

VUURWERK, EEN BELANGRIJKE BRON VAN FIJNSTOF

*Hoe vuurwerkverboden bijdragen
aan een betere luchtkwaliteit*

De bijdrage van vuurwerk aan de fijnstofuitstoot in Nederland is groot. De vuurwerkverboden van afgelopen jaarwisselingen laten zien dat dit aanzienlijk gereduceerd kan worden. GGD, RIVM en TNO geven een beschouwing.

RIXT BOTMA, SANDER TEEUWISSE,
SASKIA VAN DER ZEE, ANTOON VISSCHEDIJK,
MARIEKE DIJKEMA

Emissies door het afsteken van vuurwerk

PM_{2,5} en PM₁₀ emissies

Vuurwerk is in Nederland - internationaal ongekend - populair. Naast de bekende risico's van het afsteken van vuurwerk, in

relatie tot veiligheid en geluidhinder, heeft het afsteken van vuurwerk ook op diverse manieren invloed op de luchtkwaliteit. Tijdens de jaarwisseling veroorzaakt het afsteken van vuurwerk in korte tijd een forse stijging in luchtverontreiniging, met sterk verhoogde fijn stof (PM_{2,5} en PM₁₀) piekconcentraties. De Emissie-registratie maakt schattingen voor alle luchtverontreinigingsemissies. Voor vuurwerk wordt deze schatting gebaseerd op

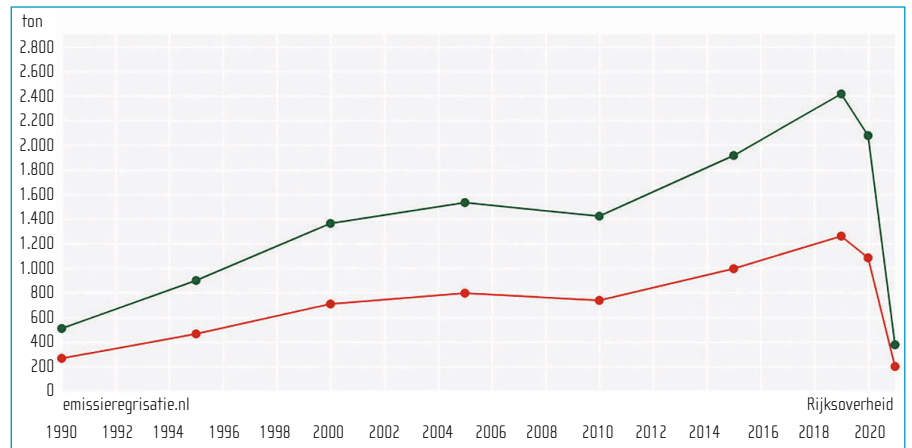
verkoopcijfers en emissiefactoren uit de literatuur. Hierbij wordt een geschatte hoeveelheid illegaal en buitenlands vuurwerk opgeteld¹. Deze laatste schatting is lastig te maken, hierdoor zijn emissies van vuurwerk in de Emissieregistratie onzekerder dan de emissies van de meeste andere sectoren in de Emissieregistratie. Sinds 2021 kan de emissieregistratie geen gebruik meer maken van verkoopcijfers van het CBS, en wordt er

gebruik gemaakt van de cijfers van Eurostat. Daarnaast zijn verschillende emissiefactoren bijgesteld. Kortom; de vuurwerkemissies zijn in de emissieregistratie van 2021 geheel bijgewerkt. In dit artikel baseren we ons op die nieuwe cijfers.

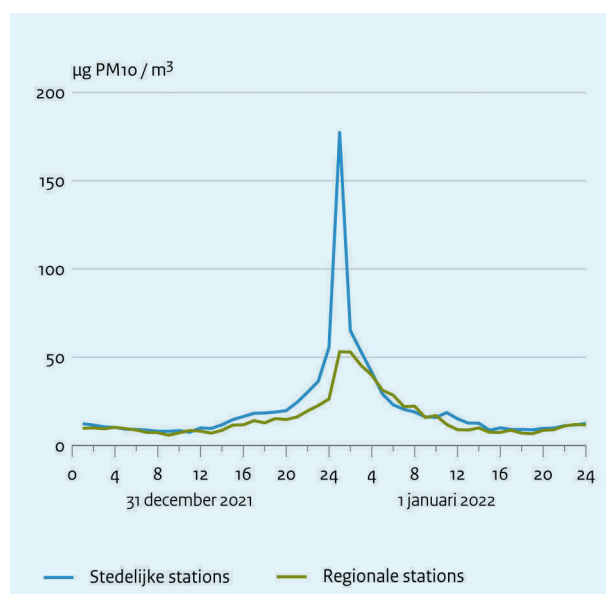
De uitstoot van $PM_{2,5}$ en PM_{10} door het afsteken van vuurwerk is weergegeven in Figuur 1. De jaartallen gaan over de emissie in dat jaar op 1 januari vanaf 0:00 uur. Het jaartal 2020 heeft dus betrekking op de nieuwjaarsnacht van 2019 naar 2020. In de figuur is te zien dat het PM_{10} dat vrijkomt bij het afsteken van vuurwerk voor ongeveer de helft uit $PM_{2,5}$ bestaat. De totale uitstoot van PM_{10} door vuurwerk was in 2019 2,42 kton. De totale PM_{10} uitstoot in Nederland in 2019 bedroeg 31,64 kton. Dit betekent dat het afsteken van vuurwerk maar liefst 7,7% van de totale jaarlijkse PM_{10} uitstoot in Nederland bedraagt (en bovendien voornamelijk in de eerste uren van het jaar plaatsvindt). We zien verder dat de relatieve bijdrage van vuurwerk aan de totale fijnstofemissie stijgt. In 2000 was de PM_{10} bijdrage van het afsteken van vuurwerk aan de totale jaarlijkse uitstoot nog 2,5% van het totaal en in 2010 3,6%². Dit is het gevolg van zowel een toename van het afsteken van vuurwerk als van een afname van de PM_{10} uitstoot door andere bronnen. Het beeld voor $PM_{2,5}$ is vergelijkbaar met dat van PM_{10} (zie Figuur 1).

Overige emissies

Bij het afsteken van vuurwerk komen naast fijnstof ook zwaveldioxide en verschillende zware metalen vrij. Consumentenvuurwerk heeft een aanzienlijke bijdrage aan de totale metaalemisies naar de lucht. Voor barium en strontium is dit vrijwel 100%. Voor koper en antimoon ligt dit percentage rond de 30%. Overigens gaat 'slechts' 10% van de metalenemissie van het vuurwerk de lucht in. Het overige 90% verdwijnt in het riool, in de bodem of wordt opgeruimd³.



Figuur 1. PM_{10} (groen) en $PM_{2,5}$ emissies (rood) door afsteken vuurwerk².



Figuur 2. Concentratie fijn stof (PM_{10}) rond de jaarwisseling van 2021 naar 2022³.

Deze overige emissies worden in dit artikel verder buiten beschouwing gelaten.

PM_{10} concentratiepieken rond jaarwisseling

Het RIVM heeft een analyse gemaakt van de PM_{10} concentraties tijdens de jaarwisselingen van 1994 t/m 2021³. Tijdens de jaarwisselingen van 2020/2021 en 2021/2022 waren vuurwerkverboden van kracht. Ondanks de verboden is er tijdens beide jaarwisselingen alsnog vuurwerk afgestoken. Dit blijkt onder andere uit de gemeten piekconcentraties op de stedelijke meetstations (zie Figuur 2).

Kort na de jaarwisseling van 2022 was de gemiddelde PM_{10} concentratie op de stedelijke meetstations (dat wil zeggen de stadsachtergrond en straatstations in de steden) in het landelijk meetnet luchtkwaliteit 177 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, zoals Figuur 2 laat zien. De piek in de uurgemiddelden van de gemeten PM_{10}

concentraties is tijdens de jaarwisseling 2021/2022 de laagste sinds het begin van de metingen in 1994, zoals blijkt uit Figuur 3. De historisch gemiddelde (1994-2020) PM_{10} concentratie tijdens een jaarwisseling bedraagt 532 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tijdens de jaarwisseling 2021/2022 werd in Den Haag de hoogste PM_{10} piekconcentratie gemeten, deze was 856 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vuurwerkverboden: lagere piekconcentraties PM_{10}

De PM_{10} piekconcentraties tijdens de jaarwisselingen worden voor een belangrijk deel bepaald door de hoeveelheid vuurwerk dat wordt afgestoken. De meteorologische omstandigheden zijn echter ook van grote invloed op de luchtkwaliteit. Een belangrijke parameter hierbij is de windsnelheid. Bij een hogere windsnelheid zal de verontreiniging sneller verdunnen dan bij een lagere windsnelheid. Daarom kan uit Figuur 3 niet zomaar

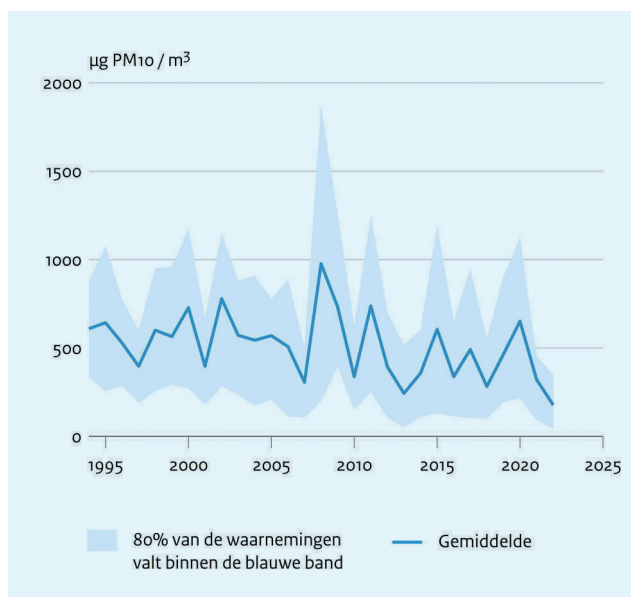
worden geconcludeerd dat de lage PM_{10} piekconcentraties in 2020/2021 en 2021/2022 het gevolg zijn van de vuurwerkverboden.

Om te onderzoeken of de vuurwerkverboden invloed hebben gehad op de fijnstofpiekconcentraties zijn de gemeten PM_{10} piekconcentratie en windsnelheid in Figuur 4 tegen elkaar uitgezet. Hierbij is per jaarwisseling de gemiddelde PM_{10} piekconcentratie van alle stedelijke meetpunten en het gemiddelde van de windsnelheid op de dichtstbijzijnde KNMI-meetstations berekend³. In de figuur is duidelijk te zien dat bij hogere windsnelheden de PM_{10} concentraties lager zijn dan bij een lagere windsnelheid. De hoge pieken in 2008 en 2009 corresponderen met lage windsnelheden tijdens die jaarwisselingen en de lage piekconcentratie in 2013 met de hoge windsnelheid tijdens die jaarwisseling. De twee rode punten uit Figuur 4 zijn de gemeten PM_{10} concentraties tijdens de jaarwisselingen 2020/2021 en 2021/2022. Deze gemeten concentraties zijn ongeveer de helft van de concentraties die op basis van de windsnelheid verwacht zou worden. Dit suggereert dat er minder vuurwerk is afgestoken en dat het vuurwerkverbod een positieve invloed op de fijnstofgehalten heeft.

Hoe goed kennen we de fijnstofuitstoot door vuurwerk?

De Emissieregistratie laat een stijging van de fijnstofuitstoot van de jaren negentig tot aan 2019 zien (Figuur 1). De verwachting is dat een toename van de fijnstofuitstoot door vuurwerk ook leidt tot hogere piekconcentraties door de jaren heen. Dit blijkt echter niet uit Figuur 3. De trend in Figuur 4 lijkt eveneens te duiden op een soort van constante emissie van PM_{10} door de jaren heen. De jaren negentig tonen geen afwijkend patroon en ook de jaren 2015-2019 passen in het lineaire patroon. Mogelijk heeft dit te maken met de onzekerheid van de schattingen van vuurwerkemissie. Maar er zijn ook andere factoren

Figuur 3. Concentratie fijn stof (PM_{10}) rond de jaarwisselingen van 1994 tot 2022¹.



die een rol spelen. Zo beslaan de meetgegevens in de Figuren 3 en 4 een periode van bijna 30 jaar. In deze periode is het aantal stedelijke meetstations waarop fijn stof is gemeten sterk veranderd. In de jaren negentig betrof het totale aantal stedelijke meetstations in Nederland 3-6 stuks, in de meer recentere jaren oplopend tot ongeveer 25 stations. Dit kan invloed hebben op de resultaten, vooral als er veel stations zijn toegevoegd in een omgeving waar nauwelijks vuurwerk wordt afgestoken.

De onzekerheid in de schattingen van vuurwerkemissie door de Emissieregistratie blijkt ook uit de vergelijking met metingen. De Emissieregistratie heeft ingeschat dat het vuurwerkverbod tijdens de jaarwisseling 2020/2021 heeft geleid tot een vermindering van de PM_{10} uitstoot van ruim 80% vergeleken met het jaar ervoor. Op basis van de analyse in Figuur 4 lijkt het effect van het vuurwerkverbod echter veel kleiner: namelijk een reductie van de PM_{10} uitstoot met ca. 50%. Dit suggereert dat er veel vuurwerk is afgestoken dat buiten het zicht van de schattingen blijft. Onbekend is of dit in jaren zonder vuurwerkverbod in vergelijkbare mate het geval is. Het blijft dus moeilijk om een goed beeld krijgen van de daadwerkelijke fijnstofuitstoot door het afsteken van vuurwerk.

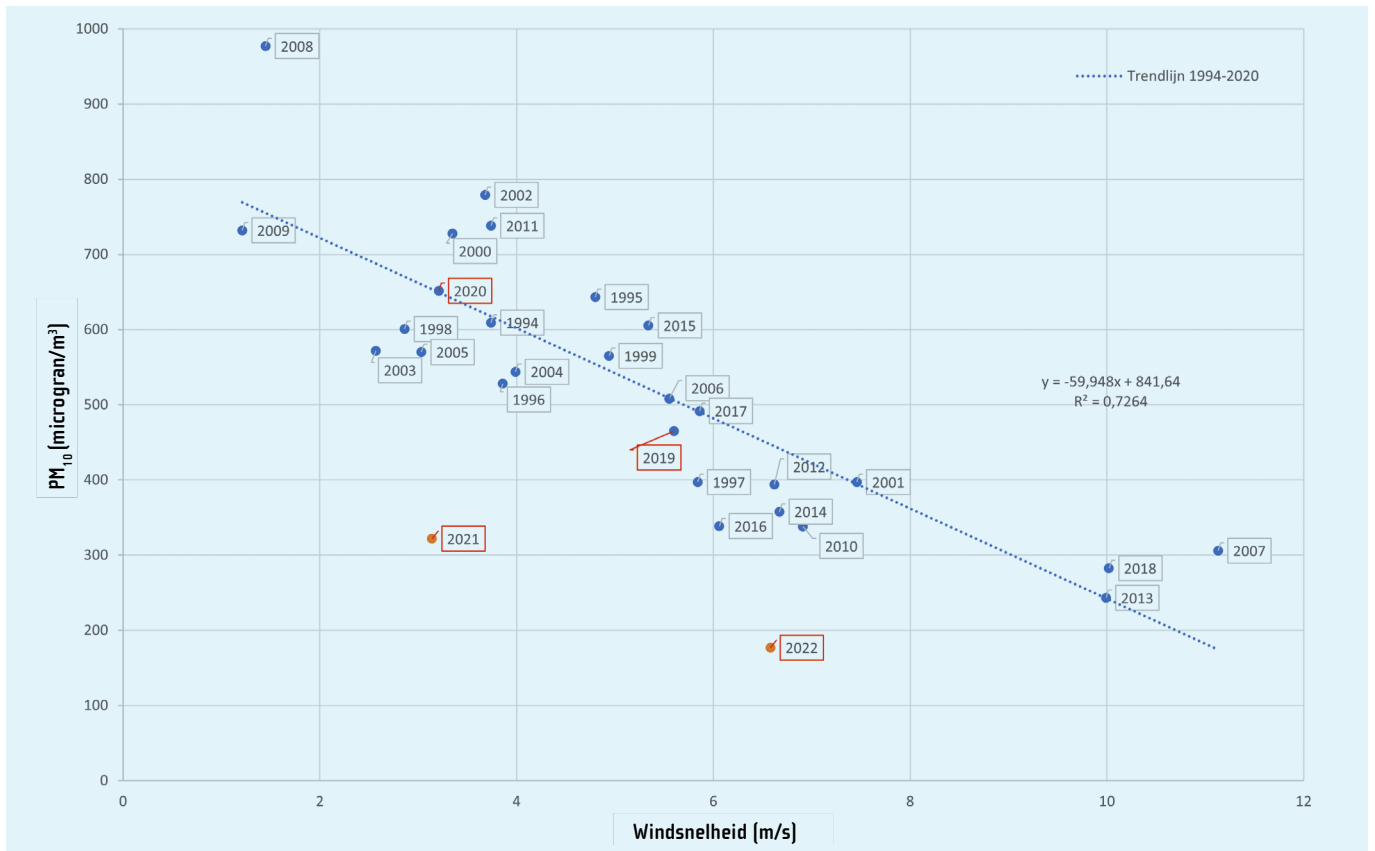
Invloed op gezondheid

De invloed van de uitstoot tijdens de jaarwisseling op de gezondheid is lastig in onderzoek aan te tonen. Dat komt onder andere door de korte blootstellingsduur, en doordat oud en nieuw ook in andere risicofactoren (bijvoorbeeld alcoholcon-

sumptie, weinig slaap, etcetera) afwijkt van de normale situatie. Het RIVM is tot de conclusie gekomen dat een verhoogde concentratie fijnstof in de lucht door vuurwerk, samen met andere luchtverontreiniging, kan leiden tot een verminderde longfunctie, verergering van astma en een toename van luchtwegklachten zoals piepen, hoesten en kortademigheid. Vooral mensen met longaandoeningen, zoals astma en COPD, en (oudere) mensen met hart- en vaatziekten kunnen last ondervinden⁴. Bekend is ook dat op dagen waarop de concentratie fijnstof hoger is, er aantoonbaar meer mensen sterven⁵. Hierom heeft de overheid smognormen gesteld voor fijnstof (PM_{10} , informatie-drempel: 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, alarmdrempel: 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, beide 24-uursgemiddelde)⁶. Ook de WHO geeft advieswaarden voor het 24-uursgemiddelde. Deze WHO-advieswaarden zijn in 2021 aangescherpt tot 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} en 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $PM_{2,5}$ (maximaal 4x per jaar)⁷. In steden leidt de vuurwerkpiek in de nieuwjaarsnacht tot een 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hoger 24-uursgemiddelde PM_{10} concentratie op 1 januari (buiten steden is deze piek lager), leidend tot overschrijdingen van eerdergenoemde normen en advieswaarden. Deze blootstelling wordt met een vuurwerkverbod voor een groot deel beperkt.

Vuurwerkverbod

Alle vermindering van uitstoot van fijnstof geeft gezondheidswinst. Ongeveer 7% van de totale jaarlijkse Nederlandse PM_{10} en $PM_{2,5}$ emissie is toe te schrijven aan het afsteken van consumentenvuurwerk. Daarnaast heeft het afsteken van consu-



Figuur 4. Relatie tussen piekconcentratie fijn stof (PM₁₀) en windsnelheid, kort na jaarwisseling. [Bewerking van data beschikbaar via³]

mentenvuurwerk nog een belangrijke bijdrage aan de emissies van metalen. Een vuurwerkverbod kan de verhoogde blootstelling aan fijnstof tijdens de jaarwisseling en op nieuwjaarsdag grotendeels voorkomen. Professionele vuurwerkshows dragen uiteraard ook bij aan de uitstoot, maar de uitstoot daarvan is gering vergeleken met de uitstoot als gevolg van consumentenvuurwerk.

De Tweede Kamer besprak op 8 juni dit jaar een voorstel voor een algeheel verbod op consumentenvuurwerk⁸. Een ruime meerderheid van de kamer gaf aan de effecten van het huidige gedeeltelijk verbod te willen afwegen tegen de (gezondheids)voordelen en nadelen van zo'n verbod. Het debat zal daarom in de loop van 2023 voortgezet worden⁹. Twee derde van de Nederlandse gemeenten ziet zo'n verbod wel zitten¹⁰. In de tussentijd zijn er al gemeenten die een vuurwerkverbod hebben ingevoerd. Na Apeldoorn in 2019, volgden steden als Rotterdam, Nijmegen en Amsterdam en kleinere gemeenten als Soest en Heumen^{11, 12}. Hiermee zijn de luchtkwaliteit, en daarmee de gezondheid, in Nederland gebaat. ■

Rixt Botma werkt als adviseur Milieu en Gezondheid en Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen bij de GGD Groningen. Sander Teeuwisse is projectleider luchtkwaliteit bij het RIVM. Saskia van der Zee is senior-adviseur Milieu en Gezondheid bij de GGD Amsterdam. Antoon Visschedijk is onderzoeker emissies en luchtkwaliteit bij TNO. Marieke Dijkema is voorzitter van de GGD-werkgroep Luchtkwaliteit en Gezondheid en werkzaam als bovenregionaal adviseur Milieu en Gezondheid bij de GGD'en in Gelderland en Overijssel. Met dank aan Tim van Aniel, stagiair WUR, die de analyses voor de CLO-indicator heeft gedaan.

Referenties

- Manders A., Visschedijk A., Denier van der Gon H., Hoogerbrugge R., Berkhout H. Verbetering van luchtkwaliteitsverwachting rond de jaarwisseling. Tijdschrift Lucht, 6 (2014). P 26 – 29.
- www.emissieregistratie.nl
- https://www.clo.nl/indicatoren/nl0570-luchtverontreiniging-tijdens-de-jaarwisseling
- https://www.rivm.nl/nieuws/lokaal-veel-smog-door-vuurwerk

- https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2018/01/23/gezondheidswinst-door-schonere-lucht
- https://www.rivm.nl/smog/waarschuwingsgrenzen-en-luchtkwaliteitsindex
- WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, 2021. Via https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228
- https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/plenaire_verslagen/kamer_in_het_kort/initiatiefwetsvoorstel-invoering-van-een
- https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/detail?id=2022Z14998&did=2022D30998
- https://www.binnenlandsbestuur.nl/bestuur-en-organisatie/twee-derde-gemeenten-voor-landelijk-vuurwerkverbod
- https://www.nijmegen.nl/diensten/vergunningen/vuurwerk-afsteken/#:~:text=Het%20is%20het%20hele%20jaar,u%20melden%20bij%20de%20gemeente.
- https://nos.nl/artikel/2354491-zes-gemeenten-voeren-totaal-vuurwerkverbod-in