit van 10 januari 2017 heeft het college geweigerd om handhavend op te treden tegen het gebruik van een houtkachel. Omdat de toezichthouder bij de uitgevoerde controles geen overlast door stank of rook heeft waargenomen, de directe burens te kennen hebben gegeven geen overlast te ervaren en het college verder geen klachten of aanwijzingen van overlast uit de buurt heeft ontvangen, kon het college zich zonder nader onderzoek op het standpunt stellen dat geen sprake is van een op hinderlijke wijze verspreiding van stank of rook als bedoeld in artikel 7.22 van het Bouwbesluit.

Omdat er geen algemeen aanvaarde inzichten bestaan over de beantwoording van de vraag of, en zo ja, onder welke omstandigheden en bij welke frequentie rook afkomstig van het gebruik van een houtkachel schade aan de mens toebrengt, heeft het college zich op het standpunt gesteld dat het rookkanaal van de houtkachel voldoet aan de eisen die daaraan in het Bouwbesluit zijn gesteld. Omdat er evenmin algemeen aanvaarde inzichten bestaan over de wijze waarop de concentraties fijn stof in de omgeving als gevolg van het gebruik van de houtkachels moeten worden gemeten, heeft de rechtbank terecht overwogen dat het college in redelijkheid heeft kunnen afzien van het doen van nader onderzoek. (zie ook uitspraken ECLI:NL:RBNHO:2015:859; Rechtbank Noord-Holland; 12 februari 2015; zaak AWB-14\_965 en ECLI:NL:RVS:2014:4038; Raad van State; 12 november 2014; zaak 201308188/1/A1).

ECLI:NL:RVS:2018:3302; Raad van State 10 oktober 2018; Zaak 201800779/1/A1;

Bij besluit van 5 oktober 2016 heeft het college aan een bedrijf een omgevingsvergunning verleend voor het bouwen van een opstelruimte voor een koelinstallatie en een stookinstallatie (houtkachel). Met betrekking tot de vrees van appellant over het vrijkomen van schadelijke stoffen en geur door gebruik van de houtkachel, heeft het college zich in redelijkheid op het standpunt kunnen stellen dat voor onaanvaardbare hinder niet

gevreesd hoeft te worden, omdat de houtkachel moet voldoen aan de daarvoor geldende regels uit het Activiteitenbesluit milieubeheer. Er is geen reden dat er op voorhand van zou moeten worden uitgegaan dat het onmogelijk is om aan die regels te voldoen.

ECLI:NL:RVS:2018:2917; Raad van State; zaak 201706746/1/A1 en ECLI:NL:RVS:2018:2918; Raad van State; zaak 201706745/1/A1, 5 september 2018

Bij besluit van 9 februari 2016 en bij besluit van 11 januari 2016 heeft het college geweigerd handhavend op te treden tegen de plaatsing van een kachelpijp. De rechtbank heeft volgens de Afdeling terecht overwogen dat het Bouwbesluit 2012 slechts strekt tot bescherming van de bewoners van het pand waarin de houtkachel zich bevindt en waarop de kachelpijp is geplaatst en niet tevens tot bescherming van de belangen van omwonenden. Er worden daarnaast meerdere houtkachels in de directe omgeving van de woning van [appellant] gebruikt, zodat niet valt uit te sluiten dat de door appellant ervaren overlast niet uitsluitend door de houtkachel van vergunninghouder wordt veroorzaakt. Het waarnemen van rook en de geur van rook brengt niet per definitie met zich mee, dat sprake is van een situatie als bedoeld in artikel 7.22 van het Bouwbesluit en zegt niets over de omvang van de hinder ter plaatse van de woning van appellant. Het college heeft met betrekking tot zijn standpunt dat geen sprake is van hinder als bedoeld in artikel 7.22 van het Bouwbesluit in aanmerking kunnen nemen dat uit het buurtonderzoek is gebleken dat geen van de burens overlast ervaart.

ECLI:NL:RBNHO:2018:5946; Rechtbank Noord-Holland; 13 juli 2018; zaak HAA 17/3849

Bij besluit van 10 april 2017 heeft verweerder het verzoek van eisers om handhavend op te treden in verband met de overlast van rook van de houtkachel van de derde-partij afgewezen. Eisers hebben bij hun verzoek om handhaving een fijnstofmeting gevoegd, waaruit lijkt te volgen dat op de dag van de meting een aanzienlijke toename is geweest van fijn stof in de woning van eisers toen de kachel van derde-partij brandde. Verder heeft de toezichthouder opgemerkt dat – zoals tussen partijen ook niet in geschil is – de invoer van het ventilatiesysteem van de woning van eisers vlakbij de rookgasafvoer van de houtkachel van derde-partij is gelegen en dit een ongunstig effect heeft op de ondervonden rookgeuroverlast en fijn stofbelasting.

Verweerder had in de meting aanleiding moeten zien om zelf nader onderzoek te verrichten, zeker nu de toezichthouder op grond daarvan aannemelijk acht dat er stookmomenten zijn geweest waarmee op schadelijke of hinderlijke wijze rook is verspreid. Dat er geen algemeen aanvaarde inzichten bestaan omtrent de schadelijkheid van houtrook laat verder onverlet dat verweerder verplicht is om te onderzoeken of er in dit specifieke geval op hinderlijke en mogelijk toch ook schadelijke wijze rook of fijn stof wordt verspreid, juist ook vanwege de ligging van de rookgasafvoer en de invoer van het ventilatiesysteem van eisers.

ECLI:NL:RBGEL:2018:2527; Rechtbank Gelderland; 7 juni 2018;

Verweerder is niet gehouden om bij overlast door houtkachels aansluiting te zoeken bij normen in provinciale beleidsregels. De rechtbank ziet geen aanleiding voor het oordeel dat verweerder vanwege het ontbreken van wettelijke normen voor houtkachels aansluiting had moeten zoeken bij het Gelders geurbeleid. Verweerder heeft aangegeven dat dit geurbeleid – dat geurnormen voor bedrijven bevat – moeilijk toepasbaar is op houtkachels van particulieren, en dat bij een korte afstand berekeningen onnauwkeurig kunnen zijn. Dit standpunt acht de rechtbank niet onredelijk. Naar het oordeel van de rechtbank heeft verweerder zich gelet op de door een toezichthouder uitgevoerde controle terecht op het standpunt gesteld dat geen sprake is van een overtreding van artikel 7.22 van het Bouwbesluit.

ECLI:NL:RBGEL:2017:975; Rechtbank Gelderland; 28 februari 2017; zaak C/05/315149 / KZ ZA 17-29

Eisers vorderen dat de rechter zal verbieden om de houtkachel onder bepaalde (weers)omstandigheden te stoken, om ongebruikelijke materialen te stoken en om langer dan vier uur per dag te stoken. Eisers stellen in en rondom hun woning onrechtmatige hinder in de zin van artikel 5:37 BW te ondervinden, bestaande uit stank- en rookoverlast die voornamelijk wordt veroorzaakt door het verbranden van ongebruikelijke materialen. De rook bevat volgens eisers roetdeeltjes die naar beneden dwarrelen op hun perceel.

De gedaagde betwist de stelling van eisers dat sprake is van onrechtmatige hinder. De schoorsteenveger van gedaagde heeft geconstateerd dat zeer netjes wordt gestookt, met voldoende zuurstof en droog hout en dat de oorzaak van de verkleuring op de draaikap niet is veroorzaakt door het stoken van ongebruikelijke materialen. Hierbij is tevens aangevoerd dat voor zover er al sprake zou zijn van hinder, niet vaststaat dat dit door gedaagde wordt veroorzaakt. De rechter heeft bepaald dat de stelling dat sprake is van onrechtmatige hinder voldoende gemotiveerd is weerlegd. Het is onvoldoende aannemelijk geworden dat gedaagde onrechtmatige hinder in de zin van artikel 5:37 BW toebrengt aan eisers.

ECLI:NL:RVS:2016:2226; Raad van State ; 17 augustus 2016; zaak 201507377/1/A1 en ECLI:NL:RVS:2016:941; Raad van State ; 6 april 2016; zaak 201505285/1/A1

Bij besluit van 17 oktober 2014 en 11 september 2012 heeft het college het verzoek om handhavend op te treden ten aanzien van rook- en stankoverlast veroorzaakt door een stookinstallatie op een woonark afgewezen. Gelet op de uitgevoerde controles, heeft de rechtbank terecht geen aanleiding gezien voor het oordeel dat op een voor de omgeving hinderlijke wijze verspreiding van rook als bedoeld in artikel 7.22 van het Bouwbesluit plaatsvond waartegen het college met toepassing van dat artikel diende op te treden. De Afdeling ziet evenmin aanknopingspunten voor het oordeel dat de hiervoor bedoelde verspreiding van rook met aan zekerheid grenzende waarschijnlijkheid zal plaatsvinden, zodat reeds daarom geen aanleiding bestond voor het opleggen van een preventieve last

onder dwangsom. (zie ook uitspraak ECLI:NL:RVS:2014:4038; Raad van State ; 12 november 2014; zaak 201308188/1/A1).

ECLI:NL:RVS:2015:3430 Raad van State; 11 november 2015; zaak 201503360/1/A4

Bij besluit van 28 augustus 2013 heeft het college het verzoek om handhavend op te treden ter zake van het gebruik van een houtkachel afgewezen. In 2009 is geconcludeerd dat de houtkachel in overeenstemming met het Bouwbesluit was aangebracht. Ook in de extreme situatie dat de houtkachel gedurende het gehele jaar elke dag tussen 7.00 uur tot 22.00 uur wordt gestookt en bij ongunstige weersomstandigheden, is de geursituatie niet zodanig dat de hindergrens voor geur, zoals gehanteerd door de provincie Zuid-Holland in haar geurbeleid, wordt overschreden. Er wordt aanbevolen om het stookgedrag en het onderhoud van de schoorsteen te onderzoeken. Tijdens een onaangekondigd bezoek aan de woning heeft het college geconstateerd dat alleen goed gedroogd hout aanwezig was. Ander stookgoed is niet waargenomen. Verder heeft het college aan de hand van getoonde, en nadien overgelegde, kwitanties vastgesteld dat het emissiekanaal jaarlijks wordt schoongemaakt. Gelet op de reeds beschikbare gegevens en de bevindingen tijdens het huisbezoek ter zake van het schoonmaken van het emissiekanaal en het stookgoed, heeft de rechtbank terecht geen aanleiding gezien voor het oordeel dat nader onderzoek aangewezen was.

Uit de hiervoor aangehaalde jurisprudentie komen de volgende conclusies naar voren:

- Vanwege het ontbreken van specifieke regelgeving is artikel 7.22 van het Bouwbesluit in de regel het enige wettelijke toetsingskader voor emissies van houtstook door particulieren. Deze bepaling biedt echter onvoldoende houvast met betrekking tot de vraag wat aanvaardbare emissies zijn van houtkachels van particulieren naar omwonenden;
- Er zijn tot op heden geen algemeen aanvaarde inzichten over de wijze waarop de concentraties fijn stof in de omgeving als gevolg van het gebruik van particuliere houtkachels moeten worden gemeten;
- Voor het gebruik van houtkachels en haarden ontbreekt specifieke regelgeving en tot op heden bestaan er geen algemeen aanvaarde inzichten over de beantwoording van de vraag of, en zo ja, onder welke omstandigheden en bij welke frequentie, rook afkomstig van gebruik van een houtkachel schade aan de mens toebrengt;
- Er is geen sluitend systeem om overlast van houtstook door particulieren aan te kunnen tonen. Handhaving kan plaatsvinden op basis van meerdere controles ter plekke. Op basis van de bevindingen van de handhavers ter plaatse, kan meestal nog steeds geen concrete handhavingsactie plaatsvinden.
- Er bestaan geen algemeen aanvaarde inzichten omtrent de schadelijkheid van houtrook. Dit laat verder onverlet dat verweerder verplicht is om te onderzoeken of er op hinderlijke en/of schadelijke wijze rook of fijn stof wordt verspreid;



- Geurnormen die betrekking hebben op industriële emissies kunnen niet zonder meer worden toegepast op particuliere houtkachels;
- Het bevoegd gezag is niet gehouden om beleid vast te stellen waarin is bepaald wanneer sprake is van overmatige hinder vanwege houtstook.

Het voorgaande heeft tot gevolg dat verzoeken om handhavend op te treden tegen emissies van houtkachels vrijwel altijd worden afgewezen, ook in situaties dat overmatige hinder beslist niet is uit te sluiten. Dat komt in feite door het ontbreken van een duidelijk toetsingskader.

## 3 Brandstofsamenstelling en -kwaliteit

### 3.1 Brandstof voor houtkachels

Dit kennisdocument gaat primair uit van houtkachels waarin gekloofd<sup>8</sup> hout wordt verbrand. Het hout bestaat voornamelijk uit gedroogd boomhout en kan ook uit schoon en droog resthout bestaan. Opgemerkt moet worden dat niet alle soorten resthout geschikt zijn voor houtkachels, zoals geverfd of geïmpregneerd hout, restjes spaanplaat, triplex of hardboard. Bij het verbranden daarvan komen veel schadelijke stoffen vrij, zoals dioxinen, metaalverbindingen, formaldehyde en zoutzuur. In het vervolg wordt uitgegaan van het verbranden van droog boomhout. Het verstoken van afval(hout) door particulieren in houtkachels is reeds op basis van artikel 7.17 en 7.22 van het Bouwbesluit 2012 (versie 2018) niet toegestaan, omdat geen rook, roet, walm of stof op hinderlijke of schadelijke wijze mag worden verspreid. Ook op basis van artikel 10.2 uit de Wet milieubeheer is het verbranden van afvalstoffen niet toegestaan.

#### 3.1.1 Opbouw droog boomhout

Droog (boom)hout is opgebouwd uit de volgende stoffen (in massa % van het drooggewicht):

- cellulose 40-60%;
- lignine 16-25% bij loofhout en 23-33% bij naaldhout;
- hemicellulose 20-35% bij loofhout en 15-25% bij naaldhout;
- inhoudsstoffen 5-30%;
- mineralen 0,1-3%.

Er is relatief weinig spreiding in de elementaire samenstelling van verschillende houtsoorten. Het verbrandingsproces van verschillende soorten hout lijkt hiermee redelijk uniform. De eigenlijke structuur van het hout wordt gevormd door de vezelvormige structuur van de cellulose (en hemicellulose), waarbij de lignine als opvulsel optreedt. In constructietermen betekent dit dat de sterkte van het hout tot stand komt door de treksterkte van de cellulose (en hemicellulose) enerzijds en de druksterkte van de lignine anderzijds. Inhoudsstoffen en mineralen vormen in tegenstelling tot de drie hoger genoemde bouwstenen geen onderdeel van de opbouwende structuur van het hout zelf. Ze dragen echter wel bij aan eigenschappen zoals kleur, reuk, duurzaamheid, sterkte en dichtheid. Vele inhoudsstoffen komen vrijwel uitsluitend voor in het kernhout van bepaalde houtsoorten.

Cellulose is slecht afbreekbaar. Eén cellulosemolecuul bestaat uit een snoer van duizenden moleculen glucose (druivensuiker), die gevormd wordt tijdens de fotosynthese. Cellulose is wit van kleur en bestaat uit fijne draadjes. De chemische formule voor cellulose is

---

<sup>8</sup> Schors en het daaronder liggende spinthout branden veel moeilijker dan het kernhout binnenin. Daarom wordt goed brandhout steeds gekloofd. Zo wordt snel de verbrandingstemperatuur bereikt die voor het goed verbranden van de schors nodig is. Ook droogt gekloofd hout sneller.

$(C_6H_{10}O_5)_n$ . De thermische ontbinding van cellulose begint bij een temperatuur van circa 170 °C. Hierbij wordt o.a. de stof Levoglucosan gevormd, dat verder ontbindt in azijnzuur, aceton, fenol en water.

Lignine is een stof, die voorkomt in de celwand van verschillende cellen. Lignine is een vulstof, typisch voor het hout en daarom ook wel eens houtstof genoemd. Naaldhout bevat beduidend meer lignine dan loofhout. Het bestaat uit grote, driedimensionale moleculen met een ingewikkelde samenstelling. De sterkte van hout is een resultaat van het composietmateriaal dat gevormd wordt door de interactie tussen cellulose en het lignine eromheen. De chemische formule voor lignine is  $C_9H_{10}O_2$ ,  $C_{10}H_{12}O_3$ , of  $C_{11}H_{14}O_4$ . Lignine verdampt bij 120 °C en verbrandt bij temperaturen vanaf 420 °C. Het ligninegehalte van het hout beïnvloedt daardoor de ontstekingstemperatuur.

Hemicellulose is een verzamelnaam voor een reeks zeer nauw verwante koolhydraten die worden gemaakt in planten. Hemicellulose is nauw verwant aan cellulose. Het zijn eveneens draadachtige structuren opgebouwd uit suikermoleculen. Hemicellulose bevat echter niet alleen glucosemoleculen (druivensuiker), maar ook andere suikers. Ook zijn de snoeren aanzienlijk korter dan bij cellulose (een paar honderd suikermoleculen). Hemicellulose is een vertakt polymeer, terwijl cellulose deels onvertakt, deels vertakt is. Loofhout bevat meer hemicellulose dan naaldhout. Enkele chemische formules voor vormen van hemicellulose zijn  $C_5H_{10}O_5$ ,  $C_5H_{12}O_5$ ,  $C_6H_{12}O_5$  en  $C_6H_{12}O_6$ . De thermische ontbinding van hemicellulose begint bij een temperatuur van tussen de 150 – 300 °C en is het hevigst rond 250 °C.

### 3.1.2 Brandstofkwaliteit en vochtgehalte

Het functioneren van stookinstallaties hangt in belangrijke mate samen met het materiaal en de wijze waarop wordt gestookt. Allereerst is van belang dat er geen afvalstoffen worden verstoekt (zoals plastics, olie, creosoten). Indien stookhout daarmee wordt vermengd of als er behandeld hout (geverfd of geïmpregneerd hout) wordt gestookt, dan zal dat kunnen leiden tot ernstige geuroverlast en de uitstoot van (zeer) schadelijke stoffen (bijvoorbeeld dioxinen).

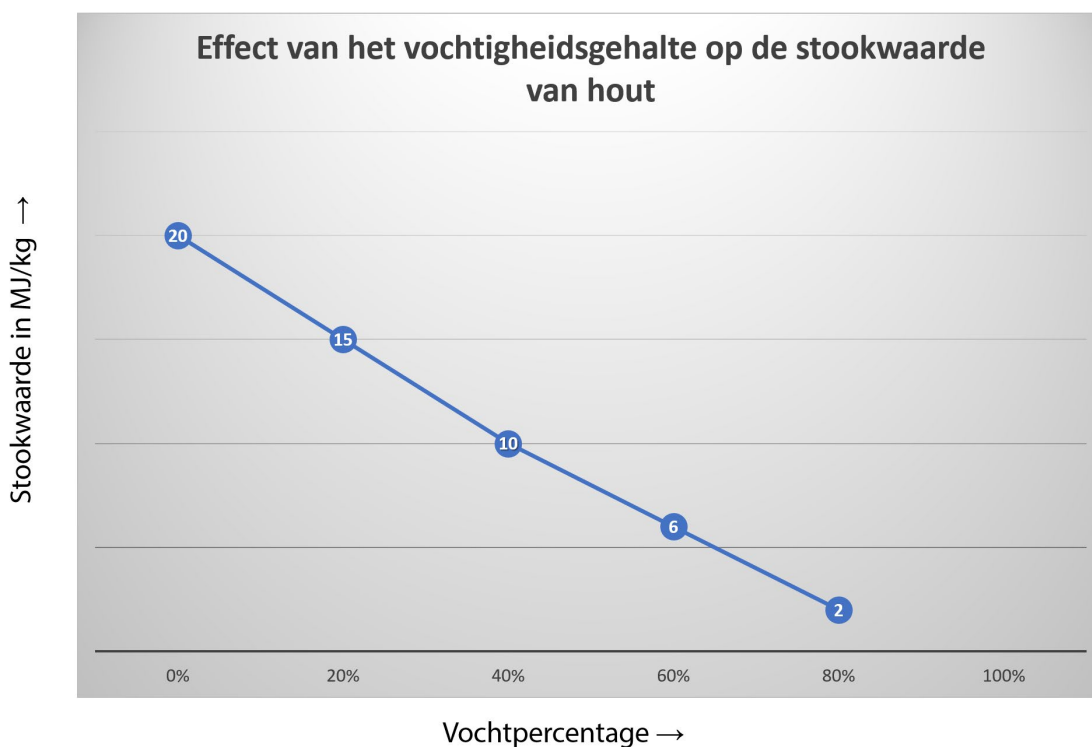
Vers en/of nat hout heeft, door de grote hoeveelheid vocht<sup>9</sup>, een negatieve invloed op de verbrandingscondities en op de rookgasverspreiding. Bij het verbranden van nat hout komt er veel waterdamp vrij. Waterdamp koelt het brandbare gas dat uit het hout ontwijkt sterk af. De waterdamp neemt zoveel ruimte van de verbrandingskamer in dat deze de verbrandingslucht verdringt, waardoor meer onverbrande stoffen ontstaan zoals koolwaterstoffen en roet. Het gevolg is ook een verbranding die slecht verloopt. De zuurstof mengt zich slecht met het houtgas en het houtgas kan onverbrand de kachel verlaten. Hierdoor zal de kleur van de vlam niet geel maar oranje zijn. Dergelijk houtgas bevat veel sterk ruikende en sterk (milieu)vervuilende verbindingen. Wanneer de

---

<sup>9</sup> Vers gekapt hakhout bevat ongeveer 50% vocht.

temperatuur in de kachel hoog genoeg is, wordt de waterdamp gekraakt en valt het uiteen in zuurstof en waterstof. Wanneer er veel roet (=vrije koolstof) wordt gevormd kan het waterstofgas nieuwe verbindingen aangaan met de koolstof en de ongewenste koolwaterstofverbindingen zoals PAK's vormen. Dit zijn sterk ruikende teer- en creosoot vormende verbindingen met negatieve gevolgen voor de gezondheid. Ook leidt dit tot een negatief effect op de verspreiding van de rookgassen omdat er minder thermische pluimstijging optreedt.

Het vochtgehalte heeft een groot effect op de netto calorische waarde van het hout in het verbrandingsproces. Het vochtgehalte wordt standaard vermeld als gewichtpercentage van de natte basis (zoals ontvangen). Verdampend water gebruikt energie die wordt geleverd door het verbrandingsproces: 0,7 kWh of 2,6 MJ per kilogram water, waardoor de netto stookwaarde van het hout wordt verlaagd, zie onderstaande afbeelding.



Afbeelding 3.1: Het effect van het vochtgehalte in hout op de netto stookwaarde.

Het vochtgehalte van het hout wordt gedefinieerd als de verhouding tussen de massa van het water dat aan het hout kan worden onttrokken en de zogenaamde oven-droge massa van het hout. Uit contacten met TNO blijkt dat houtvochtmeters een waarde in volume procent bepalen, terwijl eigenlijk massaprocent is bedoeld. Indien uitgegaan wordt van een soortelijke massa van hout van ca 700 kg/m<sup>3</sup> dan is 20 volumeprocent gebaseerd op een hoeveelheid van 200 liter water in 1.000 liter hout (1 m<sup>3</sup>). Op massabasis is het vochtgehalte in hout gelijk aan 200 kg (1 liter water = 1 kg) op 700 kg hout x 100% = 200/700 x 100 is 28,6 massaprocent. Omgekeerd geldt dat 20 massaprocent vocht gelijk is aan 14 volumeprocent vocht. Dit betekent dat bij het meten van het vochtgehalte van hout met een standaard

houtvochtmeter, op basis van de definitie van de massaverhouding, standaard een te laag vochtgehalte wordt afgelezen, dat wil zeggen dat het werkelijke watergehalte hoger is. Zo zal op de display van de houtvochtmeter een (gewenste) waarde van 20% worden afgelezen terwijl het feitelijke vochtgehalte 29 massaprocent bedraagt. Om die reden wordt in dit document geadviseerd om een maximaal vochtgehalte van 15% als op de display af te lezen waarde aan te houden om te stellen dat het hout voldoende droog is voor een goede verbranding. Dit komt overeen met hout dat minimaal 2 jaar gedroogd is. Bij het direct kloven van het hout voor opslag kan deze droogperiode beduidend korter zijn.



Afbeelding 3.2: Houtvochtmeter met op de display het watergehalte op volumebasis. Linksboven hardhout dat een dag eerder bij een bouwmarkt is gekocht. Rechtsboven essenhout dat drie jaar in de buitenlucht heeft gedroogd. Linksonder levend beukenhout dat maximaal vocht bevat en rechtsonder extreem droog hardhout dat na de normale droogtijd nog eens circa één jaar binnenshuis is gedroogd.

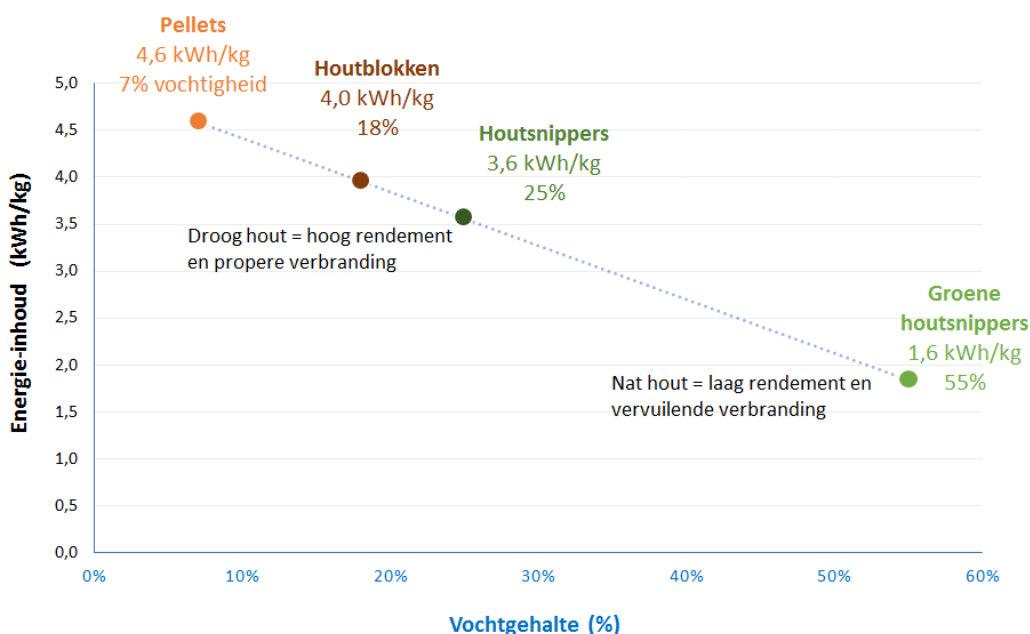
### 3.1.3 Houtsoorten en droogtijden

Hoewel er in de wet- en regelgeving geen normstelling bestaat ten aanzien van de ouderdom of vochtigheidsgraad van het te verstoken hout, worden in de praktijk vaak de vuistregels gehanteerd dat het hout minimaal 1 jaar aan de buitenlucht is gedroogd en pas kan worden verstookt bij een maximale vochtigheidsgraad van 20%. Zoals in de vorige paragraaf beschreven wordt echter 15% (op volume basis) als optimaal vochtgehalte gezien. Vers gekapt hout heeft een vochtigheidsgehalte van ongeveer 50 procent wat na een jaar drogen daalt tot ongeveer 28 procent. Na 2 tot 3 jaar drogen heeft het hout het

geschikte vochtigheidspercentage van 15 procent of minder. Over het algemeen gezien duurt het dus gemiddeld twee jaar voordat open hardhout goed gedroogd is. Te droog hout is overigens ook niet goed vanwege het feit dat dan de vluchtige verbrandingsgassen te snel uit het hout worden gedreven en onvolledig verbrand via het schoorsteenkanaal naar de buitenlucht worden gevoerd.

De stookwaarde van goed brandhout ligt rond 4,2 kilowattuur (kWh) per kilo, ofwel 15,1 megajoule (MJ) per kg. Als het hout vochtig is, neemt de stookwaarde snel af, zie onderstaande afbeelding 3.3.

### ENERGIE-INHOUD IN FUNCTIE VAN DE VOCHTIGHEID



Afbeelding 3.3: Energie-inhoud van houtachtige brandstoffen in relatie tot het vochtgehalte (bron: www.ode.be)

De periode dat gekapt hout moet drogen hangt onder andere af van het soort hout. Als het hout veel tannines (polyfenolen) bevat, zoals het geval is bij eikenhout, moet het langer drogen. Het hout droogt met een snelheid van ongeveer 5 cm per jaar. De uiteindelijke droogtijd hangt af van de houtsoort. Zachte houtsoorten zoals wilg, populier en naaldhout hebben een droogtijd van ten minste 1 jaar, hardhout zoals beuk en es hebben een droogtijd van ten minste 2 jaar. Daarna heeft het hout een goede (= hogere) verbrandingswaarde. In onderstaande tabel is dit voor diverse houtsoorten uitgewerkt.

Houtsoort	Goed brandbaar na
Den, populier, haagbeuk	1 jaar
Linde, wilg, spar, berk, els	1,5 jaar
Fruitboom, beuk, es, iep	2 jaar
Eik	2,5-3 jaar

Tabel 3.1: Droogtijden en stookwaarden van diverse houtsoorten

De droogtijd kan worden verkort door het hout te kloven. Het vocht kan dan in kortere tijd worden afgevoerd. Brandhout droogt het best als het in stukken van 30-40 cm gezaagd en gekloofd wordt opgeslagen. Het hout wordt het best tegen regen beschermt. Hout dat onbedekt in de open lucht wordt bewaard, zal na ongeveer 20 maanden toch al tot 25% gedroogd zijn. Het hout mag voorts niet op een natte ondergrond gestapeld worden omdat daardoor vocht uit de bodem wordt opgezogen. Het hout moet niet volledig afgedekt zijn onder een zeil omdat het vocht dan niet kan ontsnappen en het hout zal verschimmelen.



*Afbeelding 3.4: Voorbeeld van slechte vochtafvoer door afdekking met zeil.*



*Afbeelding 3.5: Voorbeeld van goede vochtafvoer door open opslag waardoor de wind vrij spel heeft.*

## 4 Verbrandingsproces

### 4.1 Essentie van houtverbranding

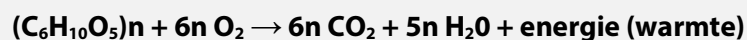
De verbranding van hout kan eenvoudig gesteld in drie fasen verdeeld worden:

1. Volledige droging van de brandstof;
2. Verbranden van de gasbestanddelen en pyrolyse;
3. Verbranden van de smeulproducten en de bij de vergassing ontstane houtskool.

**Fase 1**, het drogen van het hout, geschiedt bij temperaturen tot ongeveer 150-200 °C. Het hout begint te krimpen waardoor er scheuren ontstaan die het droogproces in de kern van het hout bevorderen. Het drogen van het hout is een endotherm proces waarbij energie toegevoerd moet worden. Omdat in deze fase diverse ongewenste gassen vrij kunnen komen, heeft het de voorkeur dat deze fase zo kort mogelijk duurt. Hiervoor is een efficiënte wijze van het opstoken van het hout noodzakelijk (zie ook bijlage 1 van dit kennisdocument, met stooktips uit de Toolkit houtstook, in 2014 opgesteld in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu) en is er voldoende toevoer van primaire lucht nodig om zuurstof toe te voegen aan het proces. Bij een te hoge luchttoevoer volgt echter gedeeltelijke oxidatie wat leidt tot extra onverbrande gassen en dus extra emissies van schadelijke stoffen. De geproduceerde warmte laat het vocht verdampen en zorgt ervoor dat de gassen uit het hout vrijgemaakt worden om te kunnen verbranden.

Gedurende **fase 2** (ook wel ontgassingsfase genoemd) stijgt de temperatuur verder en verschillende gassen (o.a. brandbare) worden uit het hout gedreven. Naast verbranding onder de invloed van zuurstof, vindt bij houtkachels een deel van de ontleding van het hout door pyrolyse (ontleding zonder aanwezigheid van zuurstof) plaats. Meestal start het proces met pyrolyse en wordt dit gevolgd door verbranding. Pyrolyse is een proces waarbij het hout wordt ontleed door het te verhitten tot hoge temperaturen (150 – 600 °C) zonder zuurstof, waardoor grote moleculen worden afgebroken tot kleinere. De duur van de pyrolyse hangt onder andere af van het vochtgehalte van het hout, het oppervlak van het hout, de zonering in het hout en de vezelrichting van het hout. Als de pyrolysetijd te kort is, is er kans op meer ongewenste luchtmissies.

De scheikundige formule voor volledige verbranding van schoon en droog (boom)hout is:



Bij een volledige en schone verbranding komt naast energie alleen CO<sub>2</sub> en water vrij. In de praktijk zitten er altijd meer componenten in het te verstoken hout en komen er bij het verbrandingsproces ook andere componenten vrij zoals NO<sub>x</sub>, stof en zouten.



Belangrijke parameters voor een optimale verbranding zijn:

- De juiste hoeveelheid verbrandingslucht;
- De juiste ontstekings temperatuur aan het begin van het verbrandingsproces;
- De juiste verbrandingstemperatuur tijdens de oxidatieve verbranding;
- Voldoende lange verblijftijd van de brandbare gassen;
- Voldoende turbulentie voor vermenging van de zuurstof met de brandbare gassen.

Tijdens het verbrandingsproces met zuurstof zijn het alleen de houtgassen die branden. Tachtig procent van hout verbrandt als gas en wordt daarom ook wel een gasvormige brandstof genoemd. Het hout begint bij temperaturen tussen de 200 en 600 °C te verteren. Als hout te vochtig is, komt de temperatuur initieel niet boven de 300 °C. Onder bijmenging van een bepaalde hoeveelheid secundaire lucht, worden de gassen turbulent en opgebrand. Pas als het vuur een temperatuur van circa 450 °C heeft bereikt, reageert de secundaire lucht met de houtgassen. Als de houtgassen volledig verbranden wordt een optimale verbranding van de vluchtige bestanddelen van het hout bereikt. Bij te weinig secundaire lucht is de oxidatie onvolledig, is daarmee sprake van onvolledig verbranding en nemen de emissies toe. Bij een te groot vermogen van de houtkachel ten opzichte van de te verwarmen ruimte, zal de luchttoevoer in de kachel vaak terug geregeld worden door de stoker. Dit terug regelen - dat ook wel smoren wordt genoemd - zorgt voor een lager verbrandingsrendement. Door te smoren ontstaat een onvolledige verbranding waardoor meer schadelijke stoffen vrijkomen.

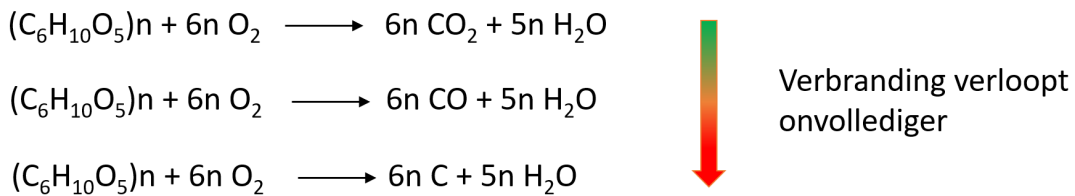
Het hout valt aan het einde van fase 2 uiteen in zijn verschillende chemische bestanddelen, die in vluchtige toestand vervliegen. Als deze stoffen in de vlammen oxideren, begint warmte vrij te komen. Pas bij temperaturen van meer dan 500-600 °C verbranden de moeilijk brandbare gassen en vormt zich een bed van gloeiend houtskool. Samen met de 900 tot 1000 °C hete smeulgassen wordt zo de benodigde hitte voor het omzetten van de binnenste houtmassa geproduceerd.

**Fase 3** wordt ook wel de uitbrandfase genoemd, waarin de rest van het na het verbrandingsproces aanwezige houtskool opbrandt. De verbranding in deze fase gebeurt met weinig of geen vlamreacties en wordt ook wel smeulen genoemd.

## 4.2 Onvolledige verbranding

Hout is een complexe brandstof. Het bestaat uit diverse niet-brandbare componenten (water en mineralen), vluchtige brandbare componenten ('kleine' koolstofverbindingen met een laagmoleculair gewicht) en niet-vluchtige brandbare componenten ('grote' koolstofverbindingen met hoog moleculair gewicht). Door de hitte ontwijken de vluchtige componenten uit de brandstof, waardoor een ontvlambaar mengsel ontstaat in de zogenaamde primaire verbrandingszone. De pyrolyse gassen CO, methaan en methanol verbranden homogeen in de vlam, als er bij voldoende zuurstoftoevoer een volledige verbranding plaatsvindt. Deze verbranding zorgt voor de zichtbare vlammen.

Onvolledige verbranding ontstaat voornamelijk als gevolg van een te snelle migratie van vaste of gasvormige brandbare componenten, met onvolledige oxidatie tot gevolg. In een latere fase van de verbranding, wanneer de meest vluchtige bestanddelen verbrand zijn, zal via zuurstofdiffusie in de overblijvende houtskool oxidatie van de niet-vluchtige bestanddelen optreden. Voorbeeld van een verbranding die onvollediger verloopt is:



Onvolledige verbranding treedt ook op als er te weinig oxidator aanwezig is en de verbranding toch niet stopt. Bij een onvolledige verbranding kunnen er diverse onverbrande componenten geïmitteerd worden. Roet (ook wel Elementary Carbon of Black Carbon genaamd) is een voorbeeld van zulke onverbrande brokstukken van de brandstof. Wanneer er veel roet wordt gevormd kan het waterstofgas nieuwe verbindingen aangaan met de koolstof en ongewenste (condenseerbare) koolwaterstofverbindingen zoals PAK's vormen. Dit zijn sterk ruikende en "ongezonde" verbindingen, die zich bij het afkoelen van de rook in de buitenlucht op de vaste kern van het fijn stof afzetten. Dit leidt tevens tot een negatief effect op de verspreiding van de rookgassen omdat er minder thermische pluimstijging optreedt.

### Smoren

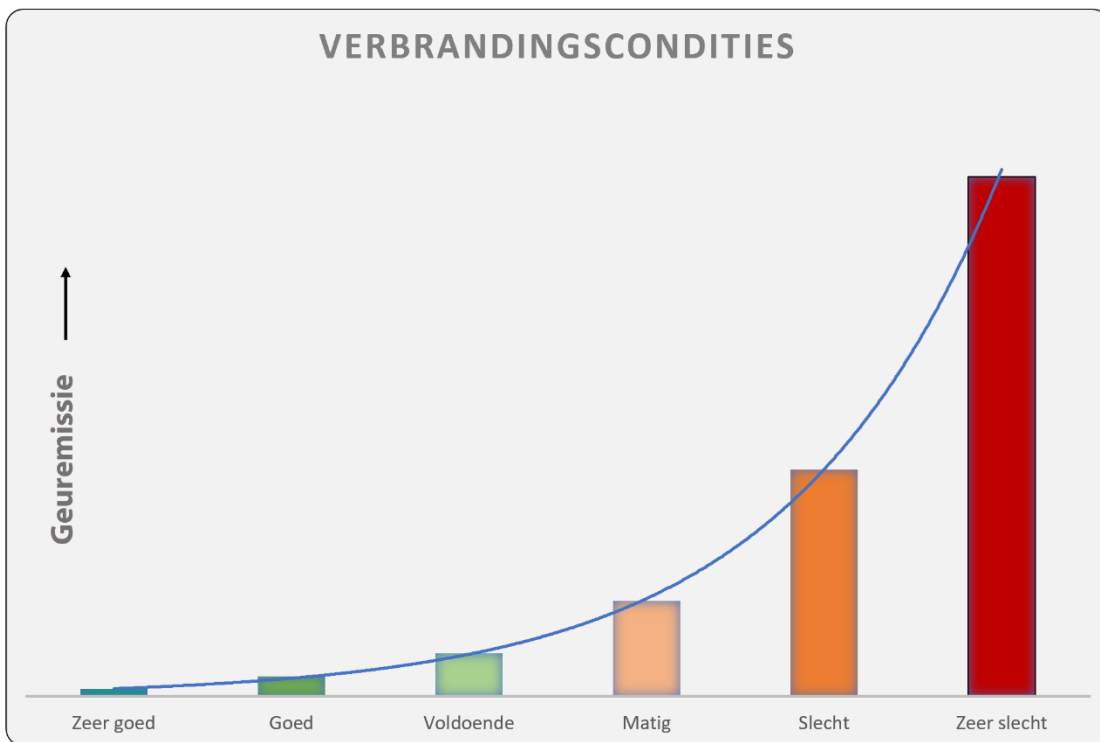
Als de capaciteit van de houtkachel te groot is voor de te verwarmen ruimte, zal de kachel vaak onder niet optimale omstandigheden 'gesmoord' worden gestookt. Dit leidt tot hogere emissies van schadelijke stoffen. Het smoren waarbij de luchttoevoer tot een minimum verlaagd wordt om het hout zo traag mogelijk op te branden en warmteverlies via de schoorsteen te minimaliseren, veroorzaakt een grotere luchtvervuiling door onvolledige verbranding. Zogenaamde smoorkachels hebben een lager verbrandingsrendement en leveren hogere emissies.



Afbeelding 4.1: Smoorklep in een terraskachel

### Verloop van het verbrandingsproces onder verschillende condities

Bij zeer goede verbrandingscondities ontstaat relatief veel CO<sub>2</sub> en weinig pyrolysegassen (onverbrande koolwaterstoffen; hierna C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>). Aan het andere uiterste van het spectrum, bij zeer slechte verbrandingscondities, zal relatief veel C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> ontstaan die verantwoordelijk is voor de kenmerkende rookgeur van houtverbranding. Het is aannemelijk dat naarmate de verbrandingscondities slechter zijn, de vorming van C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> en daardoor ook van geur, exponentieel toe zal nemen. Dit verloop is in onderstaande grafiek weergegeven.



Afbeelding 4.2: Exponentiele toename van de geuremissie door steeds slechtere verbrandingscondities.

### 4.3 Opstarten verbrandingsproces

De opstartfase van een houtvuur zorgt over het algemeen voor de meeste rookontwikkeling en een hogere emissie. Het is daarom van belang de opstartfase zo kort mogelijk te houden en het vuur zo efficiënt mogelijk op te starten.

Bij het opstarten van een vuur in een houtkachel is het belangrijk dat er voldoende zuurstof beschikbaar is. De zuurstoftoevoer via de aanwezige primaire lucht (lucht bestaat uit circa 21% zuurstof) zorgt voor de eerste verbranding. Daarnaast is een goede luchttoevoer in de ruimte waar gestookt wordt noodzakelijk om de benodigde trek te creëren, waarbij de rookgassen door de schoorsteen via het dak worden afgevoerd.

Om een houtkachel efficiënt op te starten wordt veelal de Zwitserse aanmaakmethode aangeraden en toegepast. Hierbij wordt het vuur van bovenaf aangestoken. Bij andere methoden wordt het vuur van onderaf aangestoken. Bij de Zwitserse methode wordt er van uitgegaan dat droog en schoon aanmaakhout wordt gebruikt en dat gedroogd hardhout

(met een vochtpercentage van maximaal 18%) wordt toegepast. Verder zijn bij deze methode aanmaakblokjes nodig. Bij de Zwitserse methode wordt het haardhout onderop in 2 a 3 blokken naast elkaar gelegd. Het aanmaakhout wordt bovenop het haardhout gelegd. De aanmaakblokjes worden tussen het aanmaakhout gelegd en deze worden van bovenaf aangestoken. Voor een afbeelding van de Zwitserse aanmaakmethode zie onderstaande afbeelding.



Afbeelding 4.3: Uitleg van de zogenoemde Zwitserse aanmaakmethode

## 5 Tussenconclusie: basisvereisten houtstook

De emissie en mogelijke hinder door het stoken van hout door particulieren is afhankelijk van een groot aantal variabelen. Op basis van voorgaande hoofdstukken is een (niet-limitatief) overzicht gegeven van de basisvereisten voor een goede houtverbranding bij kachels van particulieren:

- Vermogen van de houtkachel afstemmen op de verwarmingsbehoefte;
- Voldoende ventilatie in de ruimte waar gestookt wordt;
- Geen afvalstoffen verstoken in houtkachels;
- Geen geveerd, geïmpregneerd of verontreinigd hout gebruiken;
- Hout bij voorkeur kloven om het voldoende te laten drogen;
- Hout minimaal een jaar laten drogen vóór het verstoken;
- Droog hout stoken met vochtgehalte < 20% op massabasis; dit houdt in dat het hout op volumebasis (aflezing op de display van de houtvochtmeter) een vochtgehalte van <15% moet hebben;
- Opstarten vuur met de Zwitserse methode;
- Bij opstarten vuur geen (kranten)papier of karton gebruiken;
- Volledige zuurstoftoevoer bij het opstarten en stoken van het vuur;
- Geen gebruik maken van smoorklep (i.v.m. onvolledige verbranding); indien het te warm wordt is het beter om bijvoorbeeld tijdelijk een raam open te zetten;
- Regelmatige controle of er goed gestookt wordt door naar de kleur van de vlammen te kijken en/of door naar de rookgassen bij de buitenuitlaat te kijken;
- Niet stoken bij ongunstige meteorologische omstandigheden (zie Stookwijzer);
- Minstens eenmaal per jaar de schoorsteen vegen.

## 6 Emissiekader houtverbranding

### 6.1 Relevante toxische stoffen

Gezien de bevindingen in hoofdstuk 4, zijn in verband met gezondheidsschade voor omwonenden als gevolg van de emissie door houtverbranding, de volgende stof(groepen) relevant:

- $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}_2$ ),  $\text{SO}_2$  en stof gelet op de emissienormen voor deze drie componenten voor een houtkachel die onderdeel uitmaakt van een inrichting,
- $\text{PM}_{10}$  en  $\text{PM}_{2,5}$  vanwege de roet- en asuitstoot door houtkachels die leiden tot gevaar voor de volksgezondheid en voorts hinder door vervuiling van eigendommen,
- CO en  $\text{C}_x\text{H}_y$  omdat dit de emissies zijn die optreden door onvolledige verbranding en waaronder tevens de meest toxische stoffen vallen,
- Benzo(a)pyreen als gidsstof voor de emissie van polycyclische aromatische koolwaterstoffen.

Vanwege het optreden van hinder bij omwonenden, dient aanvullend te worden beschouwd:

- Geur vanwege de hindercomponent door houtrook en gezien lokaal geurbeleid.

### 6.2 Samenstellen dataset

Bij het vergaren van gegevens over emissies, is gebruik gemaakt van emissierapporten, kennisdocumenten en zo mogelijk wettelijke normenkaders. Het doel hiervan is te komen tot het opstellen van een emissietabel waarin is aangegeven bij welke emissieniveaus sprake is van goede of slechte verbranding. Ten behoeve van een zo duidelijk mogelijke context is gekozen voor een indeling in zeer goede, goede, voldoende, matige, slechte en zeer slechte houtverbranding. De in de literatuur gevonden waarden zijn vaak in verschillende eenheden weergegeven zoals gram per gigajoule, mg per kg hout, ppm (parts per million) en in mg per  $\text{Nm}^3$  (N staat voor normaalomstandigheden voor druk en temperatuur). Bij verbrandingsemissies wordt een referentie zuurstofgehalte vermeld. Dit kan betrekking hebben op de aggregatietoestand van de brandstof: hout is een vaste brandstof en daarvoor wordt een zuurstofreferentie van 6% aangehouden. Anderzijds kan het zijn dat hout als afval wordt gezien in welk geval standaard 11% zuurstof wordt aangehouden.

In dit document is er voor gekozen om 13%  $\text{O}_2$  als referentiewaarde aan te houden omdat dit het meest overeenkomt met het actuele zuurstofgehalte in de rookgassen bij houtverbranding. Het hanteren van een vaste zuurstofreferentie dient alleen voor het goed kunnen vergelijken van de waarden uit de diverse bronnen. Bij het maken van verspreidingsberekeningen wordt voor het rookgasdebiet eveneens uitgegaan van 13%  $\text{O}_2$ . Daarmee is de emissievracht afgestemd op beide parameters (concentratie maal het rookgasdebiet). De factoren waarmee de diverse omrekeningen worden uitgevoerd zijn in tabellen vermeld.

In paragraaf 6.4 is bekeken welke van de hiervoor geïnventariseerde stoffen voor omwonenden maatgevend zijn wat betreft de blootstelling. Daarvoor is een eigen beoordelingsmethode ontwikkeld op basis van emissieconcentratie versus immissieconcentratie. Uiteindelijk volgt daaruit een emissiematrix die gebruikt kan worden als referentie voor vervolgberekeningen op basis waarvan eventuele handhaving kan worden uitgeoefend door het bevoegd gezag.

### 6.2.1 Omrekeningen voor gebruikte eenheden

Zoals gesteld worden de diverse eenheden in de literatuur door elkaar gebruikt. In dit document willen wij de eenheden terugbrengen naar een vast vertrekpunt. Dat doen we middels onderstaande omrekenfactoren.

#### Omreken Tabellen

Omrekenen van:	Naar:	Vermenigvuldig met factor:
ppm NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2,0526
ppm SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	2,8282
ppm CO	mg/Nm <sup>3</sup>	1,2373
ppm HC	mg/Nm <sup>3</sup>	0,5745
mg/kWh	g/GJ	0,2777
g/GJ	g/kWh	0,0036
mg/MJ	g/GJ	1,0
g/GJ hout (19,65 MJ/kg)	mg/Nm <sup>3</sup> bij 6% O <sub>2</sub>	2,954
g/GJ hout (15 MJ/kg)	mg/Nm <sup>3</sup> bij 6% O <sub>2</sub>	2,255
g/GJ hout (19,65 MJ/kg)	mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	1,571
g/GJ hout (15 MJ/kg)	mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	1,120

Tabel 6.1: Factoren waarmee moet worden omgerekend naar verschillende eenheden

Indien een emissiefactor (ef) is gegeven in g/kg hout kan dit als volgt worden omgerekend naar mg/Nm<sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>. Bijvoorbeeld ef = 1 g/kg hout. Voor hout met een stookwaarde van 15 MJ/kg eerst omrekenen naar g/GJ → 1000/15 = 66,7 g/GJ. Dan van g/GJ naar mg/Nm<sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub> door vermenigvuldiging met 1,12 (zie bovenstaande tabel) is 75 mg/Nm<sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>.

Omrekenen van:	Naar:	Deel door factor:
mg/Nm <sup>3</sup> bij 0% O <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	2,625
mg/Nm <sup>3</sup> bij 3% O <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	2,2579
mg/Nm <sup>3</sup> bij 6% O <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	1,8805
mg/Nm <sup>3</sup> bij 11% O <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	1,25

Tabel 6.2: Omrekenfactoren naar 13% zuurstof in rookgas

### Rookgasvolume per kg verbrand hout

Omdat in dit kennisdocument wordt uitgegaan van 13% O<sub>2</sub> wordt het rookgasvolume als volgt aangepast:

$$\text{De luchtfactor } \lambda = \frac{21}{21-02} = \frac{21}{21-13} = 2,63$$

De onderste verbrandingswaarde (LHV) van hout is 3.500 kcal/kg.

Het stoichiometrisch<sup>10</sup> luchtvolume per kilogram hout ( $L_{v,t}$ ) wordt berekend met de formule  $\frac{0,94}{1000} \times \text{LHV} + 0,50 = 3,79 \text{ m}_0^3/\text{kg}$ .

Het stoichiometrisch rookgasvolume per kilogram hout ( $R_{v,t}$ ) wordt berekend met de formule  $\frac{0,83}{1000} \times \text{LHV} + 1,65 = 4,6 \text{ m}_0^3/\text{kg}$ .

Rookgasvolume per kilogram hout bij 13% O<sub>2</sub> is:

$$R_v = (\lambda - 1) \times L_{v,t} + R_{v,t} = (2,63 - 1) \times 3,8 + 4,6 = 10,8 \text{ m}_0^3/\text{kg}$$

Omrekening van waarden in mg/kg hout naar mg/Nm<sup>3</sup> verloopt derhalve door middel van deling door een factor 10,8.

### Houtverbruik en thermisch vermogen gemiddelde houtkachel

In dit document wordt een houtverbruik van 1,8 kg per uur aangehouden omdat deze hoeveelheid brandstof overeenkomt met het thermisch vermogen van een gemiddelde houtkachel die per uur 7,5 kWh (kilowattuur) warmte genereert. Door het verstoken van 1,8 kg hout wordt  $1,8 \times 15 \text{ MJ/kg hout} = 27 \text{ MJ}$  aan warmte opgewekt. Deze 27 MJ gedeeld door 3600 seconden = 7,5 kWh.

### Specifiek geldend voor koolmonoxide

Het aandeel van CO in rookgasen is hoger dan dat van de andere verontreinigingen (100 tot meer dan 50.000 mg per Nm<sup>3</sup>). Vanwege deze hoge concentratie wordt CO ook wel in een volumepercentage uitgedrukt. Een gehalte van 1% CO in rookgas betekent dat van de

<sup>10</sup> Het berekenen van de verhouding waarin chemische verbindingen met elkaar reageren en de verhouding tussen de reactanten en producten van een chemische reactie.



1.000.000 luchtdeeltjes er 10.000 deeltjes (= 1%) koolmonoxide zijn, oftewel 10.000 ppm (parts per million). Om dit om te rekenen naar een concentratie in mg per m<sup>3</sup> is bij een temperatuur van 0°C de volgende omrekening van toepassing:

*Concentratie in ppm x molecuulmassa M) / molair volume 22,4136 = concentratie in mg/Nm<sup>3</sup>.*

Molecuulmassa van CO = 28,01 dus de concentratie in mg/Nm<sup>3</sup> = (10.000 x 28,01)/22,4136 = 12.497 mg/Nm<sup>3</sup>.

## 6.2.2 Koolmonoxide (CO)

Koolmonoxide ontstaat door een onvolledige verbranding van een brandstof. Het gehalte aan koolmonoxide in rookgasen kan dan ook gelden als maatstaf voor de volledigheid van een verbrandingsproces.

Goede houtverbranding in kachel		
Concentraties CO	Opmerking	Referentie
113 mg/Nm <sup>3</sup>	Professionele verbrandingsinstallatie	CH1
3.250 mg/Nm <sup>3</sup> (omgerekend)	1.500 = BAT (BBT)	TNO1
1.500 - 4.500 mg/m <sup>3</sup> (0,12% - 0,36%)	Voorstel CEFACD DIN+ (goed)	ANL1
1.250 mg/Nm <sup>3</sup>		ANL1
8.086 mg/Nm <sup>3</sup> bij 6% O <sub>2</sub> = 4.300 mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Conventioneel (matig)	RDO1
Slechte houtverbranding in kachel		
Concentraties CO	Opmerking	Referentie
6.389 mg/Nm <sup>3</sup> (omgerekend)	69.000 mg/kg hout (gemiddeld slecht) 100.000 mg/kg (worst case) 6.452 g/GJ	BB1
9.260 mg/Nm <sup>3</sup> (omgerekend)		BB1
7.226 mg/Nm <sup>3</sup> (omgerekend)		TNO1

Tabel 6.3: In literatuur gevonden waarden voor CO bij 13% O<sub>2</sub>

Er zijn CO-emissienormen beschikbaar voor houtkachels met een laag thermisch vermogen. Uitgaande van een maximaal houtverbruik van 5 kg per uur is dit 15 MJ x maximaal 5 kg per uur = 75 MJ, ofwel 75 x 0,28 kWh = 21 kWh/h = 21 kW. De CO-normen zijn in onderstaande tabel 6.4 weergegeven.

### CO normen voor verbrandingsinstallaties met thermisch vermogen < 21 kW

Emissieconcentratie	Aard van de norm	Concentratie bij 13% O <sub>2</sub>
< 12.500 mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub> < 1%	EN13229 (typekeur) CE keur (NL)	< 12.500 mg/Nm <sup>3</sup>
<0,40%	DIN 18891 in Duitsland	< 5.000 mg/Nm <sup>3</sup>
2.000 mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Tot 2015 (Stufe I) in Duitsland (BB2)	2.000 mg/Nm <sup>3</sup>
1.250 mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Vanaf 2015 (Stufe II) in Duitsland (BB2)	1.250 mg/Nm <sup>3</sup>
4.500 mg/Nm <sup>3</sup> (0,36 %)	Houtkachel EN 13240	4.500 mg/Nm <sup>3</sup>
1.400 mg/Nm <sup>3</sup> (0,11%)	BAT	1.400 mg/m <sup>3</sup>
1.100 mg/MJ nuttige warmte	Oostenrijkse keuringseis houtkachels < 50 kW	
< 0,30%	5* kachels in Frankrijk	< 3.750 mg/Nm <sup>3</sup>
< 0,15%	6* kachels in Frankrijk	< 1.875 mg/Nm <sup>3</sup>
< 0,12%	7* kachels in Frankrijk	< 1.500 mg/Nm <sup>3</sup>

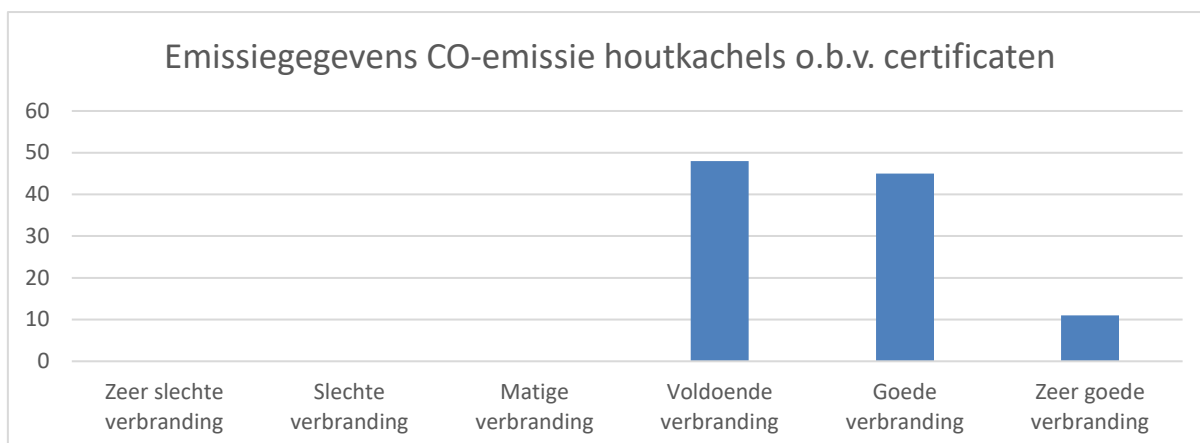
Tabel 6.4: Nationale en internationale CO normen voor verbrandingsinstallaties met laag thermisch vermogen

Op basis van voorgaande meetwaarden, emissiefactoren en emissienormen, zijn de volgende relaties gelegd tussen de verbrandingsefficiency en de emissies:

Volledigheid verbranding	CO in mg/Nm <sup>3</sup>	CO in vol%
Zeer goed	< 300	< 0,024%
Goed	300 – 1.000	0,024 – 0,08%
Voldoende	1.000 – 1.500	0,08 – 0,12%
Matig	1.500 - 4.500	0,12 – 0,36%
Slecht	4.500 – 10.000	0,36 - 0,8%
Zeer slecht	>10.000	>0,8%

Tabel 6.5: Afgeleide koolmonoxide emissieconcentraties

Bij het opstellen van tabel 6.5 zijn de emissiegegevens van 104 houtkachels op basis van certificaten mede beschouwd. CO is de enige component die bij alle kachels is bepaald.



Tabel 6.6: Emissiegegevens CO houtkachels op basis van certificaten

Uit de certificaten blijkt dat alle beoordeelde houtkachels voor wat betreft CO een voldoende (tussen 1.000 en 1.500 mg/Nm<sup>3</sup>) tot zeer goede verbranding hebben (lager dan 300 mg/Nm<sup>3</sup>). Dit is verklaarbaar omdat het nieuwe kachels betreft die onder ideale omstandigheden beoordeeld worden.

### 6.2.3 Fijn stof (PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>)

Uit de verhoudingen tussen PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub> die in TNO1 zijn vastgesteld voor drie typen kachels, blijkt dat fijn stof voor 94% bestaat uit PM<sub>2,5</sub>. Het fijn stof bestaat qua massa dus voornamelijk uit de fijnere fractie van deeltjes met een aerodynamische diameter tot 2,5 µm en voor de overige 6% uit een fractie met een aerodynamische diameter tussen 2,5 en 10 µm. De volgende waarden zijn in de literatuur gevonden.

Goede houtverbranding in kachel		
Concentraties PM <sub>10</sub>	Opmerking	Referentie
70 mg /Nm <sup>3</sup>	Gereinigd door cycloon	CH1
2.290 mg/kg hout = 212 mg/Nm <sup>3</sup>	Totaal stof ongereinigd	BB1
1.145 mg/kg hout = 106 mg/Nm <sup>3</sup>	Fractie PM10 (doorsnee)	BB1
0,1 gram PM <sub>10</sub> /MJ = 112 mg/Nm <sup>3</sup>	Fractie PM10	TNO1
65 g/GJ = 73 mg/Nm <sup>3</sup>	Grof stof	TNO1
52 g/GJ = 58 mg/Nm <sup>3</sup>	Fractie PM10	TNO1
50 – 200 mg/m <sup>3</sup>	Houtkachel EN 13240 (50 = BAT)	ANL1
40 mg/Nm <sup>3</sup>	Voorstel CEFACD	ANL1
Slechte houtverbranding in kachel		
Concentraties PM <sub>10</sub>	Opmerking	Referentie
9.000 mg/kg hout = 833 mg/Nm <sup>3</sup>		BB1
194 g PM <sub>10</sub> /GJ = 217 mg/Nm <sup>3</sup>		TNO1

Tabel 6.7: In literatuur gevonden waarden voor PM<sub>10</sub> bij 13% O<sub>2</sub>

Er zijn veel stofemissienormen beschikbaar voor industriële verbrandingsinstallaties tot en met houtkachels met een laag thermisch vermogen die door particulieren worden gebruikt.

### Stofnormen voor indirect gestookte verbrandingsinstallaties

Thermisch vermogen	Emissieconcentratie	Aard van de norm	Concentratie bij 13% O <sub>2</sub>
>5000 kW	< 5 mg/Nm <sup>3</sup>	Activiteitenbesluit afd. 3.2 bij 6% O <sub>2</sub>	3 mg/Nm <sup>3</sup>
1000 – 5000 kW	< 20 mg/Nm <sup>3</sup>	Activiteitenbesluit afd. 3.2 bij 6% O <sub>2</sub>	10 mg/Nm <sup>3</sup>
400 – 1000 kW	< 40 mg/Nm <sup>3</sup>	Activiteitenbesluit afd. 3.2 bij 6% O <sub>2</sub>	21 mg/Nm <sup>3</sup>
< 400 kW	< 40 mg/Nm <sup>3</sup>	Activiteitenbesluit afd. 3.2 bij 6% O <sub>2</sub>	21 mg/Nm <sup>3</sup>
500 – 1000 kW*	< 75 mg/Nm <sup>3</sup>	Activiteitenbesluit afd. 3.2 bij 6% O <sub>2</sub>	40 mg/Nm <sup>3</sup>
< 500 kW*	< 150 mg/Nm <sup>3</sup>	Activiteitenbesluit afd. 3.2 bij 6% O <sub>2</sub>	80 mg/Nm <sup>3</sup>
1500 - 5000 kW	< 25 mg/Nm <sup>3</sup>	NeR F7 11% O <sub>2</sub> (vervallen per 2013)	13 mg/Nm <sup>3</sup>
500 – 1500 kW	< 50 mg/Nm <sup>3</sup>	NeR F7 11% O <sub>2</sub> (vervallen per 2013)	26 mg/Nm <sup>3</sup>
< 500 kW	< 100 mg/Nm <sup>3</sup>	NeR F7 11% O <sub>2</sub> (vervallen per 2013)	53 mg/Nm <sup>3</sup>
7 - 19 kW**	Geen norm	CE in Nederland	
	< 150 mg/Nm <sup>3</sup>	1.BImSchV, § 25, Oude kachels in Duitsland bij 13% O <sub>2</sub>	< 150 mg/Nm <sup>3</sup>
	200 mg/Nm <sup>3</sup>	Houtkachel EN 13240	106 mg/Nm <sup>3</sup>
	50 mg/Nm <sup>3</sup>	BAT	26 mg/Nm <sup>3</sup>
	< 75 mg/Nm <sup>3</sup>	1.BImSchV, § 5, Nieuwe kachels in Duitsland per 2010 bij 13% O <sub>2</sub>	< 75 mg/Nm <sup>3</sup>
	< 40 mg/Nm <sup>3</sup>	1.BImSchV, § 5, Nieuwe kachels in Duitsland per 2015 bij 13% O <sub>2</sub>	< 40 mg/Nm <sup>3</sup>
	< 90 mg/Nm <sup>3</sup>	5* kachels in Frankrijk	< 48 mg/Nm <sup>3</sup>
	< 50 mg/Nm <sup>3</sup>	6* kachels in Frankrijk	< 26 mg/Nm <sup>3</sup>
	< 40 mg/Nm <sup>3</sup>	7* kachels in Frankrijk	< 21 mg/Nm <sup>3</sup>

\*in gebruik genomen tussen 1 januari 2013 en 1 januari 2015  
 \*\*75 MJ (15 MJ x maximaal 5 kg per uur) = 75 x 0,28 kWh = 21 kWh/h = 21 kW

Tabel 6.8: Nationale en internationale stofnormen voor indirect gestookte verbrandingsinstallaties van groot naar klein

## Relatie fijn stof en condenseerbare koolwaterstoffen

Fijn stof kan vanwege de kleine afmetingen tot gezondheidsschade leiden (inhalatoire stofdeeltjes; hoe kleiner het deeltje, hoe dieper de deeltjes in de longen kunnen komen). In de meting van fijn stof is alleen het gewicht van de vaste kern van de stofdeeltjes opgenomen. Bij een slechte verbranding ontstaan tevens veel condenseerbare koolwaterstoffen, zoals PAK's, die zich bij het afkoelen van de rook in de buitenlucht op de vaste kern van het fijne stof afzetten.

## Afgeleide fijn stof emissieconcentraties bij verschillende verbrandingscondities

Op basis van voorgaande meetwaarden, emissiefactoren en emissienormen, zijn de volgende niveaus vastgesteld voor de fijn stofemissies:

Volledigheid verbranding	PM <sub>10</sub> in mg/Nm <sup>3</sup>	PM <sub>2,5</sub> in mg/Nm <sup>3</sup>
Zeer goed	< 20	< 18
Goed	20 – 40	18 - 36
Voldoende	40 - 75	36 - 71
Matig	75 – 100	71 - 94
Slecht	100 – 150	94 - 141
Zeer slecht	> 150	> 141

Tabel 6.9: Afgeleide fijn stof emissieconcentraties

### 6.2.4 Stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>)

Bij elk verbrandingsproces wordt NO<sub>x</sub> gevormd (NO<sub>x</sub> is een mengsel van NO en NO<sub>2</sub>). Wanneer de rookgassen worden afgevoerd bestaat 95% uit NO en 5% uit NO<sub>2</sub>. In de atmosfeer oxideert NO verder door tot NO<sub>2</sub>. Goede of slechte verbrandingsomstandigheden zijn niet sterk van invloed op de emissieconcentratie van NO<sub>x</sub> omdat het in het verbrandingsproces voornamelijk de oxidatie van stikstofgas (N<sub>2</sub>) uit de verbrandingslucht betreft. Bij een hoge verbrandingstemperatuur ontstaat meer NO<sub>x</sub> door thermische NO<sub>x</sub>-vorming.

Houtverbranding in kachel		
Concentraties NO <sub>2</sub>	Opmerking	Referentie
359 mg NO <sub>x</sub> per m <sup>3</sup> bij 6% O <sub>2</sub> = 191 mg NO <sub>x</sub> per m <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Geldt voor DINplus kachels (goed)	RDO1
393 mg NO <sub>x</sub> per m <sup>3</sup> bij 6% O <sub>2</sub> = 209 mg NO <sub>x</sub> per m <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Conventionele houtkachel (matig)	RD01
200 mg NO <sub>x</sub> per m <sup>3</sup> bij 11% O <sub>2</sub> = 160 mg NO <sub>x</sub> per m <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	NeR overig schone biomassa	ANL1

Tabel 6.10: In literatuur gevonden waarden voor NO<sub>2</sub> bij 13% O<sub>2</sub>

### Afgeleide NO<sub>x</sub> emissieconcentraties

Op basis van voorgaande emissiefactoren en emissienorm, wordt de volgende emisierange aangehouden voor de emissie van NO<sub>x</sub> bij een referentiezuurstofgehalte van 13%.

Volledigheid verbranding	NO <sub>x</sub> in mg/Nm <sup>3</sup>
Goed noch slecht	100 – 209

Tabel 6.11: Afgeleide NO<sub>x</sub>-emissieconcentratie range bij 13% O<sub>2</sub>

### 6.2.5 Zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>)

Zwaveldioxide ontstaat doordat hout een kleine hoeveelheid zwavel bevat. De emissie hangt niet af van de volledigheid van de verbranding.

Houtverbranding in kachel		
Concentraties SO <sub>2</sub>	Opmerking	Referentie
13 g/GJ = 14,6 mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub> 11 g/GJ = 12,3 mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	Geldt voor alle typen kachels All stoves	TNO1 RDO1
200 mg SO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> bij 11% O <sub>2</sub> = 160 mg SO <sub>2</sub> per m <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	NeR overig schone biomassa	ANL1

Tabel 6.12: In literatuur gevonden waarden voor SO<sub>2</sub> bij 13% O<sub>2</sub>

### Afgeleide SO<sub>2</sub> emissieconcentraties

Op basis van voorgaande emissiefactoren en emissienorm, wordt de volgende emisierange aangehouden voor de emissie van SO<sub>2</sub> bij een referentiezuurstofgehalte van 13%.

Volledigheid verbranding	SO <sub>2</sub> in mg/Nm <sup>3</sup>
Goed noch slecht	12 – 160

Tabel 6.13: Afgeleide SO<sub>2</sub>-emissieconcentratie range bij 13% O<sub>2</sub>

### 6.2.6 Onverbrande koolwaterstoffen (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>)

C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> is de verzamelterm voor onverbrande koolwaterstoffen in het pyrolysegas die zich vormen door onvolledige verbranding. Voorbeelden zijn benzeen, styreen, PAK's, formaldehyde, azijnzuur. Deze stoffen zijn toxisch tot extreem toxisch en zijn ook de oorzaak van het ontstaan van geur.

Goede houtverbranding in kachel		
Concentraties C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	Opmerking	Referentie
90 – 350 mg /Nm <sup>3</sup> 80 g/GJ = 90 mg /Nm <sup>3</sup> 100 mg/Nm <sup>3</sup> 20 – 150 mg/Nm <sup>3</sup> bij 11% O <sub>2</sub> = 16 – 120 mg/Nm <sup>3</sup> bij 13% O <sub>2</sub>	90 = BAT (BBT) Emissiefactor voor KWS <sub>condensable</sub> 1,24g/kg hout Voorstel CEFACD NeR voor overige schone biomassa NeR omgerekend	ANL1 TNO1 ANL1 ANL1
2,0 g/kg gek. Kachels = 185 mg/Nm <sup>3</sup>	Geldt voor gekeurde kachels (matig)	RDO1
1,2 g/kg DIN+ = 111 mg/Nm <sup>3</sup> 223 mg KWS <sub>cond</sub> bij 6% O <sub>2</sub> = 118 mg KWS <sub>cond</sub> bij 13% O <sub>2</sub>	Geldt voor DINplus kachels (goed) Geldt voor DINplus kachels (goed)	
Slechte houtverbranding in kachel		
Concentraties C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	Opmerking	Referentie
>2000 mg/Nm <sup>3</sup> 323 g/GJ = 362 mg/Nm <sup>3</sup>	condenseerbare KWS	CH1 TNO1

Tabel 6.14: In literatuur gevonden waarden voor C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> bij 13% O<sub>2</sub>

### Afgeleide C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> emissieconcentraties bij verschillende verbrandingscondities

Op basis van voorgaande meetwaarden en emissiefactoren zijn de representatieve emissieconcentraties afgeleid bij verschillende verbrandingscondities:

Volledigheid verbranding	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> in mg/Nm <sup>3</sup>
Zeer goed	< 50
Goed	50 - 80
Voldoende	80 - 120
Matig	120 - 185
Slecht	185 – 1.000
Zeer slecht	> 1.000

Tabel 6.15: Afgeleide C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> emissieconcentraties

### 6.2.7 PAK's (BaP)

Benzo(a)pyreen (BaP) komt in het milieu nooit als een afzonderlijke stof maar altijd in combinatie met andere PAK's voor. Omdat BaP als een van de meest potente kankerverwekkende PAK's wordt beschouwd, wordt BaP vaak als indicator voor deze groep stoffen gebruikt. Door de lage dampspanning komt BaP in de lucht uitsluitend voor als component die aan stofdeeltjes is gebonden.

Goede houtverbranding in kachel		
Concentraties BaP	Opmerking	Referentie
10 mg/GJ = 0,011 mg/Nm <sup>3</sup>	Advanced ecolabelled stoves (zeer goed)	RDO1
121 mg/GJ = 0,136 mg/Nm <sup>3</sup>	Conventional stoves (matig)	RDO1
59 mg/GJ = 0,07 mg/Nm <sup>3</sup>	DIN+ (goed)	TNO1
75 mg/GJ = 0,08 mg/Nm <sup>3</sup>	Verbeterde houtkachel	TNO1
116 mg/GJ = 0,13 mg/Nm <sup>3</sup>	Conventionele houtkachel (matig)	TNO1
Slechte houtverbranding in kachel		
Concentraties BaP	Opmerking	Referentie
3,4 mg/kg hout = 0,32 mg/Nm <sup>3</sup>	Kan gezien worden als 'slecht'	BB1
Max = 28,8 mg/kg = 2,7 mg/Nm <sup>3</sup>	Waarde 28,8 mg/kg door Vito (zeer slecht)	BB1
25 mg/kg hout = 2,3 mg/Nm <sup>3</sup>	Vermeld door Klippel & Nussbaumer (2007) voor een "badly operated woodstove".	

Tabel 6.16: In literatuur gevonden waarden voor BaP bij 13% O<sub>2</sub>

### Afgeleide BaP emissieconcentraties bij verschillende verbrandingscondities

Op basis van voorgaande meetwaarden en emissiefactoren zijn de volgende representatieve emissieconcentraties afgeleid bij verschillende verbrandingscondities:

Volledigheid verbranding	BaP in mg/Nm <sup>3</sup>
Zeer goed	< 0,01
Goed	0,01 – 0,05
Voldoende	0,05 – 0,10
Matig	0,10 – 0,15
Slecht	0,15 - 0,30
Zeer slecht	> 0,30

Tabel 6.17: Afgeleide BaP emissieconcentraties bij 13% O<sub>2</sub>



## 6.2.8 Samenvatting en evaluatie

De voorgaande inventarisatie levert samengevat het volgende beeld op (concentraties in mg/Nm<sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>):

Volledigheid verbranding	CO	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	BaP
Zeer goed	< 300	< 20	< 18	100 - 209	12 - 160	< 50	< 0,01
Goed	300 – 1.000	20 - 40	18 - 36			50 - 80	0,01 – 0,05
Voldoende	1.000 – 1.500	40 - 75	36 - 71			80 - 120	0,05 – 0,10
Matig	1.500 – 4.500	75 - 100	71 - 94			120 - 185	0,10 – 0,15
Slecht	4.500 – 10.000	100 - 150	94 - 141			185 – 1.000	0,15 – 0,30
Zeer slecht	>10.000	> 150	> 141			> 1.000	> 0,30

Tabel 6.18: Overzicht van emissieranges in mg/Nm<sup>3</sup> van relevante toxische stoffen bij verschillende verbrandingscondities, alle waarden bij 13% O<sub>2</sub>

De BaP emissie is het laagst van alle beschouwde componenten, maar anderzijds is BaP hiervan wel de meest toxische verbinding. In het volgende hoofdstuk zal worden nagegaan welke van de in tabel 6.18 geïnventariseerde componenten, maatgevend is in toxisch opzicht. Dat zal afhangen van de toxiciteit van de stof in samenhang met de dosis waaraan de omgeving wordt blootgesteld. Vervolgens lopen we dan tegen een praktisch probleem aan omdat ongeacht de uitkomst welke component maatgevend zal blijken, het zeer lastig zal zijn om hierop te handhaven. Immissieconcentraties meten van bijvoorbeeld roet of BaP op leefniveau vergt uitgebreid en kostbaar onderzoek dat nauwelijks is op te brengen voor gemeenten. Ook de interpretatie van de meetgegevens is zeer specialistisch werk en levert niet altijd eenduidige conclusies op.

## 6.2.9 Vervolgstep

Er is één component die in het voorgaande hoofdstuk nog niet is beschouwd, namelijk geur. Geur heeft het 'voordeel' dat dit door een ieder kan worden waargenomen, waardoor het een bruikbare indicator is. Om die reden zou het praktisch gezien zeer nuttig zijn om een koppeling te leggen tussen de blootstelling aan de maatgevende schadelijke stof en aan die van geur. Bovendien wordt dan tevens de hindercomponent onderzocht die in de artikelen 7.17 en 7.22 van het Bouwbesluit is genoemd<sup>11</sup>. Hinder manifesteert zich voornamelijk in de vorm van geurhinder. De component geur zal in het navolgende hoofdstuk 7 uitgebreid worden beschouwd.

<sup>11</sup> Artikel 7.17 bevat de zinsnede 'hinder en gezondheidsrisico's .... voor personen in voldoende mate worden beperkt' en artikel 7.22 de zinsnede 'het verboden is ..... dat op voor de omgeving hinderlijke of schadelijke wijze rook, roet, walm of stof wordt verspreid'.

## 7 Geur als maatstaf voor de beoordeling van houtrook

Eerst zullen de uitgangsggegevens voor geur worden bepaald aan de hand waarvan emissiefactoren kunnen worden vastgesteld, analoog aan de wijze die voor de diverse schadelijke stoffen is toegepast in hoofdstuk 6. Daarna worden twee invalshoeken gevolgd.

- De eerste invalshoek is nagaan welke geurimmissienorm moet worden toegepast om tegelijkertijd een gezondheidkundige bescherming te verkrijgen door het leggen van een koppeling met de maatgevende toxische stof.
- De tweede invalshoek is om sec voor geur een acceptabel hinderniveau vast te stellen zoals dat momenteel gebruikelijk is voor bevoegde gezagen. Voor de uitwerking hiervan wordt gebruik gemaakt van geuronderzoek van Buro Blauw en van de beleidsregels die door enkele provincies worden gebruikt om geurhinder acceptabel te houden.

### 7.1 Emissiefactoren voor geur

Bij geur gaat het om de geuremissie (geurconcentratie in odourunits per m<sup>3</sup> x debiet = geurvracht in odourunits per uur). De geurconcentratie zegt iets over de verdunningsfactor die nodig is om een geurpanel van 4 tot 6 personen aan te laten geven waar de waarnemingsgrens van de aangeboden geur ligt. Dat is het geval wanneer de helft van het aantal panelleden de geur in de aangeboden concentratie waar kan nemen en de andere helft van het panel niet. Van de onderzochte geur is dan de geurdrempelwaarde bepaald. Het gaat in deze om de concentratie als kwantitatief gegeven, maar nog niet om het kwalitatieve deel: de hinderlijkheid van de geur. Deze hangt overigens wel weer samen met de concentratie. De subjectieve waardering (hedonische waarde) van een geur kan worden bepaald door aan een geurpanel een geur aan te bieden en elk panellid de geur een score te laten geven op een schaal van +4, "*uiterst aangenaam*", tot -4, "*uiterst onaangenaam*".

Het is vervolgens aan het bevoegd gezag om aan te geven in welke dosis de geurbelasting voor omwonenden aanvaardbaar is. Dit wordt lokaal bepaald op gemeentelijk of provinciaal niveau door het hanteren van een eigen geurnormering (ook bekend als beleidsregel, geurbeleid of rekenregels). Vaak wordt voor het aanvaardbaar hinderniveau geopteerd om hiervoor de geurconcentratie aan te houden waarvan de hedonische waarde op een waarde van -1 is vastgesteld. Niet alle lokale overheden hebben eigen beleid; in veel gevallen wordt gebruik gemaakt van het landelijk beleid. In deze paragraaf worden zowel de geuremissiefactoren als de hedonische waarden geïnventariseerd.

#### Geuremissiefactoren

In onderstaande tabel 7.1 zijn op de gebruikelijke wijze emissiegegevens verzameld met als bronnen CH1, BB1 en BB4. Daarin zijn referentiewaarden gevonden die te koppelen zijn aan 'zeer goede', 'goede', 'voldoende', 'matige', 'slechte' en 'zeer slechte' verbranding.

Goede houtverbranding in kachel		
Concentraties geur	Opmerking	Referentie
1,32 x 10 <sup>6</sup> ou/kg hout = 122.222 ou/Nm <sup>3</sup> 0,69 x 10 <sup>6</sup> ou/kg hout = 63.888 ou/Nm <sup>3</sup>	Gemiddelde is 1 miljoen ou/kg hout = 92.590 ou/Nm <sup>3</sup>	CH1 BB1
159.429 ou/Nm <sup>3</sup>	Normaal bedrijf Outdoor Wood Boiler	BB4
Slechte houtverbranding in kachel		
Concentraties geur	Opmerking	Referentie
11,4 x 10 <sup>6</sup> ou/kg hout = 1.055.555 ou/Nm <sup>3</sup>	'worst case'	BB1
434.120 ou/Nm <sup>3</sup>	Opstartfase Outdoor Wood Boiler	BB4

Tabel 7.1: In literatuur gevonden waarden voor houtkachegeluur.

Hieruit zijn in onderstaande tabel 7.2 de volgende emissieconcentraties gekoppeld aan de verschillende verbrandingscondities. Tevens is de bijbehorende geurvracht berekend die ontstaat bij een houtverbruik van 1,8 kg per uur (zie § 6.2.1 van dit kennisdocument).

Verbranding	Geurconcentratie	Geurvracht bij 1,8 kg hout/h (x 1,8 x 10,8)
Zeer goed	-	-
Goed	63.888 ou/Nm <sup>3</sup>	1,242 miljoen ou/h
Voldoende	93.055 ou/Nm <sup>3</sup>	1,809 miljoen ou/h
Matig	122.222 ou/Nm <sup>3</sup>	2,376 miljoen ou/h
Slecht	434.120 ou/Nm <sup>3</sup>	8,439 miljoen ou/h
Zeer slecht	1.055.555 ou/Nm <sup>3</sup>	20,520 miljoen ou/h

Tabel 7.2: Geurconcentraties en -vrachten bij verschillende verbrandingscondities

Ter controle, en om de tabel nog aan te vullen met een geuremissie bij zeer goede verbranding, zijn de geurvrachten (bij 1,8 kg houtverbranding per uur) uit tabel 7.2 vergeleken met de waarden uit:

- Tabel 6.14 waarin de referentiewaarden voor C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> zijn weergegeven omdat de aanwezigheid van onverbrande koolwaterstoffen een sterke correlatie heeft met geur,
- RDO1 (Kennisdocument houtstook uit 2018) waarin een verband wordt gelegd tussen het gehalte aan organisch koolstof (OC) in de rookgassen en de geuremissie,
- BB2 (onderzoek overlast houtkachel te Helmond, van 19 juni 2017) waarin een verband wordt gelegd tussen de PM<sub>10</sub>-emissie als maat voor de volledigheid van de verbranding, en de geuremissie.

Vergelijking met deze aanvullende drie sets gegevens levert het volgende beeld:

Volledigheid verbranding	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> in mg/Nm <sup>3</sup> (tabel 6.14)	Geur in ou/uur (tabel 7.2)	Geur in ou/uur [OC-methode RDO1]	Geur in ou/uur [PM <sub>10</sub> -methode BB2)
Zeer goed	< 50	-	0,3 miljoen	-
Goed	50 - 80	1,2 miljoen	-	1,5 miljoen
Voldoende	80 - 120	1,8 miljoen	-	-
Matig	120 - 185	2,4 miljoen	3,8 miljoen	-
Slecht	185 - 1.000	8,4 miljoen	-	-
Zeer slecht	> 1.000	20,5 miljoen	21,3 miljoen	20,5

Tabel 7.3: Vergelijking met aanvullende gegevens waaronder onverbrande componenten in het rookgas

Gezien de overeenkomsten wat betreft de conditie 'goede t/m zeer slechte verbranding', is het aannemelijk dat een geuremissie van 0,3 miljoen ou/uur als representatief kan worden gezien bij 'zeer goede verbranding'.

#### Afgeleide geuremissieconcentraties bij verschillende verbrandingscondities

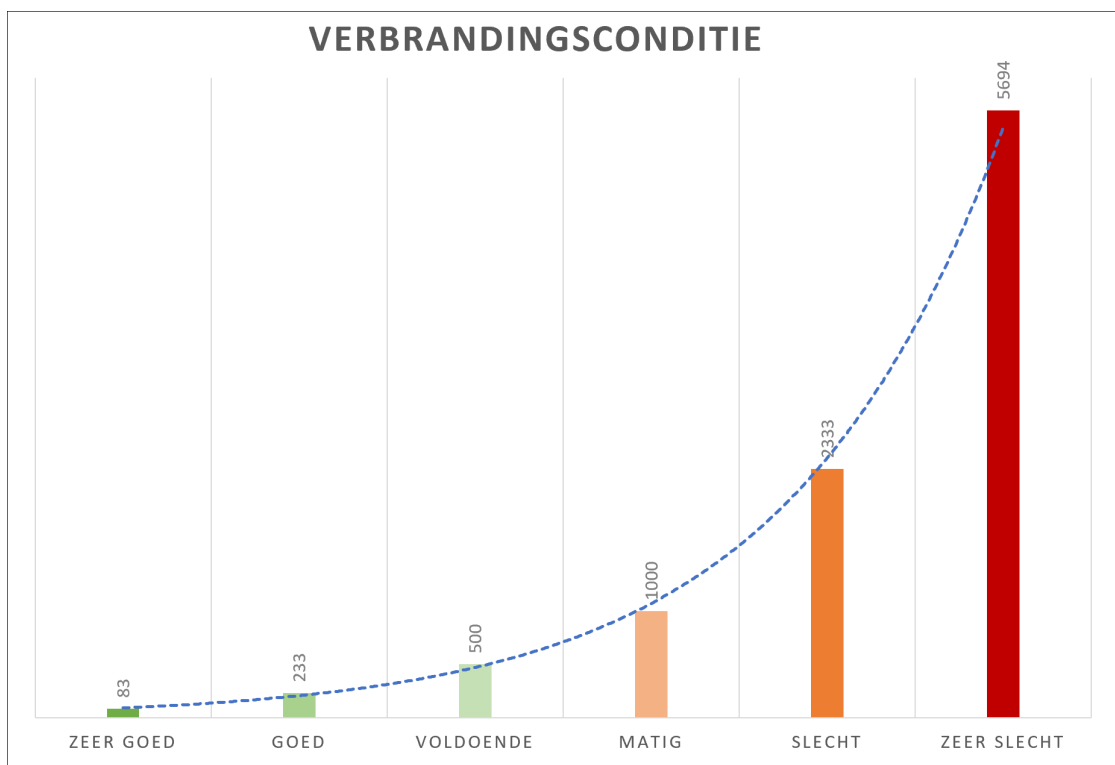
Op basis van voorgaande meetwaarden zijn de volgende representatieve emissievrachten afgeleid voor verschillende verbrandingscondities:

Volledigheid verbranding	Geur in ou/uur
Zeer goed	0,3 miljoen
Goed	1,2 miljoen
Voldoende	1,8 miljoen
Matig	2,4 miljoen
Slecht	8,4 miljoen
Zeer slecht	20,5 miljoen

Tabel 7.4: Afgeleide geurvrachten houtrook

Uit tabel 7.4 is op te maken dat in de categorie 'matig' tot 'zeer slecht' een steeds sterkere toename van de geuremissie optreedt. Dit is verklaarbaar omdat de geuremissie gelijke tred houdt met de vorming van C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, zoals is aangegeven in paragraaf 4.2 van dit document. Wel valt op dat het verschil tussen 'voldoende' en 'matig' klein is waardoor het onderscheid tussen deze twee categorieën niet erg scherp is. Voor een betere inschatting voor de

categorie 'matig' is daarom gekeken naar de trendlijn<sup>12</sup> die getrokken kan worden door de overige categorieën, zoals is uitgevoerd in onderstaande grafiek in afbeelding 7.1.



Afbeelding 7.1: Exponentieel verloop van de geuremissie onder steeds slechtere verbrandingscondities.

Uit interpolatie volgt dat voor de categorie 'matig' een waarde van 1.000 ou<sub>E</sub> per seconde (= 3,6 Mou<sub>E</sub> per uur) passend lijkt. De emissiematrix wordt voor de component geur daardoor als volgt aangepast.

Volledigheid verbranding	Geur in ou/uur
Zeer goed	0,3 miljoen
Goed	1,2 miljoen
Voldoende	1,8 miljoen
Matig	3,6 miljoen (aangepast)
Slecht	8,4 miljoen
Zeer slecht	20,5 miljoen

Tabel 7.5: Afgeleide geurvrachten houtrook na aanpassing geurvracht bij matige verbranding

<sup>12</sup> Trendlijn is hier bepaald met behulp van de functie hiervoor in Excel op basis van exponentiële regressie.

## Hedonische waarden

In drie verschillende geuronderzoeken zijn de volgende relaties gevonden tussen hedonische waarden en geurconcentraties:

Hinderlijkheid	Hedonische waarde	Referentie
Hinderlijkheid	H = -0,5 bij 1,4 ou/m <sup>3</sup> H = -1 bij 2,5 ou/m <sup>3</sup> H = -2 bij 7 ou/m <sup>3</sup>	CH1 CH1 CH1
Hinderlijkheid	H = -0,5 bij 0,5 ou/m <sup>3</sup> H = -1 bij 0,85 ou/m <sup>3</sup> H = -2 bij 4,5 ou/m <sup>3</sup>	BB1 BB1 BB1
Hinderlijkheid	H = -0,5 bij < 0,65 ou/m <sup>3</sup> H = -1 bij 0,9 ou/m <sup>3</sup> H = -2 bij 6,35 ou/m <sup>3</sup>	BB4 BB4 BB4

Tabel 7.6: In de literatuur gevonden hedonische waarden met bijbehorende geurconcentraties voor houtkachelveur.

De bovenste hedonische waarden (CH1) hebben betrekking op een industriële houtkachel die een goede verbrandingsefficiëntie heeft, waardoor deze hedonische meetwaarde minder bepalend is dan de tweede en de derde meetwaarden (BB1 en BB4). Gelet hierop zou een middeling hierop kunnen worden toegepast.

Hedonische waarde	Geurconcentratie
H = -0,5	0,6 ou/m <sup>3</sup>
H = -1	0,9 ou/m <sup>3</sup>
H = -2	5,4 ou/m <sup>3</sup>

Tabel 7.7: Hedonische waarden met bijbehorende geurconcentraties voor houtkachelveur na middeling

## A. De eerste invalshoek (schadelijkheid)

### 7.2 Afleiding maatgevende component bij houtstook

In deze paragraaf wordt gekeken welke van de hiervoor geïnventariseerde stoffen maatgevend is qua blootstelling aan omwonenden. Daarvoor dient **ten eerste** een maat te worden gehanteerd ten aanzien van de toxiciteit (giftigheid) van de verschillende componenten in het rookgas van een houtkachel. Hierbij is gebruik gemaakt van het RIVM rapport 609021029/2004 'Gezondheidkundige advieswaarden binnenmilieu' uit 2004 en de update daarvan uit 2007 in het RIVM rapport 609021043/2007, 'Gezondheidkundige advieswaarden binnenmilieu, een update'. In deze wetenschappelijke rapporten is er voor gekozen om advieswaarden op te stellen als toetsingswaarden voor de kwaliteit van de binnenlucht in woningen. Punt van aandacht hierbij is het na te streven

beschermingsniveau. De advieswaarden in de RIVM-rapporten zijn gebaseerd op het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) zoals dat in het verleden gedefinieerd is in het Nederlandse milieubeleid. MTR's komen ook in grote mate overeen met de uitgangspunten in de luchtkwaliteitsrichtlijnen van de WHO, de chronische 'Reference Concentration' van de Amerikaanse EPA, en het chronische 'Minimal Risk Level' (MRL) van de ATSDR.

Stof	Advieswaarde binnenmilieu	Middelingsperiode blootstelling
Koolmonoxide (CO)	100 mg/m <sup>3</sup> 60 mg/m <sup>3</sup> 30 mg/m <sup>3</sup> 10 mg/m <sup>3</sup>	15 minuten 30 minuten 1 uur 8 uur
Fijn stof (PM <sub>10</sub> )	50 µg/m <sup>3</sup> 20 µg/m <sup>3</sup>	24 uur jaar
Fijner stof (PM <sub>2,5</sub> )	25 µg/m <sup>3</sup> 10 µg/m <sup>3</sup>	24 uur jaar
Stikstofdioxide (NO <sub>2</sub> )	200 µg/m <sup>3</sup> 40 µg/m <sup>3</sup>	1 uur jaar
Zwavel dioxide (SO <sub>2</sub> )	500 µg/m <sup>3</sup> 20 µg/m <sup>3</sup>	10 minuten 24 uur
Benzeen	20 µg/m <sup>3</sup>	levenslang
Naftaleen	25 µg/m <sup>3</sup>	levenslang
PAK (BaP)	1,2 ng/m <sup>3</sup>	levenslang
Formaldehyde	100 µg/m <sup>3</sup> 120 µg/m <sup>3</sup> 10 µg/m <sup>3</sup> 1,2 µg/m <sup>3</sup>	30 minuten (WHO) 30 minuten (VROM) Jaar (VROM) TCL* (RIVM)
* TCL is chronische grenswaarde voor lucht		

Tabel 7.8: Advieswaarden voor de kwaliteit van de binnenlucht in woningen

**Ten tweede** wordt gekeken naar de verhouding tussen enerzijds de emissies die in paragraaf 6.2 van dit document zijn bepaald, en anderzijds de advieswaarden uit tabel 7.8. Dit levert indicatieve uitkomsten want de eenheden van de emissie- en de immissieconcentraties zijn niet gelijk; emissies zijn uurgemiddelde waarden terwijl voor de immissies uiteenlopende middelingstijden gelden voor de blootstelling, variërend van één uur tot levenslange blootstelling. Niettemin verschaft het verhoudingsgetal wel inzicht in de vraag welke stoffen in toxisch opzicht in meer of mindere mate van belang zijn. Hoe hoger de verhouding tussen emissie en immissie, des te kritischer de invloed van de betreffende stof ligt. De hoogste verhouding duidt er op welke stof maatgevend is voor de beoordeling van houtrookemissies. Het geeft in feite aan welke verdunning of reductie benodigd is om een veilige blootstelling te verkrijgen.

Het beeld wordt gecompleteerd indien deze exercitie naast de toxische stoffen, ook voor geur wordt toegepast, omdat dan zowel gezondheidsschade als hinder gelijktijdig wordt beoordeeld. Omdat geur door vrijwel iedereen kan worden waargenomen, ontstaat bij het hanteren van een passende geurnorm een "early warning" systeem.

In de volgende drie paragrafen zullen voor drie verbrandingscondities – matig, slecht en zeer slecht – de toxische advieswaarden worden afgezet tegen de emissieconcentraties waarbij het verhoudingsgetal (verschilfactor) wordt berekend.

Dit zal ook worden gedaan voor geur waarvoor in plaats van toxische advieswaarden twee immissieconcentraties worden beschouwd: 0,5 en 1,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Een geurimmissieconcentratie van 0,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> is gelijk aan 1,0 geureenheid per kubieke meter (ge/m<sup>3</sup>) wat de basiseenheid voor geur was voordat de odourunit in 2003 werd geïntroduceerd en de geureenheid verving.

De **geureenheid** (ge) is een maat die gebruikt wordt om de mate van geurhinder te omschrijven. De geurconcentratie van een gasvormige stof wordt uitgedrukt in een aantal geureenheden per volume-eenheid lucht. Hierbij is één geureenheid de hoeveelheid geur veroorzakende stof die in 1 m<sup>3</sup> lucht toegevoegd mag worden zodat de helft van een groep mensen (een zogenaamd geurpanel) de geur nog net kan onderscheiden van geurvrije lucht, en de andere helft niet. Deze concentratie (hoeveelheid per m<sup>3</sup>) is de geurdrempel. Per definitie is de geurdrempel gelijk aan één geureenheid per m<sup>3</sup>. Het aantal geureenheden in een monster is bijgevolg het aantal malen dat men dit monster met geurvrije lucht moet verdunnen om tot de geurdrempel te komen. Eén geureenheid van de referentiegeur waarmee het reukvermogen van een panellid wordt 'geijkt', bevat 63,3 µg n-butanol. Verdeeld in 1 m<sup>3</sup> met geurvrije lucht heeft dit mengsel een vastgestelde geurdrempel van 20 µmol/mol ofwel **20 ppb** (parts per billion).

Eén **odourunit** geeft de hoeveelheid geurstoffen aan die, bij verdamping in één kubieke meter neutraal gas onder standaardcondities, een fysiologische respons oproept bij een panel (detectiegrens). Deze respons is gelijk aan de respons die optreedt bij verdamping van 123 µg n-butanol in één kubieke meter lucht onder standaard condities (concentratie is 0,040 µmol/mol ofwel **40 ppb**). Vandaar de vaste verhouding tussen ge en ou<sub>E</sub>; 2 ge/m<sup>3</sup> = 1 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>.

Kort gezegd houdt dit in dat bij gebruik van de odourunit als maat, een panellid wordt 'geijkt' op een tweemaal hogere concentratie van de referentiestof n-butanol (welke stof wordt herkend als een wat "muffe" geur). Daardoor is er minder twijfel bij het panellid of de geurstof die wordt aangeboden werkelijk waarneembaar is. Men zou kunnen stellen dat de geureenheid gezien kan worden als de onderkant van een geurdrempelwaarde en de odourunit als de bovenkant van een geurdrempelwaarde. Bij een odourunit wordt de betreffende geur dus met meer zekerheid waargenomen dan bij een geureenheid.

In verband met de belangrijke rol die de waarneming speelt in relatie tot de toxische blootstelling door bepaalde componenten in de houtrook, is er voor gekozen om de



waarnemingsrange wat breder aan te houden dan gebruikelijk. Daarom worden hierna voor geur vooralsnog twee immissieconcentraties gebruikt: 0,5 en 1,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>.

### 7.3 Bepaling kritische component bij matige verbranding

Om de meest kritische component bij matige verbranding te kunnen bepalen, zijn in onderstaande tabel de gegevens van de diverse stoffen samengevat. Voor koolwaterstoffen (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) bestaat geen advieswaarde voor het binnenmilieu omdat het een mengsel betreft van verschillende stoffen met uiteenlopende toxiciteit. Een benaderingswijze is om voor C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> uit te gaan van één component. Om onderschatting te voorkomen wordt hiervoor de meest toxische stof genomen. In onderstaande tabellen is gekozen om dit voor twee ZZS<sup>13</sup> stoffen uit te werken: benzeen en formaldehyde.

Stof	Hoogste emissie	Advieswaarde binnenmilieu	Verschilfactor
Koolmonoxide (CO)	4.500 mg/Nm <sup>3</sup>	100 mg/m <sup>3</sup>	45
		60 mg/m <sup>3</sup>	75
		30 mg/m <sup>3</sup>	150
		10 mg/m <sup>3</sup>	450
Fijn stof (PM <sub>10</sub> )	100 mg/Nm <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	2.000
		20 µg/m <sup>3</sup>	5.000
Fijner stof (PM <sub>2,5</sub> )	94 mg/Nm <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>	3.760
		10 µg/m <sup>3</sup>	9.400
Stikstofdioxide (NO <sub>2</sub> )	209 mg/Nm <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	1.045
		40 µg/m <sup>3</sup>	5.225
Zwavedioxide (SO <sub>2</sub> )	160 mg/Nm <sup>3</sup>	500 µg/m <sup>3</sup>	320
		20 µg/m <sup>3</sup>	8.000
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> als Benzeen	185 mg/Nm <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	9.250
PAK (BaP)	0,15 mg/Nm <sup>3</sup>	1,2 ng/m <sup>3</sup>	<b>125.000</b>
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> als Formaldehyde	185 mg/Nm <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	1.542
		10 µg/m <sup>3</sup>	18.500
		1,2 µg/m <sup>3</sup>	<b>154.167</b>
<b>Geur</b>	183.333 ou <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup>	0,5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	<b>366.666</b>
		1.0 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	<b>183.333</b>

Tabel 7.9: Uitgaande van matige verbranding zijn hier de verhoudingen weergegeven tussen emissies en corresponderende advieswaarden van stoffen die zich in houtrook bevinden, met inbegrip van geur.

De vetgedrukte verschilfactoren geven de kritische componenten weer. Bij matige verbrandingscondities is geur de kritische component. De veilige norm, in de zin dat met

<sup>13</sup> ZZS staat voor Zeer Zorgwekkende Stof. In artikel 2.3.b, lid 1, van het Activiteitenbesluit is de definitie opgenomen van een zeer zorgwekkende stof. Voor de stofcategorie ZZS geldt de minimalisatieverplichting, zoals is opgenomen in artikel 2.4 van het Activiteitenbesluit.

een goede geurnorm tevens bescherming wordt geboden tegen toxische stoffen, is in deze benadering van "matige verbranding" een geurconcentratie van 0,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>.

## 7.4 Bepaling kritische component bij slechte verbranding

Analoog aan de methode in voorgaande paragraaf, is dit in onderstaande tabel 7.10 uitgewerkt voor het geval sprake is van een slechte verbranding.

Stof	Hoogste emissie	Advieswaarde binnenmilieu	Verschilfactor
Koolmonoxide (CO)	10.000 mg/Nm <sup>3</sup>	100 mg/m <sup>3</sup>	100
		60 mg/m <sup>3</sup>	167
		30 mg/m <sup>3</sup>	133
		10 mg/m <sup>3</sup>	1.000
Fijn stof (PM <sub>10</sub> )	150 mg/Nm <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	3.000
		20 µg/m <sup>3</sup>	7.500
Fijner stof (PM <sub>2,5</sub> )	141 mg/Nm <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>	5.640
		10 µg/m <sup>3</sup>	14.100
Stikstofdioxide (NO <sub>2</sub> )	209 mg/Nm <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	1.045
		40 µg/m <sup>3</sup>	5.225
Zwavel dioxide (SO <sub>2</sub> )	160 mg/Nm <sup>3</sup>	500 µg/m <sup>3</sup>	320
		20 µg/m <sup>3</sup>	8.000
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> als Benzeen	1.000 mg/Nm <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	50.000
PAK (BaP)	0,30 mg/Nm <sup>3</sup>	1,2 ng/m <sup>3</sup>	250.000
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> als Formaldehyde	1.000 mg/Nm <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	8.333
		10 µg/m <sup>3</sup>	100.000
		1,2 µg/m <sup>3</sup>	833.333
<b>Geur</b>	434.120 ou <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup>	0,5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	<b>868.240</b>
		1.0 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	<b>434.120</b>

Tabel 7.10: Uitgaande van slechte verbranding zijn hier de verhoudingen weergegeven tussen emissies en corresponderende advieswaarden van stoffen die zich in houtrook bevinden, met inbegrip van geur.

De vetgedrukte verschilfactoren geven de kritische componenten weer. Bij slechte verbrandingscondities is geur wederom de kritische component. De veilige norm in deze benadering van "slechte verbranding" is een geurconcentratie van 1,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>.

## 7.5 Bepaling kritische component bij zeer slechte verbranding

In onderstaande tabel 7.11 is de exercitie uitgewerkt in geval sprake is van een zeer slechte verbranding. De weergave is beperkt tot de componenten BaP, formaldehyde en geur.

Stof	Hoogste emissie	Advieswaarde binnenmilieu	Verschilfactor
PAK (BaP)	0,30 mg/Nm <sup>3</sup>	1,2 ng/m <sup>3</sup>	<b>250.000</b>
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> als Formaldehyde	1.000 mg/Nm <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup> 10 µg/m <sup>3</sup> 1,2 µg/m <sup>3</sup>	8.333 100.000 <b>833.333</b>
Geur	1.055.555 ou <sub>E</sub> /Nm <sup>3</sup>	0,5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	<b>2.111.110</b>
		1.0 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	<b>1.055.555</b>

Tabel 7.11: Uitgaande van zeer slechte verbranding zijn hier de verhoudingen weergegeven tussen emissies en corresponderende advieswaarden van stoffen die zich in houtrook bevinden, met inbegrip van geur.

De vetgedrukte verschilfactoren geven de kritische componenten weer. Bij zeer slechte verbrandingscondities is geur de kritische component. De veilige norm in deze worst case benadering van "zeer slechte verbranding" is een geurconcentratie van 0,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Ondanks de sterk verhoogde BaP-emissie bij zeer slechte verbranding, is de laagste geurimmissie-concentratie nog net bepalend.

## 7.6 Nadere beschouwing kritische component

Uit de voorgaande paragrafen komt tot uiting dat geur de kritische component kan zijn in een concentratie van 0,5 tot 1,0 odourunit per m<sup>3</sup>. Kritisch wil zeggen: van welke component de optredende emissie maatgevend is in verhouding tot de immissieconcentratie die als grenswaarde geldt. Uit de diverse onderzoeken die zijn verricht naar de impact van houtkachels is naar voren gekomen dat uit oogpunt van toxiciteit, de componenten fijn stof (PM<sub>10</sub>) en benzo(a)pyreen (BaP) de meest relevante parameters zijn. BaP is weliswaar niet als de meest giftige<sup>14</sup> component aan te wijzen van de diverse polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's), maar het is wel de enige PAK waarvoor een wettelijke streefwaarde bestaat. BaP wordt om die reden vaak als gidsstof<sup>15</sup> gebruikt. Voor zowel PM<sub>10</sub> als BaP zijn door de overheid wettelijke immissienormen gesteld die dienen ter bescherming van de volksgezondheid. De immissieconcentratie van genoemde stoffen is uitgedrukt in jaargemiddelde grenswaarden die worden bepaald door de heersende achtergrondconcentraties waaraan de bijdrage van de te beschouwen emissiebron (de houtkachel) wordt toegevoegd. In het STAB-verslag 39548 is in 2014 in opdracht van Rechtbank Zeeland-West-Brabant onderzoek gedaan naar

<sup>14</sup> De meest toxische PAK is benzo(e)pyreen met een MTR-waarde van  $4,8 \times 10^{-4}$  ng/m<sup>3</sup>.

<sup>15</sup> In de 4<sup>e</sup> dochterrichtlijn van de EU-luchtkwaliteitsregelgeving wordt benzo(a)pyreen gebruikt als tracerstof om vast te stellen of de concentratie van PAK een rol van betekenis speelt.

het effect van onder meer een houtkachel in Aalburg. In die zaak is aan de hand van indicatieve verspreidingsberekeningen nagegaan of er gevreesd moest worden voor overschrijding van de wettelijk geldende immissienormen van PM<sub>10</sub> en BaP en voor het overschrijden van de waarnemingsgrens voor geur. Er is gebruik gemaakt van emissiefactoren uit de literatuur en verder van locatiespecifieke omstandigheden en parameters (afvoerhoogte, afstand tot ontvanger, aanwezigheid van regenkapten, houtverbruik). Om die reden geldt de vergelijking die hier wordt gemaakt als een steekproef. Over PM<sub>10</sub> is vastgesteld dat de bijdrage van het stoken op de algehele luchtkwaliteit van fijn stof gering is en dat de wettelijke norm niet wordt overschreden.

Ten aanzien van benzo(a)pyreen is vastgesteld dat onder normale stookcondities de wettelijke streefwaarde van 1 ng/m<sup>3</sup> niet wordt overschreden nabij de beschouwde woning in Aalburg. Onder worst case condities is dat echter wel het geval.

Datzelfde geldt voor het waarnemen van geur; onder normale condities is berekend dat de geur gedurende 2% van de tijd juist waarneembaar is. Voor worst case condities is vastgesteld dat sprake van een ruime overschrijding van zowel de richtwaarde van de concentratie van 0,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 98 percentiel, als van de richtwaarde van de piekconcentratie van 5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 99,99 percentiel. Onder deze condities moet worden gevreesd voor ernstige geurhinder. Dat betekent dat nagegaan moet worden of geur, danwel BaP de maatgevende component is. Dat moet blijken uit de mate waarin de normen worden overschreden: de hoogste verhouding tussen berekende immissie enerzijds en de normwaarde anderzijds levert de maatgevende component. In onderstaande tabellen is dit uitgewerkt waarbij de uitkomsten zijn afgerond. Een verhouding < 1 geeft een onderschrijding aan van de norm (in groen) en een verhouding > 1 geeft een overschrijding aan (in rood).

Toetspunt	Geur 98,00 percentiel (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 0,5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	Geur 99,99 percentiel (ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 5 ou <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>	BaP jaargemiddelde (ng/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 1 ng/m <sup>3</sup>
1	1,7	3,4	3,4	0,7	0,55	0,6
2	0,9	1,8	1,7	0,3	0,17	0,2
3	0,9	1,8	2,2	0,4	0,12	0,1

Tabel 7.12: Normale condities in de zaak Aalburg

Toetspunt	Geur 98,00 percentiel (ouE/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 0,5 ouE/m <sup>3</sup>	Geur 99,99 percentiel (ouE/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 5 ouE/m <sup>3</sup>	BaP jaargemiddelde (ng/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 1 ng/m <sup>3</sup>
1	27,4	<b>54,8</b>	56,8	<b>11,4</b>	4,7	<b>4,7</b>
2	15,2	<b>30,4</b>	28,6	<b>5,7</b>	1,5	<b>1,5</b>
3	14,9	<b>29,8</b>	36,9	<b>7,4</b>	1,0	<b>1,0</b>

Tabel 7.13: Worst case condities in de zaak Aalburg

Als tweede vergelijkingscasus wordt gebruik gemaakt van het onderzoek "overlast houtkachel te Helmond" uitgevoerd door Buro Blauw in 2017. In deze zaak is over PM<sub>10</sub> vastgesteld dat de bijdrage van fijn stof beperkt is van 0,1 µg/m<sup>3</sup> indien sprake is van een goede verbranding, oplopend tot 1,8 µg/m<sup>3</sup> bij een slechte verbranding en dat de wettelijke norm niet wordt overschreden. Voor BaP is geen toetsing uitgevoerd.

Toetspunt	Geur 98,00 percentiel (ouE/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 0,5 ouE/m <sup>3</sup>	Geur 99,99 percentiel (ouE/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 5 ouE/m <sup>3</sup>	BaP jaargemiddelde (ng/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 1 ng/m <sup>3</sup>
Gevel	3,6	<b>7,2</b>	10	<b>2,0</b>	-	-

Tabel 7.14: Goede verbranding in de zaak Helmond

Toetspunt	Geur 98,00 percentiel (ouE/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 0,5 ouE/m <sup>3</sup>	Geur 99,99 percentiel (ouE/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 5 ouE/m <sup>3</sup>	BaP jaargemiddelde (ng/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 1 ng/m <sup>3</sup>
Gevel	49	<b>98</b>	139	<b>27,8</b>	-	-

Tabel 7.15: Slechte verbranding in de zaak Helmond

Als derde casus is de zaak Bellingwedde (STAB-39973) beschouwd die in opdracht van de rechtbank Noord-Nederland is uitgevoerd (ECLI:NL:RBNNE:2018:4457). In die zaak zijn zowel geur- als BaP-immisatieconcentraties berekend. Overigens zijn ook daar geen problemen met PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> geconstateerd.

Toetspunt	Geur 98,00 percentiel (ouE/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 0,5 ouE/m <sup>3</sup>	BaP jaargemiddelde (ng/m <sup>3</sup> )	Verhouding tot norm van 1 ng/m <sup>3</sup>
1	1,7	<b>3,4</b>	0,1	<b>0,1</b>
2	0,8	<b>1,6</b>	0,0	<b>0,0</b>
3	0,6	<b>1,2</b>	0,1	<b>0,1</b>
4	0,0	<b>0</b>	0,0	<b>0,0</b>
5	0,0	<b>0</b>	0,0	<b>0,0</b>

Tabel 7.16: Gemeten concentraties in de zaak Bellingwedde

Uit bovenstaande casussen komt naar voren dat door de emissie van geur grotere normoverschrijdingen optreden dan voor benzo(a)pyreen het geval is. Geur is daardoor de maatgevende component. Voorts blijkt dat de geurconcentratie van 0,5 ou/m<sup>3</sup> als 98 percentielwaarde meer bepalend is dan de (piek)geurconcentratie van 5 ou/m<sup>3</sup> die als 99,99 percentielwaarde optreedt.

## B. De tweede invalshoek (hinderlijkheid)

### 7.7 Geur en gezondheid

Er blijkt geen gezondheidkundige koppeling te kunnen worden gelegd met uitsluitend de geur van houtrook, dus los gezien van toxische effecten door specifieke componenten in de rook, zoals in voorgaand deel A is onderzocht. In het RIVM rapport 'Geur en gezondheid, GGD-richtlijn medische milieukunde' (RIVM Rapport 2015-0106, M. Venselaar-Mooij et al.) is ten aanzien van geur in relatie tot gezondheid het volgende opgetekend.

*'Er bestaan geen gezondheidkundige normen voor geur, waardoor het niet eenvoudig is om te bepalen hoeveel geur gezondheidkundig gezien aanvaardbaar is. Een situatie wordt gezondheidkundig als goed beschouwd, als er geen of geen ernstige hinder is. Als dat wel het geval is, wordt afgewogen of de situatie aanvaardbaar is. Uitgangspunt hierbij zijn de beleidsdoelstellingen voor hinder.'*

In paragraaf 4.2 Houtstook door particulieren, is in subparagraaf 4.2.1 de doelstelling van het geurbeleid voor houtstook als volgt verwoord:

*'Er is geen specifiek geurbeleid voor houtstook door particulieren. In principe geldt voor deze bron de doelstelling dat er geen ernstige geurhinder optreedt.'*

In een aantal vooroverleggen waarin de conceptversie van dit kennisdocument is besproken met diverse deskundigen, kwam de vraag naar voren om voor het aspect geur aanvullend een geurconcentratie te bepalen waarbij de hinderervaring zich manifesteert tot een aanvaardbaar niveau. Omdat het tegengaan van geurhinder ook een doelstelling is van artikel 7.22 Bouwbesluit ('op voor de omgeving hinderlijke of schadelijke wijze rook, roet, walm of stof wordt verspreid') is hierna separaat een hinderbeoordeling uitgewerkt voor houtrook.

### 7.8 Toepassing hindersystematiek

De hindersystematiek is op de geur van houtrook toegepast door gebruik te maken van het geurbeleid dat door een aantal provincies wordt toegepast in hun 'geurbeleidsregels'. De achterliggende gedachte is dat hierin veel lokale (provinciale) kennis is verwerkt. Door het uitwerken van meerdere provinciale beleidsregels ontstaat een generiek beeld dat wat ons betreft bruikbaar is voor geheel Nederland. De door ons gevolgde aanpak levert twee normen op die gekoppeld zijn aan het 98 onderschrijdingspercentiel: een richtwaarde en een grenswaarde. Voor richtwaarden geldt dat daaraan zo goed als mogelijk moet worden

voldaan (inspanningsverplichting) en voor grenswaarden geldt dat daaraan moet worden voldaan (resultaatsverplichting).

Naast de 98-percielwaarden worden ook de 99,9 percentielwaarden<sup>16</sup> bepaald. Dit betreft de piekimmissieconcentraties die kortdurend op mogen treden, namelijk 0,1% van de jaartijd, ofwel 8,76 uur per jaar. Ook deze piekimmissies zijn ingedeeld naar richt- en grenswaarden waardoor in totaal **vier geurnormen** worden bepaald.

In aanvulling op de provinciale methode is gekeken naar de Gezondheidseffectscreening (GES) die in 2000 is ontwikkeld voor GGD'en in opdracht van de ministeries van VWS en VROM. Het is een instrument waarmee vooraf inzicht verkregen wordt in de verschillende factoren die van invloed kunnen zijn op de gezondheid van bewoners. Met de GES kan de blootstelling aan luchtverontreiniging, geluid, geurhinder, externe veiligheid en elektromagnetische velden gezondheidskundig worden beoordeeld. Alle relevante bronnen zoals bedrijven, wegen, spoorwegen, scheepvaart, vliegverkeer en hoogspanningslijnen kunnen hierbij worden betrokken. Er is naar gestreefd om de gezondheids- en hindereffecten van de verschillende typen van blootstelling per GES-score vergelijkbaar te maken om de verschillende milieufactoren met elkaar te vergelijken. Er wordt beoogd dat een GES-score 4 voor geluid dezelfde gezondheidskundige betekenis heeft als een GES-score 4 voor luchtverontreiniging door fijn stof. De milieugezondheidskwaliteiten variëren van 'zeer goed' (GES-score 0) tot 'zeer onvoldoende' (GES-score 8). Zo is ook een relatie tussen geur en hinder vastgelegd. Er is een verband gelegd tussen bepaalde geurconcentraties en het aantal gehinderden en het aantal ernstig gehinderden. Op basis daarvan wordt een bepaalde score toegekend.

De indeling in GES-scores, waarbij de geurconcentraties en percentage ernstig gehinderden aan elkaar gekoppeld zijn via de algemene dosis-responsrelatie, ziet er als volgt uit:

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	Geurconcentratie (ou/m <sup>3</sup> , 98 percentiel)	GES-score	Milieukwaliteit
0	0	0	0	Zeer goed
0 – 5	0	0 – 0,5	1	Goed
5 – 12	0 – 3	0,5 – 1,5	3	Vrij matig
12 – 25	3 – 10	1,5 – 5	4	Matig
≥ 25	≥ 10	≥ 5	6	Onvoldoende

Tabel 7.17: GES-scores gekoppeld aan geurconcentraties en percentages

<sup>16</sup> Het gebruik van het 99,99 percentiel roept de nodige discussie op. In de NTA 9065 staat dat in het algemeen geldt dat de (statistische) betrouwbaarheid van de modelberekening daalt naarmate de emissie korter duurt en/of het percentiel hoger wordt. Voorts wordt het 99,99 percentiel geschikt bevonden voor situaties met zeer kortdurende emissie (1% van de tijd). Door Kema is in 2014 het standpunt ingenomen dat het NNM principieel niet goed in staat is om het 99,99 percentiel vast te stellen. In de Beleidsregel geur van de provincie Flevoland uit 2008 staat dat het 99,99 percentiel altijd slechts als indicatief bij de beoordeling wordt betrokken. Vanwege deze controversie is in dit kennisdocument gekozen om het 99,9 percentiel te hanteren i.p.v. het 99,99 percentiel.

De provinciale methodiek wordt hierna uitgewerkt voor de geur van houtrook, gevolgd door de toepassing van GES op houtrook.

## 7.9 Provinciaal geurhinderbeleid

### Uitgangspunten

De verschillende geurbeleidsregels van zes Nederlandse provincies hebben de overeenkomst dat voor de toelaatbare geurbelasting op gevoelige objecten een range wordt aangehouden. De onderkant van die range met de laagste beschermingsgraad en dus de hoogste geurimmissie, wordt daarin per provincie meestal verschillend benoemd zoals: 'laag beschermingsniveau', 'grenswaarde' en 'ernstige hindergrens'. In dit document wordt hiervoor het begrip 'grenswaarde' gebruikt omdat die term duidelijk aangeeft dat dit het uiterste niveau (= hoogste immissie) weergeeft.

Ook de andere zijde van de gebruikte range, dat wil zeggen de bovenkant van de range met de hoogste beschermingsgraad en dus de laagste geurimmissie, wordt uiteenlopend benoemd als: 'hoog beschermingsniveau', 'richtwaarde' en 'hindergrens'. In dit document wordt hiervoor het begrip 'richtwaarde' gebruikt omdat die term duidelijk aangeeft dat dit het gewenste niveau weergeeft waar men op zich moet richten (= laagste immissie).

Om de richt- en grenswaarde af te leiden moet inzicht verkregen worden in de hinderbeleving door houtrook bij verschillende blootstellingsconcentraties. Daartoe is naast de geuronderzoeken waarnaar in paragraaf 7.1 reeds is verwezen, aanvullend gebruik gemaakt van een drietal geurrapporten<sup>17</sup> die door Buro Blauw aan STAB beschikbaar zijn gesteld. Er is gekozen voor de volgende hedonische waarden (zie ook tabel 7.7):

- Een geurconcentratie van 0,6 ou/m<sup>3</sup> bij een hedonische waardering van H = - 0,5
- Een geurconcentratie van 0,9 ou/m<sup>3</sup> bij een hedonische waardering van H = -1
- Een geurconcentratie van 5,4 ou/m<sup>3</sup> bij een hedonische waardering van H = -2

Verder zijn de volgende keuzes gemaakt:

- Houtkachels bij particulieren worden minder dan 3.500 u/j gestookt
- Geurimmissienorm is alleen betrokken op omgevingscategorie 'Wonen' of ook wel 'categorie A' genoemd
- Richt- en grenswaarden zijn betrokken op 'nieuwe activiteit'

<sup>17</sup> Rapportnummers BL2012.6333.01-V02, 1 augustus 2012, BL2018.8735.01-V01, februari 2018 en BL2017.8523.01-V01, 19 juni 2017.



## Toepassing van de geurbeleidsregels van zes provincies

Per provincie zijn de criteria en de uitwerking als volgt geformuleerd aan de hand waarvan de normering als volgt is bepaald:

### Provincie Groningen

#### Criteria:

- $C_{H=-0,5}$  voor nieuwe situaties en hoog beschermingsniveau
- $C_{H=-1}$  voor nieuwe situaties en laag beschermingsniveau

#### Uitwerking:

- Houtrook  $C_{H=-0,5}$  is  $0,6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  en  $C_{H=-1}$  is  $0,9 \text{ ou}_E/\text{m}^3$
- $C_{98}$  naar  $C_{99,5}$  is ophogen met factor 2
- $C_{98}$  naar  $C_{99,9}$  is ophogen met factor 4

#### Normering:

- Hoog beschermingsniveau is  $0,6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel en  $2,4 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,9 percentiel
- Laag beschermingsniveau  $0,9 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel en  $3,6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,9 percentiel

### Provincie Overijssel / Gelderland

#### Criteria:

- $C_{H=-2}$  is  $< 1,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3 \rightarrow$  geur is zeer hinderlijk
- $C_{H=-2}$  is  $1,5$  tot  $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3 \rightarrow$  geur is hinderlijk
- $C_{H=-2}$  is  $5,0$  tot  $15 \text{ ou}_E/\text{m}^3 \rightarrow$  geur is minder hinderlijk

#### Uitwerking:

- Houtrook  $C_{H=-2}$  is  $5,4 \text{ ou}_E/\text{m}^3 \rightarrow$  geur is 'minder hinderlijk'

#### Normering:

- Richtwaarde is  $1,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel en  $6,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,9 percentiel
- Grenswaarde is  $5,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel en  $20,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,9 percentiel

### Provincie Zuid - Holland

#### Criteria:

- $C_{H=-2}$  is  $< 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  bij minder dan 3.500 emissie-uren per jaar  $\rightarrow$  hindergrens is  $2,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,99 percentiel en ernstige hindergrens is  $5 \times C_{H=-2}$  als 99,99 percentiel
- $C_{H=-2}$  is  $\geq 5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  bij minder dan 3.500 emissie-uren per jaar  $\rightarrow$  hindergrens is  $2,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,99 percentiel en ernstige hindergrens is  $25 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 99,99 percentiel

#### Uitwerking:

- Houtrook  $C_{H=-2}$  is  $5,4 \text{ ou}_E/\text{m}^3$

#### Normering:

- hindergrens is  $2,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 99,99 percentiel
- ernstige hindergrens is  $25 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 99,99 percentiel

## Provincie Noord – Holland

### Criteria:

- Hedonische weefactor  $F = C_{H=-1} / 1,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3 \rightarrow F = 0,9 / 1,0 = 0,9$
- Hedonisch gewogen geurbelasting is geuremissie in  $\text{ou}_E$  gedeeld door  $F =$  vermenigvuldiging met 1,1

### Uitwerking:

- Richtwaarde is  $0,5 \text{ ou}_E(\text{H})/\text{m}^3$  98 percentiel en  $2 \text{ ou}_E(\text{H})/\text{m}^3$  99,9 percentiel
- Grenswaarde is  $1,0 \text{ ou}_E(\text{H})/\text{m}^3$  98 percentiel en  $4 \text{ ou}_E(\text{H})/\text{m}^3$  99,9 percentiel

Hedonische correctie direct verwerkt in de immissienorm (omwille van de vergelijkbaarheid)

### Normering:

- **Richtwaarde** is  $0,45 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel en  $1,8 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,9 percentiel
- **Grenswaarde** is  $0,9 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel en  $3,6 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,9 percentiel

## Provincie Noord – Brabant

### Criteria:

- Hedonische weefactor  $F = C_{H=-1} / 1,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3 \rightarrow F = 0,9 / 1,0 = 0,9$
- Hedonisch gewogen geurbelasting is geuremissie in  $\text{ou}_E$  gedeeld door  $F =$  vermenigvuldiging met 1,1

### Uitwerking:

- Richtwaarde is  $0,5 \text{ ou}_E(\text{H})/\text{m}^3$  98 percentiel en  $5 \text{ ou}_E(\text{H})/\text{m}^3$  99,99 percentiel
- Grenswaarde is  $1,0 \text{ ou}_E(\text{H})/\text{m}^3$  98 percentiel en  $10 \text{ ou}_E(\text{H})/\text{m}^3$  99,99 percentiel

Hedonische correctie direct verwerkt in de immissienorm (omwille van de vergelijkbaarheid)

### Normering:

- **Richtwaarde** is  $0,45 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel en  $4,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,99 percentiel
- **Grenswaarde** is  $0,9 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel en  $9 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,99 percentiel

## 7.10 GES methode

De GES methode kan worden uitgewerkt voor houtrook met dezelfde hedonische gegevens als in de voorgaande paragraaf 7.9 zijn gebruikt. Omdat in dit document het 99,9 percentiel wordt gebruikt in plaats van het 99,99 percentiel, zijn de bijbehorende concentraties als 99,9 percentiel 2,5 maal lager dan als 99,99 percentiel. De concentraties bij het 98, het 99,9 en het 99,99 percentiel verhouden zich doorgaans als 1: 4: 10.

GES-score	Geurconcentratie. 98-percentiel [ $\text{OUe}/\text{m}^3$ ]	Geurconcentratie. 99,9-percentiel [ $\text{OUe}/\text{m}^3$ ]
1 (goed)	0 tot 0,6	0 tot 2,4
3 (vrij matig)	0,6 tot 0,9	2,4 tot 3,6
4 (matig)	0,9 tot 5,4	3,6 tot 21,6
8 (onvoldoende)	$\geq 5,4$	$\geq 21,6$

Tabel 7.18: GES-scores voor geur van houtrook

Een richtwaarde voor houtrook volgt uit de hoogste concentratie bij GES-score 1, namelijk 0,6 OUE/m<sup>3</sup> als 98 percentiel. De concentratie voor het 99,9 percentiel is een factor 4 hoger dan het 98 percentiel, ofwel 2,4 OUE/m<sup>3</sup>.

Een grenswaarde voor houtrook volgt uit de hoogste concentratie bij GES-score 3 die overeenkomt met maximaal 3% ernstig gehinderden onder de bevolking en ten hoogste 12% gehinderden. Daarbij behoort een immissie van 0,9 OUE/m<sup>3</sup> als 98 percentiel. De immissieconcentratie voor het 99,9 percentiel is een factor 4 hoger dan het 98 percentiel, ofwel 3,6 OUE/m<sup>3</sup>.

## 7.11 Totaalbeeld

Gebruik makend van de uitkomsten op basis van provinciaal geurbeleid, een interpretatie op basis van de GES methode en tot slot door een verband te leggen met gezondheidsschade vanwege de stof benzo(a)pyreen zoals is uitgewerkt in § 7.6 van dit kennisdocument, levert dit het volgende totaalbeeld op. Daaruit is een keuze gemaakt in samenspraak met deskundigen buiten de STAB. Alle concentraties zijn weergegeven in ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Vanwege de voorkeur voor het 99,9 percentiel zijn alle 99,99 percentielwaarden naar dit percentiel omgerekend .

Bron	Richtwaarde		Grenswaarde	
	98 - percentiel	99,9 - percentiel	98 - percentiel	99,9 - percentiel
Groningen	0,6	2,4	0,9	3,6
Overijssel/Geld.	1,5	6,0	5,0	20,0
Zuid Holland	-	1,0	-	10,0
Noord Holland	0,45	0,7	0,9	1,44
Noord Brabant	0,45	1,8	0,9	3,6
GES methode	0,6	2,4	0,9	3,6
I.c.m. gezondheid (STAB KD, § 7.6)	0,5	-	-	-
<b>Keuze</b>	<b>0,5</b>	<b>2,0</b>	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>

Tabel 7.19: Totaalbeeld na uitwerking provinciaal geurbeleid, GES methode en de gezondheidskundige insteek uit paragraaf 7.6 van dit kennisdocument

Hieruit volgt dat een geurimmissie 0,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> die voortkomt uit de benadering in paragraaf 7.6, nog steeds bruikbaar is als richtwaarde. Wanneer de richtwaarde als norm wordt toegepast, wordt de hoogste beschermingsgraad geboden. Toepassing van de grenswaarde als norm levert een lagere beschermingsgraad op, maar deze dient wel strikter te worden opgevolgd. Deze set aan mogelijke geurimmissienormen levert een duidelijk handvat voor gemeentelijk beleid ten aanzien van houtstook in particuliere houtkachels wanneer gebruik gemaakt wordt van een verspreidingsmodel.

## 7.12 Evaluatie en conclusie emissiematrix

In dit hoofdstuk zijn de stoffen geselecteerd die qua voorkomen en giftigheid relevant zijn voor het beoordelen van gezondheidsschade bij omwonenden die worden blootgesteld aan de rookgasemissies van houtkachels. Vervolgens zijn emissiegegevens verzameld uit diverse bronnen waarvan de verbrandingscondities in zes gradaties konden worden getypeerd, oplopend van de kwalificatie 'zeer slecht' tot 'zeer goed'. De waarden zijn zo nodig omgerekend naar milligrammen per Nm<sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>. Dit is vervolgens ook voor de hindercomponent geur uitgewerkt, zodat een link kan worden gelegd tussen zowel de schadelijkheid, als de hinderlijkheid van houtrook.

Vervolgens is nagegaan wat de kritische component is in het rookgas, dat wil zeggen de stof die maatgevend is ten opzichte van de overige stoffen. Toetsing aan de gangbare landelijke normen uit de Wet milieubeheer levert hoogstwaarschijnlijk geen overschrijdingen op, omdat deze normen jaargemiddelden zijn en kachels bij particulieren niet jaarrond branden. In samenhang met de zeer toxische stof benzo(a)pyreen kan geur gebruikt worden als kritische component bij een concentratie van 0,5 odourunit per m<sup>3</sup> als 98 percentiel.

Wanneer de beoordeling van houtrook los wordt gezien van toxische effecten en zich louter richt op de hinderbeleving, geeft een uitgebreide beoordeling aan dat in zo'n geval de volgende blootstellingsniveaus gebruikt kunnen worden als immissienorm.

- Strengste immissieconcentratie van 0,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 98 percentiel in combinatie met een piekwaarde van 2,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 99,9 percentiel;
- Hoogst toelaatbare immissieconcentratie van 1,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 98 percentiel in combinatie met een piekwaarde van 4,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 99,9 percentiel.

Een keuze tussen voornoemde niveaus kan in een APV worden opgenomen, welk niveau vanaf dat moment geldt als immissienorm ter plaatse van geurgevoelige objecten.

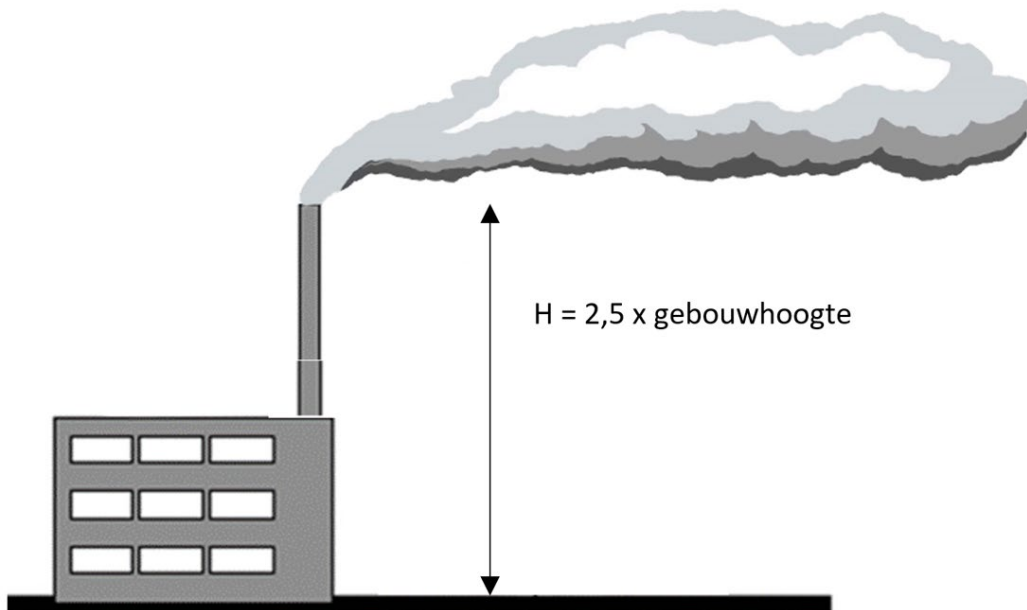
Belangrijk onderdeel bij het hanteren van een immissienorm, is de locatie waar de immissienorm moet gaan gelden. Is dat in het geval van houtstook ter plaatse van de woning van een klager, of bij de hoogste belaste woning die niet per definitie de woning van een klager hoeft te zijn. Indien het een vergunningskwestie zou betreffen waarbij een bedrijf de hinder veroorzaakt, dan is de hoogste belaste geurgevoelige woning maatgevend. In het geval dat een particuliere houtkachel verantwoordelijk is voor hinder in de omgeving, zouden de opstellers van dit kennisdocument opteren om de immissietoets uit te voeren ter plaatse van de woning van de klager. De reden is dat er dan geen discussies ontstaat over de omstandigheid dat een omwonende ongevraagd wordt beschermd, mogelijk zelfs tegen zijn wil.

## 8 Afvoer van rookgassen

### 8.1 Effect van de afvoerhoogte

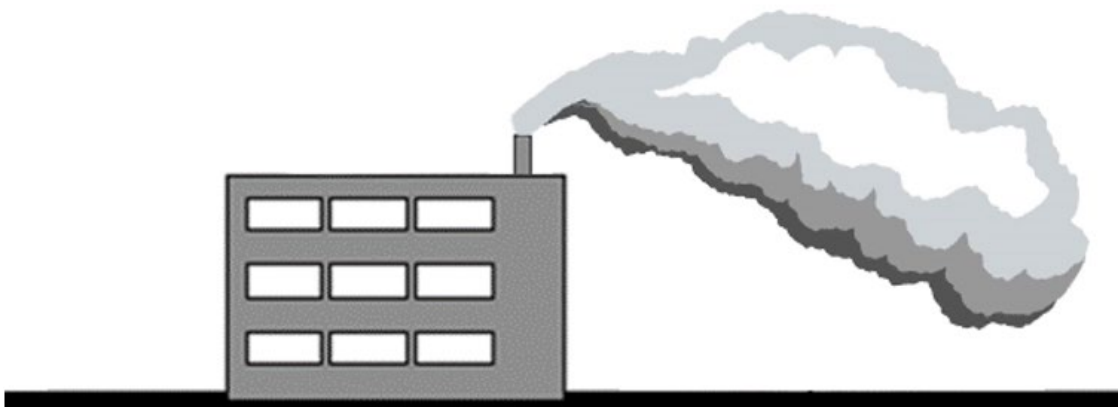
Voor een goede verspreiding van rookgassen dient een schoorsteen/afvoerpijp voldoende hoog te zijn. Om ervoor te zorgen dat de rookgassen onbelemmerd in de lucht worden geëmitteerd moet er daarnaast ook voldoende afstand zijn tussen het afvoerpunt en omliggende gebouwen. Het effect van de afvoerhoogte is in de navolgende afbeeldingen gevisualiseerd.

- A) Bij een afvoerhoogte van  $2\frac{1}{2}$  maal gebouwhoogte, is sprake van een ongehinderde verspreiding:



Afbeelding 8.1: Ongehinderde verspreiding bij een afvoerhoogte van  $2,5$  x gebouwhoogte

- B) Bij een afvoerhoogte tot  $1\frac{1}{2}$  maal gebouwhoogte, is sprake van een gehinderde verspreiding vanwege een lichte onderdruk aan de lijszijde van het gebouw doordat de wind na het gebouw wordt afgebogen:



Afbeelding 8.2: Slechtere verspreiding bij een afvoerhoogte tot  $1,5$  x gebouwhoogte door invang van de pluim

- C) Bij een afvoerhoogte lager dan gebouwhoogte, is sprake van een zeer slechte verspreiding doordat de onderdruk aan de lizijde nog sterker van invloed is op de pluim:



Afbeelding 8.3: Zeer slechte verspreiding bij een afvoerhoogte onder gebouwhoogte door invang van de pluim

In zijn algemeenheid geldt dat hoe hoger de emissie wordt afgevoerd, des te beter de verspreiding in de atmosfeer verloopt en hoe meer verdunning optreedt. Hierdoor is de blootstelling voor omwonenden lager.

## 8.2 Afvoerhoogte en verspreiding in Activiteitenbesluit

Ten behoeve van het **doelmatig verspreiden** van emissies naar de buitenlucht, dienen op grond van de Activiteitenregeling bepaalde emissies **bovendaks en omhoog gericht** te worden afgevoerd, indien binnen 50 meter van een emissiepunt een gevoelig gebouw is gesitueerd.

Bij de afvoer van dampen en/of gassen van sterk geurende producten (bijvoorbeeld van voedingsmiddelen) dient op grond van artikel 3.103, lid 1 van de Activiteitenregeling een **minimale hoogte van 2 meter** bovendaks<sup>18</sup> te worden aangehouden voor het emitteren van afgezogen dampen en gassen van het bereiden van voedingsmiddelen (danwel te worden geleid door een doelmatige ontgeuringsinstallatie). Dit geldt ook als standaard afvoerhoogte voor lijm- en coatingprocessen.

In de Activiteitenregeling zijn geen specifieke regels gesteld voor de hoogte van de rookgasafvoeren bij stookinstallaties. In de praktijk wordt veelal aangesloten bij de vuistregel dat de rookgasafvoer een hoogte moet hebben die **minimaal 1 meter hoger** is dan het hoogste punt van nabijgelegen gebouwen die binnen een straal van 25 meter tot het emissiepunt zijn gesitueerd. Nota bene: indien binnen een straal van 25 meter tot het emissiepunt geen gebouwen zijn gesitueerd, is het gebouw van waaruit de emissie plaatsvindt, het hoogste punt.

Deze voorbeelden uit wettelijke regelingen dienen slechts als referentie omdat houtkachels van particulieren niet onder deze werkingssfeer vallen.

<sup>18</sup> Bovendaks is boven de hoogste daklijn van de binnen 25 meter van de uitmonding gelegen bebouwing

### 8.3 Afvoerhoogte in Bouwbesluit 2012

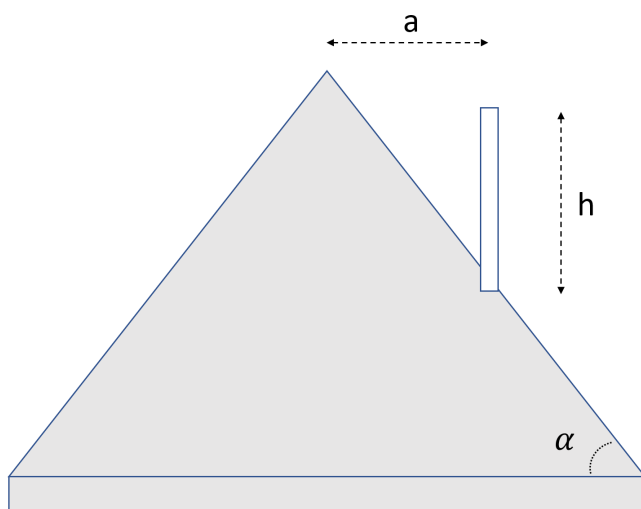
De afvoer van rookgassen vanuit open haarden en houtkachels valt onder 'natuurlijke rookgasafvoer'. Voor de bepaling van de afvoerhoogte van de rookgassen wordt in geval van nieuwbouw gebruik gemaakt van de formule in paragraaf 5.2.3 in de norm NEN 2757, "Bepalingmethoden voor de geschiktheid van systemen voor de afvoer van rookgas van gebouwgebonden installaties".

#### Bouwbesluit, Bestaande bouw:

In geval van bestaande natuurlijke rookgasafvoer geldt paragraaf 5.2.3 van de norm NEN 8757, "Afvoer van rook van verbrandingstoestellen in gebouwen – Bepalingmethoden voor bestaande bouw". De hoogte van de uitmonding ten opzichte van het dak kan met behulp van de methode in de NEN 8757 berekend worden met de volgende formule:

$$h = a (\tan \alpha - 0,268) + 0,5 \text{ m} \text{ indien } \alpha \geq 23^\circ$$

In deze formule is h de hoogte van de uitmonding (van de schoorsteen), a is de afstand tot de nok, hoek  $\alpha$  is de dakhelling en tan is de afkorting voor tangens. Dit is in een rechthoekige driehoek de verhouding tussen de overstaande en de aanliggende rechthoekszijde. In onderstaande afbeelding 8.4 is dit verduidelijkt.



Afbeelding 8.4: Weergave van de drie variabelen als gebruikt in paragraaf 5.2.3 in NEN 8757.

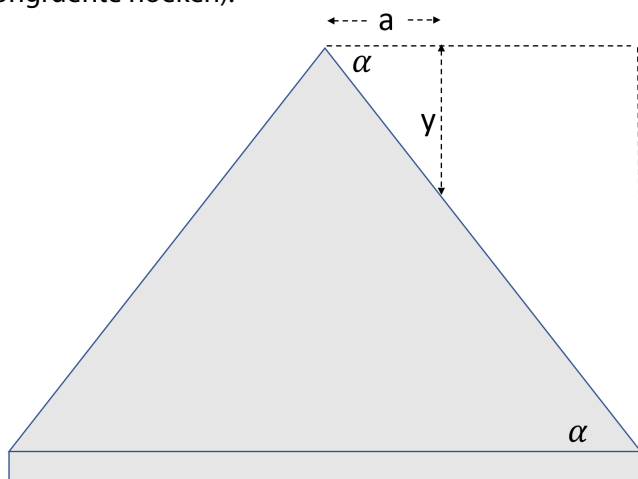
Het doel van het bepalen van de minimale schoorsteenhoogte is niet het optimaal verdunnen van de rookgassen in verband met het voorkomen van hinder in de omgeving, maar alleen om te bereiken dat afdoende verdunning wordt verkregen ter plaatse van de instroomopening voor ventilatie van het gebouw in kwestie. In onderstaande tabel is de schoorsteenhoogte h met voornoemde formule uitgerekend voor een dak met een helling van 35 graden, beginnend bij de nok (a = 0 meter) en vervolgens in stappen van telkens één meter, richting dakrand.

Hellingshoek dak ( $\alpha$ ) is 45°					
<b>a</b>	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m
<b>h</b>	0,5 m	1,23 m	1,96 m	2,70 m	3,43 m

Tabel 8.1: Berekening van schoorsteenhoogte  $h$  voor een dakhelling van 45° met formule 5.2.3 uit de NEN 8757

Hierbij is nog niet duidelijk of de rookgassen onder of boven nokhoogte wordt afgevoerd. Daartoe dient de hoogte van het dak tot de nok bekend te zijn, bij een variërende afstand  $a$ .

In onderstaande afbeelding 7.5 is aanvullend de afstand  $y$  tussen het schuine dak en de nokhoogte weergegeven. De hoek tussen  $a$  en  $y$  is gelijk aan de hellingshoek  $\alpha$  (het zijn congruente hoeken).



Afbeelding 8.5: Aanvullend dient hoogte  $y$  te worden berekend.

De te berekenen hoogte  $y$  is gelijk aan  $a$  maal tangens  $\alpha$ . Vervolgens kan de afvoerhoogte ten opzichte van nokhoogte worden berekend door  $y$  van  $h$  af te trekken. Voor een hellingshoek van 45°, zoals hiervoor aangehouden, worden de uitkomsten als volgt:

Hellingshoek dak ( $\alpha$ ) is 45°					
<b>a</b>	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m
<b>h</b>	0,5 m	1,23 m	1,96 m	2,70 m	3,43 m
<b>y</b>	0,0 m	1,0 m	2,0 m	3,0 m	4,0 m
<b>Afvoerhoogte t.o.v. nokhoogte</b>	+ 0,50 m	+ 0,23 m	- 0,04 m	- 0,30 m	- 0,57 m

Tabel 8.2: Berekening van schoorsteenhoogte  $h$  en dak/nokhoogte  $y$  voor een dakhelling van 45° ter bepaling van afvoerhoogte ten opzichte van nokhoogte



Hieruit komt naar voren dat afvoer ter plaatse van de nok van het dak, leidt tot een hoogste afvoerhoogte van een halve meter bovendaks. Op locaties verder van de nok, richting dakrand, neemt de afvoerhoogte geleidelijk af met 27 cm per meter afstand tot de nok. Voor een andere dakhelling (35 graden) is het beeld als volgt:

Hellingshoek dak ( $\alpha$ ) is 35°					
<b>a</b>	0 m	1 m	2 m	3 m	4 m
<b>h</b>	0,5 m	0,93 m	1,36 m	1,80 m	2,23 m
<b>y</b>	0,0 m	0,70 m	1,40 m	2,10 m	2,80 m
<b>Afvoerhoogte t.o.v. nokhoogte</b>	+ 0,50 m	+ 0,23 m	- 0,04 m	- 0,30 m	- 0,57 m

Tabel 8.3: Berekening van schoorsteenhoogte  $h$  en dak/nokhoogte  $y$  voor een dakhelling van 35° ter bepaling van afvoerhoogte ten opzichte van nokhoogte

Uit de tabel volgt dat  $h$  en  $y$  wijzigen, maar dat de afvoerhoogte t.o.v. nokhoogte, gelijk blijft bij verschillende hellingshoeken. Verder valt op dat de hoogste afvoerhoogte ter plaatse van de nok geldt en dat vanaf circa 2 meter afstand vanaf de nok, de rookgassen onder nokhoogte mogen worden afgevoerd.

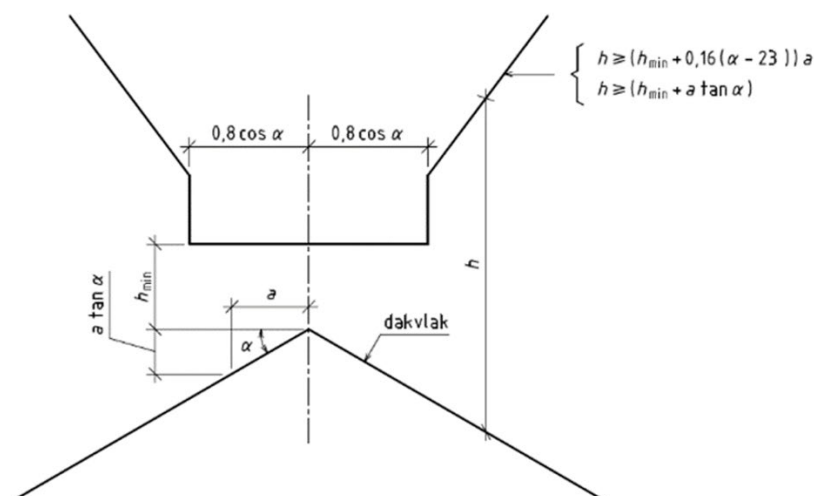
#### Bouwbesluit, Nieuwbouw:

In geval van natuurlijke rookgasafvoer bij nieuwbouw geldt paragraaf 5.2.3 van de norm NEN 2757. De hoogte van de uitmonding ten opzichte van het dak kan met behulp van de methode in de NEN 2757 berekend worden met de volgende formules:

$$h \geq (0,5 + 0,16x(\alpha - 23)) \times a \quad \text{indien } \alpha \geq 23^\circ \text{ en } a > 0,8 \cos \alpha \text{ met } h \geq 0,5\text{m.}$$

$$h \geq 0,5 + a \times \tan \alpha \quad \text{indien } \alpha \geq 23^\circ \text{ en } a \leq 0,8 \cos \alpha \text{ met } h \geq 0,5\text{m.}$$

In deze formules is  $h$  de hoogte van de uitmonding (van de schoorsteen),  $a$  is de afstand tot de nok, hoek  $\alpha$  is de dakhelling. In onderstaande afbeelding 8.6 is dit verduidelijkt.



Afbeelding 8.6: Overgenomen figuur 4 – Toelichting uitmondingshoogten voor nieuwbouw (bron NEN 2757-1: 2011)

Uitwerking voor nieuwbouw bij  $\alpha = 45^\circ$  :  $a = 0,8 \cos \alpha = 0,5657 = 0,57$  m.  $\tan 45^\circ = 1$

Hellingshoek dak ( $\alpha$ ) is $45^\circ$					
<b>a</b>	0 m	0,57 m	1 m	2 m	3 m
<b>h</b>	0,5 m	0,5 m	1,5 m	2,5 m	3,5 m
<b>y</b>	0 m	0 m	1 m	2 m	3 m
<b>Afvoerhoogte t.o.v. nokhoogte</b>	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m

Tabel 8.4: Berekening van schoorsteenhoogte  $h$  en dak/nokhoogte  $y$  voor een dakhelling van  $45^\circ$  ter bepaling van afvoerhoogte ten opzichte van nokhoogte

Uitwerking voor nieuwbouw bij  $\alpha = 35^\circ$  :  $a = 0,8 \cos \alpha = 0,6553 = 0,66$  m.  $\tan 35^\circ = 0,7$

Hellingshoek dak ( $\alpha$ ) is $35^\circ$					
<b>a</b>	0 m	0,66 m	1 m	2 m	3 m
<b>h</b>	0,5 m	0,5 m	1,2 m	1,9 m	2,6 m
<b>y</b>	0 m	0 m	0,7 m	1,4 m	2,1 m
<b>Afvoerhoogte t.o.v. nokhoogte</b>	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m	0,5 m

Tabel 8.5: Berekening van schoorsteenhoogte  $h$  en dak/nokhoogte  $y$  voor een dakhelling van  $35^\circ$  ter bepaling van afvoerhoogte ten opzichte van nokhoogte

Uit de tabel volgt dat  $h$  en  $y$  wijzigen, maar dat de afvoerhoogte t.o.v. nokhoogte, gelijk blijft bij verschillende hellingshoeken. Verder valt op dat de vereiste afvoerhoogte over de gehele daklijn een halve meter boven de nokhoogte moeten worden afgevoerd. Bij de bestaande bouw mag nog wel onder nokhoogte worden afgevoerd.

## 8.4 Afvoer rookgassen van particuliere houtkachels

De hoogte waarop de rookgassen van een particuliere houtkachel moeten worden afgevoerd met het oog op het voorkomen van hinder, is niet geregeld in het Activiteitenbesluit omdat huishoudelijk gebruik niet vergunningplichtig of meldingsplichtig is.

Het Bouwbesluit is via de vangnetbepaling in artikel 7.22 wel van toepassing, maar volgens de Nota van toelichting bij dit artikel gaat het om een geclausuleerde bevoegdheid die uitsluitend kan worden toegepast onder de in dit artikel genoemde omstandigheden. Het is volgens de toelichting 'nadrukkelijk niet de bedoeling dat de gemeente algemene aanvullende of nadere eisen stelt' (citaat). Hieruit kan worden afgeleid dat in bijvoorbeeld de bouwvergunning geen voorschriften kunnen worden opgenomen die betrekking hebben op het voorkomen van voor de omgeving hinderlijke verspreiding van rookgassen door eisen te stellen aan de schoorsteenhoogte of de uittreedsnelheid van de rookgassen.

Het Bouwbesluit hanteert een onderscheid tussen 'rechtens verkregen niveau' (te vergelijken met bestaand) en 'nieuwbouwniveau', zo ook in de bepalingen voor de rookgasafvoer. In een situatie dat een bouwwerk wordt gewijzigd of vergroot, bijvoorbeeld door het installeren van een nieuwe rookgasafvoervoorziening voor de afvoer van verbrandingslucht, wordt in artikel 3.55, lid 2 en 3 van het Bouwbesluit bepaald dat moet worden uitgegaan van de nieuwbouweisen, d.w.z. de eisen die op dat moment in het Bouwbesluit en de daarop gebaseerde regelgeving zijn opgenomen (zie afdeling 3.8 van het Bouwbesluit). In de situatie dat een houtkachel wordt aangesloten op een reeds bestaande rookgasafvoer en er geen nieuwe voorzieningen voor de rookgasafvoer worden aangebracht, is wel sprake van een situatie die valt onder 'Bestaande bouw'.

#### 8.4.1 Afvoer boven nokhoogte

In het gunstigste geval resulteert de systematiek uit het Bouwbesluit (zie voorgaande paragraaf) voor bestaande bouw in een afvoerhoogte van 0,5 meter boven nokhoogte. In deze omstandigheid kunnen de rookgassen zich in verticale richting verspreiden waardoor verdunning in de atmosfeer mogelijk is.



Afbeelding 8.7: Bovendakse afvoer van de rookgassen van een houtkachel.

Wat betreft de trek geldt dat een langere schoorsteen (zo recht mogelijk met zo min mogelijk bochten) leidt tot meer drukverschil tussen in- en uitlaat van de kachel waardoor deze beter trekt. De diameter van de schoorsteen is hierbij van belang en wordt afgestemd op het vermogen van de houtkachel, zie onderstaand voorbeeld van een installateur.

Belasting	Ø 150 mm	Ø 200 mm
5 – 10 kW	1 – 7 m	1 – 5 m
10 – 10 kW	1 – 14 m	1 – 12 m
15 – 20 kW	1 – 18 m	1 – 18 m
20 – 30 kW	1 – 18 m	1 – 18 m

Tabel 8.6: Tabel die door een installateur wordt aangehouden als montagevoorschrift.

Ook is de temperatuur van belang: een rookgasafvoer van geïsoleerd roestvast staal wordt goed warm en trekt beter dan bijvoorbeeld een gemetseld rookkanaal.

Tot slot moet voldoende verbrandingslucht worden toegevoerd naar de ruimte waar het stooktoestel zich bevindt. Dit kan geschieden door ventilatievoorzieningen in de buurt van het verbrandingstoestel of door aanleg van leidingen door bijvoorbeeld de kruipruimte van de woning met toevoeropeningen in de 2-tegenover elkaar liggende gevels. De dimensionering dient te voldoen aan de eisen zoals vermeld in de norm NEN 2757 (nieuwbouw) en NEN 8757 (bestaande bouw).

Met betrekking tot een vrije uitmonding blijkt dat veel afvoerpijpen zijn voorzien van een regenkap (ook bedoeld voor het tegengaan van vuilophoping en vogelnesten). Op grond van het gestelde in 5.2.1 van NEN 2757 dient een natuurlijke rookgasafvoer te worden voorzien van een kap. Kappen zijn er in vele uitvoeringen. In afbeelding 8.8 zijn twee veel voorkomende kappen weergegeven.



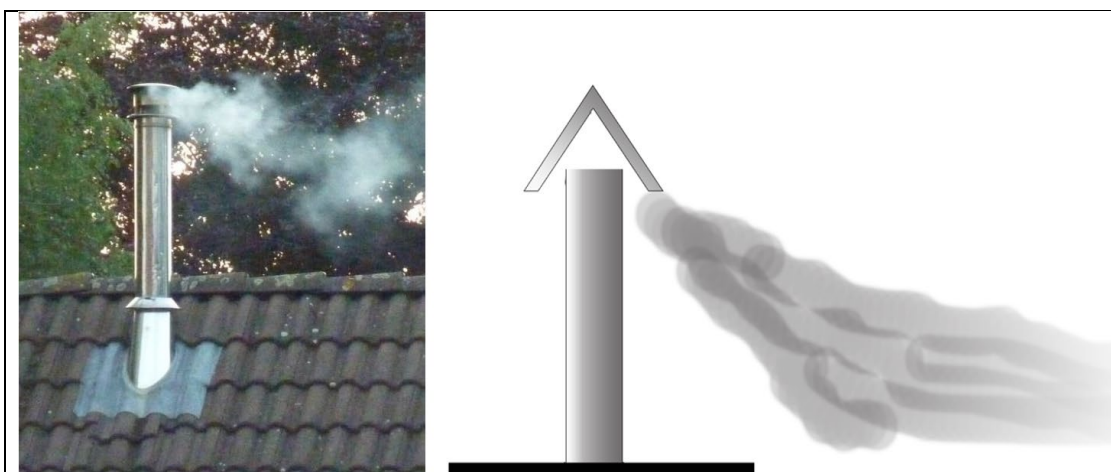
Afbeelding 8.8: Twee veel toegepaste regenkappen op schoorstenen

De uittreedsnelheid van de rookgassen is op zich al vrij laag omdat het rookgasdebiet laag is, zie hiervoor § 6.2.1 van dit kennisdocument waar is uitgerekend dat bij een houtverbruik van 1,8 kg per uur, een rookgasdebiet optreedt van  $1,8 \text{ kg} \times 10,8 \text{ m}_0^3/\text{kg} = 19,4 \text{ m}_0^3$ . Dit is het rookgasdebiet onder normaalomstandigheden, bij 0 °C. Uitgaande van een rookgas-temperatuur van 200 °C (= 473 K) is het rookgasdebiet bij deze temperatuur als volgt:

$$\Phi_v(\text{bij } 200^\circ\text{C}) = \Phi_v(\text{bij } 0^\circ\text{C}) \times \frac{P_1}{P_2} \times \frac{T_1}{T_2}. \text{ Bij constante druk is } \Phi_v(\text{bij } 200^\circ\text{C}) \text{ gelijk aan } \Phi_v(\text{bij } 0^\circ\text{C}) \times \frac{473,15}{273,15}$$

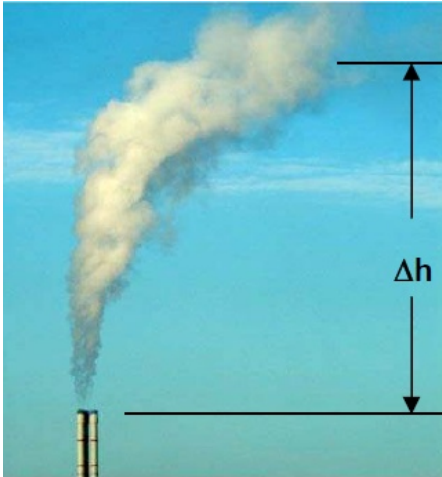
$$\Phi_v(\text{bij } 200^\circ\text{C}) = 1,73 \times 19,4 = 33,6 \text{ m}^3 \text{ per uur} = 0,0093 \text{ m}^3 \text{ per seconde.}$$

Uitgaande van een inwendige pijpdiameter van 150 mm (= 0,15 m), is het oppervlak van de uitmonding gelijk aan  $\pi r^2 = 3,14 \times 0,075^2 = 0,01767 \text{ m}^2$ . De uittreedsnelheid volgt dan uit het afgasdebiet gedeeld door het inwendige oppervlak van de afvoerpijp:  $0,0093 \text{ m}^3/\text{s}$  gedeeld door  $0,01767 \text{ m}^2 = 0,53 \text{ m/s}$ . Bij toepassing van een regenkap wordt de uittreedsnelheid sterk afgeremd en gereduceerd tot een minimale waarde; deze is niet bekend maar kan veiligheidshalve worden gesteld op **0,1 m/s**. In afbeelding 8.9 is het effect van een regenkap op de uittreedsnelheid weergegeven.



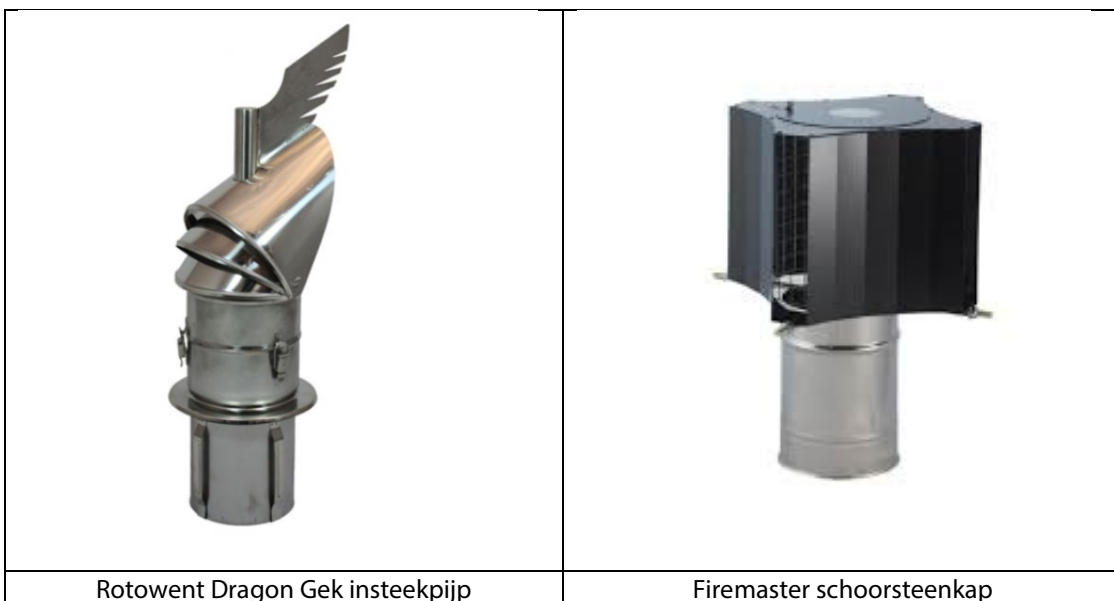
Afbeelding 8.9: Bovendakse afvoer van de rookgassen bij toepassing van een regenkap

Niet alleen de uittreedsnelheid wordt door een regenkap gereduceerd, maar ook de thermische pluimstijging wordt tegengewerkt. Hoewel de warmte-inhoud van de pluim bij 1,8 kg houtverbranding per uur beperkt van omvang is, vindt pluimstijging door de regenkap in het geheel niet meer plaats. Hierdoor wordt geen extra afvoerhoogte verkregen waarmee vervolgens meer verdunning zou kunnen worden bereikt.



Afbeelding 8.10: Thermische pluimstijging zorgt er voor dat de warme rookpluim verder doorstijgt in de atmosfeer waardoor extra afvoerhoogte wordt verkregen

Er zijn wel uitvoeringen van regenkappen die de afvoer van de rookgassen minder tegenhouden waardoor er meer pluimstijging ontstaat (kinetisch en thermisch). In onderstaande afbeelding 8.11 zijn twee uitvoeringen afgebeeld.



Afbeelding 8.11: Twee aangepaste kappen waardoor de rookgasafvoer minder wordt gehinderd

Beide fabrikanten wijzen op een verbetering van de trek van de rookgassen door het ontstaan van voldoende onderdruk.

Door het verhogen van schoorstenen kan de trek in schoorstenen dusdanig toenemen, dat dit nadelig is voor de verbranding. Het plaatsen van een luchtbeugelaar in de schouder van de schoorsteen kan tot verbetering van de verbrandingscondities in de schoorsteen en tot lagere emissies leiden.

### 8.4.2 Afvoer onder nokhoogte

In paragraaf 8.3 van dit kennisdocument is naar voren gekomen dat het Bouwbesluit ook rookgasafvoer beneden de nokhoogte toestaat (mits voldoende verdunning optreedt van de verversingslucht voor de woning zelf). Bij een afvoerhoogte onder nokhoogte (bovenste dakrand) zoals in onderstaande afbeelding 8.12 is weergegeven, ontstaat aan de lizijde van de woning een onderdruk die de pluim naar beneden trekt (downwash effect). Daardoor zullen de concentraties van verontreinigende stoffen veel hoger zijn dan wanneer de rookgassen opwaarts worden verspreid.



Afbeelding 8.12: Rookgasafvoer onder nokhoogte waardoor het down wash effect optreedt.

Hoewel uit het voorgaande blijkt dat rookgasafvoer onder nokhoogte tot slechte verdunning leidt, is het downwash effect ook niet uit te sluiten wanneer wel boven nokhoogte wordt afgevoerd. Ook door de invloed van een schuin dak kan de wind naar beneden worden getrokken en de pluim meevoeren: pluimasverlaging door het lijwervel-effect. Dit is in afbeelding 8.13 aangegeven.



Afbeelding 8.13: Downwash effect bij rookgasafvoer boven nokhoogte

Pas bij een afvoerhoogte vanaf 1½ maal gebouwhoogte (circa 12 meter boven maaiveld) is de kans op pluimasverlaging aanzienlijk verminderd.

Onderstaande foto's laten zien hoe bij lage windsnelheid de pluim naar beneden wordt gezogen bij een woning met een schuin dak.



Afbeelding 8.14: Pluimasverlaging bij afvoer boven nokhoogte (foto STAB)

In onderstaande afbeelding stijgt de rook eerst en wordt de pluim later wel ingevangen (omlaag getrokken) door het lijwerveffect.



Afbeelding 8.15: Lijwerveffect waardoor de rookpluim omlaag wordt gezogen.



### 8.4.3 Verdunning in de atmosfeer

Naast afvoerhoogte zijn meteorologische factoren van invloed op de verspreiding van houtrook. Zo zal bij lage windsnelheid en hoge luchtvochtigheid de concentratie bij de bron groter zijn dan bij hoge windsnelheid en lage luchtvochtigheid. Tevens kan bij bepaalde weersomstandigheden een inversielaag in de lucht optreden die ervoor zorgt dat een rookpluim uit de schoorsteen niet meer verticaal kan opstijgen. De rook zal zich daardoor horizontaal verspreiden.

Uit verspreidingsberekeningen komt naar voren dat alle typen particuliere houtkachels bij gemiddeld gebruik een verwaarloosbare bijdrage hebben aan de lokale jaargemiddelde achtergrondconcentraties. De reden hiervan is dat het aantal stookuren beperkt is. Door ongunstige weersomstandigheden kan de bijdrage van houtkachels in de directe omgeving echter fors oplopen tot meer dan  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor  $\text{PM}_{2,5}$  en  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor onverbrande koolwaterstoffen. Dus ondanks een beperkte jaargemiddelde bijdrage kunnen open haarden en conventionele houtkachels binnen een uur meerdere keren sterk verhoogde concentraties in de omgeving veroorzaken. In die situaties kunnen omwonenden overlast ondervinden.

## 9 Mitigerende maatregelen

Voor het verminderen van de impact van houtstook op de lokale luchtkwaliteit kunnen mitigerende maatregelen getroffen worden. De maatregelen zijn als volgt onder te verdelen:

- Procesgeïntegreerde maatregelen;
- Nageschakelde maatregelen;
- Verhogen uitmondingsopening;
- Vergroten van de rookgassnelheid;
- Naverbrandingskamers;
- Overige mogelijkheden.

### 9.1 Procesgeïntegreerde maatregelen

Moderne houtgestookte kachels hebben een veel lagere impact op de lokale luchtkwaliteit dan oudere houtkachels. Door sanering van oude conventionele kachels of open haarden zal de emissie ter plaatse aanzienlijk verlaagd worden. Verder heeft goed stookgedrag een grote invloed op emissies van fijn stof van houtgestookte toestellen. Dit treedt vooral op bij open haarden (factor 10 lagere emissies) en conventionele inzethaarden (factor 3). Voor industriële installaties zijn procesgeïntegreerde maatregelen minder relevant, omdat de uitstoot wettelijk geregeld is via het Activiteitenbesluit en gebaseerd is op het toepassen van Beste Beschikbare Technieken (BBT).

Een speciaal type kachel is de accumulerende kachel. Een accumulerende kachel bevat een kern die bestaat uit vuurvast beton of speksteen en slaat de warmte langdurig op in de steenmassa. Het steen zorgt voor een hoger rendement vanwege zijn isolerende eigenschappen. Accumulerende houtkachels geven lange tijd (twaalf tot vierentwintig uur) stralingswarmte af. Hoe hoger de temperatuur, hoe vollediger de verbranding. De temperatuur kan bij accumulerende kachels oplopen tot boven de 1000 °C. Accumulerende houtkachels lossen het probleem van te veel of te weinig lucht automatisch op doordat warmteverlies naar de schoorsteen grotendeels wordt voorkomen door de accumulerende massa. Daardoor moet de luchttoevoer veel minder worden afgeremd. Belangrijk in het reduceren van de luchtmissie is de berekening van de verwarmingsbehoefte. Accumulerende houtkachels bieden hierbij het voordeel dat de afstelling vooral door de brandduur wordt geregeld.

Er zijn ook niet-accumulerende houtkachels die de luchttoevoer volautomatisch regelen met speciaal daartoe ontwikkelde bimetaalveren. Dat zijn warmtegevoelige veren die de luchttoevoer regelen naargelang het verloop van het verbrandingsproces. Luchtstromen in de kachel kunnen ook elektronisch gestuurd worden. Deze maatregel kan er voor zorgen dat het verbrandingsproces beter verloopt en er minder emissies optreden.

## 9.2 Nageschakelde maatregelen

Door nageschakelde maatregelen kan de emissie van houtkachels aanzienlijk gereduceerd worden. Sommige emissie reducerende technieken hebben wel een negatief effect op het energetische rendement van de kachel. Een goede werking van de verschillende technieken is meestal sterk afhankelijk van de juiste installatie daarvan en goed onderhoud.

### **Kachel uitrusten met een katalysator en/of een naverbrandingskamer**

Een katalysator reduceert de uitstoot van schadelijke stoffen uit houtkachels door naverbranding in de kachel. Bovenin een kachel kan zich een aparte geïsoleerde naverbrandingskamer bevinden, waar de verbrandingsreacties worden afgerond. Deze kamer is dan gescheiden van de vuurhaard door een keerplaat. Deze keerplaat bevordert de uitbrand door een betere menging van de rookgassen met resterende zuurstof door turbulentie. Katalysatoren vertonen meestal een honingraatstructuur uit keramiek die met een dun laagje katalysatoren is belegd, die de verbranding stimuleren. Door een katalysator worden met name koolwaterstoffen, koolmonoxide en fijne deeltjes, zoals roet en teer, verwijderd. Veel katalysatoren zijn gebaseerd op edelmetalen, met name palladium en/of platina. Katalysatoren kunnen niet bij alle bestaande kachels geplaatst worden. De toepassingsmogelijkheid van deze maatregelen hangt sterk samen met de diameter en de bereikbaarheid van de schoorsteen. Daarnaast moet er voldoende trek in de schoorsteen worden gegarandeerd.

### **Elektrostatisch filter**

Soms is het technisch gezien mogelijk om een elektrostatisch filter achter de houtkachel te installeren. Met een elektrostatisch filter (ESP) kunnen vaste deeltjes (roet, organisch - en mineraal fijn stof) uit houtrook worden afgescheiden door deze een elektrostatische lading te geven voordat de rook de schoorsteen verlaat. In het hart van de schoorsteenpijp wordt dan een elektrode geplaatst. Rondom de elektrode ontstaat een sterk elektrisch geladen veld. Het fijn stof 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 fijn stof blijft achter op de wand van de kachelpijp of in een aparte kamer met een collector voor het fijn stof. 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.

## 9.3 Verhogen uitmondingsopening

Het effect van verhoging van de uitmondingsopening is met modelberekeningen onderzocht. Hieruit blijkt dat schoorsteenverhoging tot 2 meter boven dakeniveau vaak weinig of geen positief effect heeft op de lokale luchtkwaliteit. Dit wordt veroorzaakt door de lage afgassnelheid van de rookgassen bij het verlaten van de schoorsteen. Hierdoor veroorzaakt de hoogte van het gebouw waarin het toestel staat wervels ter hoogte van de uitmondingsopening van de schoorsteen, waardoor de rookgassen naar beneden geleid worden. Dit effect wordt vergroot door de aanwezigheid van een regenkap op de schoorsteen.

Verhoging van de schoorsteen met 2 meter boven nokhoogte hoeft dit zogenaamde lijwerveffect niet op te heffen, hiervoor is een grotere verhoging nodig (zie ook beschouwing in hoofdstuk 8).

## 9.4 Vergroten van de rookgassnelheid

De rookgassnelheid kan worden vergroot door het toepassen van een rookgasventilator, in combinatie met het verwijderen van de regenkap. Vergroten van de rookgassnelheid zorgt voor een virtuele schoorsteenverhoging en kan daarmee bijdragen aan het verminderen van het eerder beschreven lijzijde-effect. Hierbij wordt opgemerkt dat een rookgasventilator de energie-efficiëntie van het toestel door verbruik van elektriciteit zal verminderen.

## 9.5 Overige mogelijkheden

Overige mogelijkheden om de luchtkwaliteit in de lokale omgeving beter te beschermen, bestaan uit het opleggen van de volgende verboden en beperkingen:

- Verbieden om koper- en ammoniumzouten-houdende middelen als katalysator en reinigingsmiddel te gebruiken (om dioxinevorming te voorkomen);
- Stookverbod opleggen bij bepaalde weersomstandigheden;
- Stookverbod opleggen in bepaalde woonomgevingen met objecten dicht bij de schoorsteen;
- Stookverbod opleggen bij oude kachels of kachels zonder CE-keurmerk;
- Maximum stookduur (maximum aantal uur per dag) opleggen;
- Verplichting op het onderhoud van houtkachels (jaarlijkse APK met certificaat).

Er zijn diverse maatregelen mogelijk om de emissie vanwege het stoken door particulieren in houtgestookte kachels te beperken. Belangrijk onderdeel hiervan is de bewustwording bij de stokers. In de afgelopen jaren is er veel bruikbare informatie op een eenvoudige wijze beschikbaar gemaakt voor particulieren waaronder "*de Stookwijzer*", "*de Toolkit houtstook door particulieren*" en informatie op [www.platformhoutrook.nl](http://www.platformhoutrook.nl).

Een eenvoudig en bruikbaar product hiervan zijn de 10 stooktips (zie ook bijlage 1) Deze stooktips omvatten diverse mogelijke procesgeïntegreerde en nageschakelde maatregelen en randvoorwaarden voor een zo ideaal mogelijk stook- en verbrandingsproces, inclusief periodiek onderhoud van de installatie en het afzien van houtstook bij ongunstige meteorologische omstandigheden. Hierbij dient aandacht besteed te worden aan de specifieke lokale situatie en de duur van de stook.

## 10 Methode voor handhaving

Uit het voorgaande is gebleken dat er veel kennis beschikbaar is over houtkachels en uitstoot die hierbij vrij komt. Voor houtstook bij particulieren, dat overlast voor de omgeving kan veroorzaken, is echter tot op heden geen handhavingskader ontwikkeld. De verzameling en uitwerking van gegevens voor dit kennisdocument hebben geleid tot enkele voorstellen voor een handhavingsmethode. In de voorstellen, die hierna kort besproken worden, is onderscheid gemaakt tussen een kwalitatieve en een kwantitatieve methode.

De kwalitatieve methode bestaat uit het geven van voorlichting aan particuliere houtstokers die zorgen voor overlast ("zachte methode"). Dit is echter nog geen garantie dat er hindersituaties worden opgelost. De verwachting van STAB is wel dat hiermee het aantal gevallen van milde overlast verminderd kan worden.

Bij behoefte aan optreden in overlastsituaties bij herhaaldelijke hinderklachten is een kwalitatieve controlemethode uitgewerkt ("harde methode").

Mocht uit de harde methode blijken dat er signalen zijn dat er sprake is van ernstige hinder, dan kan deze hinder nader worden gekwantificeerd met een verspreidingsmodel, uitgaande van een inschattingwaarde van geur als meest kritische component (die volgt uit de harde methode). De berekende waarde ter plaatse van omliggende bewoning kan in het strengste geval getoetst worden aan een immissienorm van  $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel, met een piekimmissie van  $2,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,9 percentiel. Bij overschrijding van de geldende norm is sprake van geobjectiverde geurhinder. Indien het bevoegd gezag een minder strenge immissie als norm wenst te hanteren, geldt een hoogste een immissienorm van  $1,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  98 percentiel, met een piekimmissie van  $4,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  99,9 percentiel.

### 10.1 Kwalitatieve methode "zachte aanpak"

In onderstaand schema is voor de drie onderdelen die bij het verstoken van hout zijn te onderscheiden (brandstofkwaliteit, verbranding en verspreiding), een checklist opgesteld. Bovendien zijn voor diverse parameters condities gekozen die kunnen worden gecontroleerd als voorwaarde voor handhaving. De primaire voorwaarde hierbij is dat geen afval wordt meeverbrand (plastic, geveerd of geïmpregneerd hout).

Uitgangspunt is dat door voorlichting een eerste grote stap kan worden gezet in het voorkomen van hinder naar omwonenden. De basis ligt in de tien stooktips die in bijlage 1 bij het kennisdocument zijn verwoord.

Onderdeel	Parameter	Conditie	Punten	Goede voorlichting	
Brandstofkwaliteit	Vochtgehalte	< 15%	+1	+1	
		15 – 20%	0	+1	
		20 - 25%	-1	[niet meer]	
		>25%	-2	[niet meer]	
	<b>Bandbreedte</b>		<b>-2 tot +1</b>		
Verbrandingsproces	Type kachel	Ecodesign	+3	+3	
		DIN plus	+2	+2	
		Conventioneel	-1	-1	
	Gebruik smookklep	Lucht toevoer smoren	-4	[niet meer]	
		Aanmaken	Zwitserse methode	+1	+1
		Onderaan aansteken	-1	[niet meer]	
	<b>Bandbreedte</b>		<b>-6 tot +4</b>		
Verspreiding	Afvoerhoogte	Plat dak: uitlaat 0,5 meter boven dakvlak	-2	-2	
		Onder nokhoogte binnen straal 25 m	-1	-1	
		0 - 0,5 meter bovendaks binnen straal 25 m	0	0	
		> 0,5 meter bovendaks binnen straal 25 m	+1	+1	
		Regenkap	Beperkte belemmering rookgasafvoer	-1	-1
		Belemmering rookgasafvoer	-2	-2	
	Wind	Lager dan 3 Beaufort	-3	[niet meer]	
		Hoger dan 3 Beaufort*	+3	+3	
	<b>Bandbreedte</b>		<b>-7 tot +4</b>		
	<b>Totale bandbreedte</b>			<b>Minimum = -15</b>	

Tabel 10.1: Kwalitatieve beoordelingsmethode als handhavingmiddel

Uit het schema volgt dat een groot aantal ongewenste situaties en handelingen ten goede kunnen worden gekeerd, door het geven van voorlichting en door het opvolgen van deze voorlichting door de stokers. Waar in de tabel de woorden "niet meer" staan, wordt bedoeld

dat dit stookgedrag in het vervolg niet meer wordt toegepast. Dit heeft als voordeel dat met betrekkelijk eenvoudige middelen veel winst is te boeken. De verwachting is dat deze methode werkt in gevallen waar lichte tot matige hinder wordt ervaren. Door kleine aanpassingen kan de hindersituatie mogelijk weg worden genomen. Als referentie voor het duiden van de situatie zouden de volgende kwalificaties als maatstaf kunnen fungeren.

Kwalificatie	Aantal punten
Goed	5 of hoger
Redelijk	5 tot 0
Matig	0 tot -2
Onvoldoende	-3 tot -6
Slecht tot zeer slecht	-7 tot -15

Tabel 10.2: Vertaling van het aantal punten naar een kwalificatie van de situatie

Het vaststellen van de situatie ter plaatse en het constateren van juiste of onjuiste wijze van stoken kan een startpunt zijn voor de hierna beschreven kwalitatieve methode – harde aanpak.

## 10.2 Kwalitatieve methode "harde aanpak"

Voor situaties met terugkerende hinder wordt als controlemethode het volgende stappenplan voorgesteld:

### Stap 1: Is er een klacht?

Naar aanleiding van een klacht over hinder van een particuliere kachel wordt de situatie ter plaatse bezichtigd door een toezichthoudend ambtenaar. Mocht op dat moment de kachel niet (meer) branden, omdat de controle te laat plaatsvindt, dan kan een filmopname van de overlastsituatie worden bestudeerd, mits voorhanden.

### Stap 2: is de rookgasafvoer in strijd met regels Bouwbesluit?

Eerst zal moet worden geconstateerd of voldaan wordt aan de technische eisen voor bestaande bouw, zoals opgenomen in paragraaf 3.6.2, 3.7.2 en 3.8.2 van het **Bouwbesluit**. Als hier aan voldaan wordt, is dit geen garantie dat er geen hinder optreedt (dit levert dus geen signaal op), maar bij afwijkingen kan er wel direct worden opgetreden.

### **Stap 3: is er sprake van verspreiding van de rookgassen (op enig moment) naar de woningen van derden?**

Bij deze stap moet de **plaatselijke situatie** in beeld komen. Begeven de rookgassen zich in meer of mindere mate naar de woning van derden, dan levert dit een signaal op dat er stookhinder kan optreden. Deze constatering is krachtiger als meerdere (bijvoorbeeld 3) mensen dit gezamenlijk vaststellen. Hiervoor zou een controlepanel kunnen worden samengesteld. Ter controle of de schoorsteen goed trekt (hetgeen geldt als beginvereiste voor een goede afvoer), zijn de volgende punten van belang:

- Er is een dubbelwandige geïsoleerde afvoerleiding aanwezig voor het gedeelte na de opstelruimte;
- De uittreedtemperatuur van de houtkachel is meer dan 200 °C;
- De uittreedtemperatuur van de rookgassen uit de afvoerpijp dient hoger te zijn dan 120 °C;
- Het rookkanaal of het schoorsteenkanaal dient een gemiddelde lengte van 6 tot 8 meter te hebben voor voldoende trek.

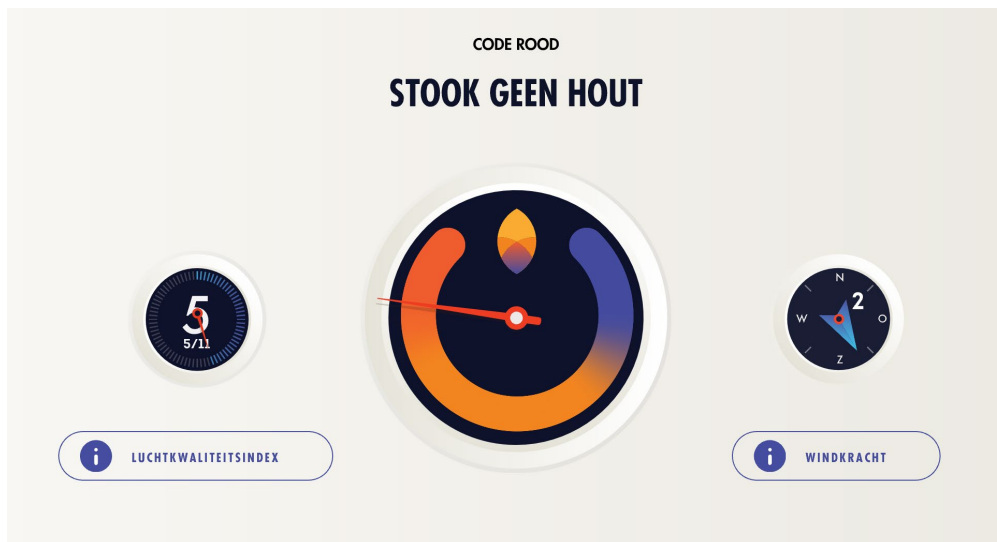
### **Stap 4: levert de plaatselijke situatie een belemmerde verspreiding op?**

Bij het inspecteren van de plaatselijke situatie hoort een (snelle, niet uitputtende) analyse van de (bebouwde) omgeving. Is er sprake van ongelijkwaardig hoge bebouwing, bijvoorbeeld een schoorsteen bevindt zich op een laag huis, terwijl de omwonenden in hoge huizen wonen? Zijn er bijzondere omstandigheden, zoals een bebouwingkern in een kommetje (dal), of omzoomd door hogere bomen, waardoor plaatselijk de afvoer van rookgassen belemmerd wordt? Indien deze vragen met 'ja' worden beantwoord, dan is dit een signaal dat er stookhinder kan optreden.

### **Stap 5: wordt gestookt terwijl negatief advies van stookwijzer.nl geldt?**

Vervolgens moet worden vastgesteld of de houtstook plaatsvindt in een periode die volgens **stookwijzer.nl** als negatief wordt beschouwd. Aan de hand van de luchtkwaliteitsindex van het RIVM (per gebied van 1x1km is op deze website aangegeven wat de actuele status is van de luchtkwaliteit in Nederland) en de windkracht en de locatie wordt door stookwijzer.nl een advies gegeven over houtstook (zie afbeelding 10.1).





Afbeelding 10.1: Negatief advies stookwijzer (code rood).

Als het windstil is, blijft luchtverontreiniging langer hangen. Zeker in de winter, door de vaak stabiele weercondities. Onder de 3 Beaufort (lager dan windkracht 3) is het afgeraden hout te stoken. Wordt er dan wel gestookt, dan is dat een signaal dat er stookhinder kan optreden. Dit advies heeft landelijk veel draagvlak en wordt ook door STAB als nuttig instrument gezien. De door stookwijzer gebruikte windsnelheid en luchtkwaliteitsindex kan echter afwijken van de lokale situatie, vanwege bijzondere omgevingsinvloeden (invloed gebouwen, bos, geaccidenteerd landschap). In dit kader kan genoemd worden dat het KNMI en RIVM door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat gevraagd zijn om een Stookalert<sup>19</sup> te ontwikkelen. Een stookalert wordt afgegeven door het RIVM als waarschuwing voor zeer ongunstige stookomstandigheden. De waarschuwing geldt voor 24 uur (vooruitkijkend) en geldt per provincie. De stookwijzer is een gratis toegankelijke app die op postcodegebied een stookadvies geeft. Bij het afgeven van een stookalert zal de stookwijzer een negatief stookadvies geven. Andersom hoeft dat niet. Mocht in de APV of andere gemeentelijke verordening het gebruik van de stookwijzer verplicht zijn gesteld, dan kan op basis hiervan reeds worden opgetreden.

### **Stap 6: zijn de rookgassen wit, grijs of zwart, is er sprake van geur? Temperatuur voldoende hoog?**

Aan de hand van de **kleur** van de rookgassen kan reeds een inschatting worden gemaakt van de volledigheid van de verbranding en de mate waarin schadelijke stoffen in de rookpluim aanwezig zijn. Vuistregel is: hoe donkerder de kleur van de rookgassen, hoe meer verontreinigingen de rookgassen bevatten.

Van transparante rookgassen kan gesteld worden dat de verbranding nagenoeg volledig is, overeenkomend met zeer goede of goede verbranding uit tabel 6.18. Er kan of hoeft dan niet verder worden opgetreden.

<sup>19</sup> NB. In dit kennisdocument wordt verwezen naar het Stookalert dat in opdracht van het ministerie I en W wordt ontwikkeld. Andere partijen, zoals de branchevereniging NHK hanteert ook een systematiek onder de naam Stookalert

Witte/grijze, donkere of zwarte rookgassen duiden op niet volledige verbranding en leveren een signaal op dat er stookhinder optreedt of opgetreden is. Bij donkergrijze of zwarte rook kan de controleur zich afvragen of de juiste brandstoffen worden gebruikt: is er sprake van bewerkt of te vochtig hout of (mee)verbranding van afvalstoffen?

Witte of grijze rook bevat hoogstwaarschijnlijk vocht/water, hetgeen wijst op verbranding van te vochtig hout. Er komen dan ook schadelijke bestanddelen mee. Deze kleuren komen overeen met matige verbranding uit tabel 6.18.

Donkere of zwarte rook bevat hoogstwaarschijnlijk onverbrande deeltjes zoals stof, black carbon, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK, met name benzo(a)pyreen (BaP)).

Deze kleuren komen overeen met slechte verbranding uit tabel 6.18.

Zwarte rook duidt op zeer slechte verbranding of verbranding van afval of bewerkt hout.

Met deze simpele kleurwaardering kan een inschatting gemaakt worden van de mate van verbranding en daarmee aan de hand van tabel 6.18 indicatief de emissiewaarden worden geschat. Deze waarde is nodig voor de kwantitatieve methode.

In deze fase moet ook worden geconstateerd of de rookgassen **geurend** zijn of reukloos. Als de rooklucht duidelijk te ruiken is, dan is dit ook een indicatie voor stookhinder.

Onder het voorbehoud dat het volgende technisch (qua locatie) uitvoerbaar is:

Met een warmtebeeldcamera of een infrarood thermometer kan de temperatuur van de uittredende rook of het uiteinde van de schoorsteen/afgasleiding worden bepaald. De temperatuur moet boven de 100 °C liggen en bij voorkeur boven de 120 °C zijn.

### **Stap 7: wordt er vochtig of bewerkt hout en/of afval als brandstof gebruikt?**

Constatering van witte/grijze of zwarte rook levert een geëigend moment op om de brandstof te inspecteren. De APV van de betreffende gemeente dient hiertoe de mogelijkheid te bieden<sup>20</sup>. Het is aannemelijk dat door het stoken van te vochtig of bewerkt hout of afvalstoffen sprake is van stookhinder. Het stoken van afval is verboden. Bij constatering daarvan kan handhavend worden opgetreden.

---

<sup>20</sup> Bron: VNG-model. Algemene plaatselijke verordening 2018.

Artikel 6.3: Zij die belast zijn met het toezicht op de naleving of de opsporing van een overtreding van de bij of krachtens deze verordening gegeven voorschriften welke strekken tot handhaving van de openbare orde of veiligheid of bescherming van het leven of de gezondheid van personen, zijn bevoegd tot het binnentreden in een woning zonder toestemming van de bewoner.

**Stap 8: schat in of er sprake is van zeer goede tot slechte verbranding en bepaal emissiewaarde.**

Aan de hand van de kleur of geur van de rookgassen, dient een bijbehorende waarde uit tabel 6.18 van dit document worden gekozen. Voor matige verbranding (lichtgrijze rook) geldt bijvoorbeeld de waarde van 3,6 miljoen Ou/uur. Uit de tabel volgt welke waarden van andere stoffen hiermee corresponderen.

**Stap 9: schat in hoe lang en hoe vaak er gestookt wordt.<sup>21</sup>**

Het aantal stookuren per jaar is van belang voor het berekenen van de immissiewaarde. Dit kan bijvoorbeeld worden bepaald op grond van klachtenregistratie. Als standaard bij een eenmalige klacht kan 4 uur per dag worden aangehouden, een gemiddelde stookduur bij particulieren. Wordt er heel sporadisch gestookt, dan levert dit geen signaal voor ernstige hinder op.

**Stap 10: bepaal of er aanvullend een kwantitatieve methode moet worden toegepast.**

De kwantitatieve methode komt aan de orde als de volgende vragen met "ja" zijn beantwoord:

- Is de verspreiding van de rookgassen (op enig moment) naar de woningen van derden gericht? (stap 3);
- Wordt gestookt bij negatief advies van stookwijzer? (stap 5);
- Is de kleur van de rook wit, grijs of zwart en/of is er geur te ruiken? (stap 6).

De mate van hinder kan vervolgens gekwantificeerd worden met de inschatting van de emissie uit stap 8 en een inschatting van de duur en frequentie van de houtstook in de kachel waar de klachten betrekking op heeft.

Het antwoord op stap 4 (omgevingskenmerken), is aanvullend van belang.

Er is sprake van een hindersituatie als de immissieconcentratie van 0,5 ou/m<sup>3</sup> als 98 percentiel wordt overschreden. Een toetsing op deze waarde kan slechts door middel van berekening worden aangetoond. In de volgende paragraaf wordt dit nader uitgewerkt.

---

<sup>21</sup> In de uitspraak van de Rechtbank Oost-Brabant d.d. 12 juli 2019, zaak SHE 18/596, geeft de rechtbank aan dat een ambtenaar niet (achteraf) kan zien hoeveel uren een houtkachel is gebruikt.

## 10.3 Kwantitatieve methode

### 10.3.1 Keuze van een geschikte methode

De emissiewaarden in hoofdstuk 7 zijn indicatieve waarden die gebruikt kunnen worden voor een eerste inschatting van de situatie. Deze inschatting levert echter nog geen informatie over de hinderlijkheid of over hoogte van de immissie ter plaatse van een ontvangerpunt (een potentiële klager). Mocht de emissie op termijn wel eenvoudig meetbaar worden, dan kan met een verspreidings- of immissieberekening de waarde op een ontvangerspunt berekend worden.

Het Nieuw Nationaal Model (NNM) is het algemeen wetenschappelijk aanvaarde model waarmee de verspreiding van emissies in de lucht worden berekend. Het NNM wordt veelvuldig gebruikt bij het vaststellen van de kwaliteit van buitenlucht, bijvoorbeeld in het kader van vergunningverlening aan bedrijven of bij de aanleg van een weg.

Dit is ook het model dat door Buro Blauw is gebruikt bij diverse geuronderzoeken bij houtverbrandingsinstallaties in de kwestie die de rechtbank Oost-Brabant in 2018 aan STAB heeft voorgelegd hoe het naleven van een geschikte norm op eenvoudige wijze door de gemeente kan worden gecontroleerd. Het werken met een professionele toepassing van het NNM, bijvoorbeeld met Geoair, vergt de nodige vakkennis en ervaring. Deze specialistische kennis is niet standaard aanwezig bij gemeenten waardoor in dit kennisdocument de voorkeur uitgaat naar een zo toegankelijk mogelijke controlemethode, dat wil zeggen laagdrempelig en tegen de laagst mogelijke kosten.

STAB heeft daarom enkele andere vormen verkend, zoals:

1. het rekenen met drift als gevolg van bespuitingen in boomgaarden met gewasbeschermingsmiddelen,
2. het uitvoeren van CFD modellering (CFD: Computational Fluid Dynamics). Kort gezegd is dit de studie van de stroming van een fluïdum (gas of vloeistof) via het numeriek oplossen van de stromingsvergelijkingen,
3. het berekenen van geurbelasting met het verspreidingsmodelmodel V-Stacks vergunning 2010.

Ad 1: De driftberekeningen hebben betrekking op levels die zich anders gedragen dan gasvormige componenten in houtrook. Bovendien is het omgevingstype (buitengebied met bomen) afwijkend van de omgeving waarin houtkachel voor hindersituaties zorgen (bebouwde omgeving met woningen op korte afstanden). Deze methode valt daarom af.

Ad 2: Hoewel CFD modellering nog specialistischer is dan werken met NNM, en dus beslist geen eenvoudige methode is, is de insteek wel eenvoudig. Namelijk om voor een aantal bebouwingskenmerken het drie dimensionale stromingsgedrag van houtrook te simuleren. Aan de hand van de rekenuitkomsten zouden mogelijk vuistregels zijn af te leiden voor

situaties met verschillende kenmerken. Hierover liepen in december 2018 contacten met TNO, maar door tijdgebrek is het CFD onderzoek niet tot uitvoer gekomen.

Ad 3: Omdat de nadruk ligt op 'eenvoudig' is vervolgens gekeken naar V-Stacks vergunning 2010 (hierna kortweg V-Stacks). Dit is het wettelijk voorgeschreven computermodel voor het berekenen van de verspreiding van geur vanuit dierenverblijven. V-Stacks heeft het rekenhart van Stacks, maar met aanpassingen waardoor ook horizontale afvoer van emissies alsook afvoer onder nokhoogte kunnen worden gemodelleerd. Voor geurberekeningen aan rookgasemissies is dat een groot voordeel omdat dit bij houtrook ook regelmatig aan de orde is. V-Stacks wordt gebruikt voor geurberekeningen bij intensieve veehouderijen. Dat emissies uit stallen een ander soort geur betreft dan rookgasemissie, is niet van belang omdat een odourunit is gebaseerd op de verdunningsfactor tot op waarnemingsniveau. De hinderlijkheid van rookgas is wel anders dan van stallucht, maar daarvoor kan worden gecorrigeerd op basis van hedonisch onderzoek. Het programma is kosteloos via internet te downloaden ([www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/geur/model-stacks/](http://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/geur/model-stacks/)) en relatief eenvoudig te hanteren voor controleurs. Hiermee wordt tegemoet gekomen aan de doelstelling om te komen tot een eenvoudig en goedkoop controlemechanisme.

Wel dient nader te worden beoordeeld of V-Stacks in voldoende mate geschikt om te worden gebruikt voor het vaststellen van hindersituaties door houtkachels. In eerste instantie kan dat door een vergelijking te trekken met het algemeen gangbare NNM.

Buro Blauw heeft in de reactie op het concept-kennisdocument aangegeven dat zij het gebruiken van V-Stacks in plaats van het NNM voor het bepalen van overlast als gevolg van houtkachels afraadt vanwege verschillen over gebouwinvloed, emissieduur, immissieconcentratie en immissiehoogte. De reacties zijn meegenomen en beschreven in hoofdstuk 14 van dit kennisdocument. In onderstaande tabel is nagegaan welke overeenkomsten en verschillen er bestaan tussen het NNM (Stacks) en het V-Stacks model.

Nr.	Parameter	NNM (Stacks)	V-Stacks
1	Locatie van de bron in X en Y coördinaten	Rijksdriehoek coördinaten	Gelijk aan Stacks
2	Gebouwinvloed	Lengte, breedte en hoogte alsmede oriëntatie	Alleen hoogte
3	Afvoerhoogte	Schoorsteenhoogte	Gelijk aan Stacks
4	Inwendige schoorsteendiameter	Binnenste pijpdiameter	Gelijk aan Stacks
5	Warmte-inhoud pluim	Flux en temperatuur	Niet in te voeren
6	Uittreesnelheid	Gemiddelde uittreesnelheid	Jaargemiddelde uittreesnelheid
7	Emissieduur	Bedrijfsuren	Emissie over het gehele (kalender)jaar
8	ruwheidslengte <sup>22</sup> $z_0$	Wordt in het programma berekend door Pre-SRM methode, maar kan ook worden aangepast	Analoog aan Stacks
9	Immissieconcentratie	Immissie als 95, 98, 99,5, 99,9 en 99,99 percentiel	Immissie als 98 percentiel
10	Immissiehoogte	Standaard 1,5 meter	Standaard 1,5 meter

Tabel 10.3: Inventarisatie van verschillen tussen Stacks en V-Stacks

<sup>22</sup> De ruwheidslengte, symbool  $z_0$  [m], is een maat voor de hoeveelheid en hoogte van obstakels op de grond. De aanwezigheid van vegetatie, gebouwen en andere structuren is van invloed op de verspreiding van stoffen in de atmosfeer: een ruw oppervlak veroorzaakt afremming van de wind aan de grond en een glad oppervlak zorgt ervoor dat de pluim langer intact blijft.

### 10.3.2 Bespreking van de verschillen tussen Stacks en V-Stacks

Uit tabel 10.3 komt naar voren dat de **gebouwinvloed** in V-Stacks niet wordt meegenomen. Dit kan niet gecorrigeerd worden door middel van een aanpassing van de gegevens. De gebouwinvloed is van belang bij het uitvoeren van een verspreidingsberekening. Wel is de verhouding tussen afvoerhoogte en gebouwhoogte bekend omdat beide gegevens worden ingevoerd in V-Stacks. Dit betreft een essentieel onderdeel omdat hiermee het downwash effect wordt meegenomen.

Ook de **warmte-inhoud van de pluim** wordt in V-Stacks niet meegenomen omdat de stallucht uit dierenverblijven niet veel in temperatuur verschilt van de buitenlucht. Rookgassen van een houtkachel zijn wel warm; voor een minimale waarde van de rookgastemperatuur aan het eind van de schoorsteen kan uitgegaan worden van 120 °C. De formule voor het berekenen van de warmte-inhoud  $Q_w$  van een rookgaspluim is als volgt:

$$Q_w = \rho * C_p V_0(T - T_a) * 10^{-6}$$

Waarin:

$\rho$  = dichtheid van het rookgas (vastgesteld op 1.293 kg/m<sup>3</sup>) bij temperatuur  $T_a$

$C_p$  = specifieke warmte van het rookgas bij constante druk (= 1.068 J/kg.K)

$V_0$  = volume rookgasdebiet (in m<sup>3</sup>/s)

$T$  = temperatuur van de emissie (in Kelvin (K))

$T_a$  = temperatuur van de omgevingslucht (jaargemiddelde is 285 K)

Omdat het rookgasdebiet van een houtkachel zeer laag is (zie paragraaf 8.4.1), is ook de warmte-inhoud zeer beperkt. Hiervoor kan een waarde van ten hoogste 0,002 MW worden berekend en dit is te verwaarlozen.

De **emissieduur** in beide programma's verschilt sterk. In Stacks kan precies worden ingevuld op welke dagen en tijdstippen van het jaar de emissie plaats vindt.

Omdat V-Stacks uitgaat van stalemissies die gedurende het gehele jaar door optreden, is de emissieduur niet aan te passen. Deze bedraagt standaard 365 x 24 = 8.760 uur per jaar.

Hieraan kan worden tegemoet gekomen door de emissie over het jaar te middelen en deze aangepaste emissie in voeren in V-Stacks.

Met V-Stacks wordt alleen de geurimmissie ter plaatse van te beschermen objecten berekend in **odourunits per m<sup>3</sup> als 98 percentielwaarde**, dus geen piekimmissies.

In Stacks kunnen meerdere percentielwaarden worden opgegeven. In paragraaf 7.11 van dit kennisdocument is echter geconstateerd dat de geurconcentratie van 0,5 ou/m<sup>3</sup> als 98 percentielwaarde meer bepalend is dan de (piek)geurconcentratie van 5 ou/m<sup>3</sup> die als 99,99 percentielwaarde optreedt.

De **immissiehoogte** is van belang wanneer de hinder zich voordoet in slaapruidten die doorgaans op de eerste verdieping zijn gesitueerd. Zowel in Stacks als in V-Stacks is de standaard immissiehoogte vastgelegd op 1,5 meter boven maaiveld.

### **Evaluatie en conclusie**

STACKS is een uitgebreider rekenprogramma dan V-stacks. Uit reacties van verschillende partijen komt naar voren dat de voorkeur zou uitgaan naar een meer gedetailleerd rekenprogramma dat leidt tot meer betrouwbare resultaten. Het gebruik van STACKS vergt echter meer vakkennis en ervaring en ook in STACKS zijn er beperkingen om de specifieke locaties te verwerken in een verspreidingsmodel.

Al met al stelt STAB dat het programma V-Stacks met de nodige terughoudendheid moet worden gebruikt voor het bepalen van geurhinder door rookgassen van particuliere houtkachels. Het gebruik er van komt eigenlijk pas in beeld als berekeningen met het NNM niet mogelijk zijn. De rekenuitkomsten moeten dan als indicatieve waarden worden beschouwd. Voor andere stoffen dan geur is het programma niet ontworpen en daarom ongeschikt. De waarde waaraan de immissieconcentratie wordt getoetst bij het gebruik van V-Stacks, is in dit document vastgesteld op 0,5 ou<sub>E</sub> per m<sup>3</sup> als 98 percentiel.

Wij hebben contact gehad met de heer Erbrink die de code voor het rekenhart van V-Stacks beheert. Hij gaf aan dat een aanpassing in technische zin mogelijk is. V-STACKS is gemaakt voor stallen en bevat een vereenvoudiging voor het obstructie-gedrag van gebouwen die voor stallen is afgeleid van het volledige model. Naast het invoeren van de volledige gebouwmodule zijn nog andere aanpassingen noodzakelijk zoals warmte-inhoud, emissieduur en diverse percentielen voor geur, maar het is mogelijk om tot een model te komen dat bruikbaar is voor het rekenen aan houtstook emissies.

In het volgende hoofdstuk 11 wordt dieper ingegaan op het modelleren met V-Stacks.

In hoofdstuk 15 van dit kennisdocument zijn onder de eindconclusies en aanbevelingen ook onze conclusies over het gebruik van V-Stacks opgenomen.



## 11 Geurmodellering met V-Stacks

### 11.1 Benodigde invoergegevens

Als invoer in V-Stacks moeten de volgende gegevens worden bepaald of ingeschat.

- Situering emissiepunt (= uitlaat schoorsteen) in x, y-coördinaten (Amersfoortse coördinaten). Deze coördinaten kunnen worden gevonden met behulp van bijvoorbeeld [www.ruimtelijkeplannen.nl](http://www.ruimtelijkeplannen.nl);
- Situering immissiepunt (dichtstbijzijnde woning van derden) in x, y-coördinaten;
- Gebouwhoogte van het gebouw waarvandaan de emissie plaatsvindt;
- Hoogte van het emissiepunt gerekend vanaf maaiveld;
- Diameter van het emissiepunt: meestal wordt een schoorsteenpijp met een diameter van 150 mm toegepast, de volgende grotere maatvoering is 200 mm.
- Uittreesnelheid bij schoorsteen: door STAB voor reguliere situaties met regenkap ingeschat op 0,1 m/s en zonder regenkap ingeschat op 0,6 m/s;
- De geuremissie volgt uit de emissiematrix.

Ad g) In tabel 7.5 is een correlatie vermeld tussen de volledigheid van de houtverbranding en de geuremissie in odourunits per uur. In onderstaande tabel is aanvullend de geuremissie in odourunits per seconde weergegeven omdat de geuremissie in deze eenheden moet worden ingevoerd in een verspreidingsmodel.

<b>Volledigheid verbranding</b>	<b>Geur in ou/uur</b>	<b>Geur in ou/s</b>
Zeer goed	0,3 miljoen	83
Goed	1,2 miljoen	333
Voldoende	1,8 miljoen	500
Matig	3,6 miljoen	1.000
Slecht	8,4 miljoen	2.333
Zeer slecht	20,5 miljoen	5.694

Tabel 11.1: Geuremissie in odourunits per uur en per seconde

In paragraaf 10.3.2 is geconstateerd dat de emissieduur moet worden aangepast door de emissie over het gehele jaar te middelen en deze aangepaste emissie in te voeren in V-Stacks.

Om dit om te kunnen zetten, dient eerst het aantal stookuren bekend te zijn. Hiervoor is gebruik gemaakt van tabel 6 uit de publicatie 'Houtverbruik bij huishoudens' van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) van 4 mei 2010. Daarin zijn een aantal onderzoeksresultaten naast elkaar gezet, zie onderstaande afbeelding 11.1.

Tabel 6

Aantal kachels, stookuren en houtverbruik uit verschillende onderzoeken

	WoON-onderzoek 2007	TNO-emissie-registratie	Koppejan en de Boer-Meulman (2005)	Hulskotte <i>et al.</i> , (1999)	Slob en Steenwinkel (1993)	Okken (1992)
	2006/2007	2003	2003	1996	1992	1990
<i>Aantal houtgestookte installaties</i>						
Open haard	645	285	285	372	532	600
Inzethaard of ingebouwde afsluitbare haard	213	297	297	325	96	140
Vrijstaande afgesloten kachel	439	210	210	166	269	175
Totaal	1 297	792	792	862	897	915
<i>Stookuren</i>						
Open haard	137		70	147	146	
Inzethaard of ingebouwde afsluitbare haard	393		280	590	661	
Vrijstaande afgesloten kachel	525		490	1 032	1 088	
<i>Houtverbruik per uur per installatie (kg)</i>						
Open haard	2,5		3,5	2,8	3,6	
Inzethaard of ingebouwde afsluitbare haard	1,6		3,1	1,4	1,8	
Vrijstaande afgesloten kachel	1,8		2,3	1,4	1,8	

Afbeelding 11.1: Tabel 6 uit de publicatie 'Houtverbruik bij huishoudens' van het CBS

In deze tabel loopt het aantal stookuren per jaar van een houtkachel in vier verschillende onderzoeken uiteen van 490 tot 1088 uur. Het gemiddelde aantal stookuren bedraagt  $(525 + 490 + 1032 + 1088)/4 = 784$  u/j. In de meeste literatuur wordt echter het meest recente aantal van 525 u/j aangehouden dat in het WoON-onderzoek uit 2007 is vastgesteld. In dit document wordt ook uitgegaan van het meest gebruikte en meest recent vastgestelde aantal stookuren: 525 u/j.

Uitgaande van deze 525 uur is dat op een totaal aantal van 8.760 uren per jaar een fractie van 0,059 (5,9%). Toegepast op de waarden uit tabel 11.1 zijn de geurvrachten gecorrigeerd op jaarbasis als volgt.

Volledigheid verbranding	Geur in ou/uur op jaarbasis	Geur in ou/s op jaarbasis
Zeer goed	0,017 miljoen	5
Goed	0,07 miljoen	19
Voldoende	0,105 miljoen	29
Matig	0,21 miljoen	59
Slecht	0,50 miljoen	138
Zeer slecht	1,21 miljoen	336

Tabel 11.2: Op jaarbasis gecorrigeerde geuremissie in odourunits per uur en per seconde

Tot slot kan er nog een laatste aanpassing nodig zijn. Indien het lokale geurbeleid vereist dat de geuremissie hedonisch wordt gewogen, zoals in de provincie Noord-Brabant en de gemeente Helmond het geval is (zie §2.2 van dit document), dan dienen de emissies in tabel 11.2 nog gedeeld te worden door de hedonische weegfactor F. Deze waarde volgt uit de geurconcentratie die door een geurpanel is bepaald bij een hedonische waarde van  $-1^{23}$ , e.e.a. bepaald volgens NVN 2818:2019 (meest recente uitgave van deze Nederlandse norm, geldig per 1-1-2019).

In paragraaf 7.1 is een hedonische waarde (H) van  $-1$  gevonden bij een geurconcentratie van gemiddeld  $0,9 \text{ ou}_E$  per  $\text{m}^3$ . Zodoende worden de hedonisch gewogen geuremissies verkregen door de emissies uit voorgaande tabel 11.2 te delen door  $0,9$ . De uitkomst daarvan is als volgt.

<b>Volledigheid verbranding</b>	<b>Geur in <math>\text{ou(H)}</math>/uur op jaarbasis</b>	<b>Geur in <math>\text{ou(H)}</math>/s op jaarbasis</b>
Zeer goed	0,018 miljoen	6
Goed	0,08 miljoen	21
Voldoende	0,12 miljoen	32
Matig	0,24 miljoen	64
Slecht	0,55 miljoen	153
Zeer slecht	1,34 miljoen	373

Tabel 11.3: Op jaarbasis gecorrigeerde geuremissie in hedonisch gewogen odourunits per uur en per seconde

Voor twee situaties zijn bij wijze van voorbeeld V-Stacks berekeningen gemaakt: een woonwijk in Nieuw Venneep en een woonwijk in Helmond. Deze worden in het volgende hoofdstuk uitgewerkt.

<sup>23</sup> Definitie in artikel 1, onder o, van de Beleidsregels Geurhinder industriële bedrijven Helmond 2018 aangaande de hedonische weegfactor F: verhouding tussen de geurconcentratie die behoort bij de hedonische waarde van  $H = -1$  van een geurbron en de normwaarde van  $1 \text{ ou}_E / \text{m}^3$

## 12 Uitwerking van methodiek in twee praktijksituaties

De voorgestelde methodiek moet zich in de praktijk bewijzen. STAB heeft voor twee situaties de voorgestelde handhavingmethode toegepast, als eerste aanzet. Eén situatie speelt in Helmond, en was de aanleiding voor het STAB-onderzoek. De andere situatie is een praktijksituatie in Nieuw Venneep waar geen handhavingkwesties spelen. De belangrijkste verschillen van de twee doorgerekende situaties zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Omschrijving	Helmond	Nieuw Venneep
Producent houtkachel	Bekende producent Draco natuurstein Aangeschaft via Witra Warenhandel GmbH in Oyten bij Bremen en via Houtkacheldirect	Bekende producent Wanders Amtweg 4, 7077 AL Netterden (Gld).
Woning	Bungalowachtig met alleen begane grond	Zgn. Drive-in woning met 4 woonlagen
Opstelplaats kachel	Woonkamer Deel van de woning op de begane grond	Woonkamer eerste verdieping
Brandstof	Vurenhout van Karwei, vochtigheid <20% (gemeten) (stookt ook RUF houtbriketten)	Houtdelen van een bedrijf en hardhout Welkoop
Afvoerpijp	Niet geïsoleerd in woonkamer, daarna dakgedeelte dubbelwandig	Niet geïsoleerd in woonkamer, daarna slaapkamer 2 <sup>e</sup> en 3 <sup>e</sup> verdieping dubbelwandig, dakgedeelte dubbelwandig
Afvoerhoogte	4,8 meter	Circa 11 meter
Gebouwhoogte	3,0 meter	Circa 10 meter
Regenkap	Standaard trekkende regenkap	Fire Master regenkap
Gebouwinvloed	Ja Naastgelegen woningen en bosperceel	Nee Zeer beperkt vanwege naastgelegen huizenblok.
Meteorologie	Eindhoven	Schiphol

Tabel 12.1: Belangrijkste kenmerken van de twee casussen.

## 12.1 Casus Helmond

Tijdens het bezoek aan de locatie in Helmond is verzocht om in de kachel hout te stoken. In de kachel was op het moment van bezoek een jaar niet gestookt en vermeld werd dat de schoorsteen nog gereinigd moest worden. Sinds de vorige schoonmaakbeurt was de kachel echter zeer sporadisch gebruikt. Tijdens het stoken regende het zachtjes en de wind was plaatselijk 2 Beaufort. De stookwijzer gaf code oranje aan: beter om nu geen hout te stoken. Bij deze casus is sprake van veelvuldige klachten van de buurman over rookhinder. De locatie in Helmond is weergegeven in afbeelding 12.1.



Afbeelding 12.1: Situatie met brandende kachel, links woning derden, rechts bungalowwoning.

### 12.1.1 Kwalitatieve methode – zachte aanpak

De bewoners in Helmond hebben, op verzoek en in aanwezigheid van de vertegenwoordigers van de gemeente Helmond, een aantal jaar geleden voorlichting gekregen over kachelstook. Tijdens het stoken in aanwezigheid van STAB werden de stooktips (bijlage 1 bij kennisdocument) gevolgd, met uitzondering van het volgen van het advies van stookwijzer.nl.

De stokers hebben gestookt met een kant en klaar blok haardhout van 780 gram dat die dag aangeschaft is. De vochtigheid van het kernhout na kloving bedroeg 19,8%. Gezien de meetonzekerheid van de vochtmeter (3%) en het verschil tussen massa- en volumevochtigheid (20% afgelezen waarde op volumebasis = 29% op massabasis, zie §3.1.2, terwijl de 'norm' is gesteld op 20% massabasis), valt de vochtigheid in dit geval buiten de marge van goed te stoken hout.<sup>24</sup> Het vuur is met aanmaakblokjes volgens de Zwitserse methode aangestoken met goede luchttoevoer en het hout vatte snel vlam.

---

<sup>24</sup> Het is ook bij gekocht haardhout aan te bevelen om het hout nog 1 tot 2 jaar na aanschaf te drogen tot een maximaal vochtpercentage van 15% op volumebasis wordt bereikt.

Onderdeel	Parameter	Conditie	Punten
Brandstofkwaliteit	Vochtgehalte	20 – 25 %	-1
	<b>Subtotaal</b>		<b>-1</b>
Verbrandingsproces	Type kachel	Conventioneel	-1
	Gebruik smookklep	Lucht toevoer smoren	-
	Aanmaken	Zwitserse methode	+1
	<b>Subtotaal</b>		<b>0</b>
Verspreiding	Afvoerhoogte	Onder nokhoogte binnen straal 25 m	-1
	Regenkap	Belemmering rookgasafvoer	-2
	Wind	Lager dan 3 Beaufort	-3
	<b>Subtotaal</b>		<b>-6</b>
<b>Totaal</b>		<b>-7</b>	

Tabel 12.2: Kwalitatieve methode – zachte aanpak casus Helmond

Er is met -7 punten sprake van een houtstook met kwalificatie "slecht". Drie minpunten worden veroorzaakt door het stoken tijdens een situatie met te weinig wind. Met een betere regenkap en droger hout kan de situatie naar "matig" worden opgehoogd.

### 12.1.2 Kwalitatieve methode – harde aanpak

Nadat de kachel was aangestoken zijn de rookgassen gedurende enige tijd waargenomen. Uit de schoorsteen kwam gedurende een aantal uren witgrijze rook die kan duiden op vochtige brandstof of onvolledige verbranding (zie afbeelding 12.2). De rook waaide voornamelijk van woningen van derden af. Er is niet geconstateerd dat de rookgassen sterk geurend waren omdat de pluim niet de grond raakte.



Afbeelding 12.2: Situering Helmond, schoorsteen gezien vanuit slaapkamer nabijgelegen woning (ingezoomd)



Afbeelding 12.3: Situering Helmond, schoorsteen gezien vanuit slaapkamer nabijgelegen woning

Aan de hand van waarnemingen zijn de volgende signalen geconstateerd.

Stap	vraag	Antwoord	opmerking	Hinder-situatie
1.	Is er een klacht?	Ja	Meermalen	Ja
2.	Is de rookgasafvoer in strijd met regels Bouwbesluit?	Nee		
3.	Is de verspreiding van de rookgassen (op enig moment) naar woningen van derden	Ja	Ter plaatse gezien door STAB, ook op film. Ook met panel van 5 mensen (STAB en gemeente) unaniem vastgesteld.	
4.	Levert plaatselijke situatie belemmerde verspreiding op?	Ja	Bebouwing laag/hoog, bos	
5.	Wordt gestookt terwijl negatief advies van stookwijzer.nl geldt?	-	Bij stook op verzoek van STAB ja, normaal niet	
6.	Zijn de rookgassen wit, grijs of zwart; is er sprake van geur? Kan de temperatuur worden gemeten?	Ja Nee	Grijs, geur niet geroken	Ja
7.	Wordt er vochtig/bewerkt hout gebruikt?	Ja	Boven grens van 20%	
8.	is er sprake van matige, slechte of zeer slechte verbranding	Ja	Kleur rook wit/lichtgrijs: matig	Ja
	Emissiewaarde uit tabel 7.4 voor geur	3,6 – 8,4 miljoen ou/uur		
9.	Schat in hoe lang en hoe vaak er gestookt wordt	sporadisch	2 uur	
10.	Bepaal immissiewaarde van de houtstook met V-stacks			
11.	Bepaling of er sprake is van ernstige hinder	Overschrijding	Norm = 0,5 Ou/m <sup>3</sup> 98 P	<b>Ja</b>

Tabel 12.3: Kwalitatieve methode – harde aanpak casus Helmond



Over stap 3 wordt nog opgemerkt dat bij het bezoek aan de gemeente werd gemeld dat de gemeente wil optreden in gevallen dat er sprake is van ernstige milieuhinder als gevolg van houtstook. De vijf aanwezigen (drie van de gemeente, twee van STAB) werd gevraagd of zij op basis van door de buurman gemaakte films een oordeel konden vellen of er in dat geval sprake is van ernstige hinder. Deze vraag werd unaniem bevestigend beantwoord. Daarbij werd met name de geringe verspreiding van de zichtbare (grijze) rookgassen en het blijven hangen van die rook in de nabijheid van de woning van derden bepalend geacht. Het ging dus om de waarneming dat de rookgassen bij een naburige woning binnen kunnen komen. Het feit dat de rookgassen zichtbaar zijn en niet kleurloos (dus geen volledige verbranding) was tevens een belangrijk criterium. Het aspect geur kon door het bekijken van een film niet bij de beoordeling worden meegenomen. Het instellen van een panel van ten minste vijf personen zou dus een methode kunnen zijn om de mate van hinderlijkheid vast te stellen.

Over stap 4 het volgende. De woning waarin gestookt werd, is onderdeel van een rijtje lage woningen, namelijk geschakelde bungalows. De omliggende woningen zijn veel hogere woningen met kap (nokhoogte 8,5 meter). Ten oosten van de woonwijk ligt een bos. De bomen daarvan steken boven de woningen uit. Het hele bouwblok ligt dus in de luwte van bomen en woningen. De verspreiding wordt hier belemmerd. Zie afbeelding 12.4 voor een luchtfoto van het gebied.



Afbeelding 12.4: Woonwijk met houtstook (nr 100), woning van derden (106) en omgeving met bos.

Tijdens het bezoek aan de wijk is geconstateerd dat op meerdere adressen ook rookafvoeren aanwezig zijn, die hoogstwaarschijnlijk duiden op houtstook (zie ook beschouwing over cumulatie in paragraaf 14.4). STAB heeft meerdere films bestudeerd van houtstook van die adressen, beschikbaar gesteld door een buurtbewoner. Daaruit blijkt dat ook uit andere schoorstenen in de wijk grijze rook vrijkomt die blijft hangen. Verspreiding van rookgassen worden hoogstwaarschijnlijk ook hier belemmerd door de aanwezigheid van het bos.

### **12.1.3 Kwantitatieve methode**

De afvoer van de rookgassen geschiedt in de casus Helmond vanaf een geschakelde bungalow, met één bouwlaag, hoogte circa 3 meter met daarop een driehoekige sierdakopbouw van (geschat) 1 meter. De omliggende woningen zijn hogere woningen met zolderetage met een nokhoogte van 8,5 meter.

Voor een inschatting van de emissie heeft STAB geen gegevens van de leverancier, maar er is hier gebruik gemaakt van een inschatting van de situatie tijdens een locatiebezoek. Tijdens het bezoek aan de eigenaar van de houtkachel is verzocht om in de kachel vuur te stoken. In de kachel was op het moment van bezoek een jaar niet gestookt en vermeld werd dat de schoorsteen nog gereinigd moet worden. Tijdens het stoken regende het zachtjes en de wind was matig. De stookwijzer gaf code oranje aan: beter om nu geen hout te stoken. Het gebruikte haardhout bevatte, zoals hiervoor onder § 12.1.1 beschreven, te veel vocht waardoor het buiten de marge viel van goed te stoken hout. Het vuur is met aanmaakblokjes volgens de Zwitserse methode aangestoken met goede luchttoevoer en het hout vatte snel vlam. Uit de schoorsteen kwam witgrijze rook die kan duiden op vochtige brandstof of onvolledige verbranding. Bewoners gaven aan dat de schoorsteen toe is aan een schoonmaakbeurt, mogelijk dat hierdoor ook stoffen in de rookgas terecht kwamen. De verbrandingscondities zijn op basis van deze constatering aan te merken als matig tot slecht.

### De invoergegevens worden daarmee als volgt.

- Coördinaten emissiepunt zijn  $X = 177 \text{ ###}$  en  $Y = 387 \text{ ###}$  (bepaald met [www.ruimtelijkeplannen.nl](http://www.ruimtelijkeplannen.nl)). (Opmerking: de laatste cijfers zijn hier niet vermeld in verband met de bescherming van de privacy van de bewoners).
- Coördinaten immissiepunt zijn  $X = 177 \text{ ###}$  en  $Y = 387 \text{ ###}$ ;
- Gebouwhoogte is 3,0 meter;
- Hoogte emissiepunt is 4,8 meter boven maaiveld;
- Diameter emissiepunt is 150 mm = 0,15 meter;
- Uittreedsnelheid is ingeschat op 0,1 m/s vanwege de toegepaste regenkap, zie afbeelding 8.8;

Vanwege het lokale geurbeleid waarbij een hedonische weging wordt toegepast bij het beoordelen van geuremissies, worden de emissiefactoren uit tabel 10.3 toegepast.

- Geuremissie is 153 ou(H)/s als inschatting van slechte verbranding en een geuremissie van 43 ou(H)/s als inschatting van matige verbranding.

Uitkomst bij slechte verbranding is **0,6 ou per m<sup>3</sup>** 98 percentiel ter plaatse van de **woonkamer** van de woning op de begane grond op 12 meter ten westen van de schoorsteen.

Uitkomst bij slechte verbranding is **3,3 ou per m<sup>3</sup>** 98 percentiel ter plaatse van de **slaapkamer** van de woning op de eerste verdieping op 12 meter ten westen van de schoorsteen.

Uitkomst bij matige verbranding is **0,2 ou per m<sup>3</sup>** 98 percentiel ter plaatse van de **woonkamer** van de woning op de begane grond op 12 meter ten westen van de schoorsteen.

Uitkomst bij matige verbranding is **0,9 ou per m<sup>3</sup>** 98 percentiel ter plaatse van de **slaapkamer** van de woning op de eerste verdieping op 12 meter ten westen van de schoorsteen.

Er wordt in de casus Helmond niet voldaan aan de twee basisvereisten om hinder te voorkomen, te weten een goede verbranding en een hoge, ongehinderde afvoer van de rookgassen. De in dit document gehanteerde richtwaarde van 0,5 ou<sub>E</sub> per m<sup>3</sup> als 98 percentiel (zie paragraaf 7.11) wordt op de eerste verdieping overschreden. De in dit document gehanteerde grenswaarde van 1,0 ou<sub>E</sub> per m<sup>3</sup> als 98 percentiel wordt op de eerste verdieping alleen overschreden bij slechte verbranding.

De afvoerhoogte ligt in deze casus vrijwel op stahoogte in de slaapkamer van de nabijgelegen woning op korte afstand van 11 meter. Bij een wind uit oostelijke richting zal de rook direct tegen het slaapkamerraam terecht komen waardoor ernstige hinder zal optreden.

## 12.2 Casus Nieuw Venneep

In een woning in Nieuw Venneep is eveneens een houtkachel aangestoken. De woning is weergegeven op afbeelding 12.5. Er zijn bij deze situatie geen klachten bekend.



Afbeelding 12.5: Situering Nieuw Venneep

### 12.2.1 Kwalitatieve methode – zachte aanpak

De bewoners van een woning in Nieuw Venneep hebben zichzelf geïnformeerd over het stoken van hout. Tijdens het stoken werden de stooktips (bijlage 1 bij Kennisdocument) gevolgd, met uitzondering van het volgen van het advies van stookwijzer.nl.

Onderdeel	Parameter	Conditie	Punten
Brandstofkwaliteit	Vochtgehalte	15 – 20%	0
	<b>Subtotaal</b>		<b>0</b>
Verbrandingsproces	Type kachel	DIN+	+2
	Gebruik smoorklep	Lucht toevoer smoren	-
	Aanmaken	Zwitserse methode	+1
	<b>Subtotaal</b>		<b>+3</b>
Verspreiding	Afvoerhoogte	1 meter bovendaks binnen straal 25 m	+1
	Regenkap	Belemmering rookgasafvoer	-2
	Wind	hoger dan 3 Beaufort	+3
	<b>Subtotaal</b>		<b>+2</b>
<b>Totaal</b>		<b>+5</b>	

Tabel 12.4: Kwalitatieve methode – zachte aanpak casus Nieuw Vennepe

Er is sprake van een goede houtstook en van een goede rookgasafvoer.

## 12.2.2 Kwalitatieve methode – harde aanpak

Aan de hand van waarnemingen zijn de volgende signalen geconstateerd.

Stap	Vraag	Antwoord	Opmerking	Hindersituatie
1.	Is er een klacht?	nee		-
2.	Is de rookgasafvoer in strijd met regels Bouwbesluit?	nee		
3.	Is de verspreiding van de rookgassen (op enig moment) naar woningen van derden	nee		
4.	Levert plaatselijke situatie belemmerde verspreiding op?	nee	Woningen van gelijke hoogte	
5.	Wordt gestookt terwijl negatief advies van stookwijzer.nl geldt?	nee		
6.	Zijn de rookgassen wit, grijs of zwart; is er sprake van geur? Kan de temperatuur worden gemeten?	Nee Nee	transparant	
7.	Wordt er vochtig/bewerkt hout gebruikt?	nee		
8.	is er sprake van matige, slechte of zeer slechte verbranding	nee		
	Emissiewaarde uit tabel 7.4	0.3-1,2 miljoen ou/uur		
9.	Schat in hoe lang en hoe vaak er gestookt wordt	4 uur		
10.	Bepaal immissiewaarde van de houtstook			
11.	Bepaling of er sprake is van ernstige hinder			

Tabel 12.5: Kwalitatieve methode – harde aanpak casus Nieuw Vennepe

Er is in deze casus geen signaal om verdere kwantitatieve berekeningen uit te voeren. Er is geen sprake van objectiveerbare geurhinder. Ten behoeve van het voorbeeld, wordt hierna toch de kwantitatieve methode nog uitgewerkt.

### 12.2.3 Kwantitatieve methode

De afvoer van de rookgassen geschiedt in de casus Nieuw Vennep iets boven nokhoogte via een Firemaster regenkap waardoor de rookgassen in verticale richting worden geloosd. Voor een inschatting van de emissie is gebruik gemaakt van de gegevens van de leverancier. Die gegevens zijn met rookgaswaarden volgens DIN 4705, DIN 18895 deel 2, als volgt.

Kachel	Solea Elegance
Nominaal vermogen	7 kW
Pijpdiameter verbrandingsgassen	150 mm
Maximale vulling hout	3 kg
Rookgashoeveelheid	7,6 g/s
Rookgastemperatuur	292 °C (vlak achter kachel)
CO bij 13% O <sub>2</sub>	0,07%
Fijn stof	26 mg/m <sup>3</sup>

Tabel 12.6 : leveranciersgegevens van kachel Nieuw Vennep

De verbrandingscondities zijn op basis van deze leverancier gegevens aan te merken als goed tot zeer goed.

#### De invoergegevens worden daarmee als volgt.

- Coördinaten emissiepunt zijn X = 102 ### en Y = 475 ### (bepaald met [www.ruimtelijkeplannen.nl](http://www.ruimtelijkeplannen.nl)) (# in verband met anonimiseren adres);
- Coördinaten van de woning op 45 meter ten oosten van de schoorsteen zijn X = 103 ### en Y = 475 ###;
- Coördinaten van de woning op 26 meter ten noordwesten van de schoorsteen zijn X = 102 ### en Y = 475 ###;
- Gebouwhoogte is 10 meter;
- Hoogte emissiepunt is 11 meter boven maaiveld;
- Diameter emissiepunt is 150 mm = 0,15 meter;
- Uittreedsnelheid is ingeschat op 0,6 m/s vanwege firemaster regenkap, zie afbeelding 8.11;
- Geuremissie is 19 ou/s als inschatting van goede verbranding; geen hedonische weging in Nieuw Vennep.

Uitkomst is  $0 \text{ ou}_E$  per  $\text{m}^3$  98 percentiel bij zowel de woning op 45 meter ten oosten van de schoorsteen, als bij de woning op 26 meter ten noordwesten van de schoorsteen.

Er wordt in de casus Nieuw Vennep voldaan aan de twee basis vereisten om hinder te voorkomen: een goede verbranding en een hoge, ongehinderde afvoer van de rookgassen.

De woningen bevinden zich op afstanden die representatief zijn voor een gemiddelde woonwijk, namelijk 26, 35 en 45 meter afstand.



## 13 Literatuurlijst

### 13.1 Geraadpleegde documenten en rapporten

Bron	Titel van het document / rapport, nr. en datum	Korte beschrijving	Ref.
<b>Agentschap NL (Procede Biomass B.V.)</b>	Statusoverzicht Houtkachels in Nederland		ANL1
<b>Buro Blauw</b>	Effecten luchtemissies houtkachels sfeerhaarden en vuurkorven, BL2009.4503.01 (september 2009)	Resultaten van een onderzoek naar de effecten van houtkachels op de luchtkwaliteit in de directe woonomgeving in opdracht van de Milieudienst, gemeente Groningen.	BB1
<b>Buro Blauw</b>	Onderzoek overlast houtkachel te Helmond, BL2017.8523.01-V01 (19 juni 2017)	Beoordeling van de situatie en toetsing aan de wettelijke grenswaarden uit de Wet Luchtkwaliteit en een geurhinder niveau	BB2
<b>Buro Blauw</b>	Toelichting werkwijze Buro Blauw inzake onderzoek overlast Volderhof Helmond	Toelichting op BB2 naar aanleiding van advies/reactie door de Bezwaarschriften commissie en de Omgevingsdienst Zuid Oost Brabant	BB3
<b>Buro Blauw</b>	Luchtkwaliteitsonderzoek houtkachel te Bellingwedde	Beoordeling van de situatie en toetsing aan de wettelijke grenswaarden uit de Wet Luchtkwaliteit en een geurhinder niveau	BB4
<b>Cauberg-Huygen raadgevende ingenieurs</b>	Geurverspreidingsonderzoek houtverbrandingsinstallatie te Velddriel (april 2011)	Emissiemetingen naar CO, stof en geur en hedonische bepaling geur	CH1
<b>CE Delft</b>	Beoordeling rapport Luchtemissies houtkachels (juli 2010)	Second opinion over onderzoek door Buro Blauw naar houtkachels op woonschepen in Groningen	CE1
<b>ECN</b>	De bijdrage van houtverbranding aan PM10 en PM2,5 tijdens een winterperiode in Schoorl (november 2009)	In februari 2009 zijn metingen verricht die om inzicht te krijgen in de lokale immissie als gevolg van lokale emissie van PM10 en PM2,5 door houtkachels in Schoorl.	ECN1
<b>ECN</b>	Gas-, hout- en oliegestookte ketels	In dit rapport staan de NO <sub>x</sub> en fijn stof emissies uit ketels kleiner dan 1 MW <sub>th</sub> centraal. Voor VROM heeft ECN informatie verzameld uit de literatuur, uit directe contacten, over huidige emissies, beste beschikbare technieken en wetgeving.	ECN2
<b>ECN</b>	Mogelijkheden voor emissiereductie bij houtkachels ECN-N—17-006	Beschrijving van technische en operationele maatregel om de emissie van houtkachels te reduceren	ECN 3

<b>Bron</b>	<b>Titel van het document / rapport, nr. en datum</b>	<b>Korte beschrijving</b>	<b>Ref.</b>
<b>RIVM</b>	Gezondheidseffecten van houtrook ( <i>literatuurstudie</i> ) RIVM Rapport 609300027/2011 (2011)	Een uitgebreide verkenning van de lokale blootstelling aan schadelijke stoffen als gevolg van houtverbranding in Nederland.	RIVM1
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland <b>(RVO)</b> <b>(Procede Biomass B.V)</b>	Kennisdocument Houtstook in Nederland (september 2018)	Overzicht rondom de stook van biomassa voor warmteopwekking in de gebouwde omgeving. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij particulieren in open haarden en kachels. Bedrijfsmatige toepassingen van houtstook in de gebouwde omgeving betreffen o.a. zwembaden, kantoren en andere utiliteitsgebouwen. Als bovengrens voor houtgestookte ketels in de gebouwde omgeving is een vermogen van 5 MW aangehouden.	RDO1
<b>TNO</b>	TNO-060-UT-2011-00314 (16 februari 2011)	Emissiemodel Houtkachels	TNO1
<b>TNO</b>	TNO 2016 R10318 (2016)	Vernieuwd Emissiemodel Houtkachels	TNO2
<b>TNO</b>	Regelgeving Houtkachels en open haarden	Artikel regelgeving houtkachels en open haarden	TNO3
<b>Vito</b>	Emissies van dioxines en PAK's door gebouwenverwarming met vaste brandstoffen, 2000/IMS/R/0..	Studie uitgevoerd in opdracht van Aminal, Afdeling Algemene Milieubeleid, VITO, december 2000 (ontwerp eindrapport)	VITO1
<b>Gemeente Helmond</b>	Beleidsregel Geurhinder industrieel bedrijven Helmond 2018	Beleidsregel van het college van burgemeester en wethouders van de gemeente Helmond houdende regels omtrent geurhinder industriële bedrijven van 14 maart 2018	HEL1
<b>Provincie Noord-Brabant</b>	Beleidsregel industriële geur Noord-Brabant	Beleidsregel industriële geur Noord-Brabant van Gedeputeerde Staten van Noord-Brabant van 29 april 2016	PNB1

## 13.2 STAB verslagen over houtstook

Bron	Titel van het document / rapport, nr. en datum	Korte beschrijving	Ref.
<b>STAB-39548</b>	Het beroep van [eiser] te Wijk en Aalburg, 30 oktober 2014	Opdracht voor het instellen van een onderzoek door Rechtbank Zeeland West Brabant n.a.v. het besluit door B&W van Aalburg om niet handhavend op te treden tegen rook- en stankoverlast door een houtkachel op grond van artikel 7.22, aanhef en onder a, van het Bouwbesluit.	ST1
<b>STAB-39973</b>	Overlast Outdoor-boiler te Bellingwolde, 25 juli 2016	Opdracht voor het instellen van een onderzoek door Rechtbank Noord Nederland n.a.v. het besluit door B&W van Bellingwedde om niet handhavend op te treden tegen een outdoor-boiler op grond van artikel 7.22, aanhef en onder a, van het Bouwbesluit.	ST2

## 14 Validaties emissiematrix en geuremissienorm

In hoofdstuk 12 van dit kennisdocument zijn drie methodes getoetst aan de hand van twee praktijksituaties, te weten een casus te Helmond, en een tweede locatie in Nieuw Vennep. Op basis van deze exercitie komt naar voren dat in Helmond sprake is van geobjectieerde geurhinder als gevolg van houtstook. Op de controlelocatie Nieuw Vennep is geen sprake van geurhinder. In aanvulling op een eerdere versie van dit document begin 2019, zijn ter onderbouwing en finetuning van de emissiematrix meer gegevens gebruikt. De validatie is tussen april en juli 2019 uitgebreid met onder andere informatie die beschikbaar is gesteld door Buro Blauw.

### 14.1 Eerste validatieronde (april 2019)

Door Buro Blauw zijn twee meetrapporten van metingen aan particuliere houtkachels beschikbaar gesteld<sup>25</sup>. Met deze aanvullingen kan een validatie plaatsvinden van de emissiematrix die in dit document is samengesteld uit literatuur- en meetgegevens. In opdracht van de gemeente Gouda respectievelijk de gemeente Bergen (Limburg) heeft Buro Blauw in 2011/2012 emissiemetingen verricht aan een tweetal houtkachels in Gouda en Siebengewald. Doel van het onderzoek door Blauw was het vaststellen van de concentraties en emissies en deze te toetsen aan de eisen, zoals die gesteld zijn in de 1<sup>e</sup> BimSchV<sup>26</sup>. Deze Duitse richtlijn hanteert de meest stringente eisen aan houtkachels in Europa.

#### Meting in Gouda (1)

De meting in Gouda betreft een houtkachel, die is geplaatst in een schouw. De meting is uitgevoerd op 28 december 2011. De houtkachel is naar alle waarschijnlijkheid van een oudere datum. De rookgassen van de houtkachel worden afgevoerd via een afvoerkanaal naar de gemetselde schoorsteen op de nok van de woning. Voorafgaand aan de metingen is de regenkap van het afgaskanaal verwijderd. Uit Google Maps is af te leiden dat in dit deel van Gouda nog meer woningen zijn voorzien van een afvoerpip t.b.v. een houtkachel. Tijdens de metingen is de kachel gestookt met schoon resthout en diverse soorten natuurhout. In drievoud is gemeten: het debiet, totaal stof; fijnstof en koolmonoxide.

Tijdens de individuele metingen is met een monitor het zuurstofpercentage en de NO en NO<sub>2</sub>-concentratie vastgesteld. Er is geen geur gemeten. Ook de hoeveelheid verstoekt hout per tijdseenheid is niet opgegeven.

---

<sup>25</sup> Rapport "Emissiemetingen in Gouda, BL2012.5959.01-V01 van 9 januari 2012" en rapport "Metingen aan een houtkachel in Siebengewald, BL2012.6333.01-V02 van 1 augustus 2012"

<sup>26</sup> "Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV) "Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), die zuletzt durch Artikel 16 Absatz 4 des Gesetzes vom 10. März 2017 (BGBl. I S. 420) geändert worden ist"

- Het gemiddelde rookgasdebiet bedroeg 314 m<sup>3</sup>/uur onder bedrijfsomstandigheden;
- De gemiddelde concentratie totaal stof bedroeg 67,5, omgerekend 84,2 mg/m<sub>o</sub><sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>;
- De gemiddelde concentratie PM<sub>2,5</sub> bedroeg 45,5, omgerekend 56,7 mg/m<sub>o</sub><sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>;
- De gemiddelde concentratie PM<sub>10</sub> bedroeg 47,2, omgerekend 58,8 mg/m<sub>o</sub><sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>;
- De gemiddelde concentratie koolmonoxide bedroeg 1.698, omgerekend 2.142 mg/m<sub>o</sub><sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>.

Tijdens de meetperiode tussen 11:30 en 15:30 is een vrij regelmatig fluctuerende zuurstofconcentratie te zien in een bandbreedte tussen 11 en 17 %. Net voor en net na de meting wordt de zuurstofconcentratie nul.

Tijdens de meetperiode tussen 11:30 en 15:30 is een vrij regelmatig fluctuerende koolmonoxide concentratie te zien in een bandbreedte tussen 1.000 en 2.000 mg/m<sup>3</sup>.

Tijdens de meting zijn ongeveer negen piekemissies waar te nemen, met maxima van 8.000 tot > 10.000 mg/m<sup>3</sup>. Net voor en net na de meting bedraagt de koolmonoxideconcentratie ook meer dan 10.000 mg/m<sup>3</sup>.

Bij de toetsing die is uitgevoerd wordt op basis van de foto in het rapport er vanuit gegaan dat er sprake is van een "*Kachelofeneinsätze mit Flachfeuerung*" (er wordt steeds één blok hout op het rooster gelegd). Volgens bijlage 4 (Anlage 4) van de 1<sup>e</sup> BimSchV geldt voor dit type kachels die na 22 maart 2010 in bedrijf zijn genomen voor koolmonoxide een emissiegrenswaarde van 2,0 gr/m<sup>3</sup> en voor (totaal) stof 0,075 gr/m<sup>3</sup>. Voor dit type kachels die na 31 december 2014 in bedrijf zijn genomen geldt voor koolmonoxide een emissiegrenswaarde van 1,25 gr/m<sup>3</sup> en voor stof 0,040 gr/m<sup>3</sup>.

### **Conclusie**

Uit de metingen blijkt dat de kachel in Gouda zonder meetcorrectie niet kan voldoen aan de eisen voor totaal stof en CO voor nieuwe kachels uit de 1.BimSchV.

### **Meting Siebengewald (2)**

De meting in Siebengewald betreft een vrijstaande houtkachel, die is geplaatst onder een overkapping in de tuin. Volgens het rapport wordt de kachel gestookt ter verwarming van de hottub en het zwembad. De kachel wordt gestookt met eiken- en beukenhout van de gemeente. De meting is uitgevoerd op 20 juli 2012. De houtkachel is naar alle waarschijnlijkheid van een oudere datum. De rookgassen van de houtkachel worden via een pijp afgevoerd naar een hoogte van 5,6 meter boven het maaiveld.

In drievoud is gemeten: het debiet, totaal stof; fijnstof, koolmonoxide en geur.

Tijdens de individuele metingen is met een monitor het zuurstofpercentage vastgesteld. Er is geen grafiek van het verloop van deze concentratie opgenomen. De hoeveelheid verstoekt hout per tijdseenheid is niet opgegeven.

- Het gemiddelde rookgasdebiet bedroeg 427 m<sup>3</sup>/uur onder bedrijfsomstandigheden;
- De gemiddelde concentratie totaal stof bedroeg 113, omgerekend 81,9 mg/m<sub>o</sub><sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>;
- De gemiddelde concentratie PM<sub>2,5</sub> bedroeg 61,8, omgerekend 45,0 mg/m<sub>o</sub><sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>;
- De gemiddelde concentratie PM<sub>10</sub> bedroeg 64,4, omgerekend 47,1 mg/m<sub>o</sub><sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>;
- De gemiddelde concentratie koolmonoxide bedroeg 3.585, omgerekend 2.887 mg/m<sub>o</sub><sup>3</sup> bij 13% O<sub>2</sub>.

De gemiddelde gemeten geurconcentratie van de houtkachel bedraagt 6.505 OU<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. De geuremissie van de houtkachel bedraagt gemiddeld 1,0 MOU<sub>E</sub>/uur; in een bandbreedte van 0,3 tot 2,0 MOU<sub>E</sub>/uur.

In dit rapport heeft een toetsing plaats gevonden aan de 1<sup>e</sup> BimSchV. Hieruit bleek dat de kachel in Siebengewald zonder meetcorrectie niet kan voldoen aan de eisen voor nieuwe kachels uit de 1<sup>e</sup> BimSchV. Na meetcorrectie wordt wel voldaan aan de norm voor totaal stof. Omdat niet wordt voldaan aan de emissie-eis van 2.000 mg/m<sup>3</sup> CO bij 13% zuurstof wordt in het rapport geadviseerd om nader onderzoek te doen in hoeverre voor geur voldaan kan worden aan een aanvaardbaar hinderniveau. Over de gemeten geurvracht wordt geen uitspraak gedaan.

### **Conclusie**

Uit metingen bleek dat de kachel in Siebengewald zonder meetcorrectie niet kan voldoen aan de eisen voor nieuwe kachels uit de 1<sup>e</sup> BimSchV. Na meetcorrectie wordt wel voldaan aan de norm voor totaal stof. Vanwege de hoge concentratie CO werd nader onderzoek geadviseerd.

## 14.2 Vergelijking meetresultaten Blauw met voorlopig toetsingskader STAB

Het voorlopig toetsingskader van STAB met betrekking tot het criterium "Volledigheid verbranding" is in onderstaande tabel 14.1 samengevat. In tabel 14.2 en 14.3 worden de meetresultaten in Gouda en Siebengewald vergeleken met dit voorlopige toetsingskader.

Volledigheid verbranding	CO	PM <sub>10</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	BaP	Geur in ou/uur
Zeer goed	< 300	< 20	< 50	< 0,01	0,3 miljoen
Goed	300 – 1.000	20 - 40	50 - 80	0,01 – 0,05	1,2 miljoen
Voldoende	1.000 – 1.500	40 - 75	80 - 120	0,05 – 0,10	1,8 miljoen
Matig	1.500 – 4.500	75 - 100	120 - 185	0,10 – 0,15	3,6 miljoen
Slecht	4.500 – 10.000	100 - 150	185 – 1.000	0,15 - 0,30	8,4 miljoen
Zeer slecht	>10.000	> 150	> 1.000	> 0,30	20,5 miljoen

Tabel 14.1: Overzicht van emissieranges van relevante toxische stoffen bij verschillende verbrandingscondities afgezet tegen geurvrachten als gevolg van 1,8 kg/uur houtverbranding, alle concentraties in mg/Nm<sup>3</sup> en bij 13% O<sub>2</sub>

De ter beschikking gestelde meetwaarden zijn als volgt:

Volledigheid verbranding	CO	Fijn stof
CO: matig Fijn stof: voldoende	<b>2.142</b>	<b>58,8</b>

Tabel 14.2: Emissiemetingen bij woning te Gouda, BL2012.5959.01-V01, 9-1-2012

Volledigheid verbranding	CO	Fijn stof	Geur in ou/uur
CO: matig Fijn stof: voldoende	<b>2.887</b>	<b>47,1</b>	<b>1,0 miljoen</b>

Tabel 14.3: Emissiemetingen bij woning te Siebengewald, BL2012.6333.01-V02, 1-8--2012

### Nadere vergelijking toetsingskaders

Op grond van de emissiematrix is er, op basis van de meetresultaten voor CO en fijn stof, zowel in Gouda als in Siebengewald sprake van een matige tot voldoende verbranding. Matige verbranding op grond van de CO-emissie en voldoende verbranding op grond van de fijnstofemissie.

Wanneer getoetst wordt aan de emissiegrenswaarden voor CO uit bijlage 4 van de 1<sup>e</sup> BimSchV blijkt dat (zonder meetcorrectie) sprake is van een matige of misschien wel een slechte verbranding. Volgens de 1<sup>e</sup> BimSchV zijn de emissieconcentraties van koolmonoxide bij een goede verbranding namelijk lager dan 1.250 mg/m<sup>3</sup>. Ook de emissiematrix die in dit document is bepaald, geeft aan dat sprake is van een matige verbranding gezien de koolmonoxide emissie. De vergelijking tussen de emissiematrix en de 1<sup>e</sup> BimSchV levert ten aanzien van fijn stof wel een gradueel verschil. Op basis van de 1<sup>e</sup> BimSchV is er sprake van een goede verbranding terwijl de emissiematrix deze aanduidt als voldoende.

Een belangrijk verschil blijkt de geuremissie te zijn. De geurconcentratie van de houtkachel in Siebengewald bedraagt gemiddeld 6.506 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> met meetwaarden die uiteenlopen in concentraties van 12.811, 9.560 en 2.249 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. In combinatie met het rookgasdebiet van 152 m<sup>3</sup> per uur leidt dit tot een geurvracht van 1 miljoen ou<sub>E</sub> per uur. Op grond van de emissiematrix zou deze geuremissie overeenkomen met een zeer goede verbranding (hiervoor is gekeken naar de geurconcentraties in tabel 7.2). Gezien de CO- en stofemissie is dit echter niet het geval; zoals hiervoor geconstateerd is de verbranding matig tot voldoende.

Opgemerkt zij dat de houtkachel met een thermische vermogen van 24 kW meer capaciteit heeft dan de door ons beschouwde kachels (7,5 kW). Ook het rookgasdebiet van 152 m<sup>3</sup> per uur is ten opzichte van de door ons aangehouden 34 m<sup>3</sup> per uur fors hoger. Het is daardoor de vraag of deze houtkachel geschikt is als vergelijkingsmateriaal. Een en ander vormt voor ons wel aanleiding om te stellen dat er meer geuronderzoeken moeten worden betrokken voor het vaststellen van een definitieve emissiematrix, waarbij bij voorkeur tegelijkertijd CO en fijn stof emissies zijn gemeten. Ook van de zijde van TNO werd in de gesprekken die wij met hen hebben gevoerd, gewezen op het beperkte aantal geurgegevens die in dit document zijn gebruikt. Op dit moment zijn er inderdaad in beperkte mate geurgegevens; van de beschikbare gegevens hebben wij gebruik gemaakt.



### 14.3 Uitspraak Rechtbank Oost-Brabant van juli 2019

STAB heeft het onderzoek in eerste instantie uitgevoerd op verzoek van de Rechtbank Oost-Brabant, in het kader van een geschil over handhaving bij een houtkachel te Helmond. Inmiddels is uitspraak gedaan in deze casus. Samengevat luidt de uitspraak ([ECLI:NL:RBOBR:2019:4055](#), [Rechtbank Oost-Brabant; 12 juli 2019, zaaknummer SHE 18/596](#)):

Eisers en de derde-partij wonen in dezelfde straat in Helmond. De voortuin van de woning van eisers grenst aan het voetpad naast de woning van de derde-partij. De woning van eisers ligt ongeveer 8 meter van de woning van de derde-partij. De woning van de derde-partij heeft een aanbouw op de begane grond. Hierin is een houtkachel aanwezig. Op het platte dak van de aanbouw staat de afvoerpijp. Deze schoorsteen steekt ongeveer 1.70 meter hoog boven het platte dak uit. Eisers hebben verweerder in een brief verteld over de hinder van de houtkachel van de derde-partij. Zij verzoeken verweerder op te treden tegen deze overlast op grond van artikel 7.22 van het Bouwbesluit. Ambtenaren van de gemeente Helmond hebben in totaal 22 keer de locatie bezocht. Zij hebben bekeken of er sprake is van hinder en of er een overtreding is van het Bouwbesluit. In het besluit van 17 mei 2017 heeft verweerder besloten om niet op te treden. Bij dat besluit zit een overzicht van de bevindingen van de gemeenteambtenaren. In de meeste gevallen hebben zij geen rook of geur gezien. Een enkele keer is er wel rook zichtbaar geweest.

Volgens verweerder voldoet de houtkachel van de derde-partij aan de technische eisen in afdeling 3.8 van het Bouwbesluit voor de afvoer van rookgas afkomstig van verbrandingstoestellen in de woning. Uit de visuele inspecties blijkt dat er verder geen landelijke of gemeentelijke regels worden overtreden, zodat er geen bevoegdheid tot handhaving is. Verweerder wijst er daarbij op dat in Nederland geen regels gelden voor het gebruik van houtkachels.

Volgens eisers kan verweerder optreden op grond van artikel 7.22 van het Bouwbesluit tegen overlast door het stoken van hout en kan verweerder het verzoek niet afwijzen door alleen te verwijzen naar afdeling 3.8 van het Bouwbesluit. Eisers zijn van mening dat de Beleidsregel Geurhinder Industriële bedrijven Helmond voor geurhinder van bedrijven ook kan worden toegepast. Volgens eisers is er sprake van geurhinder. Die geurhinder kan worden berekend. Dat is gebeurd in het rapport van Buro Blauw. Volgens eisers is zelfs onder de meest gunstige omstandigheden - juist stookgedrag in een kachel met afvoer die voldoet aan de eisen in het Bouwbesluit - sprake van overschrijding van landelijke en gemeentelijke geurnormen.

De rechtbank vindt dat verweerder in het bestreden besluit niet volledig genoeg is geweest. Verweerder onderzoekt in dat besluit een mogelijke overtreding van afdeling 3.8 van het Bouwbesluit, maar had ook een antwoord moeten geven op de vraag of artikel 7.22 van het Bouwbesluit is overtreden. Het argument van verweerder dat er geen landelijke regels gelden of landelijke richtlijnen voor het gebruik van houtkachels is ook niet

voldoende. Ook bij het ontbreken van deze regels of richtlijnen geldt artikel 7.22 van het Bouwbesluit nog steeds en zal verweerder dus een antwoord moeten geven op de vraag of het gebruik van een houtkachel tot hinder leidt. Verweerder heeft volgens de Rechtbank geen duidelijke conclusies getrokken uit de 22 uitgevoerde inspecties. Verweerder heeft aangegeven dat de gemeente de beoordelingsruimte over hinder zelf wenst in te vullen en zelf kan bepalen of beleid moet worden gemaakt. Verweerder heeft inderdaad beoordelingsruimte bij het bepalen van de aanvaardbaarheid van de hinder. Hij mag beleid vaststellen maar hoeft dit niet te doen. Verweerder heeft deze beoordelingsruimte echter in dit geval niet gebruikt. Ook zonder beleid te maken en zonder landelijke richtlijnen had verweerder kunnen bepalen in welke gevallen er volgens hem (in ieder geval) sprake zou kunnen zijn van hinder. Dat heeft hij niet gedaan. Het bestreden besluit wordt daarom vernietigd.

Voorstel van de Rechtbank is om de voorgestelde systematiek van STAB te volgen, eerst voorlichten (de zachte aanpak), dan beoordelen ter plaatse (de harde aanpak), en dan berekenen. De rechtbank neemt de methodes van STAB echter niet zomaar over. Niet alle beoordelingscriteria bij de harde aanpak van STAB zijn volgens de rechtbank werkbaar. Bovendien moet nog meer onderzoek worden gedaan naar de geurimmissienorm van STAB. Als de methodes en de geurimmissienorm van STAB verder worden uitgewerkt, zou een gemeente dit kunnen gebruiken om overlast van houtkachels beter te beoordelen.

Uit de uitspraak kan opgemaakt worden dat de systematiek van STAB, onder voorwaarden, bruikbaar is voor de beoordeling van de hinderlijkheid van emissie van houtstook bij particulieren. Zoals reeds in dit kennisdocument genoemd, is extra onderzoek nodig om de voorgestelde geurimmissienormen te kunnen gebruiken voor de beoordeling van overlast door houtkachels. De emissiewaarden zijn inmiddels in de emissiematrix in dit kennisdocument verder uitgewerkt.

## 14.4 Cumulatie door meerdere houtstokers

In het kader van het valideren van de voorgestelde emissiematrix en het bepalen van de invloed van cumulatie bij meerdere houtkachels, heeft STAB enkele indicatieve berekeningen uitgevoerd in STACKS (Geomilieu V4.50 STACKS-G) en in V-Stacks. Daarbij is uitgegaan van een willekeurige stedelijke woonomgeving met diverse woonblokken in de nabijheid van een emissiepunt. Berekeningen zijn uitgevoerd voor de rekenperiode 1995-2004, waarbij is uitgegaan van een dagelijkse stookperiode tussen 19.00 en 22.00 uur, 7 dagen in de week in de maanden november tot en met maart. Vanwege de stedelijke omgeving is uitgegaan van een ruwheid van 0,95m. Uitgegaan is van de onderstaande geuremissie per bron.

Volledigheid verbranding	CO	Geur in ou/uur	Geur in ou/s
Zeer goed	< 300	0,3 miljoen	83
Goed	300 – 1.000	1,2 miljoen	333
Voldoende	1.000 – 1.500	1,8 miljoen	500
Matig	1.500 – 4.500	3,6 miljoen	1.000
Slecht	4.500 - 10.000	8,4 miljoen	2.333
Zeer slecht	>10.000	20,5 miljoen	5.694

Tabel 14.4: Overzicht emissiewaarden geur voor indicatieve berekeningen

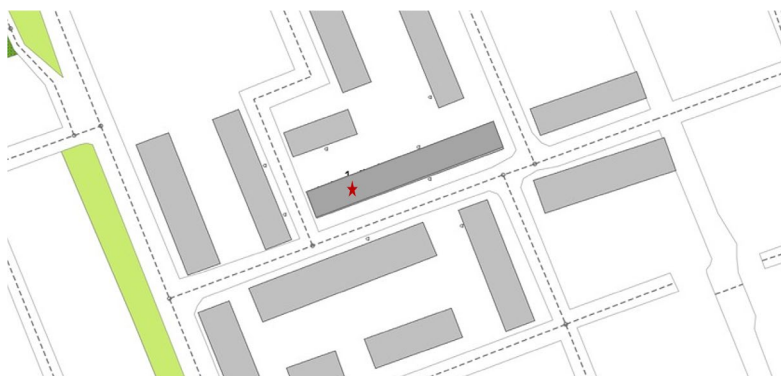
Er zijn berekeningen uitgevoerd voor de in de emissiematrix aangehouden stookcondities zeer goed, goed, voldoende, matig, slecht en zeer slecht. Berekend zijn de 98- en 99,9 percentielen op een aantal toetspunten op 1,5 meter hoogte voor de gevels van nabijgelegen woningen. Alle rekenuitkomsten zijn in bijlage 2 opgenomen.

Afbeelding 14.1 toont de schoorstenen en het gevelaanzicht van het type woningen die in het rekenmodel zijn opgenomen. Deze schoorstenen zijn als bronnen van houtrookemissie ingevoerd.




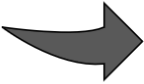






Afbeelding 14.1: Gevelaanzicht woningen in model indicatieve berekeningen STACKS-G (bron Google-maps)

In afbeelding 14.2 is de situatie met één bron weergegeven waarbij de locatie van de schoorsteen is aangegeven met een rood sterretje. De bron ligt op circa 30 meter afstand van het toetspunt 1 en 2 in hetzelfde bouwblok. De andere gebruikte toetspunten liggen op een representatieve afstand van circa 18 tot 45 afstand van de schoorsteen.



Afbeelding 14.2: Rekenmodel indicatieve berekeningen STACKS-G met 1 houtkachel als bron

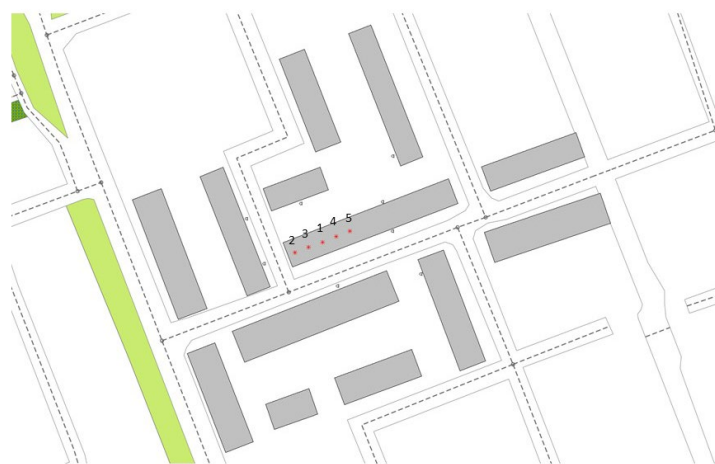
De berekeningsresultaten zijn in de volgende afbeelding met behulp van icoontjes en kleuren verbeeld. Per onderzochte situatie is van de houtkachel aangegeven hoe goed de verbranding verloopt, de geur verspreidt zich in de omgeving en wordt bij de geurbelaste woningen waargenomen. Dit is in de twee rechter kolommen uitgedrukt in een immissieconcentratie die is gekoppeld aan een percentielwaarde. Groen houdt in dat de richtwaarde wordt onderschreden, oranje betekent dat de richtwaarde (0,5) wordt overschreden, maar dat de grenswaarde (1,0) wordt onderschreden. Rood tot slot houdt in dat de grenswaarde (en dus ook de richtwaarde) wordt overschreden.

Houtkachel met verbrandingskwaliteit	Verspreiding	Hoogste geurimmissie bij belaste woningen in ou/m <sup>3</sup>	
		98-P	99,9-P
		<b>98-P</b>	<b>99,9-P</b>
 Zeer goed		<b>0</b>	<b>0</b>
 Goed		<b>0,23</b>	<b>1,21</b>
 Voldoende		<b>0,34</b>	<b>1,82</b>
 Matig		<b>0,45</b>	<b>2,42</b>
 Slecht		<b>1,58</b>	<b>8,48</b>
 Zeer slecht		<b>3,86</b>	<b>20,71</b>

Afbeelding 14.3: Verbeelding van de verbrandingskwaliteit van haardhout in één houtkachel waarvan de emissie leidt tot een bepaalde immissie ter plaatse van de woning met de hoogste geurbelasting.

Te zien is dat bij zeer goede tot en met voldoende kwaliteit van verbranding er geen normoverschrijding optreedt in de gemodelleerde situatie. Bij een matige verbrandingskwaliteit wordt de richtwaarde voor de piekimmissie overschreden. Indien sprake is van slechte verbrandingskwaliteit, worden de overschrijdingen steeds groter.











































Het volgende rekenscenario is dat er vijf bronnen in lijn staan waarbij er dus 5 burens naast elkaar hout stoken.



Rekenmodel met 5 schoorstenen op een rij

Afbeelding 14.4: Rekenmodel indicatieve berekeningen STACKS-G met 5 houtkachels op één lijn

Door de lijnopstelling zal er cumulatie van geur op gaan treden doordat bij één windrichting (hier uit het zuidwesten) de bijdragen per bron bij elkaar worden opgeteld. Deze vorm van cumulatie ontstaat dus door opstapeling van concentraties door bronbijdragen. De uitkomst van deze emissiesituatie is dat bij 5 bronnen met een zeer goede, en met een goede verbranding (net) geen overschrijding van de richtwaarde van  $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  voor het 98 percentiel optreedt. Bij een voldoende, matige, slechte en zeer slechte verbranding vindt bij enkele toetspunten wel een overschrijding van de toetswaarde voor het 98 percentiel plaats. Verder geldt dat alleen bij een zeer goede verbranding geen overschrijding van de toetswaarde van  $2,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  voor het 99,9 percentiel optreedt. Zelfs bij een goede verbranding en dus ook bij voldoende, matige, slecht en zeer slechte verbranding, vindt bij alle toetspunten een overschrijding van de richtwaarde voor het 99,9 percentiel plaats. Bij een matige, slechte en zeer slechte verbranding is deze overschrijding zelfs zeer fors. Hier wordt ook de voorgestelde grenswaarde van  $4,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  voor het 99,9 percentiel overal ruim overschreden. In de volgende afbeelding is dit met behulp van icoontjes en kleuren verbeeld. Behalve dat er nu meer kachels in werking zijn, zijn er ook meer immissiepunten beschouwd. Niet alleen de hoogst belaste woning is meegenomen, maar ook de andere toetsingspunten (in totaal 8) zijn in het resultaat verwerkt. Dit is gedaan door middel van een cirkel. Als bijvoorbeeld 4 van de 8 woningen hoger worden belast dan de richtwaarde is de helft van de cirkel oranje gekleurd. Wanneer de 4 overige woningen hoger worden belast dan de grenswaarde, is de ander helft van de cirkel in rood aangegeven. In afbeelding 14.5 is dit verbeeld.

Aantal gelijktijdig gestookte houtkachels met hun positie					Verspreiding	Geurimmissie bij belaste woning	
2	3	1	4	5		98-P	99,9-P
					→		
Op 50 m.	Op 40 m.	Op 30 m.	Op 20 m.	Op 10 m.			
							
							
							
							
							

Afbeelding 14.5: Verbeelding van de verbrandingskwaliteit van haardhout in 5 houtkachels in één lijn waarvan de emissies leiden tot een bepaalde immissie ter plaatse van omliggende woningen.
















































Een tweede vorm van cumulatie die is beschouwd is de situatie waarbij 5 houtkachels niet in één lijn maar verspreid in de omgeving liggen. Hier treedt de cumulatie op doordat de verschillende bronbijdragen op verschillende tijdstippen optreden. Hier gaat het dus om cumulatie in tijd, dus als gevolg van langere blootstelling. Bijvoorbeeld kachel 1 belast een woning bij zuidwestelijke wind, kachel 5 bij zuidoostelijke wind, enzovoort.



Rekenmodel met 5 schoorstenen verspreid

Afbeelding 14.6: Rekenmodel indicatieve berekeningen STACKS-G met 5 houtkachels verspreid

De rekenresultaten zijn op analoge wijze als voor de lijnopstelling hieronder in onderstaande afbeelding 14.7.

Aantal gelijktijdig gestookte houtkachels met hun positie					Verspreiding	Geurimmissie bij belaste woning	
2	3	1	4	5		98-P	99,9-P
					→		
Op 50 m.	Op 40 m.	Op 30 m.	Op 20 m.	Op 10 m.			
							
							
							
							
							
							

Afbeelding 14.7: Verbeelding van de verbrandingskwaliteit van haardhout in 5 verspreid opgestelde houtkachels waarvan de emissies leiden tot een bepaalde immissie ter plaatse van omliggende woningen.

De immissies zijn weliswaar lager, maar door de langere blootstellingstijd worden wel meer woningen getroffen door een overschrijding van de richt- en grenswaarde.

### Zijn de richt- en grenswaarde geur bruikbaar?

Uit de indicatieve berekeningen, op basis van geuremissies uit de door STAB voorgestelde emissiematrix, uitgevoerd in STACKS, komt naar voren dat de in hoofdstuk 7 van dit kennisdocument voorgestelde immissienormen (strengste immissieconcentratie van 0,5 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 98 percentiel in combinatie met een piekwaarde van 2,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 99,9 percentiel en hoogst toelaatbare immissieconcentratie van 1,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 98 percentiel in combinatie met een piekwaarde van 4,0 ou<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> als 99,9 percentiel) realistisch zijn. De normen worden niet te snel overschreden zodat ze niet te streng zijn voor dit doel. Anderzijds treedt overschrijding op in situaties die gevoelsmatig overeenkomen met een ongewenste situatie. Bij lichte overschrijdingen kunnen verbeteringen worden doorgevoerd om alsnog onder de norm te geraken. Bij zwaardere overschrijdingen kan hard gemaakt worden dat de situatie ontoelaatbaar is en dat sanering noodzakelijk is.

Er dient wel in acht genomen te worden dat de berekeningen op theoretische gronden berusten en er is uitgegaan van het stoken van maximaal 3 uur per dag gedurende 6 (winter)maanden. De uitgevoerde berekeningen geven, ondanks alle aannames en onzekerheden, aan dat bij het stoken onder (zeer) goede verbranding de voorgestelde immissienormen haalbaar zijn. Ook bij meerdere bronnen die (zeer) goed gestookt worden, lijken de normen haalbaar. Bij meerdere bronnen en minder goede verbrandingscondities kunnen situaties optreden waarbij de voorgestelde richtwaarden overschreden gaan worden. De door STAB voorgestelde geurimmissies zijn dus realistisch genoeg om als richt- en grenswaarden te gebruiken met het oog op het vaststellen van objectiveerbare geurhinder.

## 14.5 Schone Lucht Akkoord

Emissies vanwege houtstook zullen meegenomen gaan worden in het zogenaamde Schone Lucht Akkoord. Minister Wiebes heeft op vragen van de Tweede kamer geantwoord dat maatregelen om emissies van houtstook te beperken om negatieve gezondheidseffecten te verminderen, opgenomen zullen worden in het Schone Luchtakkoord. Geplande Rijksmaatregelen zijn:

- Ondersteuning handhavers met een meetmethode, die door TNO in opdracht van het Ministerie I&W is ontwikkeld;
- Kennisdeling met gemeenten en burgers;
- Klachten die binnenkomen via de Stookwijzer worden doorgestuurd naar gemeenten;
- Onderzoeken mogelijkheden voor invoering van verplichte koolstofmonoxidekeuring vanaf 2020;
- Bezien of Europese emissie-eisen aan kachels versneld kunnen worden ingevoerd;
- Subsidie op pelletkachels uiterlijk per 1 januari 2020 afschaffen;
- Stookalert invoeren voor dagen met ongunstig weer;
- Onderzoek doen naar een verplichting voor schoorsteenvegen;
- Onderzoek naar mogelijkheden om uitbreiding van particuliere en kleinschalige inzet van biomassa te voorkomen;
- Onderzoeken hoe houtstookvrije wijken kunnen worden gerealiseerd;
- In Benelux-verband bekijken wat de mogelijkheden zijn voor verdere aanscherping van de eisen uit de Ecodesign-richtlijn.



## 14.6 Voorstel CO-metingen en temperatuurmetingen rookgassen

Door het eenvoudig meten van de temperatuur van de rookgassen bij de rookgasafvoer en het meten van de CO-concentratie van de rookgassen bij de uitmonding van de schoorsteen van de stoker (bijvoorbeeld met een eenvoudige CO-meter die is bevestigd aan een meethengel) kan met behulp van de emissiematrix uit dit kennisdocument bepaald worden hoe volledig de verbranding op dat moment is en in welke emissierange de houtverbranding zich op dat moment bevindt. Leveranciers van meetapparatuur zijn onder andere Afriso, Brigon, Draeger, Flir en Testo. Met de meeste meters kan tevens het zuurstofgehalte worden gemeten. Dit geeft inzicht in de verbrandingsconditie en daarnaast is het zuurstofgehalte van belang om te kunnen omrekenen naar het referentie zuurstofgehalte (13% O<sub>2</sub>).

Volgens Buro Blauw is het detectieniveau bij CO-metingen behoorlijk hoog. Daardoor zijn alleen metingen dicht bij de bron mogelijk. Voordeel is wel dat CO-meters niet al te duur zijn en eenvoudig aangeschaft kunnen worden.



Afbeelding 14.8: Voorbeeld van eenvoudige CO-meters (Brigon 530 tot 2.000 ppm en Brigon 505+ kortstondig tot 10.000 ppm)

Bij het gebruik van V-Stacks is de temperatuur van de verbrandingsgassen in feite niet van belang omdat het programma dit gegeven niet gebruikt. Dit is overigens geen gemis omdat in het kennisdocument is aangegeven dat de warmte-inhoud van de rookgassen verwaarloosbaar klein is. De rookgastemperatuur behoeft derhalve niet noodzakelijkerwijs te worden vastgesteld, maar is uit oogpunt van volledigheid wel wenselijk. De meting kan betrekkelijk eenvoudig worden uitgevoerd.

De rookgastemperatuur na de kachel kan worden gemeten met een eenvoudige aan de kachelpijp te bevestigen (magnetische) thermometer. Een magnetische thermometer heeft lage kosten en kan bij een enkelwandige rookgasafvoer van de houtkachel eenvoudig in het zicht geplaatst worden. Aan de hand van de (indicatieve) temperatuur kan de stoker indicatief zien of er te koud, met optimale verbrandingstemperatuur of te heet gestookt wordt.



*Afbeelding 14.9: Voorbeeld van een eenvoudige magnetische temperatuurmeter*

## 15 Eindconclusie van dit kennisdocument en aanbevelingen

In dit kennisdocument is op basis van uiteenlopende bronnen en vanuit verschillende invalshoeken de houtstook bij particulieren besproken, met als doel hiervoor een normering en een controlemethode te ontwikkelen om gezondheidsschade en hinder te voorkomen. Een eerste versie van dit Kennisdocument "Gezondheids- en hindereffecten door houtkachels van particulieren" van februari 2019, is rondgestuurd naar partijen die zijn betrokken bij de rechtszaak dienend bij de rechtbank Oost-Brabant over de hinder van een houtkachel te Helmond. Deze partijen hebben gereageerd op het kennisdocument. Uit hun reacties kwam naar voren dat het document waardevolle voorstellen doet met betrekking tot de bepaling van situaties waarbij sprake is van extreme overlast. Tevens zijn er diverse kanttekeningen bij het kennisdocument geplaatst en zijn diverse aanbevelingen ter verbetering gedaan. Ook de Rechtbank Oost-Brabant heeft in haar uitspraak diverse opmerkingen over het destijds verstuurd kennisdocument gemaakt. Ook wordt aanbevolen meer onderzoek te doen naar de geurimmissienorm van de STAB. Wij hebben, gezien de grote hoeveelheid en de variatie in opmerkingen, niet alle aanbevelingen in dit kennisdocument overgenomen.

### **Concrete actiepunten**

Uit hoofdstuk 5 van dit document volgt dat in ieder geval een goed stookgedrag moet worden gerealiseerd.

Acties die door een gemeente kunnen worden uitgevoerd, zijn onder te verdelen in een kwalitatieve en een kwantitatieve methode. Hierbij bestaat de kwalitatieve methode uit een "zachte aanpak" die zo nodig gevolgd kan worden door een "harde aanpak". Deze methoden zijn beschreven in hoofdstuk 10 en uitgewerkt in hoofdstuk 12. Indien de hindersituatie zich ondanks goede voorlichting en praktische en controleerbare aanpassingen blijft voordoen, kan geopteerd worden voor de kwantitatieve methode, zie hierna.

### **Handhaving op basis van normering**

In de eerste versie van dit kennisdocument is een emissiematrix samengesteld waarin is aangegeven bij welke emissieniveaus sprake is van zeer goede, goede, matige, slechte en zeer slechte houtverbranding. De emissies van CO, fijn stof, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, BaP en geur zijn daarvoor bruikbare indicatoren. Omdat meting van al deze stoffen gecompliceerd en daardoor kostbaar is, is nagegaan welke van de genoemde componenten kritisch is, dat wil zeggen welke stof is maatgevend ten opzichte van de overige stoffen. Gebleken is dat geur hiervoor in aanmerking komt bij een blootstelling van 0,5 odourunit per m<sup>3</sup> als 98 percentiel. Bovendien kan door omwonenden zelf al indicatief vastgesteld worden in welke omvang geur zich manifesteert; voor de andere stoffen is dat niet het geval. Naar aanleiding van de uitspraak van de rechtbank Oost-Brabant is in dit document uitgebreider

onderzoek gedaan naar een geurimmissieconcentratie waarmee de overlast door houtkachels kan worden beoordeeld. Dit is in hoofdstuk 7 uitgewerkt door geurbeleid van meerdere provincies uit te werken op houtrook en daarnaast de GES methode daarop los te laten. Dit heeft er toe geleid dat een keuze kan worden gemaakt tussen een strenge en een soepele toetsingswaarde wat betreft de toelaatbare geurimmissie.

- De strenge richtwaarde bestaat uit een geurconcentratie van  $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 98 percentiel (maximaal 175 uren per jaar) in combinatie met een piekwaarde van  $2,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 99,9 percentiel (8,8 uren per jaar). Met deze waarde wordt tevens bescherming geboden tegen gezondheidsschade.
- De soepelere grenswaarde bestaat uit een hoogst toelaatbare geurconcentratie van  $1,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 98 percentiel in combinatie met een piekwaarde van  $4,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 99,9 percentiel.

Vastgesteld is om voor verspreidingsberekeningen gebruik te maken van het NNM (nieuw nationaal model). Validatie van voornoemde immissiewaarden met dit model geeft aan dat de niveaus realistisch zijn en kunnen dienen als beoordelingskader. Hiertoe zou de toelaatbaar geachte geurblootstelling in  $\text{ou}_E/\text{m}^3$  per percentiel kunnen worden vastgelegd in een APV (algemene plaatselijke verordening) en in de toekomst in een omgevingsplan. Als het op deze wijze is vastgelegd (geformaliseerd), heeft de geurconcentratie de status van een grenswaarde.

In het geval dat dit niet mogelijk of haalbaar is, kan het vrij verkrijgbare en relatief eenvoudig te gebruiken V-Stacks (rekenmodel voor de veehouderij) worden gebruikt, met de beperking dat louter getoetst kan worden aan een geurimmissie van  $0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  als 98 percentiel op leefniveau ter plaatse van de woning van omwonenden. De rekenuitkomst geldt vanwege de beperkingen van dit model als indicatief.

V-Stacks als berekeningsprogramma voor de bepaling van de geurimmissie zal zeker niet in alle mogelijke gevallen toepasbaar zijn. Complexe rekenprogramma's vereisen echter bijzondere expertise, die de gemiddelde toezichthouder niet heeft. Er zijn inlichtingen ingewonnen om te bekijken of het relatief eenvoudige verspreidingsmodel V-Stacks omgebouwd kan worden naar een eenvoudig te gebruiken verspreidingsmodel specifiek voor de houtstook van particulieren. Dit blijkt mogelijk te zijn.

De benodigde invoergegevens voor de berekeningen kunnen worden verzameld door:

- deze ter plaatse vast te stellen,
- af te lezen uit bouwtekeningen,
- gebruik te maken van de emissiematrix uit dit document.

Voor een goed inzicht dient de wijze van verbranding zo goed als mogelijk in te worden geschat. Dit kan ruwweg op basis van de kleur van de rook en de vochtigheid van het hardhout. Preciezer kan dit door (zelf) de CO-emissie te meten samen met het O<sub>2</sub>-gehalte in het rookgas (om te kunnen rekenen naar 13% O<sub>2</sub>) of door de geuremissie te laten meten door een geaccrediteerd onderzoeksbureau.

## **Aanbevelingen**

Aanbevelingen in dit Kennisdocument zijn:

- Hanteren van een maximaal vochtgehalte van het te verstoken hout van 15% als afgelezen waarde op een vochtmeter;
- Stoken van hout dat voldoende droog is voor een goede verbranding (minimaal 2 jaar gedroogd; bij gekloofd hout kan deze termijn korter);
- Hanteren van de 10 stooktips uit de Toolkit Houtstook;
- Zorgen voor voldoende ventilatie in de ruimte waar gestookt wordt;
- Uitlaat schoorsteen minimaal 0,5 meter boven nokhoogte;
- Eisen stellen aan installatie en onderhoud van houtkachels van particulieren; minstens éénmaal per jaar de schoorsteen laten vegen;
- Promoten aangepaste regenkappen om verminderde trek te voorkomen;
- Bij hindersituaties kijken naar de mogelijkheid van het toepassen van mitigerende maatregelen;
- Geur hanteren als maatstaf voor de bepaling van hinder door houtstook;
- Indien mogelijk geurmetingen uitvoeren (ook bij goed werkende kachels);
- Indien geurmetingen niet mogelijk, indicatieve metingen doen (bijvoorbeeld CO-metingen);
- Meten temperatuur rookgassen met magnetische temperatuurmeter op de rookgasafvoer van de houtkachel;
- Rekening houden met cumulatie bij meerdere houtkachels die bij elkaar in de buurt liggen;
- Toepassen handhavingssystematiek op basis van kwalitatieve methode "zachte aanpak", zo nodig daarna met kwalitatieve methode "harde aanpak" en eventueel daarna kwantitatieve methode (bijvoorbeeld berekeningen met V-Stacks);
- Handhavend optreden indien de resultaten van metingen en/of berekeningen uitkomen in de categorie matig, slecht of zeer slecht.

## Bijlagen

- Bijlage 1: De 10 stooktips uit de Toolkit Houtstook
- Bijlage 2: Rekenuitkomsten van de STACKS berekeningen

## Bijlage 1: De 10 stooktips uit de Toolkit Houtstook

1. Zorg voor de juiste grootte van uw kachel in verhouding tot de ruimte die u wilt verwarmen. In veel gevallen heeft een kachel een te grote capaciteit. Het wordt dan al snel te warm tijdens het stoken, waardoor u het vuur gaat temperen (smoren). Hierdoor komen er veel meer schadelijke stoffen vrij omdat sprake is van onvolledige verbranding. 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 een specialist in te schakelen hiervoor. Deze specialist kan uw situatie als geheel beoordelen en u adviseren.
2. Laat uw schoorsteen en rookkanaal goed afstemmen op uw haard of kachel. Met een goed afgestemde en geïsoleerde schoorsteen en rookkanaal worden de rookgassen op de juiste manier afgevoerd. Dit is belangrijk voor uw eigen gezondheid en voor het voorkomen van schoorsteenbranden. Laat een installateur bepalen of uw schoorsteen en rookkanaal geschikt is. Een rookkanaal dat te laag is, of dicht in de buurt van omliggende panden is aangebracht, kan een oorzaak zijn van overlast omdat de houtrook zich niet goed kan verspreiden. Ook een regenkap op het rookkanaal kan de uitstroom van de rookgassen belemmeren een reden zijn voor een slechte verspreiding.
3. Laat minstens één keer paar jaar uw schoorsteen vegen door een erkend vakman. Regelmatig uw schoorsteen laten vegen voorkomt problemen.
4. Maak een houtvuur aan met aanmaakblokjes en kleine houtjes. Het vuur aanmaken met vloeibare stoffen is uit den boze. Een goede methode is beginnen dik hout op de as, daarop losse houtjes en aanmaakblokjes en steek dit aan. Volg de vulinstructies van de kachelleverancier of fabrikant. Stapel het hout losjes, zodat de lucht er goed bij kan.
5. Stook alleen droog, onbehandeld hout. Alleen gekloofd hout, dat minimaal twee jaar buiten onder een afdak te drogen heeft gelegen en niet te dik is (max. 7 cm), is geschikt voor uw open haard of houtkachel. U herkent droog hout aan scheuren en loszittende schors. Het stoken van nat hout zorgt voor onvolledige verbranding. Bovendien geeft nat hout veel minder warmte af en leidt het stoken van nat hout eerder tot roetaanslag en schoorsteenbranden. Stook geen hout dat geverfd, gebeitst of geïmpregneerd is. Ook sloophout, multiplex en spaanplaat zijn niet geschikt. Hierbij kunnen (zeer) schadelijke stoffen, zoals chloorverbindingen, PAK's en zware metalen vrijkomen.


6. Stook niet bij windstil of mistig weer. Door gebrek aan wind of bij mist blijven rookgassen om het huis hangen. Dit is schadelijk voor uw gezondheid en voor die van uw burens. Een windkracht van minder dan 2 op de schaal van Beaufort wordt beschouwd als windstil weer.
7. Zorg voor voldoende frisse lucht in de ruimte waar gestookt wordt. Bij het stoken komen schadelijke stoffen vrij. Bovendien verbruikt een open haard veel lucht. Een houtkachel verbruikt veel minder lucht dan een open haard. Ventileer de woning voortdurend door een raam of deur op een kier te zetten tijdens het stoken.
8. Zorg voor volledige luchttoevoer. Zet de uitlaatklep naar de schoorsteen volledig open als u begint met stoken. Goede houtkachels zijn voorzien van regelbare kleppen, waarmee de luchttoevoer kan worden geregeld. Zet ook deze kleppen volledig open tijdens het stoken. Als het vuur te heet wordt, kunt u minder brandstof toevoegen. Verminder dan niet de luchttoevoer. Deze omstandigheden zijn met een open haard niet te realiseren.
9. Controleer regelmatig of u goed stookt. U kunt eenvoudig zelf controleren of u goed stookt. Loop even naar buiten om de kleur van de rook uit uw schoorsteen te controleren. Kleurloze rook wijst op een goede verbranding. Gekleurde rook (wit, grijs, zwart, blauw) duidt er op dat de verbranding slecht is. De vlam in de houtkachel moet heldergeel zijn en niet flakkeren. Een oranje, onregelmatige vlam duidt op een niet volledige verbranding. Verbeter bij donkere rook of oranje vlammen de luchttoevoer.
10. Laat een houtvuur vanzelf uitbranden. Als u een houtvuur tempert door de luchttoevoer te verminderen, komen veel schadelijke stoffen vrij. Laat het vuur daarom vanzelf uitbranden.




## Bijlage 2: Rekenuitkomsten van de STACKS berekeningen

Uitsluitingsniveau	Omschrijving	Bronnen	98 percentiel	99,9 percentiel	98 percentiel	99,9 percentiel	98 percentiel	99,9 percentiel
Zeer goede verbranding (83,33 OU/s)	Onschrijving	1	0	0	0,19	1,15	0,09	0,36
	Immissiepunt 1	5 op een rij	0	0	0,19	1,15	0,09	0,36
	Immissiepunt 2	5 op een rij	0	0	0	1,25	0,09	0,42
	Immissiepunt 3	5 op een rij	0	0	0	1,09	0,09	0,45
	Immissiepunt 4	5 op een rij	0	0	0	0,74	0,09	0,37
	Immissiepunt 5	5 op een rij	0	0	0	0,92	0,10	0,42
	Immissiepunt 6	5 op een rij	0	0	0,25	1,4	0,12	0,49
	Immissiepunt 7	5 op een rij	0	0	0,12	0,83	0,08	0,31
Goede verbranding (333,33 OU/s)	Onschrijving	1	0,13	1,01	0,77	4,61	0,41	1,72
	Immissiepunt 1	5 op een rij	0,13	1,01	0,77	4,61	0,41	1,72
	Immissiepunt 2	5 op een rij	0	1,02	0,01	4,99	0,38	1,82
	Immissiepunt 3	5 op een rij	0	1,02	0,01	4,37	0,37	2,15
	Immissiepunt 4	5 op een rij	0	0,58	0	2,97	0,38	1,63
	Immissiepunt 5	5 op een rij	0	0,77	0	3,67	0,45	2,24
	Immissiepunt 6	5 op een rij	0,23	1,21	1,02	5,58	0,49	2,57
	Immissiepunt 7	5 op een rij	0,04	0,71	0,50	3,32	0,35	1,49
Voldoende verbranding (500,00 OU/s)	Onschrijving	1	0	0,67	0	3,03	0,26	1,77
	Immissiepunt 1	5 op een rij	0	0,67	0	3,03	0,26	1,77
	Immissiepunt 2	5 op een rij	0	1,52	1,16	6,91	0,55	2,13
	Immissiepunt 3	5 op een rij	0	1,53	0,00	7,48	0,56	2,51
	Immissiepunt 4	5 op een rij	0	1,52	0,01	6,56	0,55	2,73
	Immissiepunt 5	5 op een rij	0	0,87	0,00	4,46	0,54	2,22
	Immissiepunt 6	5 op een rij	0,34	1,82	1,52	8,38	0,61	2,54
	Immissiepunt 7	5 op een rij	0,06	1,06	0,74	4,99	0,70	2,93
Immissiepunt 8	5 op een rij	0	1,00	0,00	4,55	0,46	1,83	
Immissiepunt 8	5 op een rij	0	1,00	0,00	4,55	0,38	2,34	

		98 percentiel	99,9 percentiel	Bronnen	98 percentiel	99,9 percentiel	Bronnen	98 percentiel	99,9 percentiel	Bronnen
<b>Matige verbranding (1000,00 OU/s)</b>	Omschrijving									
	Immissiepunt 1	1	0,38	3,05	5 op een rij	2,33	13,83	5 rondom	1,10	4,28
	Immissiepunt 2	1	0,00	3,06	5 op een rij	0,00	14,96	5 rondom	1,13	5,01
	Immissiepunt 3	1	0,00	3,05	5 op een rij	0,02	13,11	5 rondom	1,10	5,45
	Immissiepunt 4	1	0,00	1,74	5 op een rij	0,00	8,93	5 rondom	1,08	4,43
	Immissiepunt 5	1	0,00	2,30	5 op een rij	0,03	11,00	5 rondom	1,23	5,09
	Immissiepunt 6	1	0,68	3,63	5 op een rij	3,05	16,76	5 rondom	1,41	5,87
	Immissiepunt 7	1	0,12	2,13	5 op een rij	1,49	9,98	5 rondom	0,93	3,66
Immissiepunt 8	1	0,00	2,01	5 op een rij	0,00	9,11	5 rondom	0,77	4,68	
<b>Slechte verbranding (2333,33 OU/s)</b>	Omschrijving									
	Immissiepunt 1	1	0,88	7,10	5 op een rij	5,41	32,26	5 rondom	2,57	9,96
	Immissiepunt 2	1	0	7,15	5 op een rij	0	34,91	5 rondom	2,64	11,70
	Immissiepunt 3	1	0,01	7,11	5 op een rij	0,04	30,61	5 rondom	2,57	12,72
	Immissiepunt 4	1	0	4,07	5 op een rij	0	20,82	5 rondom	2,52	10,34
	Immissiepunt 5	1	0	5,37	5 op een rij	0,06	25,67	5 rondom	2,86	11,85
	Immissiepunt 6	1	1,58	8,48	5 op een rij	7,11	39,09	5 rondom	3,28	13,67
	Immissiepunt 7	1	0,27	4,97	5 op een rij	3,47	23,27	5 rondom	2,17	8,55
Immissiepunt 8	1	0	4,68	5 op een rij	0	21,23	5 rondom	1,77	10,92	
<b>Zeer lechte verbranding (5694,44 OU/s)</b>	Omschrijving									
	Immissiepunt 1	1	2,14	17,33	5 op een rij	13,2	78,72	5 rondom	6,27	24,31
	Immissiepunt 2	1	0	17,46	5 op een rij	0	85,2	5 rondom	6,43	28,56
	Immissiepunt 3	1	0,01	17,36	5 op een rij	0,11	74,69	5 rondom	6,27	31,04
	Immissiepunt 4	1	0	9,93	5 op een rij	0	50,8	5 rondom	6,16	25,24
	Immissiepunt 5	1	0	13,11	5 op een rij	0,14	62,64	5 rondom	6,98	28,93
	Immissiepunt 6	1	3,86	20,71	5 op een rij	17,35	95,39	5 rondom	8,00	33,36
	Immissiepunt 7	1	0,67	12,12	5 op een rij	8,47	56,8	5 rondom	5,30	20,86
Immissiepunt 8	1	0	11,42	5 op een rij	0	51,81	5 rondom	4,32	26,65	

 Lager dan richtwaarde van 0,5 ouE/m<sup>3</sup> (98 percentiel) en 2,0 ouE/m<sup>3</sup> (99,9 percentiel)

 Hoger dan richtwaarde van 0,5 ouE/m<sup>3</sup> (98 percentiel) en 2,0 ouE/m<sup>3</sup> (99,9 percentiel) en lager dan grenswaarde van 1,0 ouE/m<sup>3</sup> (98 percentiel) en 4,0 ouE/m<sup>3</sup> (99,9 percentiel)

 Hoger dan grenswaarde van 1,0 ouE/m<sup>3</sup> (98 percentiel) en 4,0 ouE/m<sup>3</sup> (99,9 percentiel)