

TIJDSCHRIFT LUCHT

KWALITEIT IN RUIMTE, VERKEER, GEZONDHEID EN KLIMAAT

**Ammoniak
uitstoot verkeer
neemt toe**

**Vreugdevuren
zorgen voor
veel PAKs**

**Snuffelpalen
DCMR 50 jaar!**

NUMMER 1

Jaargang 15 mei 2019



Tijdschrift van het netwerk
van milieuprofessionals





Scope

Non-CO₂ greenhouse gases include many substances, such as methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O), fluorocarbons (CFCs, HFCs, SF₆, etc), black carbon, aerosols and tropospheric ozone (O₃). These contribute significantly to climate forcing. Reducing non-CO₂ greenhouse gas emissions is often more cost-effective than reducing CO₂ emissions.

www.ncgg.info

NCGG8

8th International Symposium on Non-CO₂ Greenhouse Gases

Global Challenges and Local Solutions

June 12-14, 2019

Hotel Casa, Amsterdam, The Netherlands



Keynote Speakers

- **Thelma Krug, IPCC**
- **Paul de Krom, CEO of TNO**
The challenges in government - science communication
- **Joyeeta Gupta, co-chair Global Environment Outlook-6**
Healthy Planet, Healthy People - The Implications for the Global Community
- **Ilse Aben, SRON**
- **Rona Thompson, NILU**
Top-down approaches for reporting GHG emissions: current capabilities and future perspectives
- **Prof. dr. Klaus Butterbach-Bahl, IMK-IFU / ILRI**
Towards an improved knowledge base fore GHG emissions from agricultural systems in SSA

More info: www.ncgg.info

Organized by the dutch Association
of Environmental Professionals (VVM)
www.vvm.info



VAN DE REDACTIE

De VVM, het netwerk van milieuprofessionals, is de nieuwe uitgever van het Tijdschrift Lucht. Het zal u niet ontgaan zijn. Ongeveer 15 jaar geleden heeft de SDU het initiatief genomen om het Tijdschrift Lucht uit te geven. Eind vorig jaar besloot de SDU echter dat het tijdschrift niet langer in haar portfolio past. Samen met de redactie is toen gezocht naar een nieuwe uitgever. En daarbij kwamen we al snel bij de VVM uit.

Als redactie hebben we in al die jaren altijd een goede en soepele samenwerking met de SDU gehad. Vanaf deze plek willen we ze daarvoor graag bedanken en met name Nicole Huisman, die ons als redactie de afgelopen jaren ondersteunde.

De VVM was vanaf het eerste moment dat we contact hadden enthousiast om het tijdschrift Lucht uit te geven. Behalve Milieu geeft de VVM geen tijdschriften uit, toch leek het tijdschrift goed te passen binnen de activiteiten van de vereniging. De VVM kent een werkgroep Lucht, dat leidde al direct tot ideeën voor nieuwe activiteiten, maar stelt zich ook als doel milieuprofessionals over hun vakgebied te informeren. Vervolgens is met gezwinde spoed de voortzetting van Lucht geregeld: logistiek, abonnementen, opmaak, drukker. Als redactie voelen we ons goed bij de overgang.

Dit is dan het eerste nummer in de nieuwe setting. Als het goed is, merkt u daar als lezer verder weinig van. De redactie is hetzelfde gebleven, de indeling van de artikelen ook, misschien dat de opmaak hier en daar een klein beetje anders is (laat de redactie zich ook door verrassen). We hopen dat Lucht bij de VVM de komende jaren vooruit kan.

In dit nummer hebben we veel aandacht voor ammoniak. Roy Wichink Kruit en collega's verklaren in dit nummer welke factoren de verschillen tussen de trends van de gerapporteerde ammoniakemissies en de gemeten ammoniakconcentraties verklaren. Een van de factoren is de afname van de concentratie van andere luchtvervuilende stoffen zoals stikstofoxiden.

Het wegverkeer stoot steeds meer ammoniak uit zo beschrijven Norbert Ligterink en collega's. Doordat de uitstoot van stikstofoxiden steeds verder omlaag moet, gaat de uitstoot van ammoniak omhoog. Niet alleen de driewegkatalysator bij de benzineauto, maar nu ook de nabehandeling van de uitlaatgassen bij dieselauto's, zijn een bron van ammoniak. De vreugdevuren rond Pasen zijn niet alleen een bron van vreugde. Rianne Dröge en Margreet van Zanten hebben een schatting gemaakt van de emissies. Op de dagen dat de vuren

worden gestookt, is de bijdrage aan de fijnstof concentratie aanzienlijk. Vooral de uitstoot van PAK's is hoog, zelfs op jaarbasis bezien.

Ronald Hoogerbrugge en collega's van het RIVM stonden voor een lastig pakket toen ze de GCN-kaarten voor toekomstige jaren moesten maken. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) was druk met de doorrekening van het klimaatakkoord en kon even geen scenario's aanleveren. Hoogerbrugge c.s. beschrijven hoe ze met extrapolatie van de historische trends toch zo goed mogelijk ramingen voor de toekomst hebben gemaakt.

Christa Blokhuis en collega's gaan in op het verschijnsel citizen science. Wat voor betekenis hebben al die luchtmetingen die mensen zelf doen en wat kan en wil een landelijk meetinstituut als het RIVM daarmee.

Tot slot blikt redacteur Sef van den Elshout terug op 50 jaar luchtmeetnet in Rijnmond.

De redactie wenst iedereen weer veel leesplezier. Samen met de VVM en u als schrijvend leespubliek gaan we door met mooie jaren voor het tijdschrift Lucht.

Ronald Albers
Sef van den Elshout
Berend Hoekstra
Fred Woudenberg
Margreet van Zanten

Wilt u reageren op artikelen, een artikel verzorgen of hebt u berichten of aankondigingen voor de nieuwsrubriek of voor Lucht en Opinie?
 Mailt u dan naar ons redactieadres a.vermeulen@vvm.info.



Foto: CC0 Viral Speed | Pixabay

Nationale Milieudag 2019

Transities: effectieve aanpak of modieuze illusie?

Congres |

14 mei | 09:00-17:00 |

Provinciehuis Zuid-Holland | Den Haag

De term transitie is inmiddels gemeengoed. De energietransitie was zelfs een hoofdonderwerp van de verkiezingsdebatten voor Provinciale Staten en Eerste Kamer. De circulaire economie begint eveneens voet aan de grond te krijgen. Kortom, milieuprofessionals zitten midden in de transities. Hoog tijd om samen te onderzoeken wat het eigenlijk betekent om aan een transitie te werken.

Plenaire sprekers:

- Gedeputeerde **Rik Janssen**, Provincie Utrecht
- Prof.dr. **Stefan Lechtenböhmer**, Wuppertal Institut
- Staatssecretaris **Stientje van Veldhoven**, Min. IenW
- **Flor Avelino**, DRIFT
- **Marjolein Brasz**, Amsterdam Economic Board
- Dagvoorzitter **Antoine Heideveld**, voorzitter VVM

vvm.info/nationalemilieudag

Foto: CC0 Gerd Altmann | Pixabay



netwerk van milieuprofessionals

Meld u aan vóór 1 mei en vermijd het lastminutetarief!



NIEUWSBERICHTEN

6

MEER AMMONIAK DOOR SCHONERE LUCHT. HOE ZIT DAT?

ROY WICHINK KRUIT EN ADDO VAN PUL

8

DE GROEIENDE AMMONIA-EMISSIONS VAN DIESELVOERTUIGEN EN MACHINES

NORBERT E. LIGTERINK, ARMANDO P. INDRAJUANA, MITCH ELSTGEEEST, RENÉ N. GIJLSWIJK, ROBIN J. VERMEULEN, SAM VAN GOETHEM, EEF VOOGD EN JESSICA M. DE RUITER

12

EMISSIONS VAN VREUGDEVUREN

RIANNE DRÖGE, MARGREET VAN ZANTEN EN RENÉ KOCH

17

ALTERNATIEVE METHODE VOOR HET MAKEN VAN DE GCN 2020 VOOR STIKSTOFDIOXIDE

RONALD HOOGERBRUGGE, DENNIS MOOIBROEK EN SANDER TEEUWISSE

21

OP WEG NAAR EEN ANDERE WISSELWERKING TUSSEN BURGERS EN OVERHEDEN

CHRISTA BLOKHUIS, JEROEN DEVILEE, MARITA VOOGT, HESTER VOLTEN EN ANNEMARIE VAN ALPHEN

25

50 JAAR DCMR LUCHTMEETNET

SEF VAN DEN ELSHOUT

30



06



12



17



25



37

Kolencentrale vervroegd dicht

De kolencentrale Hemweg in Amsterdam sluit met ingang van 1 januari 2020. Dit heeft het kabinet besloten naar aanleiding van de uitspraak van het gerechtshof dat Nederland de CO₂-uitstoot met een kwart moet verminderen in 2020 in een zaak aangespannen door Urgenda. Eerder had het kabinet het voornemen de centrale vervroegd te sluiten, maar dat besluit werd uiteindelijk niet doorgezet. Nu komt het er alsnog van, omdat Nederland anders ver verwijderd blijft van de klimaatdoelstelling.



Grafietwolken bij Tata

Wijk aan Zee heeft de afgelopen jaren regelmatig te maken met wolken grafietstof van het nabij gelegen Tata Steel complex. De wolken ontstaan bij het bedrijf Harsco die de restproducten van de Hoogovens verwerkt. Door een verandering van het productieproces enige jaren geleden komt het nu regelmatig voor dat een wolk van grafietstof zich verspreid. Het bedrijf Harsco had in 2014 een vergunning aangevraagd voor een nieuw proces. Die vergunning werd pas in 2016 verleend, maar het bedrijf gebruikte de nieuwe productiemethode toen al twee jaar, zonder goede vergunning. De provincie heeft het bedrijf toen een waarschuwing gegeven. Hoewel er al langer klachten waren, heeft de provincie Harsco pas vanaf 2018 diverse malen een dwangsom opgelegd vanwege de stofwolken. Waarschijnlijk gaat er een hal over de productielocatie

MILIEUORGANISATIES STAPPEN UIT AKKOORD DUURZAME LUCHTVAART

Na ruim een half jaar onderhandelen, is Natuur & Milieu uit de gesprekken over een ontwerpakkoord duurzame luchtvaart gestapt. De gesprekken vonden plaats in een "klimaattafel" voor luchtvaart die parallel aan het Klimaatakkoord, plannen voor de verduurzaming van de luchtvaart moest maken. Natuur & Milieu vond het voorliggende akkoord onvoldoende duurzaam. De organisatie vindt dat het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) te veel haar oren laat hangen naar de luchtvaartsector. Afspraken voor een ambitieuze CO₂-doelstelling konden niet gemaakt worden. Volgens Natuur & Milieu blijven de

plannen steken bij het onderwerp innovatie. De sector wilde verduurzamen als de groei van de luchtvaart niet ter discussie zou worden gesteld. Dat vond de milieuorganisatie onvoldoende.

Natuur & Milieu nam deel aan de onderhandelingen, mede namens Greenpeace en de Natuur en Milieufederatie Noord-Holland. Met ruim twintig onderhandelaren uit de sector aan tafel, tegenover slechts één stoel voor de milieubeweging, werden de onderhandelingen gedomineerd door sectorbelangen in plaats van klimaatbelangen, zo stelt Natuur & Milieu.



gebouwd worden, zodat de stofwolken zich niet langer naar de omgeving kunnen verspreiden.

Behalve de problemen met stofwolken overschrijdt Tata Steel stelselmatig de Europese norm voor stikstofoxiden – met instemming van de provincie Noord-Holland. Volgens Tata moet de Europese norm worden gezien als 'een

richtinggevende waarde', waarvan bijvoorbeeld mag worden afgeweken als het te duur is. De landelijke inspectiedienst ILT vindt de te hoge uitstoot echter onacceptabel en stelt dat het gezien 'de schadelijkheid' het 'geen onderwerp van onderhandeling' is. De zaak is zo hoog opgelopen dat de inspectiedienst ILT, de provincie Noord-Holland voor de rechter heeft gedaagd.

Gezondheidsklachten door Burnpits

Bij het verbranden van afval en medicijnresten tijdens de militaire missies in Afghanistan en Irak zijn waarschijnlijk giftige gassen vrij gekomen. Op plekken binnen militaire kampen werd het afval in de openlucht 24 uur per dag verbrand. Veteranen klagen over ernstige gezondheidsklachten die ze wijten aan zogeheten burnpits.

Schiphol mag groeien?

Ook de Omgevingsraad Schiphol (ORS) waarin de luchtvaartsector, omwonenden en milieuorganisaties probeerden een gemeenschappelijk standpunt te vinden over de toekomst van Schiphol, slaagde er niet in om tot overeenstemming te komen. Schiphol heeft haar eerder afgesproken maximum aantal vluchten van 500.000 bereikt en wil nu verder groeien. Omwonenden denken daar anders over en vrezen voor de overlast. Het ministerie hoopte een deel van de groei van Schiphol af te leiden naar Lelystad. Echter daar stelde de Europese Commissie aanvullende eisen aan. De minister van Infrastructuur en Waterstaat heeft laten weten dat ze een verdere groei van Schiphol steunt. Milieuorganisaties vragen zich onderzussen af hoe groei van Schiphol zich verhoudt tot de doelstellingen van het klimaatakkoord van Parijs.



Natuur & Milieu heeft een petitie opgesteld tegen het belastingvrije vliegen. Deze petitie verzamelde 25.000 handtekeningen. Het kabinet overweegt een vliegtaks van 7 Euro per vlucht, volgens de milieuorganisaties onvoldoende. In het regeerakkoord was sprake van een vliegtaks tussen de 7 en 40 Euro per vlucht. De luchtvaart vanaf Nederlandse luchthavens is verantwoordelijk voor 12 Mton CO₂ uitstoot.

Petitie voor schone Lucht

Ruim 30.000 mensen hebben een petitie van Milieudefensie getekend, waarin de politiek gevraagd wordt meer maatregelen te treffen voor een verbetering van de luchtkwaliteit. Concreet vroegen de ondertekenaars om meer ruimte voor de fiets en openbaar vervoer en eerlijkere maatregelen voor "uitstootvrij" verkeer. Daarbij denken ze aan milieuzones, hogere parkeertarieven voor vervuulende auto's, investeren in elektrische deelauto's en rekeningrijden. Ook pleitten de ondertekenaars voor invoering van de luchtnormen van de Wereld Gezondheidsorganisatie (WHO) die strenger zijn dan de huidige Europese normen. Begin maart is de petitie overhandigd aan Kamerleden.



Kabinet wil uitstoot houtkachels verminderen

Er komt geen verbod op het stoken van houtkachels. Wel wil het kabinet de emissies van houtstook verminderen om de schadelijkste gezondheidseffecten te beperken. Eind dit jaar komt er ook een 'stookalert' om gebruikers te alarmeren wanneer de weersomstandigheden niet goed zijn om de houtkachel aan te maken. Dat heeft het kabinet in januari aan de Tweede Kamer laten weten. De verscherpte emissie-eisen voor nieuw verkochte houtkachels gaan volgend jaar en niet pas in 2022 in werking. België en Duitsland kennen al strengere eisen.

Elektrische trucks voor de supermarkt

In Amsterdam is in februari een tweejarige proef gestart voor het bevoorraden van supermarkten. Drie volledig elektrische trucks en twee hybride trucks worden ingezet. Omdat deze trucks stiller zijn, hopen de betrokken organisaties dat de

bevoorrading ook in de stille uren mag plaatsvinden. DAF, TNO en transportbedrijf Simon Loos zijn bij de proef betrokken. Ook de supermarktketen Jumbo test bevoorrading door elektrische trucks.

MEER AMMONIAK DOOR SCHONERE LUCHT

Hoe zit dat?

De ammoniakconcentraties zijn sinds 2005 licht gestegen terwijl de ammoniakemissies juist zijn afgenomen. In dit artikel leggen we uit dat de stijgende ammoniakconcentraties deels veroorzaakt worden door de schonere lucht.

ROY WICHINK KRUIJT EN ADDO VAN PUL
(BEIDEN RIVM)

Ammoniak (NH_3) speelt een belangrijke rol bij verschillende milieuvraagstukken. Zo is ammoniak één van de stoffen die betrokken is bij de vorming van secundair fijnstof in de lucht. Fijnstof is schadelijk voor de volksgezondheid. Ammoniak heeft ook invloed op de kwaliteit van de bodem en het oppervlaktewater door droge en natte depositie. Verhoogde stikstofdepositie leidt tot verzuring, vermesing en een afname van het aantal soorten planten en dieren.

Al enkele decennia is er beleid om de uitstoot van ammoniak terug te dringen. De vraag is of we de effecten van dit beleid terugvinden in de metingen? Al eerder is aangetoond dat de maatregelen effect hebben gehad, specifiek in de jaren 90 van de vorige eeuw; daarna zijn de effecten minder goed zichtbaar (Van Zanten et al., 2018; Wichink Kruit et al., 2018; Kros et al., 2018; Van Pul et al., 2018). In dit artikel gaan we in op de meer recente periode, namelijk vanaf 2005.

Concentraties en emissies van ammoniak lopen uiteen

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) meet de ammoniakconcentraties in de lucht. Dit doet het RIVM om de modelberekeningen van

de concentratie en depositie van ammoniak te valideren en het verloop van de concentraties in de tijd te volgen. Hiervoor zijn twee meetnetten beschikbaar: het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML) en het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (MAN). Daarnaast rapporteert de Emissie-registratie (ER) elk jaar de totale emissie van ammoniak in Nederland. Dit doet zij op basis van verschillende datasets (waaronder de Gecombineerde Opgave) en berekeningen (Van Bruggen et al., 2018). In Figuur 1 staan zowel de landelijke ammoniakconcentraties als de gerapporteerde ammoniakemissies. De concentraties laten een stijgende lijn zien, terwijl de emissies een dalende lijn laten zien. De verwachting is dat als er minder ammoniak in de lucht terecht komt, er ook minder ammoniak in de lucht gemeten wordt.

Atmosferische en chemische processen

De ammoniakconcentratie in de lucht is een gevolg van veel verschillende processen. Natuurlijk zijn de uitstoot en de verspreiding vanaf de emissiebron dominant. Maar daarnaast vinden er in de lucht ook allerlei atmosferische en chemische processen met ammoniak plaats. Zo kan ammoniak met andere stoffen (vooral zwaveloxiden en stikstofoxiden) reageren en fijnstof vormen. Ook kan ammoniak

neerslaan op het aardoppervlak en op gewassen; dit kan in een droge en natte vorm (respectievelijk droge en natte depositie). Al deze processen beïnvloeden de ammoniakconcentratie in de lucht.

OPS-model

Omdat er meerdere processen invloed hebben op de ammoniakconcentratie in de lucht, kunnen de jaarlijks gerapporteerde emissies niet zomaar worden vergeleken met de gemeten concentraties. De emissies moeten worden omgerekend naar concentraties waarbij de atmosferische en chemische processen ook moeten worden meegenomen. Het RIVM gebruikt hiervoor het OPS-model (Sauter et al., 2018). Dit model wordt jaarlijks bijgewerkt met de nieuwste wetenschappelijke inzichten. In dit model zijn de belangrijkste atmosferische en chemische processen opgenomen. Door opties in het OPS-model aan en uit te zetten kan worden nagegaan wat de invloed van de verschillende processen is op de berekende concentraties. Met andere woorden, welke factoren spelen een rol en in welke mate.

Atmosferische en chemische processen verklaren driekwart

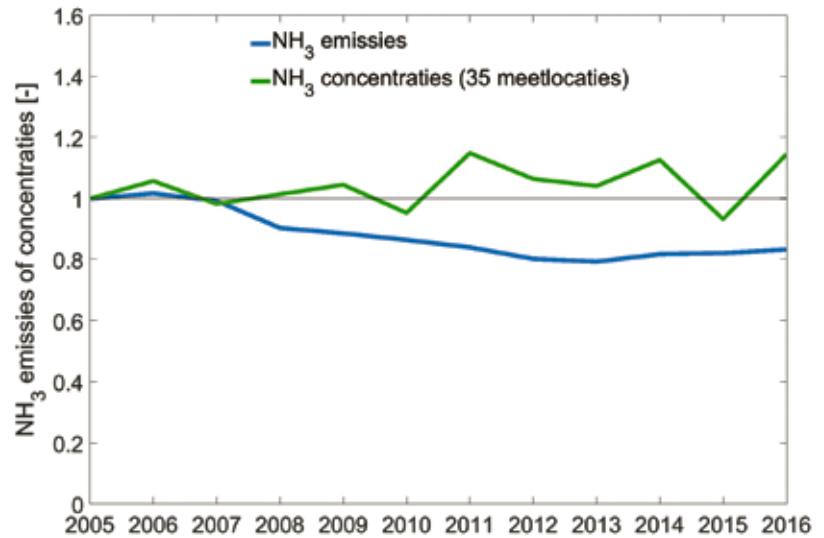
Uit de berekeningen met het OPS-model zijn drie factoren naar voren gekomen die een belangrijke invloed

Hoe komt de genormaliseerde ammoniakconcentratierreeks tot stand?

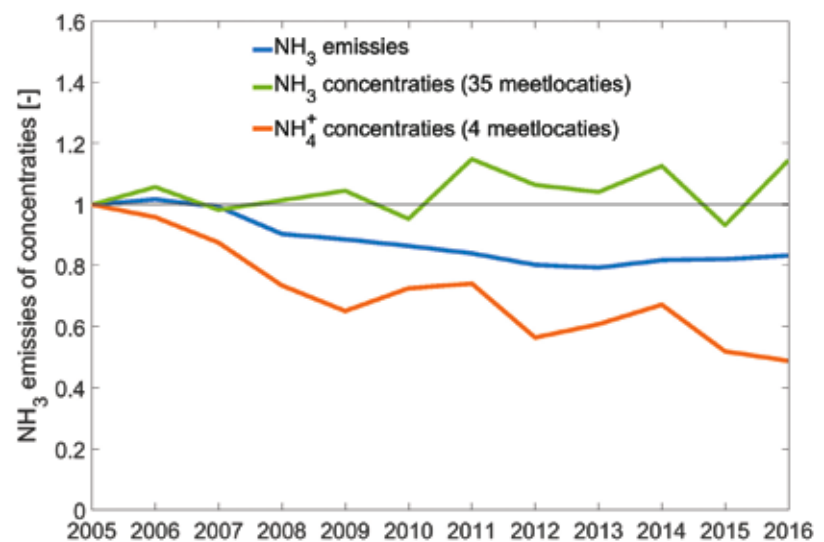
De concentratie in figuur 1 is als volgt tot stand gekomen: eerst wordt de tijdserie van elke meetlocatie gedeeld door het langjarig gemiddelde van deze meetlocatie (= normalisatie). Het gaat hierbij om 8 LML meetlocaties en 27 MAN meetlocaties, die gedurende de gehele periode hebben gemeten. Er wordt genormaliseerd om te voorkomen dat enkele meetlocaties met hoge concentraties zwaarder meewegen in het gemiddelde en daarmee de trend zouden domineren. De genormaliseerde meetreeksen worden vervolgens gemiddeld en op het jaar 2005 geïndexeerd (2005=100). De genormaliseerde NH_4^+ -concentratie is op dezelfde manier berekend als de NH_3 -concentraties zoals hiervoor beschreven, maar dan op basis van metingen op meetlocaties.

hebben op de (ontwikkeling in de) ammoniakconcentratie: de chemische samenstelling van de lucht, de invloed van andere stoffen op de depositie en de weersomstandigheden (Wichink Kruit et al., 2018b).

Als eerste blijkt dat de chemische samenstelling van de lucht in de afgelopen jaren is veranderd en daarmee de omzetting van ammoniak naar fijnstof. Er worden steeds minder zwavel- en stikstofdioxiden uitgestoten; de lucht is schoner geworden. Dit is vooral te danken aan nationaal en internationaal beleid ter verbetering van de luchtkwaliteit en vermindering van de depositie van verzurende en vermestende stoffen (EU-NECD, UN-ECE protocollen). Er zijn dus minder gassen aanwezig die met ammoniak fijnstof vormen. En dan blijft er dus meer ammoniak in de lucht aanwezig. Figuur 2 laat zien dat de concentratie ammoniak als fijnstof (ammonium, NH_4^+) inderdaad snel afneemt. Dit verklaart voor ongeveer 40% het verschil in de ontwikkelingen



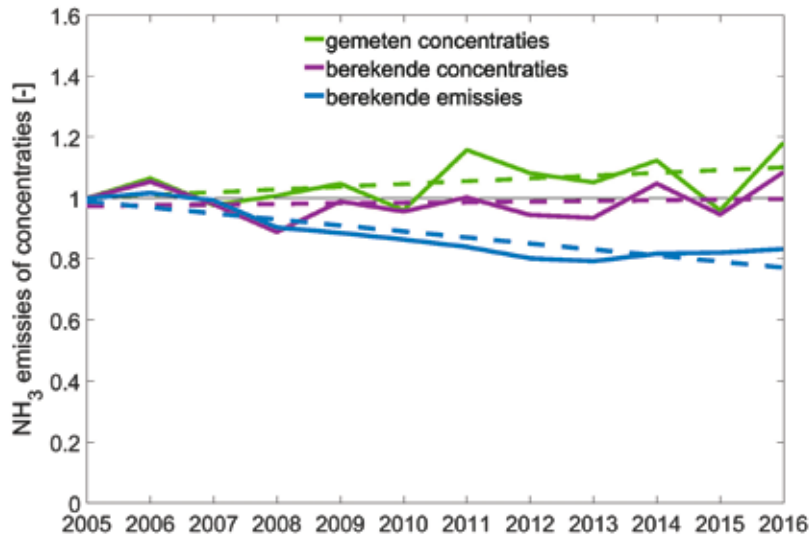
Figuur 1. Ontwikkelingen in de gerapporteerde NH_3 -emissie en de genormaliseerde gemeten NH_3 -concentratie in Nederland tussen 2005-2016 (<http://www.clo.nl/indicatoren/nl0081-relatie-ontwikkelingen-emissies-en-luchtkwaliteit>).



Figuur 2. Ontwikkelingen in de gerapporteerde NH_3 -emissie, de genormaliseerde gemeten NH_3 -concentratie en de genormaliseerde gemeten NH_4^+ -concentratie in Nederland tussen 2005-2016.

in de (toegenomen) ammoniakconcentratie en de verminderde uitstoot van ammoniak. Een ander gevolg van de schonere lucht is dat er minder verzurende stoffen in de lucht aanwezig zijn. Ammoniak is de belangrijkste base in de atmosfeer die zure stoffen kan neutraliseren; het neemt daarbij een H^+ -ion op. Als er minder verzurende stoffen op de bodem en de vegetatie aanwezig zijn, dan kan ammoniak minder gemakkelijk neerslaan. Eenmaal neergeslagen op de bodem kan ammoniak zelf overigens wel ver-

zarend werken, doordat het door bacteriën omgezet kan worden in nitraat, waarbij H^+ -ionen weer vrijkomen in de bodem. Dit verklaart ongeveer 20 procent van het verschil. Veranderende weersomstandigheden en overige factoren in het model verklaren nog eens ongeveer 15 procent. Zo is er een verschil in verspreiding van emissies vanuit stallen en bij de aanwending van mest. Stallen dragen gemiddeld meer bij aan de concentratie in de lucht dan aanwendingsemissies, doordat ze een continue bron vormen, terwijl de steeds emissiearmer wordende aanwendingse- →



Figuur 3. Ontwikkeling in de tijd van de gemeten ammoniakconcentraties (groene lijn), de berekende ammoniakconcentraties (paarse lijn), en de totale Nederlandse gerapporteerde ammoniakemissie (blauwe lijn). De stippellijnen zijn de lineaire trendlijnen door de data.

missies maar in een beperkte periode van het jaar plaatsvinden en ook nog eens dichtbij of in de grond. Deze verschillen in verspreiding zorgen per emissie-eenheid voor een verschillende bijdrage aan de concentratie.

Bij elkaar kunnen de atmosferische en chemische processen in het OPS-model ongeveer driekwart van het verschil verklaren (paarse lijn in Figuur 3). Je kunt dus zeggen dat minder zwavel- en stikstofoxiden zorgen voor minder fijnstof (dus minder ammonium), maar wel voor meer ammoniak in de lucht. Een kwart van het verschil in trend tussen de ammoniakconcentraties en de ammoniakemissies is hiermee echter niet verklaard.

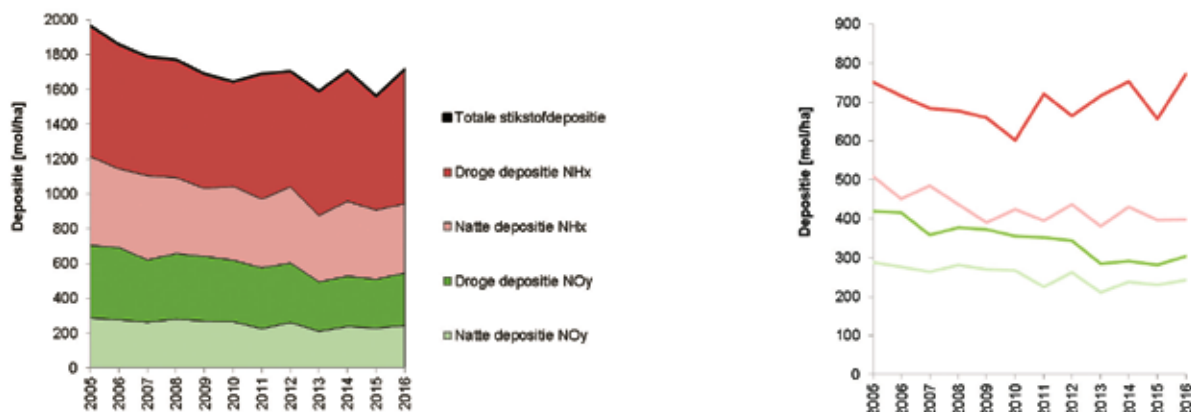
Overige kwart mogelijk door mindere daling in de ammoniakemissies

De Commissie Deskundigen Meststoffenwet heeft in een recent advies (CDM, 2018) een aantal uitgangspunten in de emissieberekening geïdentificeerd die in de laatste jaren zijn veranderd, die relatief onzeker zijn en die een rol zouden kunnen spelen bij verklaring van de verschillen tussen de trends in emissie en concentraties: i) de emissiereductie door emissiearme stallen, ii) de afzet van mest buiten de Nederlandse landbouw en iii) de toepassing emissiearme mesttoedieningstechnieken. Als wordt aangenomen dat de ammoniakemissie uit emissiearme stallen hoger is, er meer mest wordt toegediend en dat de mest minder emissiearm

wordt toegediend dan volgens de uitgangspunten in NEMA, dan is de daling in de berekende de ammoniakemissies in de periode 2005-2016 beduidend kleiner. Een doorrekening met OPS laat zien dat het resterende verschil van een kwart hiermee inderdaad kan worden verklaard (Wichink Kruit et al., 2018b).

Wat betekent dit voor de stikstofdepositie?

Ammoniak is een belangrijk onderdeel van de totale stikstofdepositie. Ongeveer $\frac{2}{3}$ van de stikstofdepositie bestaat uit ammoniak (NH_x) en $\frac{1}{3}$ uit stikstofoxiden (NO_y) (zie rechter figuur in Figuur 4). De stikstofdepositie wordt bepaald uit modelberekeningen gecombineerd met metingen. De modelberekeningen van de stikstofdepositie zijn gebaseerd op de emissies van stikstofoxiden en ammoniak uit de Emissieregistratie (zoals ook weergegeven in Figuur 1). De droge depositieberekeningen worden vervolgens gecorrigeerd met gemeten concentraties. Hierbij wordt aangenomen dat als de gemeten concentraties hoger zijn dan de gemodelleerde concentraties, dat dan ook de werkelijke droge depositie hoger moet zijn dan de gemodelleerde droge depositie. De toename van de gemeten ammoniak-



Figuur 4. Ontwikkelingen in de berekende stikstofdepositie tussen 2005 en 2016. Links: per component. Rechts gesommeerd tot de totale stikstofdepositie.

concentraties leidt er dus uiteindelijk ook toe dat de berekende droge depositie van ammoniak toeneemt. De natte depositie van NH_x is afgenomen. Dit komt onder andere omdat de natte depositie vooral afhangt van de ammoniumconcentraties in de lucht, die zijn afgenomen. De hoeveelheid ammoniak die uitregent is beperkt. De berekende depositie van de stikstofoxiden is over de periode 2005-2016 gedaald. De som van de ammoniakdepositie en stikstofoxidendepositie bij elkaar is gedaald over de periode 2005-2016 (Figuur 4).

De landelijk gemiddelde stikstofdepositie bedroeg in 2005 iets minder dan 2000 mol stikstof per hectare en is geleidelijk gedaald tot ca. 1700 mol stikstof per hectare in 2016. De daling vond vooral in het begin van de periode plaats en is de laatste jaren afgevlakt. Dit komt dus voornamelijk omdat de ammoniakdepositie niet meer is gedaald (Wichink Kruit et al., 2018a).

Tenslotte

Door de afgenomen emissies van zwavel- en stikstofoxiden is minder ammoniak omgezet naar ammonium. Er is daardoor meer ammoniak in de lucht gebleven die weer tot meer droge depositie heeft geleid. Dit betekent dat emissiebeperkende maatregelen bij ammoniak voor een deel niet zichtbaar zijn in de metingen of minder effectief zijn door compenserende effecten van maatregelen ter reductie van de zwavel- en stikstofoxiden. Ten onrechte zou de conclusie kunnen worden getrokken dat het beleid of de maatregelen om ammoniakemissies te reduceren niet gewerkt hebben. Als er helemaal geen maatregelen zouden zijn genomen dan waren de concentraties en depositie immers hoger geweest. Alleen door een nauwgezette analyse van de invloed van de verschillende atmosferische processen op de emissies en de concentraties van ammoniak is het mogelijk om een uitspraak te doen over de ontwikkelingen in de emissies. ■

Verder lezen?

Commissie Deskundigen Meststoffenwet, 2018. Advies “analyse onzekerheden in ammoniakemissies”, 3 december 2018.

https://www.wur.nl/upload_mm/e/c/1/2937a261-4e43-4cde-aca8-5a776a5a8c8d_1837350_CDM-advies%20analyse%20onzekerheden%20in%20ammoniakemissies.pdf

EU-NECD: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/national-emission-ceilings/national-emission-ceilings-directive>

Kros et al., 2018. Effecten van het verzurings- en ammoniakbeleid. https://www.researchgate.net/publication/325921498_Effecten_van_het_verzurings-_en_ammoniakbeleid

Sauter, F., M. van Zanten, E. van der Swaluw, J. Aben, F. de Leeuw, H. van Jaarsveld, 2018. The OPS-model. Description of OPS 4.5.2. <http://www.rivm.nl/media/ops/v4.5.2/OPS-model-v4.5.2.pdf>

UN-ECE: <http://www.unece.org/env/treaties/welcome>

Van Bruggen, C., A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, S.M. van der Sluis, G.L. Velthof & J. Vonk (2018). Emissies naar lucht uit de landbouw in 2016. Berekeningen met het model NEMA. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOT-technical report 119. 124 p. [http://www.emissieregistratie.nl/erpublish/documenten/Lucht%20\(Air\)/Landbouw%20en%20Natuur%20\(Agriculture%20and%20Nature\)/Bruggen,%20van%20et%20al.%20\(2018\)%20Emissies%20naar%20lucht%20uit%20de%20landbouw%20in%202016.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpublish/documenten/Lucht%20(Air)/Landbouw%20en%20Natuur%20(Agriculture%20and%20Nature)/Bruggen,%20van%20et%20al.%20(2018)%20Emissies%20naar%20lucht%20uit%20de%20landbouw%20in%202016.pdf)

Van Pul et al., 2018. Concentraties en depositie: Trends in ammoniak en ammonium. https://www.researchgate.net/publication/327335646_

Concentraties_en_depositie_Trends_in_ammoniak_en_ammonium

Van Zanten, M., et al., 2017. Trends in ammonia measurements in the Netherlands over the period 1993-2014. Atmospheric Environment 148, 352-360. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.11.007>

Vonk, J., et al., 2018. Methodology for estimating emissions from agriculture in the Netherlands – update 2018. Calculations of CH₄, NH₃, N₂O, NO_x, PM₁₀, PM_{2.5} and CO₂ with the National Emission Model for Agriculture (NEMA). Wageningen, The Statutory Research Tasks Unit for Nature and the Environment. WOT-technical report 115. 176 p.

[http://www.emissieregistratie.nl/erpublish/documenten/Lucht%20\(Air\)/Landbouw%20en%20Natuur%20\(Agriculture%20and%20Nature\)/Vonk,%20et%20al%20\(2018\)%20Methodology%20for%20estimating%20emissions%20from%20agriculture%20in%20the%20Netherlands%20-%20update%202018.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpublish/documenten/Lucht%20(Air)/Landbouw%20en%20Natuur%20(Agriculture%20and%20Nature)/Vonk,%20et%20al%20(2018)%20Methodology%20for%20estimating%20emissions%20from%20agriculture%20in%20the%20Netherlands%20-%20update%202018.pdf)

Wichink Kruit, R.J., J. Aben, W. de Vries, F. Sauter, E. van der Swaluw, M.C. van Zanten, W.A.J. van Pul, 2017. Modelling trends in ammonia in the Netherlands over the period 1990-2014. Atmospheric Environment 154, 20-30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.01.031>

Wichink Kruit et al., 2018a. Ontwikkelingen in de stikstofdepositie. <https://www.rivm.nl/publicaties/ontwikkelingen-in-stikstofdepositie>

Wichink Kruit et al., 2018b. Ontwikkelingen in de emissies en concentraties van ammoniak. <https://www.rivm.nl/publicaties/ontwikkelingen-in-emissies-en-concentraties-van-ammoniak-in-nederland-tussen-2005-en>

DE GROEIENDE AMMONIA-EMISSIES VAN DIESELVOERTUIGEN EN MACHINES

Strengere eisen aan stikstofemissies zorgen voor andere problemen door de toepassing van nieuwe technologieën en regelstrategieën

NORBERT E. LIGTERINK, ARMANDO P. INDRAJUANA, MITCH ELSTGEEEST, RENÉ N. GIJLSWIJK, ROBIN J. VERMEULEN, SAM VAN GOETHEM, EEF VOOGD, EN JESSICA M. DE RUITER (ALLEN TNO)

Stikstofoxides (NO_x) zijn het bijproduct van een efficiënte verbranding in een motor. Bij het omzetten van deze stikstofoxides in de katalytische uitlaatgasnabehandeling wordt er ammoniak (NH_3) gevormd. Nu de eisen aan de uitstoot van stikstofoxides strenger worden, lijkt de uitstoot van ammoniak omhoog te gaan. Van oudsher werd ammonia vooral uitgestoten door benzineauto's met een driewegkatalysator, maar personenauto's, vrachtauto's en mobiele werktuigen op diesel zijn de

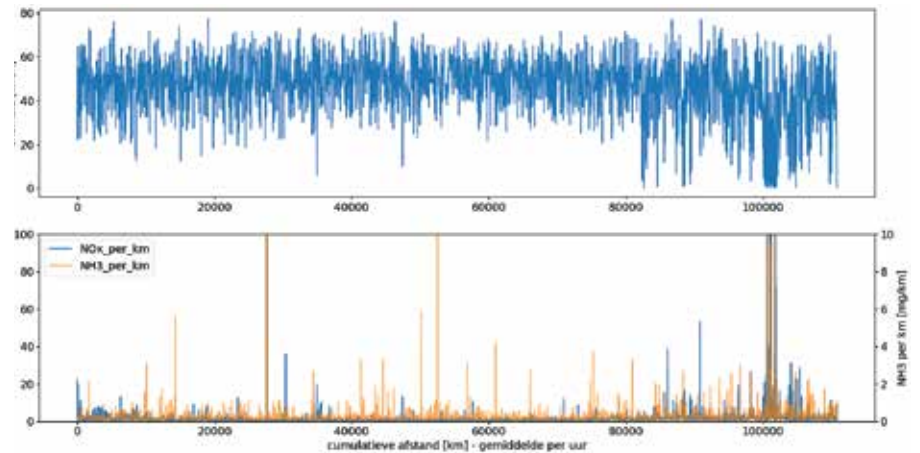
nieuwe bron van ammoniakemissies. In vergelijking met de landbouw zijn het kleine hoeveelheden, maar een hogere uitstoot van ammoniak op wegen in de directe omgeving van natuurgebieden zal wel leiden tot een hogere bijdrage van het wegverkeer aan de stikstofdepositie in deze natuurgebieden. De ammoniakemissiefactoren van TNO worden in het stikstofdepositiemodel AERIUS gebruikt en voor de emissietotalen in de Emissieregistratie. In dit artikel wordt de achtergrond gegeven van de totstandkoming van deze emissiefactoren.

| Meten aan ammonia-uitstoot in normaal gebruik

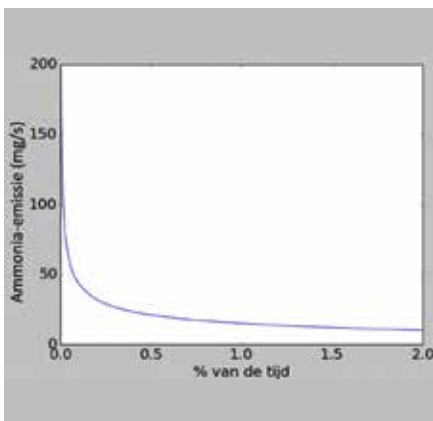
TNO is het enige instituut in de wereld dat structureel ammoniak meet en rappor-

teert in monitoringsprogramma's van dieselveertuigen op de weg. Daarvoor wordt een automotieve sensor gebruikt, die in het meetprogramma meerdere functies heeft. De kwaliteit van deze sensor is een onderwerp van discussie. Gegeven de specificaties, de relevante concentratieniveaus en de andere onzekerheden in het bepalen van emissiefactoren voldoet de sensor. Maar het kalibreren van de sensor karakteristiek, zoals dat ook voor de NO_x sensoren standaard wordt gedaan, blijkt verre van triviaal. Verderop in het artikel wordt daarop ingegaan.

Een benzineauto heeft sinds 1990 een driewegkatalysator, waarin koolmonoxide, koolwaterstoffen, en stikstofoxides uit de motor omgezet worden in stikstof, water, en kooldioxide. Bij de juiste verhou-



Figuur 2. Een trekker-oplegger die een jaar gevolgd is laat een wisselend beeld zien qua emissies.



Figuur 1. De ammonia-emissies gesorteerd naar grootte. In een half procent van de tijd zijn de emissiefactoren hoger dan de gemiddelde emissie van rond de paar milligram per seconde.

ding van brandstof en lucht is de driewegkatalysator zeer efficiënt in het verwijderen van de schadelijke emissies in het uitlaatgas. In deze chemische processen wordt ook ammonia gevormd en bij veroudering van de driewegkatalysator neemt de omzetting in ammoniak toe.

Ammonia als niet-geconverteerde reagens uit de SCR katalysator

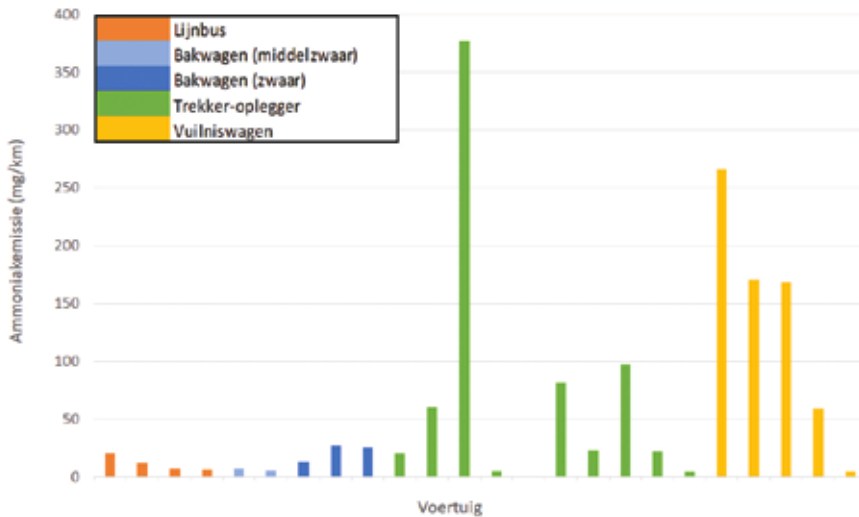
Voor een dieselmotor werkt deze techniek van de driewegkatalysator niet door het overmaat aan lucht en zuurstof in het dieseluitlaatgas. Nu is de SCR (*Selective Catalyst Reduction*) de enige effectieve manier gebleken om ongeveer 99% van de stikstofoxides uit het uitlaatgas te verwijderen. Daarvoor gebruikt het voertuig *AdBlue*, een ureumoplossing. In

het hete uitlaatgas ontleedt ureum in, onder andere, ammoniak en dat reageert met stikstofoxides via verschillende reacties en zet het om in stikstof en water. Het meest effectief is de omzetting waarbij er evenveel NO als NO₂ aanwezig is. Daarvoor wordt er een oxidatiekatalysator gebruikt, die NO in NO₂ omzet. Als er meer NO₂ dan NO aanwezig is, kan er in plaats van de omzetting in onschuldige gassen, ook het krachtige broeikasgas N₂O gevormd worden.

Sinds 2014 moeten zware vrachtwagens wettelijk op de weg getest worden, volgens *In-Service Conformity (ISC)* eisen in Euro-VI en vanaf 2018 moeten personenauto's en bestelauto's op de weg getest worden volgens *Real Driving Emissions (RDE)* eisen in Euro-6d-TEMP. Daarbij wordt vooral naar de stikstofemissies gekeken vanwege stikstofdioxideconcentraties in de buitenlucht. De druk op lage NOx emissies is hoog en daarom worden veel moderne dieselpersonenauto's vanaf dit jaar met een SCR systeem uitgerust. Vrachtwagens hadden al een SCR systeem vanaf 2009 met Euro-V wetgeving, maar die functioneerde beperkt. Nu, met Euro-VI, moet meer dan 95% reductie van stikstofoxides in het uitlaatgas uit de motor bereikt worden, om de limieten op de weg te halen. De SCR systemen spelen daar een belangrijke rol in. De kans is groot dat er teveel *AdBlue* wordt geïnjecteerd om tenminste alle stikstofoxides om te zetten waardoor de overmaat aan ammoniak wordt uitgestoten.

Bij een moderne dieselpersonenauto, vanaf 2018, is het mogelijk dat je ammoniak ruikt na een rit. De warme katalysator laat een beetje niet-gereageerd ammoniak los bij afkoeling. De menselijke neus is gevoelig voor ammoniak, in de literatuur worden geurdrempels vanaf 10 ppm genoemd. Uit de uitlaat kan soms wel tot 1000 ppm ammoniak vrijkomen. Een effect dat veel waargenomen wordt gedurende de regeneratie van het roetfilter, waarbij het uitlaatgas een hoge temperatuur bereikt en daarbij alle in de katalysator opgeslagen ammoniak niet langer gebufferd wordt en onveranderd uit de uitlaat geblazen. Dus zowel hoge als lage uitlaatgastemperaturen liggen ten grondslag aan de ammoniakemissies. De SCR functioneert het beste tussen 250 en 350 graden Celsius.

TNO doet metingen aan uitlaatgassen van vrachtauto's en bussen binnen het Steekproefcontroleprogramma Heavy Duty, in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Sinds 2013 wordt daarbij steeds vaker op de weg gemeten onder normale gebruiksomstandigheden. De bevindingen worden onder andere gebruikt als input bij de berekening van emissiefactoren voor het wegverkeer. De emissiefactoren geven de gemiddelde emissies voor een aantal verschillende verkeerssituaties van een bepaald voertuigtype zoals zware vrachtauto's. In het geval van monitoring onder normaal gebruik is zowel de gemeten emissies als het gemeten rijgedrag representatief voor de omstandigheden op →



Figuur 3. De gemiddelde ammonia emissies van de voertuigen gemeten door TNO, van enkele maanden tot meer dan een jaar voor elk voertuig.



De automotive ammoniaksensor zoals deze door TNO wordt gebruikt.

weg. Er liggen duizenden uren van data ten grondslag aan deze bepalingen, waarbij de grove indeling van verkeerssituaties van de definities uit de standaard rekenmethodes komen.

Bij de praktijkmetingen ligt de focus op stikstofoxiden, waarvan de concentratie wordt gemeten met een zirkonium-gebaseerde universele NO_x -sensor. Deze sensor is niet volledig specifiek voor stikstofoxiden, maar ook gevoelig voor ammoniak. Daarom wordt tegenwoordig een extra ammoniaksensor geplaatst die niet gevoelig is voor NO_x , om het NO_x -signaal te corrigeren voor deze kruisgevoeligheid. Als gevolg weten we ook vrij nauwkeurig hoeveel ammoniak wordt geëmitteerd.

Orzaak van de groeiende ammoniakuitstoot bij dieselvoertuigen

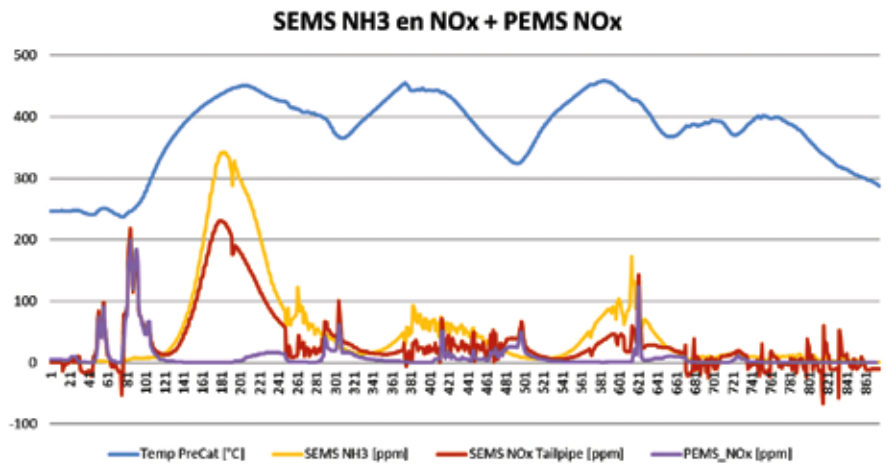
Het meten van ammoniak is nuttig, omdat zware dieselvoertuigen tegenwoordig deze stof emitteren. Sinds de invoering van de Europese emissienorm voor zwaar wegverkeer: 'Euro VI' rond 2013 wordt bij zware voertuigen grootschalig *Selective Catalytic*

Reduction (SCR)-katalysatoren toegepast om aan de NO_x -norm te kunnen voldoen. De ontleding is nodig om het reagens te activeren en dat kost tijd en warmte. Dat betekent dat de computer die de *AdBlue* injector aanstuurt, moet kunnen voorspellen hoeveel NO_x er gereduceerd moet gaan worden. Dat is niet altijd goed mogelijk, hetgeen soms leidt tot ammoniaslip vanuit de katalysator naar de atmosfeer. Ook ontstaat er in sommige gevallen hardnekkige aanslag met een complex van ammoniak en verbrandingsproducten in het systeem die de goede werking beperkt.

Praktijkemissie van ammoniak

Voor vrachtwagens en bussen is geen norm voor ammoniakuitstoot op de weg. Bij de typekeurtest van de motor dient wel aan een norm voldaan te worden: gemiddeld maximaal 10 ppm over de test van de motor. Deze WHTC (*World Harmonized Test Cycle*) test duurt 30 minuten. Een Euro-VI vrachtwagen heeft een ammoniak clean-up katalysator om aan de wettelijke eisen te voldoen voor ammoniakconcentraties in de laboratoriumtest. Daaraan is echter niet te zien hoe de uitstoot in de praktijk plaatsvindt. Gezien de uitstoot van ammoniak uit de *SCR*, is te verwachten dat de uitstoot (de ammoniakslip) met pieken plaatsvindt. Dat is goed te zien in het verdelingsplaatje van een typische vrachtwagen in figuur 1.

Over de tijd treden er pieken op in normaal gebruik (zie figuur 2). De



Figuur 4. SEMS vs PEMS: NO_x en NH₃ metingen aan een bestelbus op de snelweg, het verschil in gemeten NO_x concentraties wordt verklaard door de ammoniak.

vrachtwagens die een half jaar of langer gevolgd zijn, rijden tot wel 100.000 kilometer in 2500 uur. Het patroon van de ammoniakemissies van deze voertuigen geeft de bovenstaande kansverdeling over de tijd. Er treden in deze 2500 uur een paar honderd incidenten op met hoge ammoniakemissies, waarvan een handvol zeer hoge emissies die de gemiddelde ammoniakemissies van het voertuig domineren.

De wijze van inzet van een voertuig heeft indirect veel invloed op de ammoniakuitstoot. Bij sterk wisselende bedrijfscondities is het lastig voor de regeling om de *AdBlue*-vraag te voorspellen. De gebufferde ammoniak kan bij lage katalysator temperatuur, door lage motorbelasting, niet reageren in de SCR. Als de *AdBlue*-regeling geen rekening mee houdt met deze buffer wordt dit overschot aan ammo-

niak in de SCR uitgestoten. Dat wordt dan geëmitteerd op het moment dat de belasting weer hoger wordt. Dat kan bijvoorbeeld gebeuren als een vuilniswagen na een stedelijke dienst de snelweg opgaat om naar het afvalverwerkingsstation te gaan.

In figuur 3 is te zien dat de meeste vuilniswagens het moeilijk hebben om de ammonia-uitstoot laag te houden. Verder is de variatie in uitstoot binnen de voertuigvloot groot.

TNO maakt gebruik van een *automotive* ammoniak sensor die werkt op basis van elektrochemisch reactie die niet in chemische evenwicht is, een zogenaamde Nernst-cel. De sensor kan de ammoniakconcentratie meten van 0 tot 2000 ppm en functioneert alleen in de aanwezigheid van zuurstof en waterdamp in het uitlaatgas, wat bij dieselmotoren

het geval is. Een laag zuurstofgehalte in het uitlaatgas, zoals bij benzinemotoren het geval kan zijn, zal resulteren in een onjuiste meting en kan zelfs leiden tot beschadiging van de ammoniak sensor. De nauwkeurigheid van de sensor wordt beperkt beïnvloed door andere uitlaatgascomponenten zoals water, stikstofoxiden, koolwaterstoffen en koolmonoxide. Daarom is de ammoniak sensor gemaakt om de ammoniak slip bij dieselmotoren te meten en maar ook geschikt voor het corrigeren van de ammoniak kruisgevoeligheid van de NO_x sensor. Verderop wordt de correctie verder toegelicht.

Kruiscorrelatie van ammoniak met stikstofoxides

TNO installeert NO_x sensoren en ammoniak sensoren in het monitoringsprogramma van dieselveertuigen. De steekproef van voertuigen in dit programma omvat personenauto's, bussen en vrachtwagens. De NO_x sensor is echter gevoelig voor ammoniaslip van de SCR. Figuur 4 toont de meetgegevens van de NO_x sensor en NH₃ sensor (SEMS) in vergelijking met de gemeten NO_x van de hoogwaardige meetapparatuur (PEMS). De hoogwaardige meetapparatuur wordt als referentie gebruikt omdat het niet wordt beïnvloed door ammoniakemissie. Zo wordt aangetoond dat de hoge NO_x emissie die de NO_x sensor geregistreerd, wordt veroorzaakt door de ammoniaslip. Vervolgens kan een correctie algoritme worden toegepast op de meetresultaten van de NO_x sensor voor betere nauwkeurigheid.



De installatie van de sensoren in een uitlaat.





De kalibratieopstelling voor de NO_x sensoren waarin kalibratiegassen worden toegevoerd aan de meetkamer waarin meerdere sensoren zijn geplaatst.

Ontwikkeling van een kalibratiemethode

Om de betrouwbaarheid van de ammoniaksensor te controleren zijn pogingen gedaan om de sensor te kalibreren in een kalibratie opstelling. De kalibratieopstelling zoals afgebeeld is ongeschikt gebleken voor de ammoniaksensor.

Hierin wordt de ammoniaksensor parallel met NO_x sensoren aan verschillende gasconcentraties van stikstofoxiden en ammoniak blootgesteld. De reproduceerbaarheid van de metingen lijkt een probleem. De slechte reproduceerbaarheid wordt veroorzaakt door gevoeligheden van de sensor voor factoren die in de huidige kalibratie opstelling niet gemakkelijk te beheersen zijn. Deze gevoeligheden betreffen vooral waterdamp en gas-temperatuur, zoals deze in uitlaatgascondities voorkomen.

De software van de ammoniaksensor corrigeert de gemeten sensorwaarden voor kruisgevoeligheid en de invloeden van vocht en temperatuur zoals deze in uitlaatgas aanwezig zijn. Om het gedrag van de ammoniaksensoren goed in kaart te kunnen brengen dient de sensor tijdens de kalibratie te worden blootgesteld aan realistische omstandigheden. Hiervoor is een vrachtwagen voorzien van SCR uitgerust met een injectiepunt achter de SCR katalysator, waar een gecontroleerde hoeveelheid ammoniak

wordt toegevoegd aan het uitlaatgas. De ammoniaksensor is aan het uiteinde van de uitlaat geplaatst om deze bloot te stellen aan een homogeen gasmengsel. Ter controle van de ammoniaksensor wordt het gasmengsel continu geanalyseerd met de referentie gasanalyse-apparatuur.

Sensoren in meetprogramma's

De emissiemetingen aan voertuigen hebben de laatste jaren veel ontwikkelingen doorlopen. In eerste instantie zijn de meetprogramma's in het laboratorium aangepast om meer en meer de condities op de weg na te bootsen. Sinds door de ontwikkelingen na 2009, voor de buitenwereld aan het licht gekomen met het dieselschandaal, was het niet meer mogelijk om de praktijkemissies, in het bijzonder praktijk NO_x emissies, in het laboratorium te meten. Voertuigen reageren anders in het laboratorium dan in het gebruik op de weg. Sinds 2008 meet TNO daarom ook op de weg. Het spectroscopie-gebaseerde laboratorium-apparatuur voor metingen op de weg, PEMS, is nogal bewerkelijk, complex, en niet altijd stabiel. Daarom is TNO sinds 2010 bezig om te meten met sensoren, wat uitmondde in het sensor-gebaseerde SEMS instrument. Maar sensoren hebben hun eigen tekortkomingen, zoals beperkte nauwkeurigheid, veroudering,

kruisgevoeligheden, etc.. Daarom vertrouwt TNO in deze meetprogramma's niet op de uitgelezen waarde, maar ontwikkelt validatieprogramma's, kalibratiemethodiek, controlemethododes, en allerlei methodes om inzicht en vertrouwen te krijgen in de metingen.

Vooruitblik

Vanaf 1 september 2019 moeten alle nieuwe dieselpersonenauto's aan de RDE eisen voldoen voor de NO_x emissies. Daarbovenop mag nu iedereen met een accreditatie van het laboratorium voor het uitvoeren van inspecties, en daarnaast ook geaccrediteerd voor PEMS RDE testmethodiek, het emissiecertificaat van wegvoertuigen controleren. De afwijkende resultaten kunnen aan de kaak worden gesteld bij de bevoegde autoriteiten, wat kan leiden tot de intrekking van de toelating van voertuigmodellen op de weg. Deze nieuwe werkelijkheid voor autofabrikanten zal er waarschijnlijk toe leiden dat alle dieselauto's uitgerust worden met een SCR systeem en een ureumtank. Het risico is daarom reëel dat de ammoniakemissies van dieselpersonenauto's toe zal nemen in de komende jaren. Temeer, omdat er geen wettelijk limieten zijn aan de ammoniakemissies van lichte voertuigen. Het probleem is wel gesignaleerd, en de Euro-7/VII wetgeving, waarvoor nu de verkennende studies worden gedaan, heeft het beperken ammoniakuitstoot hoog op de agenda. Hopelijk is er rond 2025 met nieuwe wetgeving beter bronbeleid voor de ammoniakemissies van wegverkeer. Een goed inzicht in de huidige situatie en de recente ontwikkelingen vormen het noodzakelijke bewijs voor deze verbeteringen in bronbeleid. ■

EMISSIES VAN VREUGDEVUREN



Paasvuur te Espelo

Door het jaar heen worden op diverse plekken in Nederland vreugdevuren ontstoken. De emissies van deze vreugdevuren zijn recentelijk berekend en opgenomen in de Emissieregistratie. In dit artikel leggen we uit hoe deze emissies bepaald zijn en hoe groot de bijdrage is aan de totale emissie van Nederland.

RIANNE DRÖGE (TNO), MARGREET VAN ZANTEN (RIVM) EN RENÉ KOCH (TNO)

Inleiding

In Nederland worden jaarlijks vreugdevuren ontstoken bij verschillende evenementen. De bekendste zijn de paasvuren op eerste en tweede paasdag in het oosten van het land en de nieuwjaarsvuren met Oud en Nieuw op het strand bij Scheveningen en Duindorp. Daarnaast worden vreugdevuren ontstoken tijdens Sint Maarten (vooral in het zuiden van het land), Meierbliss (Texel), Luilak

(Noord-Holland), en vinden er verspreid door heel Nederland diverse kerstboomverbrandingen plaats. Tijdens deze vuren vinden emissies plaats van diverse stoffen, waaronder fijnstof (PM2.5 en PM10), stikstofoxiden, koolmonoxide en diverse polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs). Volgens de meest recente inschattingen van de Emissieregistratie, zijn vreugdevuren verantwoordelijk voor 1,1% van de nationale PM2.5 emissie in Nederland, en 6,5% van de nationale PAK emissies. PM2.5 omvat alle zwevende stofvormige deeltjes met een diameter kleiner dan

2,5 micrometer en komen vrij uit verkeer, houtkachels, vuurwerk en industrie. PAKs zijn een groep organische stoffen bestaande uit 2 of meer benzeenringen en ontstaan bij onvolledige verbranding, zoals bij barbecueën, houtkachels, sigaretten en bij vreugdevuren. De Nederlandse Emissieregistratie (www.emissieregistratie.nl) berekent sinds begin jaren zeventig van de vorige eeuw de emissies van alle relevante Nederlandse emissiebronnen. Deze emissiecijfers worden jaarlijks gebruikt voor internationale rapportages over de Nederlandse uitstoot van broeikasgas- →

	Totaal vreugdevuren in 2017 (kg)	Nationaal totaal in 2017 (kg)	Bijdrage van vreugdevuren aan nationaal totale emissie	
Tata: opslagen en wegen	36.867	251.904.755	0,0%	
Fijn stof (PM10)	159.026	26.928.331	0,6%	
Fijn stof (PM2.5)	148.676	14.003.916	1,1%	
Koolstofmonoxide (CO)	1.460.887	563.711.916	0,3%	
PAK4	Benzo(a)pyreen	85	1.949	4,3%
	Benzo(b)fluorantheen	164	1.882	8,7%
	Benzo(k)fluorantheen	127	1.007	12,7%
	Indeno(1,2,3-cd)pyreen	5	944	0,5%
Dioxinen	0,0003	0,0230	1,3%	

Tabel 1: Emissies uit vreugdevuren vergeleken met de totale Nederlandse emissies in 2017 (kg)

sen en luchtverontreinigende stoffen. Daarnaast wordt bepaald waar de emissies in Nederland vrijkomen, en wordt dit verwerkt in emissiekaarten die gebruikt worden om luchtkwaliteitsberekeningen uit te voeren voor bijvoorbeeld het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL), het Schone Luchtakkoord (SLA) en het Programma Aanpak Stikstof (PAS). De Emissieregistratie berekent jaarlijks in het kader van internationale verplichtingen een nieuwe tijdreeks (1990-heden) van emissies. Daarin zijn de meest actuele inzichten met betrekking tot de emissies verwerkt. Dit betekent ook dat nieuwe emissieoorzaken worden toegevoegd en emissies van oudere jaren worden verbeterd op basis van nieuwe inzichten. De doelstelling van de Emissieregistratie is de jaarlijkse vaststelling van een dataset met eenduidige emissiegegevens die voldoet aan de criteria: actualiteit, juistheid, volledigheid, transparantie, vergelijkbaarheid, consistentie en nauwkeurigheid. Indien nieuwe bronnen worden toegevoegd moeten die worden berekend vanaf het begin van de reeks in 1990. Dit artikel beschrijft de eerste inschatting van de emissie van vreugdevuren in de Emissieregistratie.

| Nieuwe bron in de Emissieregistratie: vreugdevuren

Emissies van vreugdevuren werden tot voor kort niet meegenomen in de berekening van de nationale emissies. Enerzijds omdat er geen officiële statistieken beschikbaar zijn, wat in principe het uitgangspunt is bij het bepalen van alle emissies in de Emissieregistratie, en anderzijds omdat tot voor kort de emissie-

bijdrage aan het nationale totaal verwaarloosbaar werd geacht. Het schoner worden van de industrie en het verkeer in de afgelopen jaren leidt ertoe dat bronnen die van oudsher klein waren relatief gezien steeds belangrijker worden. Zo is tegenwoordig de fijnstof emissie (PM10) van houtstook (sfeerverwarming door consumenten) van vergelijkbare orde-grootte als de fijnstofemissies door uitlaatgassen van wegverkeer, terwijl in de jaren negentig de sector wegverkeer nog een factor 7 groter was. Ten slotte zijn een paar vreugdevuren de laatste paar jaren fors in omvang toegenomen.

Het ontbreken van officiële statistieken betekent een grotere foutmarge bij de bepaling van emissies, maar het volledig weglaten van een emissiebron levert echter een systematische onderschatting op. Daarom is ervoor gekozen om een inschatting te maken van de emissies door paasvuren en andere vreugdevuren vanaf 1990 tot heden.

| Hoeveel hout wordt er tijdens vreugdevuren verbrand?

Om te komen tot cijfers over de emissies van vreugdevuren zijn gegevens nodig over de hoeveelheid en type materiaal dat op vreugdevuren wordt verbrand. Aangezien officiële statistieken ontbreken, is gebruik gemaakt van informatie uit diverse media.

| Paasvuren

Paasvuren worden voornamelijk ontstoken in het oosten van het land. Deze paasvuren kunnen in grootte variëren van enkele tientallen kubieke meters tot een wereldrecord van ruim 9000 m³.

Organisatoren van een aantal grote paasvuren laten deze opmeten en maken in de media de grootte van hun paasvuren bekend, om zo te kunnen bepalen wie het grootste vuur heeft gemaakt. Deze grote paasvuren wisselden de afgelopen jaren in grootte, variërend tussen 1000 en 9000 m³ per paasvuur. Van de kleinere paasvuren worden circa 400-500 paasvuren online aangekondigd, maar hierbij wordt niet vermeld hoe groot de vuren zullen zijn. In de 'Handreiking advisering paasvuren en andere vreugdevuren' van de Hulpverleningsdienst Drenthe worden veiligheidsadviezen gegeven voor vuren kleiner dan 1000 m³. Verder worden door diverse gemeenten maximale groottes genoemd, variërend tussen 100 m³ en 4000 m³, maar de meeste gemeenten houden een maximale grootte van 1000 m³ aan. Op basis van de voorwaarden in de vergunningen is aangenomen dat de kleine paasvuren een gemiddelde grootte van 250 m³ snoeihout hebben.

Voor alle paasvuren tezamen (grote paasvuren met een bekend formaat en kleine paasvuren met een geschat formaat), wordt ingeschat dat in 2017 ongeveer 110.000 m³ snoeihout (16.600 ton snoeihout) is verbrand. Dit getal kent een grote foutmarge, en kan ook de helft of een factor 2 hoger zijn.

| Nieuwjaarsvuren

Organisatoren van de nieuwjaarsvuren in Scheveningen en Duindorp houden jaarlijks een wedstrijd wie het grootste vreugdevuur van pallets heeft gebouwd op het strand. In de media wordt de grootte van de vreugdevuren genoemd.



De twee nieuwjaarsvuren op het strand bij Scheveningen en Duindorp

Deze twee vreugdevuren samen bevatten in de jaarwisseling 2017/2018 ruim 18.000 m³ pallets (3.300 ton pallets). Omdat dit bestaat uit slechts 2 vreugdevuren, waarvan de grootte in de media is gepresenteerd, wordt verwacht dat deze hoeveelheid relatief zeker is en niet meer dan 10% van de werkelijke grootte zal afwijken.

Overige vreugdevuren

Over de overige vreugdevuren (Sint Maarten, Meierbliss, Luilak en kerstboom-

verbranding) is minder informatie beschikbaar. Gegevens over het aantal vuren en de grootte hiervan zijn slechts ten dele bekend. Op basis van de beperkte informatie van enkele bekende vuren is ingeschat dat ongeveer 5.800 ton snoeihout en pallets wordt verbrand in deze overige vreugdevuren. Dit getal is vrij onzeker en zou een factor 3 hoger of lager kunnen zijn.

Deze drie categorieën vreugdevuren tezamen verbrandden in 2017 ongeveer

25.700 ton snoeihout en pallets, met een factor 2 onzekerheidsmarge (ongeveer 12.000 – 50.000 ton snoeihout en pallets).

Emissies van vreugdevuren

Emissies van vreugdevuren zijn berekend op basis van standaard Europese emissiefactoren uit het EMEP/EEA Guidebook 2016 voor verbranding van snoeihout¹ en voor verbranding van hout (voor de pallets)². Dit zijn gemiddelde emissiefactoren voor gemiddelde omstandigheden. Bij afwijkende weersomstandigheden, zoals regen of harde wind zoals in nieuwjaarsnacht 2018/2019, kunnen andere emissies plaatsvinden. Tabel 1 geeft weer hoeveel wordt uitgestoten door vreugdevuren. Hier is tevens een vergelijking gemaakt met de totale emissie van gepresenteerde stoffen in Nederland in 2017.

Uit tabel 1 en figuur 1 blijkt dat vreugdevuren verantwoordelijk zijn voor 1,1% van →

Tabel 2: Emissie van nieuwjaarsvuren en paasvuren vergeleken met de emissie die bij andere sectoren gemiddeld in 3 dagen vrijkomen (cijfers voor 2017 in kg). Deze tabel omvat alleen de emissies van paasvuren en nieuwjaarsvuren en niet de emissies van overige vreugdevuren.

	Paasvuren en nieuwjaarsvuren	Huishoudens (vnl houtkachels)	Woning- en auto branden	Industrie	Wegverkeer	Overig transport	Energie sector	Landbouw	Afval
Stikstofoxiden (NOx)	1,36	60,13	0,68	329,27	683,51	494,69	209,71	291,30	0,85
Fijn stof (PM10)	17,02	28,40	140,28	75,54	38,24	19,00	3,90	51,27	0,01
Fijn stof (PM2.5)	131,61	27,58	3,40	37,24	19,99	17,91	2,80	4,96	0,01
Koolstofmonoxide (CO)	1.239,41	671,31	54,58	770,44	2.432,42	643,70	48,79	-	-
Benzo(a)pyreen	70,34	11,76	1,66	1,19	0,45	0,19	0,08	-	-
Benzo(b)fluorantheen	134,38	11,14	1,52	0,79	0,45	0,16	0,07	-	-
Benzo(k)fluorantheen	104,01	5,86	0,57	0,29	0,35	0,09	0,07	-	-
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	5,01	5,90	0,97	0,43	0,33	0,02	0,07	-	-
Dioxinen	0,25	0,15	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	-	0,00

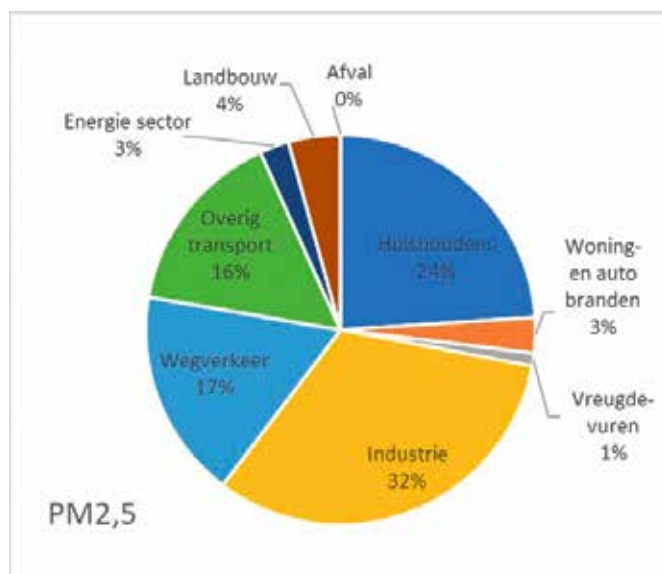
de nationale PM2.5 emissie in Nederland (148 ton). Hiermee zijn de emissies uit deze emissiebron een stuk lager dan de emissies uit huishoudens (bestaande uit o.a. 1873 ton PM2.5 uit houtkachels, 739 ton PM2.5 uit vuurwerk en 614 ton PM2.5 uit roken. Echter, voor verschillende PAKs kan de bijdrage veel groter zijn, variërend van 0,5-12,7% van de totale emissie in Nederland. Voor de 4 PAKs bij elkaar opgeteld is de bijdrage aan de nationaal totale emissie ongeveer 6,5% (zie figuur 2). Hiermee zijn de PAK emissies uit vreugdevuren een factor 2 hoger dan de PAK emissies uit wegverkeer, maar een factor 11 lager dan de PAK emissies uit sfeerverwarming (houtkachels). De vorming van deze emissies is echter sterk afhankelijk van de lokale verbrandingscondities als vochtigheid van het hout, omgevingstemperatuur en weersomstandigheden als wind en eventuele neerslag.

De emissies van vreugdevuren worden grotendeels in 3 dagen uitgestoten (tijdens nieuwjaarsnacht en de 2 paasdagen). In tabel 2 worden de emissies van deze paas- en nieuwjaarsvuren vergeleken met de gemiddelde hoeveelheid emissies die bij andere sectoren in 3 dagen vrijkomen. Hierbij valt direct op dat de emissies van sommige PAKs van vreugdevuren een factor 10 hoger ligt dan de emissies uit andere bronnen. De fijnstofemissie van vreugdevuren is op deze dagen even hoog als de gemiddelde emissie uit alle andere bronnen samen.

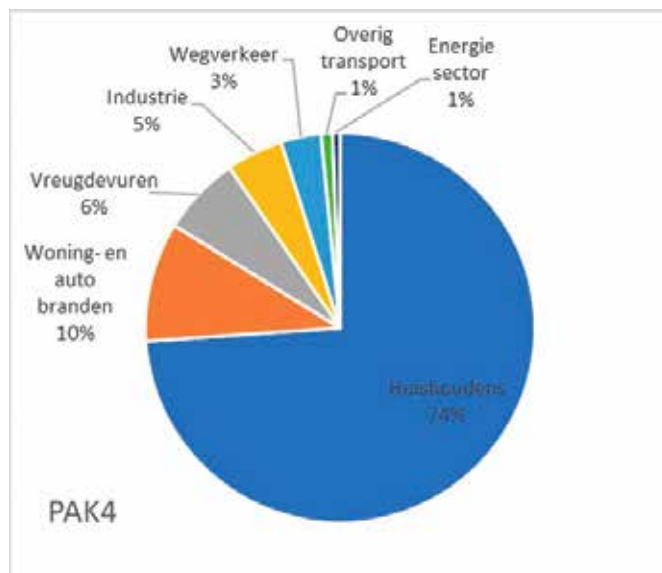
Conclusie

Hoewel er geen officiële statistieken over vreugdevuren beschikbaar zijn, is op basis van gegevens uit de media toch een inschatting gemaakt van de emissies uit vreugdevuren. De hoeveelheden snoeihout en pallets konden met ongeveer een factor 2 onzekerheid worden ingeschat. Dit gecombineerd met standaard Europese emissiefactoren uit het EMEP/EEA Guidebook 2016 levert emissies van

vreugdevuren op van voldoende kwaliteit om te worden opgenomen in de Nederlandse Emisregistratie. De vreugdevuren blijken voor emissies van PAKs een belangrijke bron te zijn. Jaargemiddeld leveren de vreugdevuren een bijdrage van 6,5% op de totale PAK4 emissie in Nederland, terwijl de PAK4 emissie tijdens de jaarwisseling en de paasdagen een factor 7 hoger zijn dan de emissies uit andere bronnen gedurende deze dagen. Vergeleken met de totale PM2.5 emissie die in Nederland in een jaar wordt uitgestoten, zijn de PM2.5 emissies van vreugdevuren relatief bescheiden. Echter op de dagen dat deze paas- en Nieuwjaarsvuren plaatsvinden, leveren de vuren een grote bijdrage aan de totale uitstoot van fijn stof. ■



Figuur 1: Procentuele verdeling van fijn stof (PM2.5) emissies in Nederland in 2017



Figuur 2: Procentuele verdeling van PAK4 emissies in Nederland in 2017 (PAK4 is de optelsom van benzo(a)pyreen, benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluoranthene en Indeno(1,2,3-cd)pyreen)

Referenties

- <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/5-waste/5-c-2-open-burning/view>
- <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-small-combustion-2016/view>

ALTERNATIEVE METHODE VOOR HET MAKEN VAN DE GCN 2020 VOOR STIKSTOFDIOXIDE

De emissieraming voor stikstofoxiden (NO_x) voor 2020, in het kader van de GCN-rapportage 2019, is afgeleid uit een extrapolatie van de trend in de geregistreerde emissies en concentratiemetingen. De historische trend in emissies komt goed overeen met de historische trend in de metingen van zowel stikstofoxide als stikstofdioxide (NO_2).

RONALD HOOGERBRUGGE, DENNIS
MOOIBROEK EN SANDER TEEUWISSE

RIVM

Aanleiding

Voor het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL) en andere luchtkwaliteitsberekeningen is een Grootschalige Concentratiekaart voor het jaar 2020 (GCN 2020) van stikstofdioxide (NO_2) noodzakelijk. Voor het berekenen van zo'n prognosejaar maakt het PBL voor dat betreffende jaar ramingen van de emissies. Recent dook een uniek probleem op omdat het PBL, vanwege de Analyse van het Ontwerp Klimaatakkoord, geen capaciteit beschikbaar had voor een update van de stikstofoxide (NO_x) emissieraming voor 2020. Vanwege nieuwe inzichten in de

verkeersemissies waren de bestaande ramingen van het PBL uit begin 2018 niet meer bruikbaar. De verschillen in basisuitgangspunten voor de emissieraming voor de huidige situatie (gebaseerd op de Emissieregistratie) en het prognosejaar 2020 waren te groot. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft het RIVM daarop verzocht of een actualisatie van de 2020 NO_2 -concentratiekaart gemaakt kon worden uitgaande van een extrapolatie van historische emissie- en/of concentratiemetingen. In het voorliggende artikel beschrijven we hoe de nieuwe GCN 2020 NO_2 -concentratiekaart is gemaakt.

Methode en beschikbare data

Om tot een realistische schatting van de NO_2 -concentraties in 2020 te komen is voor een trendextrapolatie gekozen. Dat leek verantwoord omdat het slechts

om een korte extrapolatie gaat. Voor de extrapolatie is het wenselijk om van de meest recente inzichten in emissie- en concentratiegegevens uit te gaan. Voor de emissies betekende dit dat informatie tot en met 2017 meegenomen kon worden. Bij het bepalen van de trend in de NO_2 -concentratie konden de meetresultaten uit 2018 betrokken worden. De methode en tussenresultaten zijn besproken in het reguliere overleg waarin de uitgangspunten voor de totstandkoming van de GCN kaarten worden vastgesteld. Hierin zijn o.a. deskundigen van ministeries en kennisinstellingen in vertegenwoordigd. De betrokken (emissie-)deskundigen hebben geadviseerd om onderscheid te maken tussen verkeersgerelateerde emissies en alle overige emissies omdat er een verschil in emissietrends werd verwacht tussen beide categorieën. Dit onderscheid is

→

Berekende concentraties luchtkwaliteit worden in grote mate bepaald door de emissies. De prognoses van de luchtkwaliteit in de GCN worden dan ook gemaakt door een prognose van de emissies in te voeren in het OPS model. Bij een reguliere raming wordt hierbij specifieke kennis over ontwikkelingen gebruikt. Bij deze alternatieve methode is zoveel mogelijk aangesloten bij deze aanpak. Daarom zijn NO_2 concentraties voor 2020 berekend door de extrapolatie van de NO_x -emissies in de OPS berekeningen in te voeren. Deze aanpak is te prefereren boven een methodiek waarbij de emissie in 2020 gelijk gesteld zou worden aan de emissie in 2017 en de trend van de gemeten NO_2 -concentraties zelf als aanpassing zou zijn toegepast. Bij zo'n toepassing van de trend in de gemeten NO_2 -concentraties ontstaan nieuwe problemen zoals de lokale verschillen in de trends en de wijze waarop de dubbeltellingscorrectie voor snelwegen wordt berekend.

belangrijk omdat verkeersemissies relatief meer impact hebben op de luchtkwaliteit op plekken waar de meeste mensen wonen. Bovendien is het wegverkeer verantwoordelijk voor een groot deel van de resterende overschrijdingen van de Europese grenswaarden voor NO_2 op de toetspunten in het NSL.

Deze uitsplitsing laat zich, in tegenstelling tot meer gedetailleerdere uitsplitsingen, ook goed vergelijken met concentratiemetingen in stedelijke en regionale gebieden.

| Trends uit emissies

Voor het bepalen van de trends uit de emissies is gebruik gemaakt van de meest recente inzichten zoals deze jaarlijks door de Emissieregistratie worden vastgesteld. Nieuwe inzichten in het bepalen van de emissies worden daarbij ook toegepast op eerdere jaren zodat consistentie tussen de jaren zo goed mogelijk behouden blijft. De hele emissiereeks bestond uit 2000 tot en met 2017. In figuur 1 is het totaal van alle Nederlandse NO_x -emissies weergegeven en een uitsplitsing tussen de NO_x -emissies van wegverkeer en alle overige emissiesectoren. Voor iedere reeks is een curve gefit (kleinste kwadraten methode) waarbij de

afname per jaar als een vast percentage is verondersteld. Met een statistische methode (bootstrapping) zijn de 95% betrouwheidsintervallen van de curves berekend. De resultaten van de fit zijn weergegeven in tabel 1 in percentage per jaar. Voordeel van deze aanpak is dat het resultaat (procentuele afname per jaar) rechtstreeks kan worden gekoppeld aan de berekening van de geëxtrapoleerde emissies in 2020.

De resultaten in tabel 1 laten inderdaad een verschil zien tussen de trend in de NO_x -emissie door wegverkeer (-3.9% per jaar) en de overige emissiebronnen (-2.6% per jaar).

| Trends uit NO_x - en NO_2 -concentratiemetingen

Een andere manier om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de emissies richting 2020 zijn de trends in de NO_x - en NO_2 -concentratiemetingen. Wanneer deze trends vergelijkbare resultaten laten zien als de trends in de NO_x -emissies, net als indicator uit het compendium voor de leefomgeving, geeft dat vertrouwen in de trend ten behoeve van de extrapolatie.

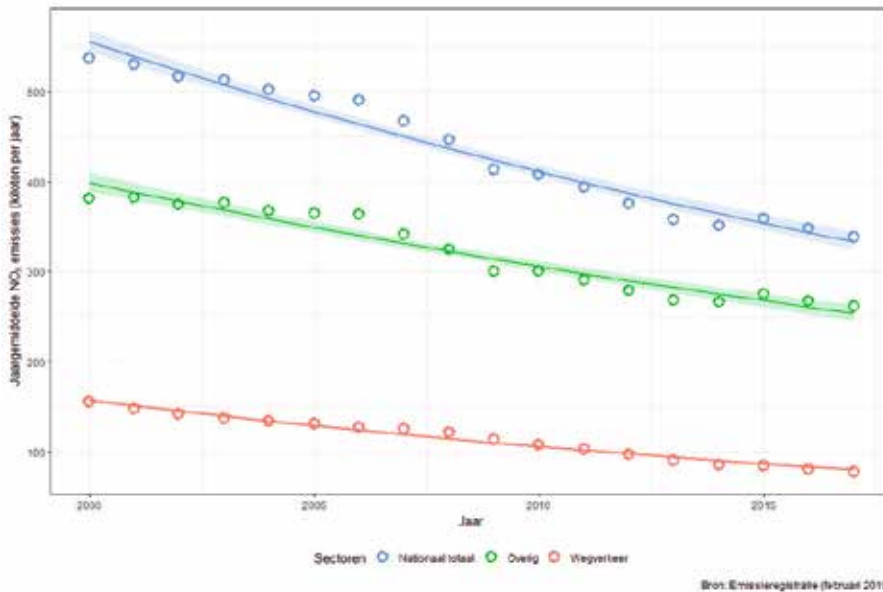
Voor het bepalen van de trend in de metingen zijn de NO_x/NO_2 -concentratiemetingen van het Landelijk

Tabel 1: Verandering in NO_x -geregistreerde emissies in percentage per jaar over de periode 2000-2017.

Broncategorie	Emissietrend (in % per jaar)
Wegverkeer	-3.9%
Overige Nederlandse bronnen	-2.6%
Nationaal totaal	-3.0%

Tabel 2: Verandering in gemeten concentraties in percentage per jaar over de periode 2004-2018.

Type station	NO_x -concentratie	NO_2 -concentratie	NO_x geschat uit NO_2
Straatlocaties	-3.9%	-2.6%	-
Stadsachtergrond	-4.0%	-3.1%	-4.0%
Regionaal	-2.7%	-2.2%	-2.8%



Figuur 1. Verloop van de totale Nederlandse NO_x emissies en de bijdrage van wegverkeer en overige emissiebronnen.

Tabel 3: Samenvatting resultaten trends in percentage per jaar. De trend in de NO_x-concentratie (kolom 3) is berekend als 1.3x de verandering in de NO₂-concentratie.

Emissies uit de Emissieregistratie Emissietrend uit NO _x concentratiemetingen		Emissietrend uit NO _x concentratiemetingen	
Wegverkeer	-3.9%	Straatlocaties	-3.9%
Nationaal totaal	-3.0%	Stadsachtergrond	-4.0%
Overige Nederlandse bronnen	-2.6%	Regionaal	-2.7%

Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM en de meetnetten van de GGD Amsterdam en de DCMR gebruikt. In deze analyse is gebruik gemaakt van de stations op regionale achtergrond locaties, stadachtergrondlocaties en langs drukke straten (verkeersbelast). De jaargemiddelde NO_x-concentratie van deze meetstations is alleen gebruikt als het aantal gemeten uren in een jaar boven de 75% ligt. Meetstations zijn in de trendanalyse meegenomen als het aantal beschikbare jaargemiddelde waarden gedurende de periode 2004-2018 minimaal 75% is. Figuur 2 laat de meetreeksen voor de jaargemiddelde NO_x-concentraties zien. De concentratie NO_x is de som van de concentraties NO en NO₂ (uitgedrukt in µg/m³ NO₂). Ook hier zijn curves gefit met een procentuele afname per jaar. Figuur 3 toont de gemeten NO₂ jaargemiddelden voor dezelfde meetstations. In een volgend nummer komt een uitgebreidere analyse van de trends in de

concentraties. De NO₂-concentraties in de drukke straten zijn lager dan je op basis van de trendlijn zou verwachten. Dit kan komen door de bijzondere mooie zomer. Het effect van de weersomstandigheden komt in het komende artikel uitgebreider aan bod. De stijging in de achtergrond in 2018 is ook onverwacht, maar kan verklaard worden doordat een van de stations met de laagste concentraties in het land in 2018 buiten de analyse viel doordat er te weinig data waren.

Samenvatting beoordeling trends

In de bovenstaande trendanalyses is op verschillende manieren naar de trend in de Nederlandse NO_x-emissies en NO_x-concentraties/NO₂-concentraties gekeken. Alle drie de benaderingswijzen laten een vergelijkbaar beeld zien nl.:

- Een sterkere daling per jaar voor verkeer of verkeersgerelateerde locaties (stedelijke achtergrondstations) ten

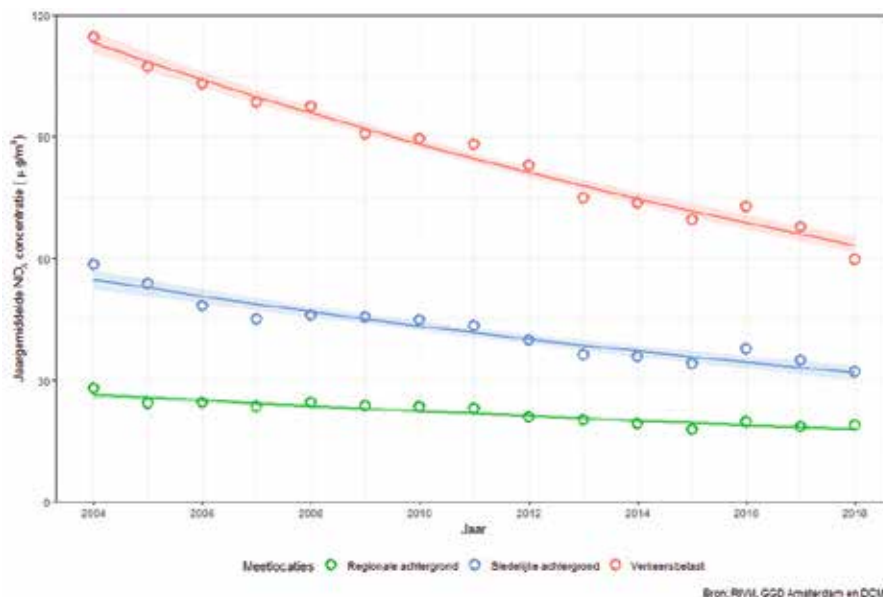
- opzichte van het landelijke/regionale stations beeld,
- Een ca. 4% per jaar reductie omgerekend naar verkeersgerelateerde NO_x-emissie,
- Een ca. 2,5% per jaar reductie omgerekend naar overige bronnen gerelateerde NO_x-emissie.

Effect op emissies en concentraties

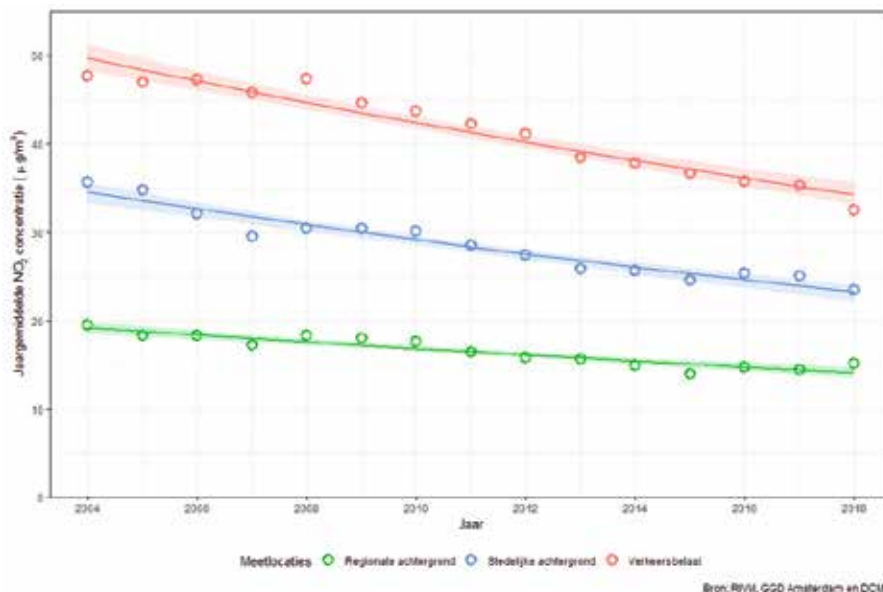
Op basis van bovenstaande analyse zijn de emissies voor 2020 berekend op basis van de emissies voor 2017 met een geëxtrapoleerde daling. De NO_x-emissie door het Nederlandse wegverkeer daalt met deze extrapolatie in de periode 2017 naar 2020 van 77 naar 68 kton/jaar. De NO_x-emissie van overige Nederlandse bronnen daalt van 261 naar 241 kton/jaar en het Nederlandse totaal van 338 naar 310 kton/jaar. De NO₂ GCN die dit jaar gemaakt is voor 2020 is daarmee gemiddeld lager dan de GCN voor 2018. Ten opzichte van de NO₂ GCN



Figuur 2. Verloop van de gemeten jaargemiddelde NO_x -concentraties op regionale achtergrond, stedelijke achtergrond en verkeersbelaste locaties.



Figuur 3. Verloop van de gemeten jaargemiddelde NO_2 -concentraties op regionale achtergrond, stedelijke achtergrond en verkeersbelaste locaties.



voor 2020 die vorig jaar gemaakt is gaan de concentraties gemiddeld over Nederland $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ omhoog. In de steden is het verschil groter.

Conclusie

Op basis van zowel de Emissieregistratie als de NO_x - en NO_2 -concentratie-metingen wordt een generieke daling van de NO_x emissies van ca 3% per jaar over de afgelopen 10-15 jaar geschat. Er is een relevant verschil tussen de trend in NO_x -emissies uit wegverkeer en de trend in NO_x -emissies uit overige bronnen. Dit verschil in trends wordt ook bevestigd door de NO_2 - en NO_x -

concentratie-metingen. De verkeersgerelateerde NO_x -emissie neemt per jaar procentueel sterker af dan de NO_x -emissie door overige bronnen.

Om tot een realistische NO_x -emissieraming voor 2020 te komen zijn de wegverkeersemissies in het jaar 2017 met een daling van 3,9% per jaar geëxtrapoleerd tot en met 2020 (in 2020 zijn de NO_x -emissies door wegverkeer daarmee 11% lager dan in 2017). Tevens zijn de NO_x -emissies van alle andere sectoren in 2017 met een daling van 2,6% per jaar geëxtrapoleerd naar 2020. Deze percentages zijn zoals hiervoor toegelicht gebaseerd op de trends uit de

meest recente informatie van de emissieregistratie (2000-2017).

In de half maart gepubliceerde groot-schalige concentratiekaarten Nederland (GCN) en de stikstof depositiekaarten (GDN) is de beschreven extrapolatie voor 2020 verwerkt. Aan de inschattingen voor 2030 zijn geen wijzigingen doorgevoerd ten opzichte van de ramingen uit 2018. ■

¹ <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0081-relatie-ontwikkelingen-emissies-en-lucht-kwaliteit>

De gewone burger meet zelf luchtkwaliteit

OP WEG NAAR EEN ANDERE WISSELWERKING TUSSEN BURGERS EN OVERHEDEN

CHRISTA BLOKHUIS, JEROEN DEVILEE, HESTER VOLTEN, MARITA VOOGT, ANNEMARIE VAN ALPHEN (RIVM)

| Inleiding

De luchtkwaliteit is niet langer alleen het domein van de wetenschapper. De gewone burger kan zelf onderzoek doen. Dit heet *citizen science*. Mensen zetten zich in om met sensoren of passieve samplers zelf metingen te verrichten rondom hun huis. Waarom eigenlijk? Het RIVM ondersteunt mensen die zelf willen meten. Wat betekent dit voor de rolverdeling tussen onderzoeksinstituten als het RIVM, burgers en lokale overheden? En als de burgerwetenschappers data hebben verzameld, wat doen we daar dan mee? Het RIVM legde deze vragen voor aan bewoners en gemeenten.

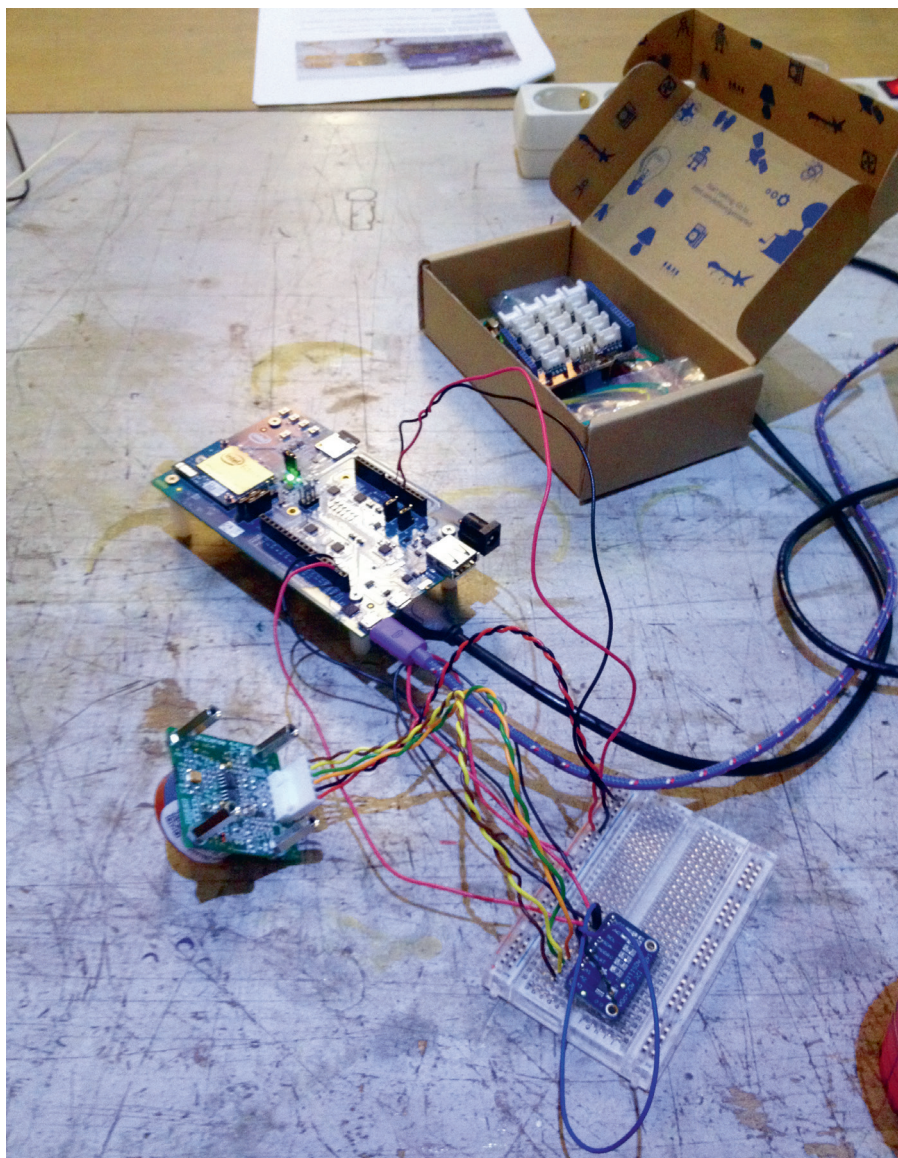
| Wat drijft citizen scientists om zelf te meten?

De redenen dat mensen zelf aan het meten slaan, zijn divers. Ze willen graag bijdragen aan wetenschap of beleid, of vinden de techniek van sensoren interessant. Toch ligt de aanleiding vrijwel altijd in het ervaren van overlast en zorgen over de gezondheid die daaruit voortvloeien. Een bewoner uit de provincie Limburg licht toe: 'Ik merk dat de belasting op de lucht in onze omgeving de afgelopen jaren flink is toegenomen. Daarom is gezondheid voor mij de grootste drijfveer om zelf te meten.' Veel bewoners zijn op zoek naar zekerheid. 'Onze gemeente zegt dat wij volledig aan de normen voldoen,' vertelt een inwoner van de provincie Utrecht. 'Wij hebben echter steeds meer last omdat de wegen drukker worden. Ons doel is

om zelf een meetnetwerk aan te leggen dat volautomatisch meet. Dankzij onze inspanningen groeit onze samenwerking met andere steden. Dat maakt het voor mij echt de moeite waard.'

| Citizen science: een vorm van wetenschap?

Citizen science kan bijdragen aan burgerparticipatie, maar het kan tevens worden beschouwd als een vorm van wetenschap. Hoe denken de deelnemers daar zelf over? Een inwoner uit de provincie Utrecht legt uit dat zij metingen doen aan temperatuur en vochtigheid. 'We denken na over de betekenis van onze metingen voor klimaatverandering,' verklaart hij. 'Alleen zijn we niet verbonden aan een instituut. Daarom zoeken we naar andere werkvormen om kennis en wetenschap met elkaar te verbinden.' →



‘Ik heb ons meetproject nooit wetenschappelijk benaderd, omdat ons van tevoren duidelijk was dat de apparatuur daar niet geschikt voor is,’ verklaart een bewoner uit Zuid-Holland. ‘We doorlopen wel de stappen van een onderzoekscyclus, maar veel minder gestructureerd dan bij een professioneel onderzoek.’

Voor een aantal bewoners is juist het collectieve van een meetproject een belangrijk aspect om mee te doen. ‘Mensen bij elkaar brengen is wat ik het liefste doe,’ zegt een bewoner uit

Limburg. ‘De wetenschap is voor mij vooral een middel om het sociale belang na te streven.’ Deze burgers geloven niet in zelf meten als een manier om een ruimtelijk conflict op de spits te drijven. Dit zou voor hen een reden zijn om uit een project te stappen. ‘Ik wil met mijn meetproject graag mijn steentje bijdragen aan een plan om de problemen rondom luchtkwaliteit in mijn omgeving aan te pakken,’ zegt een bewoner uit Limburg. ‘Een volgende stap zou zijn om daadwerkelijk samen te werken met de gemeente.’

| “Als je meet dan weet je waar je over praat.”

Burgerwetenschappers meten vooral zodat zij beschikking hebben over objectieve gegevens. Welke verwachtingen koppelen zij daaraan?

‘Uiteindelijk heb je door te meten beter inzicht en kan daarop gestuurd worden,’ licht een bewoner uit Limburg toe. ‘Het kan de bedrijven die de belasting veroorzaken helpen om hun activiteiten aan te passen.’

‘Als je meet dan weet je waar je over praat,’ voegt een andere bewoner toe. ‘Mochten de metingen aantonen dat er een probleem is, dan vergroot je ook het politiek draagvlak om iets te doen.’ Hij voegt toe: ‘Bij ons zitten veel agrarische bedrijven, maar we hebben zelf een open haard. De stoffen in de lucht vormen dus een mengelmoes. Door te monitoren kunnen we beter herleiden van welke bron we overlast ervaren.’

| Burgermetingen: wat doen we daar mee?

Aan de vooravond van het Schone Lucht Akkoord (SLA), waarin ook een hoofdstuk over burgerparticipatie wordt opgenomen, ligt er een aantal overwegingen over de toepassingen van citizen science. Veel projecten hebben inmiddels enkele maanden tot jaren data verzameld. Wat gebeurt er met deze meetresultaten?

‘Wij zijn benaderd door een hoogleraar die werkzaam is bij een ziekenhuis,’ aldus een bewoner uit Zuid-Holland.

‘Onder de lokale overheden heerst er een gemengd beeld over de inzet van citizen science.’

‘Hij verkent verschillende manieren van dataverzameling met als doel beleid te ontwikkelen voor de provincie.’

Uit ervaringen van het RIVM en andere instituten blijkt dat de meetresultaten van burgerprojecten nog niet altijd gebruikt worden om problemen op te lossen of beleid te formuleren. Dit heeft diverse oorzaken. Veel burgermeetprojecten zijn nog maar recentelijk gestart waardoor het momenteel lastig is om uitspraken te doen over de toepassingen. Ook interpretatie van data van goedkope sensoren wordt als een hindernis ervaren. In andere gevallen bestaat er onduidelijkheid over wie er verantwoordelijk is iets met de data te doen. ‘Wij zijn gestart met metingen met als doel informatie te leveren aan milieuclubs in mijn buurt,’ vertelt een bewoner uit Zuid-Holland. ‘Tot mijn verbazing hebben deze partijen onze data niet gebruikt om hun standpunten te ondersteunen.’

Uit de reacties van burgers die zelf meten, ontstaat de indruk dat de meeste van hen zich niet verantwoordelijk voelen voor vervolgstappen op basis van de meetresultaten. Vanaf dat moment hevelen zij het stokje over aan de overheden.

De lokale overheid aan de slag met burgermetingen?

Onder de lokale overheden heerst er een gemengd beeld over de inzet van *citizen*

science. Een groep gemeenten is erg bereidwillig om in gezamenlijkheid met hun inwoners te meten. Immers, zij zijn ook

benieuwd hoe het gesteld is met de omgevingskwaliteit op plekken waar men overlast rapporteert. Daarnaast zien zij mogelijkheden op het gebied van draagvlak en bewustwording.

‘Binnen onze gemeente voeren we al drie jaar metingen uit met NO₂-buisjes,’ vertelt een medewerker. ‘Op veel locaties valt de concentratie stikstofdioxide mee. Wij bespeuren in die gevallen teleurstelling bij onze bewoners. Aan de andere kant hebben wij dankzij de inzet van onze bewoners een knelpunt ontdekt dat onze monitoringstool nog niet aangaf. Vooraf hebben we uitgelegd dat het verkeer niet geweerd kan worden. Daarom verkennen we momenteel welke maatregelen we kunnen treffen om de uitstoot te verminderen.’

‘Twee jaar geleden constateerden wij een discrepantie tussen onze modelberekeningen voor geluidbelasting en het aantal klachten op bepaalde locaties in de stad,’ vertelt een medewerker van een gemeente in Zuid-Holland. ‘Dit was voor ons de aanleiding om sensoren uit te delen aan bezorgde inwoners. Via het dataportaal van het RIVM (samenmeten.rivm.nl) kunnen zij zelf hun data bekijken. Daarnaast organiseren we bewonersavonden.’ Hij voegt toe: ‘Ik denk dat onze geloofwaardigheid als gemeente



groter wordt omdat wij de klachten van onze bewoners serieus nemen. Op het moment dat uit de meetresultaten signalen vloeien dat er maatregelen nodig zijn, vind ik dat je als gemeente aan zet bent.’ Maatregelen die een overheid kan nemen zijn onder andere het opstellen van nieuw beleid, het aanpassen van de bron of de directe omgeving daarvan, maar ook het faciliteren van referentiemetingen aangezien de sensoren indicatieve resultaten opleveren.

‘Voor ons zijn er drie redenen waarom wij zijn gestart met *citizen science*,’ vertelt een medewerker van een andere gemeente in Zuid-Holland. ‘In de uitvoer van onze maatregelen om luchtkwaliteit te verbeteren bemerkten we wantrouwen bij een bepaald deel van de bevolking. Hun ervaren overlast kwam niet overeen met wat wij op basis van onze metingen constateerden. Bovendien vertrouwden ze onze metingen niet. Met de opkomst van sensortechnologie zagen wij een kans om ervaring op te doen met deze nieuwe ontwikkeling en onze inwoners mogelijkheden te bieden hun eigen metingen uit te voeren. Als laatste willen wij als gemeente dichter bij onze burgers en bedrijven staan. Citizen science is daarvoor een geschikte aanpak.’ Een laatste groep gemeenten omarmt de burgerprojecten nog niet. Zij willen liever geen metingen op hun grondgebied vanwege gevoelige dossiers, terwijl deze reden voor andere gemeenten juist een aanleiding is om met sensoren aan de





slag te gaan. Kortom, er ligt een aantal grote uitdagingen in het vooruitzicht om bruggen te slaan tussen burgers die zelf aan het meten slaan, de data die zij produceren, en toepassingen in het beleid. Vanuit zowel burgergroepen als gemeenten komt het beeld naar voren dat deze rol goed past bij een referentie-instituut zoals het RIVM.

| De rol van het RIVM binnen citizen science projecten

Het RIVM ziet kansen om de metingen van bewoners te gebruiken voor het vergroten van de detaillering en kwaliteit van de nationale monitoring binnen de meetnetten voor omgevings-

kwaliteit. Bovendien leidt het zelf doen van metingen tot een grotere bewustwording onder burgers van de bronnen van bijvoorbeeld luchtkwaliteit en geluidsoverlast. Ook kunnen zowel burgers als overheden de deelname van het RIVM gebruiken om de metingen naar een hoger plan tillen. Wat denken burgers en overheden zelf over de betrokkenheid van het RIVM bij *citizen science* projecten?

Het RIVM wordt gezien als autoriteit om de kwaliteit van de metingen te waarborgen. Deze rol past goed bij een referentie-instituut. 'Het heeft voor mij meerwaarde als mijn meetproject een koppeling heeft met een

officiële instantie als het RIVM,' vertelt een bewoner uit Limburg. 'Als ik als burger meet, worden mijn metingen misschien niet serieus genomen. Ik zie voor het RIVM een belangrijke rol om als referentie op te treden. Zij geeft de uitkomsten van de sensor een bepaalde autoriteit mee.'

Een andere bewoner uit Limburg vult aan: 'Laat het aan ons als bewoners over om gegevens te genereren. Ik weet zelf te weinig van data-analyse om daaruit goede conclusies te trekken. Het legt meer gewicht in de schaal als een instituut als het RIVM deze taak op zich neemt. Bovendien schept het vertrouwen als het RIVM meedoet.'

Vanuit gemeenten komt eenzelfde signaal: 'Ik zie graag dat het RIVM faciliteert dat er met een redelijke nauwkeurigheid gemeten kan worden,' aldus een gemeentelijk medewerker uit de provincie Zuid-Holland. Een ander voegt toe: 'Het is voor zowel ons als de burger een zoektocht om bij sensormetingen de zin van de onzin te scheiden. Het geeft ons meer zekerheid als een RIVM of milieudienst een uitspraak doet over de kwaliteit van een sensor en de data die het produceert.' Het RIVM houdt goed in de gaten wat er wel en niet mogelijk is met kleine, goedkope sensoren. Zo kan zij aangeven voor welke doeleinden de data van de goedkopere meetapparatuur geschikt is. Een ander verzoek aan het RIVM is om een brug te vormen tussen burgerinitiatieven en overheden en kennisinstituten. 'Het RIVM treedt op als een onafhankelijk procesbegeleider,' beweert een bewoner uit de provincie Utrecht. 'Als het RIVM aan tafel zit, brengt dit alle meetprojecten dichterbij elkaar. Ik zie deze facilitering als een belangrijke rol en hoop dat deze wordt doorgezet.' Een andere bewoner vult aan: 'Door alle lokale initiatieven samen te brengen kunnen zij ervaringen uitwisselen en wordt het wetenschappelijk niveau hoger. Als het RIVM niet faciliteert, vormt elk project zijn eigen eilandje. Dat zou zonde zijn.' Ook de gemeenten sluiten zich daarbij aan. 'Het is jammer als elk initiatief zich alleen focust op zijn eigen sensormetingen,' legt een medewerker uit. 'Ik zou graag zien dat het RIVM en de milieudiensten gezamenlijk de diverse par-

tijen die zelf meten bij elkaar brengen.' In reactie op verzoeken om verbinding tussen projecten te faciliteren en algemene informatie over sensoren en kalibratie te delen, heeft het RIVM de website www.samenmetenaanluchtkwaliteit.nl opgericht. Met haar dataportaal (samenmeten.rivm.nl) biedt het RIVM een online locatie om metingen vanuit heel Nederland en daarbuiten beschikbaar te stellen voor een breed publiek. 'Met het dataportaal laat het RIVM zien dat zij op de hoogte is van wat er speelt in Nederland,' zegt een bewoner uit Zuid-Holland. 'Wij zijn heel blij dat het RIVM een dataportaal beschikbaar stelt en ijkingen faciliteert bij een referentiestation,' aldus een bewoner uit Utrecht.

| Burgermetingen: onder welke voorwaarden zijn ze bruikbaar?

Het blijkt dat het hebben van een serieuze visie op de meetresultaten een belangrijk aspect is van citizen science projecten, ongeacht of het initiatief vanuit een burgergroep komt of vanuit een gemeente. 'Een burgermeetproject heeft pas echt zin als de overheid het niet benadert als een hobbyistische of activistische bezigheid,' aldus een gemeentelijk medewerker. 'Ik denk dat we helder moeten communiceren naar onze inwoners onder welke voorwaarden de sensormetingen een toevoeging zijn voor ons beleid. Dan bereiken we een wisselwerking tussen overheid en burger. Momenteel hebben we op dat vlak

'Met het dataportaal laat het RIVM zien dat zij op de hoogte is van wat er speelt in Nederland,'

nog veel te leren.' Een bewoner uit de provincie Limburg licht toe: 'Juist de combinatie van een maatschappelijk probleem en techniek maakt citizen science voor mij interessant. Want hoe zorgen we ervoor dat de metingen een plek krijgen binnen besluitvorming?' De manier waarop burgermetingen in het beleid van verschillende overheden gebruikt kunnen worden, is nog niet duidelijk. Ook is het de vraag of we een proces kunnen ontwerpen waarin zowel experts als burgers zich serieus genomen voelen. Er ligt een rol voor een RIVM als referentie-instituut, dat samen met lokale overheden en op basis van ervaringen met burgermeetprojecten, vorm kan geven aan de toepassingen van de data van sensoren en passieve samplers. ■

Filmpje en website zijn te vinden op: www.samenmetenaanluchtkwaliteit.nl



Voor de totstandkoming van dit artikel spraken we met bewoners uit Hillegerberg, Maaspoort, Venray, Zeist, Amersfoort en Bunnik en medewerkers van de gemeenten Rotterdam, Schiedam en Maastricht.

50 JAAR DCMR LUCHTMEETNET

Het DCMR luchtmeetnet bestaat dit jaar 50 jaar. In dit artikel een terugblik op hoe de luchtkwaliteit veranderd is, hoe het meetnet veranderd is, hoe erg het toen was en hoe goed/erg het nu is.

SEF VAN DEN ELSHOUT (DCMR)

| Het eerste automatische meetnet

Luchtkwaliteitsmetingen in de Rijnmond dateren van begin jaren 60. In 1969 starten de eerste automatische metingen van SO₂. Het gaat om een ring van meetpunten rondom het toenmalige industriegebied. In de volksmond worden ze snuffelpalen genoemd, zie figuur 1. Het ging om een waarschuwingmeetnet. Er waren geregeld problemen met zware smog en om te kunnen zien wat er gebeurde en waar de vervuiling naar toe ging leek zo'n ringvormig meetnet een goede meetstrategie.

Op de website van 'De Dag van Toen' wordt een incident in 1970 beschreven, zie textbox 1. Er is sprake van concentraties SO₂ boven de 500 µg/m³, maar nog schokkender is de opmerking dat

de 'normale concentraties rond de 100 µg/m³ liggen'. En inderdaad het jaargemiddelde voor Rijnmond in 1970 is 84 µg/m³. Andere concentraties uit die periode: zwarte rook (een soort roet) 36 µg/m³, totaal zwevend stof 68 µg/m³ en NO₂ 57 µg/m³. Rijnmond werd een saneringsgebied en het gebruik van hoogzwavelige brandstof werd aan banden gelegd, rookgasreiniging werd geïntroduceerd, enz. Overigens duurde het tot 2009 eer de laatste raffinaderij helemaal van de hoogzwavelige brandstof af was. En voor de zeevaart was het 2015, toen de laatste stap naar relatief schone brandstof werd gezet.

De huidige concentraties van diezelfde stoffen zijn respectievelijk 3, 9, 21 en 27 µg/m³ voor SO₂, zwarte rook, fijnstof-PM₁₀¹ en NO₂. Figuur 3 toont de trends. Het gaat om een indexgrafiek waarbij het eerste jaar dat een stof gemeten is op 100 wordt gezet. Zo'n lange trend is

interessant maar inhoudelijk niet zonder problemen, zie textbox 2.

De luchtkwaliteit is onmiskenbaar enorm verbeterd, wat overigens niet wil zeggen dat er geen problemen meer zijn. Schattingen over de huidige gezondheidseffecten van luchtverontreiniging in Nederland hebben het nog steeds over een gemiddeld levensverwachtingsverlies van ca 13 maanden, waarbij de Rijnmond waarschijnlijk nog iets hoger zit.

| Ontwikkeling meetnet

Wat begon als een waarschuwingmeetnet, ontwikkelde zich naar een 'blootstellingsmeetnet'. Zie figuur 4. De meetstrategie om industriële incidenten in de gaten te houden raakte achterhaald met alle procesverbeteringen die werden doorgevoerd. Tegelijkertijd kwam het besef dat gezondheidsschade niet alleen werd veroorzaakt door

Textbox 1: De Dag van Toen: smog in Vlaardingen

Al de hele dag hing een vieze, stinkende mist over het Rijnmondgebied. De smog werd vermengd met de uitstoot van de bedrijven in de Botlek en de Europoort. “Het is een van de ernstigste toestanden die ik heb meegemaakt. Zo’n sterke smog is tot nu toe alleen in het buitenland voorkomen”, zegt de Vlaardingse directeur van de GG&GD. Meetpunten in het gebied signaleerden concentraties boven de ‘gezondheidsgrens’ van 500 µg/m³ zwavel

dioxide (SO₂). Normaal ligt dat rond de 100 µg/m³.

Vlaardingen zette luchtvervuiling wel op de kaart, maar datzelfde jaar werd Eindhoven getroffen door een nog grote golf aan vervuiling. Door de oostenwind kwam lucht uit het Roergebied over de Brabantse stad heen. Vervolgens werden concentraties gemeten van bijna 750 µg/m³.

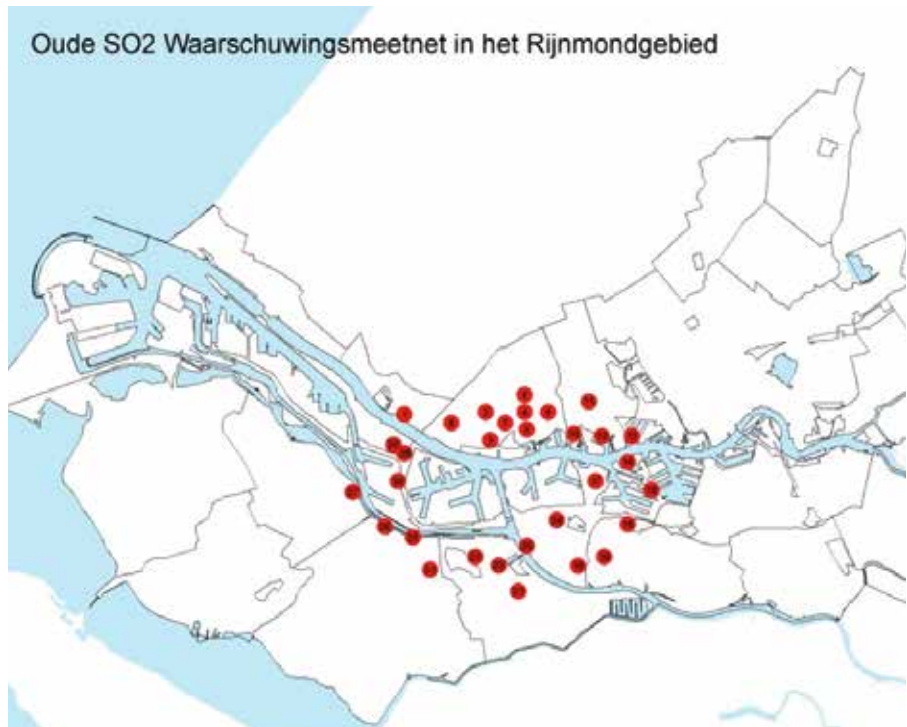
Uit de metingen blijkt onder meer dat het officiële systeem waarmee bedrijven hun vluchtige organische stoffen rapporteren tot flinke onderschattingen leidt, dat de verkeersemissies vaak te gunstig worden ingeschat en de laatste jaren: dat het roetfilter een groot succes is. Met de paar SO₂-meetpunten die er nog zijn, is te zien dat de maatregelen bij de zeevaart inderdaad tot lagere concentraties hebben geleid.

En het waarschuwen? Het industriegebied is inmiddels veel groter en het meetnet veel minder dicht. De kans om met het meetnet een incident in de industrie te zien, is bijzonder klein. Er zijn ook veel minder incidenten, maar net zoals we nu 100 µg/m³ SO₂ niet meer normaal vinden neemt de acceptatie van stank en risico’s af. Sinds een jaar of tien wordt er geëxperimenteerd met een dicht netwerk van sensoren, zogenaamde elektronische neuzen (Enose), in eerste instantie voor het snel identificeren van stankoverlast en inmiddels onderdeel van permanente bewaking van onverwachte emissies. Enose is geen traditionele meting (in de zin van het bepalen van de concentratie van een bepaalde stof) maar registreert (snel) veranderingen in de lucht zonder precies te weten wat het is. Meestal is dat een teken dat er ergens iets ontsnapt: een echt waarschuwingsmeetnet. →



korte blootstelling aan zeer hoge concentraties maar dat langdurige blootstelling aan lagere concentraties evenzeer een risico was. Het aantal SO₂-meetpunten verminderde en er werden meer en andere stoffen gemeten. De aandacht verschoof naar bewoond gebied, in eerste instantie nog steeds rondom de industrie. Na 2000 komen

er verkeersmeetpunten bij. Metingen vinden plaats op representatieve locaties en worden steeds meer gebruikt om de modelberekeningen, die in Nederland al vroeg een grote vlucht nemen, te jken en te controleren. Dat is overigens niet specifiek Rijnmonds, maar de landelijke methode om de luchtkwaliteit in Nederland te bepalen.



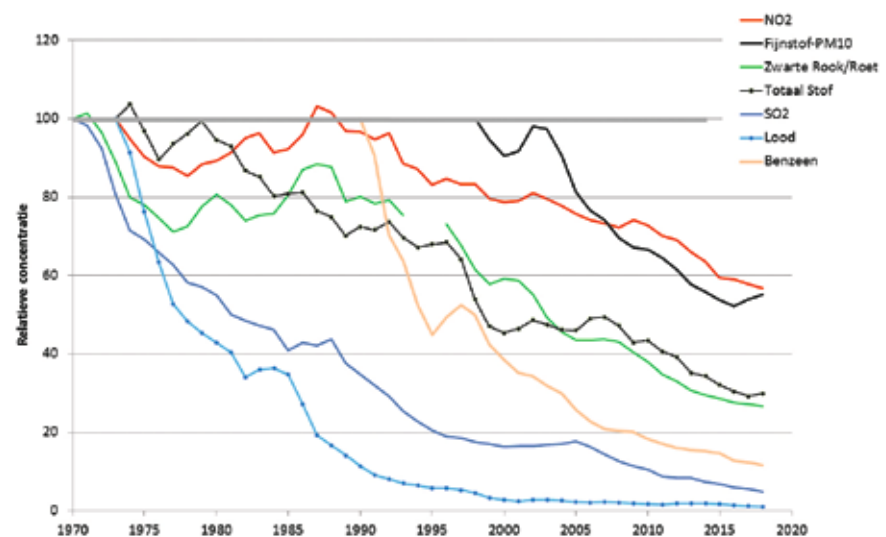
Figuur 2. Waarschuwingmeetnet SO_2 rondom de toenmalige industrie

Hoe goed/slecht is de luchtkwaliteit nu?

Het interessante is dat steeds nieuwe generaties mensen zorgen hebben over de luchtkwaliteit, zonder besef van het historische perspectief. In de jaren '90 en begin 2000 waren er bij DCMR zorgen over de continuïteit van het meetnet. De luchtkwaliteit was immers veel beter geworden en luchtvervuiling kreeg het imago dat de zaken wel op orde waren. Tegelijkertijd kwam er nieuwe Europese wetgeving en steeg het besef dat vooral verkeer (met uitstoot veel dicht bij de mensen dan die van de industrie) een grote bron was in stedelijk gebied. Er waren op verkeer gerichte onderzoeksprojecten zoals het gezondheidsonderzoek bij schoolkinderen in Overschie langs de snelweg, een onderzoek dat uiteindelijk tot de 80 km zone op de A13 heeft geleid.

Onder de oudere Rijnmonders bleef in eerste instantie het beeld dat het allemaal wel 'klaar was'. Typerend was een reactie van een huisarts dat we '30 jaar te laat waren' met informatie over luchtvervuiling.

Vanaf begin jaren '00 nam de aandacht voor luchtkwaliteit, en het aantal meetpunten weer toe. Het keerpunt was een satellietbeeld dat in het najaar 2004 uitgebreid in de media kwam, zie figuur 5. Dat, samen met een groeiend aantal



Figuur 3. Indexgrafiek van de concentraties luchtverontreinigende stoffen in de Rijnmond (lopend 3-jaarsgemiddelde); eerste jaar van meten = 100.

rechtszaken over luchtvervuiling waardoor o.a. de verbreding van rijksweg A4 werd aangehouden, leidde tot het besef dat er (nog steeds) iets echt mis was. Met de komst van het NSL (Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit) vanaf 2009 verminderde het aantal rechtszaken en daarmee de publieke aandacht. In het NSL zat ook een flink maatregelenpakket om de lucht schoner te maken. Vooral internationaal beleid met emissieplafonds,

aangescherpte eisen voor de uitstoot van verkeer, scheepvaart en industrie heeft flink geholpen om de luchtkwaliteit verder te verbeteren. De fijnstofconcentraties zijn zelfs spectaculair afgenomen (PM_{10} rond het niveau van de WHO-advieswaarden, iets dat 15 jaar geleden amper voor mogelijk werd gehouden). Ondanks de inmiddels nog betere luchtkwaliteit neemt de laatste jaren de aandacht voor luchtvervuiling opnieuw toe.

Gemeenten durven extra ambities te formuleren nu de grenswaarden vrijwel overal gehaald zijn. Op enkele plaatsen in de Rijnmond blijven er, ondanks uitstel, NO₂-knelpunten langs drukke wegen. De campagnes van Milieudefensie houden luchtkwaliteit op de agenda, en in de media zijn er af en toe horror verhalen uit met name China. Dit jaar verschenen diverse publicaties over studies naar de effecten van fijnstof. Sommige van twijfelachtige aard (bijv. met Haarlem en Rotterdam in de wereldwijde top tien) maar er was ook serieuzer werk dat de media haalde (o.a. Lelieveld en anderen, 2019).

Af en toe zijn er over Nederland/Rijnmond weer alarmistische verhalen: de luchtkwaliteit zou steeds slech-

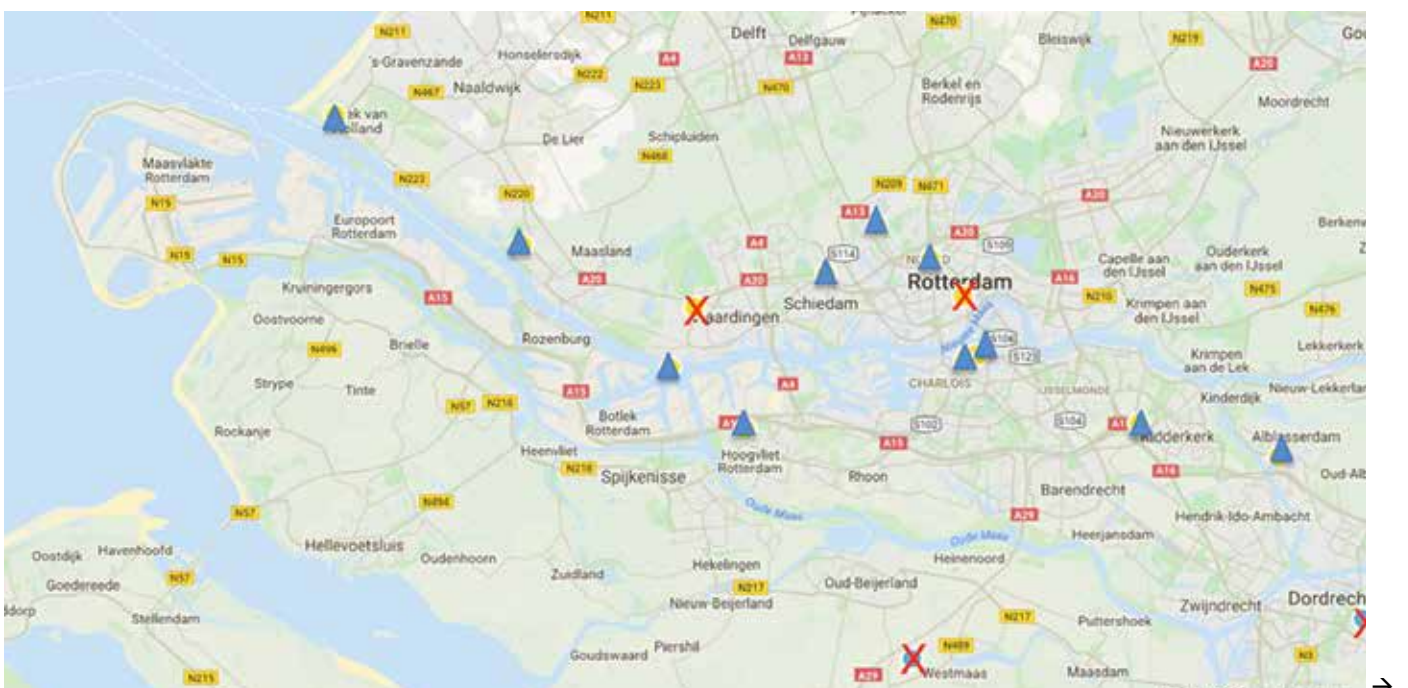
Textbox 2: Historische trends gemakkelijker gezegd dan gedaan

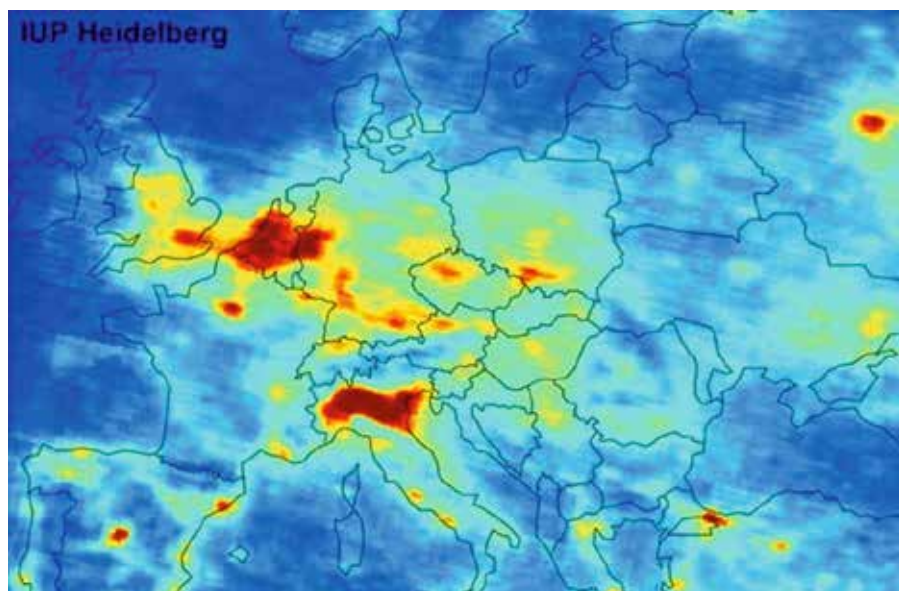
In 50 jaar gebeurt er van alles, meetlocaties verschuiven en/of worden opgeheven, meetmethoden veranderen, indicatoren veranderen, enz. Voor de grafiek in figuur 2 is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van stations die tot op de dag van vandaag in gebruik zijn en min of meer op dezelfde plaats zijn gebleven. Telkens als er een station sluit wordt de reeks herberekend.

Technische verbeteringen leiden mogelijk tot trendbreuken. Bij de gasvormige componenten is dit minimaal, er wordt immers steeds een ijkgas gebruikt. De grootste problemen zijn er met stof en stofvormige componenten:

- Zwarte rook is een historische maat voor de hoeveelheid kolenstof in de lucht en wordt niet meer als zodanig gemeten. Er is ook geen kolenstof meer in de lucht, de laatste decennia is de zwarte rook van de lucht een maat voor fijnstof afkomstig van verbranding: roet. We meten het tegenwoordig als Black Carbon (BC). Door vergelijkend onderzoek kon de ene indicator wel in de ander worden omgerekend (met flinke onzekerheid). Vorig jaar is het meetapparaat voor BC uit productie genomen. Een nieuw apparaat gaat weer net iets anders meten. Mogelijk betekent dat het einde van de zwarte rook grafiek.
- Waar 50 jaar geleden naar zwarte rook en totaal zwevend stof werd gekeken kijkt men nu vooral naar fijnstof: PM10 en PM2.5. Die metingen dateren van veel latere oorsprong. Omrekenen is in dit geval lastig omdat totaal stof vooral werd gemeten in het havengebied op plaatsen met veel op- en overslag (kolen, erts, granen). Fijnstof wordt vooral in de stad en in verkeerssituaties gemeten. Uit vergelijkende metingen blijkt dat PM2.5 circa 50 tot 70% van PM10 is. En PM10 is 60 tot 80% van totaal zwevend stof. Om de metingen van toen met PM2.5 van nu te vergelijken moet totaal stof vermenigvuldigd worden met 0,3 à 0,6.

Figuur 4. DCMR (driehoek) en RIVM (kruis) meetpunten in en om de Rijnmond.





Figuur 5 NO₂ boven Europa – Envisat/ESA, 2004

Textbox 3: De Luchtkwaliteit in de Rijnmond en in China

Stof	Rijnmond (jaren 70)		Bijdrage van vreugdevuren aan nationaal totale emissie	
	1970	2018	2013	2017
PM2.5	20-38*	14	106	64
PM10	41-54*	21	181	113
SO ₂	84	3	69	25
NO ₂	57	27	51	47

* Schatting uit TSP

Vijftig jaar geleden was er min of meer sprake van Chinese toestanden in de Rijnmond. Overigens valt goed te zien dat het in de regio Beijing ook snel opknapt (al is er nog een lange weg te gaan). Na jaren van kritiek is er vanaf 2013 een ambitieuzer monitoringsprogramma en reductiebeleid uitgerold. Meer gebruik van gas in plaats van kolen voorkomt vooral in de winter de ergste smog. Dat was ook het Rijnmondse recept: snel over op schonere brandstoffen zorgt initieel voor enorme verbeteringen bij SO₂ en stof. NO₂ is veel hardnekkiger.

ter worden, Nederland zou tot de meest vervuilde gebieden ter wereld horen, enz. Dat is aantoonbaar niet het geval. De luchtkwaliteit wordt steeds beter (zie figuur 3) en zelfs in de jaren 70 was het in Rijnmond beter dan in China een paar jaren geleden, zie textbox 3. Toch blijven de zorgen over de luchtkwaliteit terecht. Zoals eerder gezegd, het blijft een gezondheidsfactor van belang. Zelfs een toe-

name van de gezondheidseffecten bij dalende concentraties is niet ondenkbaar. We worden met z'n allen steeds ouder en oudere mensen zijn relatief gevoeliger voor luchtvervuiling. Andere oorzaken van ziekte last nemen af (o.a. minder rokers, minder sterfte door hart- en vaatziekten) en daardoor blijft luchtvervuiling (voorlopig) ook bij dalende concentraties een risicofactor. ■

Literatuur

Jos Lelieveld en anderen. 2019. Cardiovascular disease burdens from ambient air pollution in Europe reassessed using novel hazard ratio functions. *European Heart Journal*, ehz135. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz135>

Rob Maas en anderen. 2015. Luchtkwaliteit en gezondheidswinst. RIVM, 2015.

Referenties

- 1 Dat zou overeenkomen met 25 à 35 µg/m³ totaal zwevend stof. Zie textbox 2.
- 2 www.rivm.nl/gezondheidswinst-door-schonere-lucht
- 3 Onderzoek van de GGD in Rotterdam. Het merendeel van de respondenten gaf indertijd overigens aan onvoldoende te weten over de effecten van luchtvervuiling op de gezondheid.
- 4 De concentraties fijnstof in gebieden met intensieve veehouderij zitten soms nog ruim boven de WHO advieswaarden .
- 5 Bron: www.dagvantoen.nl/rijnmond-hoestend-en-proestend-door-zware-luchtvervuiling/
- 6 Bron: 'Report on the state of the ecology and environment in China'. Zie: <http://english.mee.gov.cn/Resources/Reports/soe/>



Gratis tijdschrift Milieu?

Als abonnee van tijdschrift Lucht bieden wij u ook gratis ook tijdschrift Milieu aan. Heeft u al doorgegeven of u van dit aanbod gebruik wilt maken?

Mail naar bureau@vvm.info



netwerk van
milieuprofessionals

ISSN: 1871-4773, Jaargang 15, nummer 1,
april 2019

Tijdschrift Lucht is een uitgave van de VVM en
verschijnt vier keer per jaar

UITGEVER

VVM, netwerk van milieuprofessionals
Arthur van Schendelstraat 758
3511 MK Utrecht
tel: 030 – 23 22 989
e-mail: bureau@vvm.info
website: www.vvm.info

REDACTIE

Ronald Albers (hoofdredacteur)
Sef van den Elshout
Berend Hoekstra
Fred Woudenberg
Margreet van Zanten

OPMAAK

Twin Media bv

DRUK

Virtumedia

ADVERTENTIEVERKOOP

Virtumedia: Albert van Kuijk, 030 – 6933822,
avankuijk@virtumedia.nl

FOTO VOORPAGINA + NIEUWSBERICHTEN

Michiel Wijnbergh

ABONNEMENTEN

VVM, netwerk van milieuprofessionals
Annemieke Vermeulen
a.vermeulen@vvm.info
030- 23 22 989

ABONNEMENTSPRIJS 2019

Reguliere tarieven:
Print: 225,- euro (ex 9% btw)
Print + digitaal (pdf): 225,- euro (ex 9% btw)
Enkel digitaal (pdf): 225,- euro (ex 21% btw)

KORTINGSTARIEF

VVM-leden en abonnees van Tijdschrift Milieu
krijgen 125 euro korting op de reguliere tarieven
en betalen 100,- euro excl. BTW voor een
abonnement.

Prijswijzigingen, zet- en drukfouten voorbehouden,
Aan de informatie in Lucht kunnen geen rechten
ontleend worden. Tijdschrift Lucht wordt op
FSC-papier gedrukt.

Tijdschrift van het netwerk
van milieuprofessionals





TECHNIEK
en MANAGEMENT



netwerk van
milieuprofessionals

Post-hbo-opleiding

Luchtverontreiniging, luchtkwaliteit en depositie

2019/2020

Deze erkende post-hbo opleiding is in het leven geroepen door de sector zelf. Vanuit het Platform Kwaliteit Luchtmetingen (PKL) is de opleiding geïnitieerd en tot stand gekomen met medewerking van Rijkswaterstaat InfoMil, vergunningverlenende instanties, meetbureaus en adviesbureaus. Door deze verschillende invalshoeken is een degelijke en onafhankelijke opleiding ontstaan.

ALLES OVER LUCHTKWALITEIT IN BEELD

De opleiding behandelt alle aspecten van luchtkwaliteitsbeleid en geeft daarmee een stevige basis voor werkzaamheden in dit brede en complexe werkveld. In de opleiding krijgen zowel het huidige activiteitenbesluit als de toekomstige omgevingswet ruime aandacht.

De opleiding bestaat uit vijf blokken, die ook afzonderlijk te volgen zijn. Elk blok wordt afgesloten met een examen. Bij het succesvol afronden van de gehele opleiding ontvang je een door CPION gecertificeerd diploma.

Cursusleider:	Dhr. mr. ir. B.W. Hoekstra (Tauf BV)
Cursusdata:	Start 12 september 2019
Locatie:	Utrecht
Prijs:	€ 5950,00 excl. btw Prijs is inclusief alle materialen en catering
In samenwerking met:	PKL en VVM

Bedoeld voor:

- Personen op hbo-niveau werkzaam op het gebied van luchtkwaliteit, luchtverontreiniging en depositie bij overheid, industrie en adviesbureaus die zich nader willen specialiseren.
- Personen die werken in vergunningverlening, ruimtelijke besluitvorming, gezondheid en natuur.

BLOK 1: INDUSTRIËLE LUCHTVERONTREINIGING

deel 1: Wet- en regelgeving, vergunningverlening en maatregelen

➤ Start 12 september 2019

BLOK 2: INDUSTRIËLE LUCHTVERONTREINIGING

deel 2: Emissiemetingen, -schattingen en geur

➤ Start 7 november 2019

BLOK 3: LUCHTKWALITEIT

deel 1: Wet- en regelgeving, besluitvorming en maatregelen / Effecten en fijnstof

➤ Start 9 januari 2020

BLOK 4: LUCHTKWALITEIT

deel 2: Meten en modelleren

➤ Start 12 maart 2020

BLOK 5: DEPOSITIE

Wet- en regelgeving, besluitvorming, meten en rekenen

➤ Start 7 mei 2020

INSCHRIJVEN? Ga voor meer informatie en inschrijven naar www.paotm.nl. Vragen? Bel 015 278 46 18 of mail naar info@paotm.nl

BEZOEKADRES

De Bouwcampus
Van der Burghweg 1
2628-CS Delft

POSTADRES

PAO Techniek en Management
Postbus 5048
2600 GA Delft

015 - 278 46 18
info@paotm.nl
www.paotm.nl

[paotm](https://www.linkedin.com/company/paotm)
 [paotm](https://www.facebook.com/paotm)
 [@PAO_TM](https://twitter.com/PAO_TM)