

VIEZE LUCHT!

De impact van houtkachels op de lokale luchtkwaliteit

De laatste jaren is er veel media-aandacht voor houtrook. Het is een feit, dat houtrook het woongenot van burgers aanzienlijk kan schaden en houtrook heeft bewezen negatieve effecten op onze gezondheid. Er is over het algemeen nog weinig onderzoek verricht naar de impact van de emissies van houtstook op de woonomgeving. Scapeler heeft besloten het tij te keren en heeft een citizen science project¹ uitgevoerd om dit nader te onderzoeken.

DIETER PIENKA EN ANDRÉ VAN DER WIEL

| Achtergrond

Het doel van het onderzoek is te bepalen wat de bijdrage is van particuliere houtstook aan fijnstof $PM_{2,5}$ in een woonomgeving waar nog een substantieel deel van de bevolking het huis verwarmt met een houtkachel. Een geschikte meetlocatie voor het onderzoek is gevonden in het Zeeuwse 's-Gravenpolder. Rondom deze meetlocatie zijn binnen 100 meter 20 stokers actief die de houtkachel gebruiken als hoofdverwarming of bijverwarming. Indien de houtkachel wordt gebruikt als hoofdverwarming, is de stookfrequentie dagelijks en meerdere stokers stoken van 's-ochtends vroeg tot 's-avonds laat. Naast houtkachels zijn er in de nabije omgeving van 's-Gravenpolder geen andere belangrijke lokale fijnstofbronnen. De A58 ligt op 2,5 km ten noorden en de dichtstbijzijnde industrie is te vinden in het Sloegebied op 15 km ten westen en DOW Chemicals op 16 km ten zuidwesten van het dorp. Er is gekozen voor fijnstof $PM_{2,5}$, omdat deze deeltjes kleiner zijn dan PM_{10} en daardoor verder het lichaam kunnen binnendringen en meer schade kunnen aanrichten. Houtrook zit bomvol

met fijnstof. Op basis van de RIVM Emissieregistratie was in 2022 maar liefst 25% van de totale uitstoot aan primair fijnstof $PM_{2,5}$ in Nederland afkomstig van particuliere houtstook. Ter bewustwording: dat is meer dan de uitstoot van verkeer, vervoer of industrie! Voor het onderzoek is de BAM1020² (hierna: BAM) van Met-One gebruikt. Scapeler heeft in 2022 een economisch afgeschreven BAM geschonken gekregen van de DCMR. De BAM wordt nog steeds gebruikt op meerdere stations in het Landelijk Meetnetwerk Luchtkwaliteit (LML) bij onder andere het KNMI en Omgevingsdienst West-Brabant. Naast de BAM zijn diverse fijnstofsensoren gebruikt voor indicatieve waarnemingen.

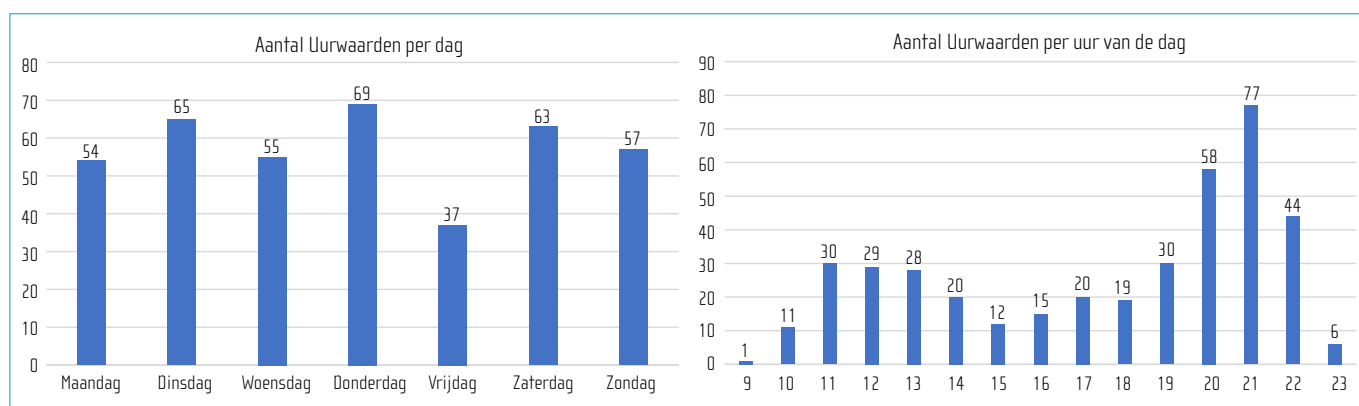
| De meetopstelling

De meetopstelling bestaat uit het BAM (Bèta Attenuation Monitor) meetsysteem inclusief de benodigde randapparatuur zoals de aanzuigpomp, lucht thermometer, monsterbuis en meetkop. De meetkop is geschikt gemaakt voor het meten van $PM_{2,5}$. De meetopstelling is geïnstalleerd in een garage behorend bij een huis in een woonwijk in 's-Gravenpolder. De meetopstelling is niet in een professionele setting operationeel

en is niet onder controle van een geaccrediteerde organisatie. De metingen zijn echter wel onder gestandaardiseerde procedures en condities uitgevoerd.



Figuur 1. De BAM-meetopstelling binnen en buiten



Figuur 2. De verdeling van de uurwaarden per dag en per uur van de dag

Nadat de meetopstelling is gereinigd en voldoende is geconditioneerd, zijn kritische onderdelen van het systeem gecontroleerd tegen de Met-One specificaties en in orde bevonden. De BAM is voorzien van een intern controlemonster en gedurende de gehele meetperiode zijn de resultaten vergeleken met de referentiewaarde waarmee de status van het meetsysteem is geborgd. Daarnaast is het meetsysteem gecontroleerd op basis van een nulmeting. Hiertoe wordt de meetkop vervangen door een speciaal HEPA-filter, dat alleen deeltjes doorlaat tot maximaal 0,2 µm. De resultaten van de nulmeting kwamen overeen met de specificaties. In Figuur 1 is de meetopstelling binnen en buiten weergegeven.

De meting duurt één uur en gedurende dat uur wordt gedurende 42 minuten buitenlucht bemonsterd tot een totaalvolume van 700 liter. Alle deeltjes worden afgevangen op een glasvezelfilter. Door middel van bèta straling wordt de massa aan deeltjes op het glasvezelfilter bepaald. Na de meetcyclus wordt de concentratie $PM_{2,5}$ in de buitenlucht op het beeldscherm weergegeven in $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Het resultaat van één meting is een uurwaarde. Een uitgebreide uitleg over het meetprincipe is te vinden in de project rapportage.

Metingen en observaties

Er zijn 400 uurwaarden gemeten in de periode 22 november 2022 tot en met 23 mei 2023. Een normaal stookseizoen in 's-Gravenpolder begint half september. Helaas kon er niet eerder worden gestart met meten, omdat de BAM pas in november 2022 operationeel was.

De meetseries van drie tot zes uren zijn uitgevoerd op elke dag van de week tussen 8u en 23u. De meeste metingen zijn uitgevoerd tussen 20u en 22u wanneer de meeste houtkachels actief zijn geweest. In de nachtelijke uren is er niet gemeten om geluidsoverlast door het harde geluid van de pomp (80 dB) te vermijden. Op basis van fijnstofsensormetingen is vastgesteld, dat er tussen 23u en 8u niet of nauwelijks is gestookt. De gemeten concentraties gedurende de 400 meeturen geven een indicatie van de impact van particuliere houtstook in de omgeving van de meetlocatie. In figuur 2 is de verdeling van de uurwaarden per dag en per uur van de dag weergegeven.

Tijdens elke meting met de BAM is op het halve uur de windrichting, windkracht en temperatuur geregistreerd. Deze gegevens zijn afkomstig van het KNMI-station Wilhelminadorp op 8 km ten noorden van 's-Gravenpolder. Gedurende twee momenten tijdens elke meting is bepaald of de geur van houtrook waarneembaar is geweest en of deze geur licht, matig of sterk van intensiteit was.

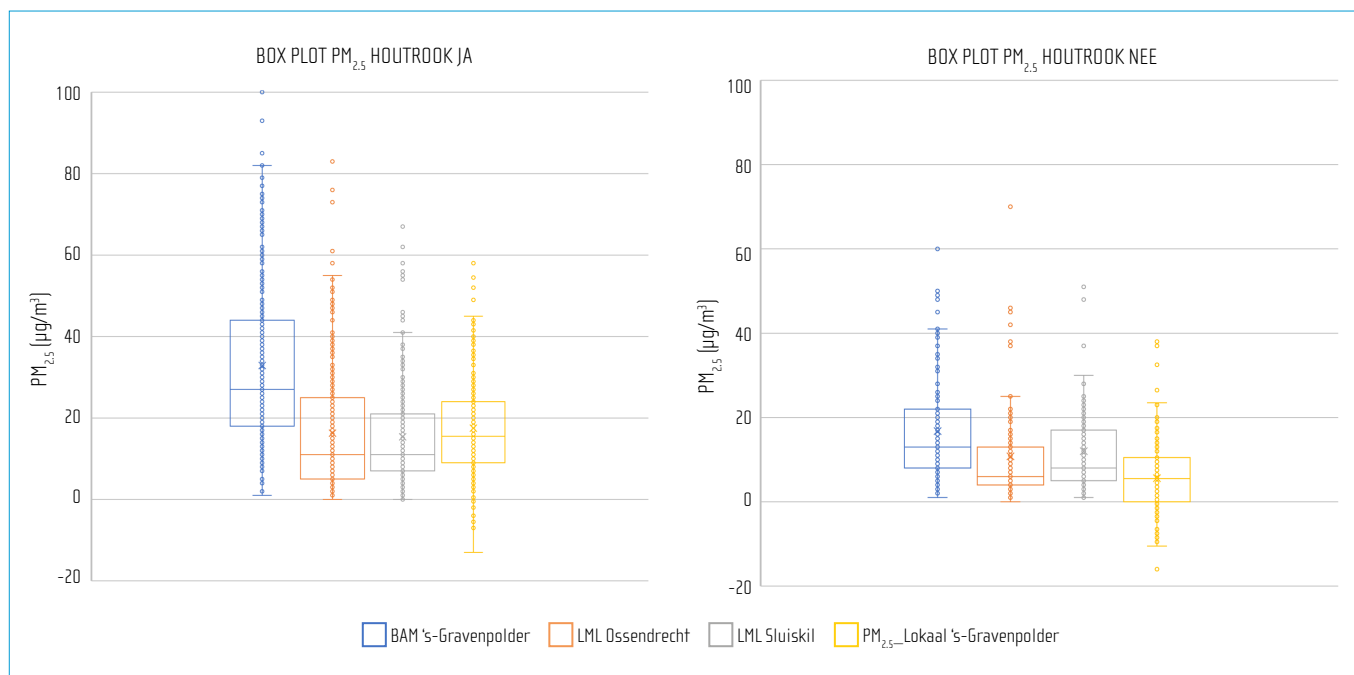
Van elk uur dat er gemeten is met de BAM, is de overeenkomstige $PM_{2,5}$ -uurwaarde van twee stations van het Landelijk Meetnetwerk Luchtkwaliteit meegenomen in de database. Het betreft hier de stations Sluiskil en Ossendrecht op een afstand van respectievelijk 21 km ten zuidzuidwesten en 30 km ten oostzuidoosten van 's-Gravenpolder. De gegevens van de LML-stations zijn gebruikt om de achtergrondconcentratie $PM_{2,5}$ te schatten, waarbij is aangenomen, dat deze representatief is voor de meetlocatie in 's-Gravenpolder. De achtergrondconcentratie kan beschouwd worden als de concentratie zonder de bijdrage van lokale houtstookemissies en is belangrijk om de nettobijdrage $PM_{2,5}$ van houtstook te kunnen bepalen.

Betrouwbaarheid BAM

De betrouwbaarheid van de BAM in 's-Gravenpolder is bepaald op basis van uurwaarden waarbij er géén houtrookgeur is waargenomen, géén houtrook visueel is vastgesteld en de fijnstofsensoren géén indicatie hebben gegeven op de aanwezigheid van houtrook. Hiervoor zijn uurwaarden gebruikt uit verschillende maanden.



Figuur 3. De glasvezel filterband met de zichtbare meet spots



Figuur 4. Box-Whisker plot uurwaarden mét en zonder waargenomen houtrookgeur

De uurwaarden zijn vergeleken met de overeenkomstige gemiddelde uurwaarden van de LML-stations.

Op basis van 28 uurwaarden was het gemiddelde resultaat $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor 's-Gravenpolder en $8,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het gemiddelde van de LML-stations. De standaarddeviatie in de verschillen is $4,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het gemiddelde verschil is $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en is niet significant. De betrouwbaarheid van de BAM is op basis van deze gegevens gegarandeerd.

Woonomgeving gevuld met houtrook

Op basis van de 400 uurwaarden gemeten in 's-Gravenpolder en de overeenkomstige uurwaarden van de LML-stations is per meting de nettobijdrage $\text{PM}_{2,5}$ berekend, veroorzaakt door lokale bronnen in de omgeving van de meetlocatie. Indien er bij de meting houtrookgeur is waargenomen en er geen andere lokale bronnen zijn vastgesteld, is aangenomen, dat de nettobijdrage volledig afkomstig is van lokale houtstook ($\text{PM}_{2,5}$ lokaal). Van de 400 uurwaarden was voor 68% sprake van houtrookgeur tijdens de meting en voor 32% was er geen houtrookgeur waargenomen. Op basis van de totale concentratie $\text{PM}_{2,5}$ en de nettobijdrage van houtstook is per uurwaarde de procentuele bijdrage berekend van lokale houtstook. Op basis van de metingen is geschat, dat particuliere houtstook in de onderzochte 400

meeturen, voor circa 50% bijdraagt in de totale concentratie fijnstof $\text{PM}_{2,5}$ in de buitenlucht indien er in de buurt van de meetlocatie hout werd gestookt. Dat is een bijdrage voor een stookseizoen in een relatief zachte winter.

De hoogste uurwaarden van $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zijn gemeten op 17 december 2022 en 14 februari 2023, waarbij op 14 februari

2023 een matige tot sterke houtrookgeur is waargenomen. Er was een stookalert van kracht op 16 december 2022 en 14 februari 2023.

In 2009 heeft ECN een vergelijkbaar onderzoek³ uitgevoerd in Schoorl. De bijdrage van particuliere houtstook in Schoorl aan de totale fijnstofconcentratie $\text{PM}_{2,5}$ lag tussen 30% en 39% en is geba-

Houtrook = JA Scenario 1	Eenheid	's-Gravenpolder	's-Graven-Polder lokaal	LML Ossendrecht	LML Sluiskil
Aantal metingen		273	273	259	273
Gemiddelde	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	33	17	16	15
Mediaan	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	27	16	11	11
Standaarddeviatie	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	12	15	12
Minimum	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	-13	0	0
Maximum	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100	58	83	67
Houtrook = NEE Scenario 2	Eenheid	's-Gravenpolder	's-Graven-Polder lokaal	LML Ossendrecht	LML Sluiskil
Aantal metingen		127	127	123	127
Gemiddelde	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	17	6	11	12
Mediaan	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13	6	6	8
Standaarddeviatie	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	12	9	12	11
Minimum	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1	-16	0	1
Maximum	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	60	38	70	51

Tabel 1. Statistiek meetwaarden mét en zonder waargenomen houtrookgeur



Figuur 5. Glasvezelfilters met per uur een 'spot' als resultaat. Donkere spots in de avonden.

seerd op 24 uursmetingen. De bijdrage in 's-Gravenpolder is met 50% hoger dan in Schoorl, maar is gebaseerd op metingen tussen 9u en 23u. Indien dit berekend wordt naar 24 uursmetingen, dan komt de bijdrage op circa 31% en dat ligt in lijn met het Schoorl onderzoek.

Box-Whisker

De verdeling van de $PM_{2.5}$ uurwaarden is gevisualiseerd met behulp van Box-Whisker plots. De 400 uurwaarden zijn opgesplitst voor de situatie dat er wél (scenario 1) en géén houtrookgeur (scenario 2) is waargenomen tijdens de meting met de BAM in 's-Gravenpolder. Het gemiddelde is weergegeven met een "x", de mediaan met een horizontale streep in de box en de uitschieters liggen buiten de

laatste waarneming van het bovenste en onderste kwartiel. De Box-Whisker plots zijn weergegeven in Figuur 4.

Voor scenario 1 geldt, dat het gemiddelde en de mediaan in 's-Gravenpolder op een veel hoger niveau ligt dan scenario 2. Voor scenario 1 zijn ook hogere uitschieters aanwezig. De nettobijdrage $PM_{2.5}$ lokaal is gemiddeld $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en bedraagt 52% van de gemiddelde totale concentratie. Opvallend is, dat voor de LML-stations de gemiddelde concentraties $PM_{2.5}$ voor scenario 1 ook hoger zijn dan scenario 2. Dit is mogelijk veroorzaakt door lokale bronnen.

Een samenvatting van de gegevens uit de Box-Whisker plots is in Tabel 1 weergegeven.

Donkere filterspots

Houtrook bevat naast fijnstof ook veel roet en de kleur van roet is donkerbruin tot zwart. De donkerte van de spot is afhankelijk van de hoeveelheid en de samenstelling van het fijnstof. In Figuur 5 zijn diverse filter spots van verschillende dagen weer gegeven. Het betreft een willekeurige steekproef van november en december 2022.

Op 29 en 30 november en 1 december was er in de avond een matige houtrookgeur waargenomen en zijn de spots donkerder van kleur. Op de overige dagen is er geen of lichte houtrookgeur waargenomen en zijn de spots lichter van kleur.

Bewustwording

De resultaten van dit onderzoek benadrukken het belang van bewustwording en beheersing van de impact van particuliere houtstook. In de woonomgeving kan particuliere houtstook, vanwege het lokale karakter, een grote impact veroorzaken op de luchtkwaliteit en dus ook op de gezondheid en welzijn van de burgers. Dit onderzoek laat zien dat houtrook (zeer) lokaal een grote rol kan spelen in de fijnstofconcentraties. Een rol die met berekeningen op basis van nationale gemiddelde uitstoot lokaal tot onderschattingen (en daarmee elders tot overschattingen) kan leiden. ■

Dieter Pientka en André van der Wiel zijn werkzaam bij Scapeler. Dieter is gespecialiseerd in statistiek en chemometrie en André weet alles van informatiesystemen en sensoren. Ze werken samen bij Scapeler⁴.

Referenties

1. <https://www.scapeler.com/index.php/2024/01/17/onderzoek-bijdrage-van-houtrook-aan-de-fijnstofconcentratie-in-de-leefomgeving/>
2. <https://metone.com/products/bam-1020/>
3. <https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-E--09-083>
3. <https://www.scapeler.com/>

Over Scapeler
Scapeler is een particulier initiatief welk zichzelf als doel heeft gesteld om kennis en kunde in te zetten voor een schone en gezonde leefomgeving met focus op luchtkwaliteit. We proberen bewustwording over te dragen aan anderen in verwachting daarmee veranderingen op gang te kunnen brengen die bijdragen aan het doel, schone lucht en een gezonde leefomgeving voor iedereen.



Figuur 6. Dieter Pientka (links) en André van der Wiel voor de BAM1020