

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/274714613>

Fijn stof: een doos van Pandora Naar een andere vorm van luchtkwaliteitsmonitoring

TECHNICAL REPORT · SEPTEMBER 2014

DOI: 10.13140/RG.2.1.3145.9366

READS

23

1 AUTHOR:



[Ed Buijsman](#)

Retired from Netherlands Environmental A...

54 PUBLICATIONS 394 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



FIJN STOF: EEN DOOS VAN PANDORA

Naar een andere vorm van
luchtkwaliteitsmonitoring

Ed Buijsman

LUVO reeks 17

E. Buijsman. Fijn stof: een doos van Pandora. LUVVO reeks nummer 17.
2014 © Uitgeverij Tinsentiep, Houten

Bij de voorpagina
Industriële emissies in de jaren zestig.

Eerder zijn in deze reeks verschenen:

1. Er zij een meetnet
2. Een ernstig geval van industriële overlast
3. Een boekje open over fijn stof
4. Een kleine geschiedenis van het chemische neerslagonderzoek in Nederland
5. Populair zuur. Een korte analyse van presentaties van het probleem van de zure regen op internet
6. Meten waar de mensen zijn
7. Een indicator
8. Stof in Nederland
9. Gisteren, vandaag, morgen
10. De ramp in de Maasvallei bij Luik in 1930
11. Een geannoteerd overzicht van publicaties over de chemische samenstelling van lucht en neerslag in Nederland
12. Smog de maat genomen
- 15a. Ammoniakemissie door de mens

De LUVVO reeks behandelt onderwerpen over luchtverontreiniging in de breedste zin van het woord. Een kritische blik is het kenmerk van de reeks. Vanzelfsprekendheden zal de lezer hier niet tegenkomen. 'Pollution monitoring is an expensive business and it should not be undertaken lightly. In a world of limited resources, any monitoring programme will probably have taken priority over some other socially useful exercise'. Citaat van D.J. Moore uit 1986. Moore was onder andere editor van het wetenschappelijke tijdschrift *Atmospheric Environment*.

Uitgeverij Tinsentiep is een niet bestaande uitgeverij die niettemin met uitgaven komt. Tinsentiep is in 2001 bedacht om ruimte te geven aan gedachten en uitingen die niet vanzelfsprekend zijn. Tinsentiep beoogt te informeren daar waar dat hoognodig blijkt.

Het logo van Tinsentiep symboliseert de klassieke straatlantaarn die een zacht maar niet opdringerig licht verspreidt, zodat we onze weg kunnen vinden.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912j het Besluit van 20 juni 1974, Staatsblad 351, zoals gewijzigd bij Besluit van 23 augustus 1985, Staatsblad 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (postbus 882, 1180 AW Amstelveen).

Voor het overnemen van gedeelten uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken dient u zich te richten tot: E. Buijsman, p/a Uitgeverij Tinsentiep, Bovencamp 57, 3992 RX Houten, info@inzichten.nl. Uitgeverij Tinsentiep is telefonisch niet bereikbaar.



Fijn stof: een doos van Pandora

Naar een andere vorm van luchtkwaliteitsmonitoring

Luchtverontreiniging is slecht voor de gezondheid. Onderzoeksresultaten van de afgelopen decennia hebben dat overtuigend aangetoond. Een van de hoofdverdachten was aanvankelijk fijn stof (PM_{10}), later kwamen ook andere vormen van stofvormige luchtverontreiniging zoals de fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$), ultrafijn stof ($PM_{0,1}$), elemental carbon (EC) en black carbon (BC) in het vizier. ¹ Er is voor fijn stof en de fijnere fractie van fijn stof Europese regelgeving; er wordt veel aan gemeten. Naarmate de aandacht zich ook naar de 'nieuwere' vormen van stofvormige luchtverontreiniging heeft uitgebreid, is ook de vraag naar nieuwe meetinspanningen opgekomen, terwijl de oude vooralsnog gewoon doorgaan. In dit artikel zullen de aspecten luchtkwaliteit, meten, effecten en regelgeving voor stofvormige luchtverontreiniging onder de loep worden genomen. Het doel is om te onderzoeken of die omvangrijke monitoringinspanningen wel nodig zijn en of het misschien ook anders zou kunnen.

Succesvol bestrijdingsbeleid

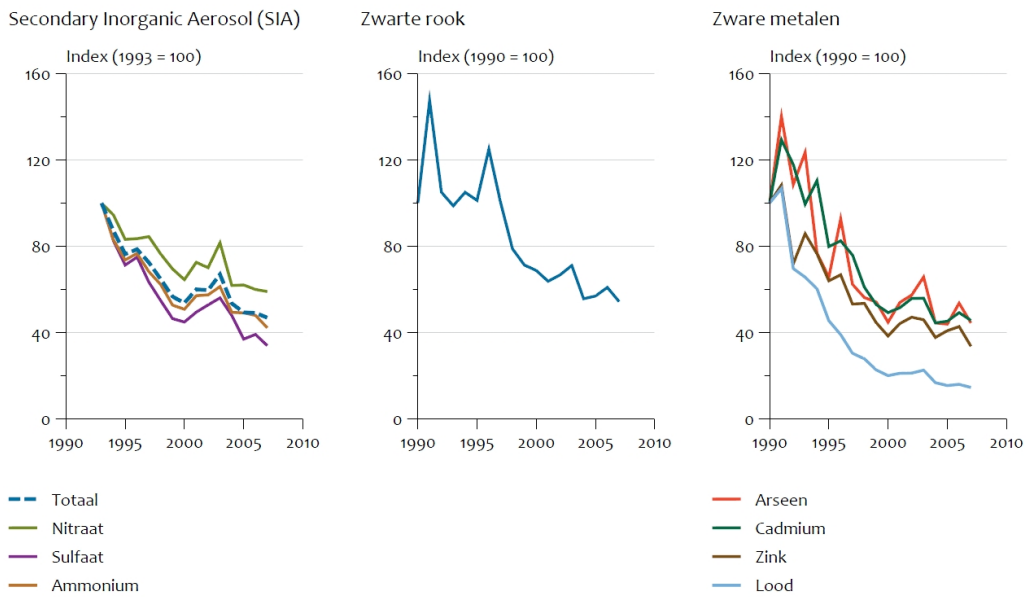
Metingen van fijn stof zijn in Nederland in 1992 begonnen. Daarom weten we dat sindsdien de fijnstofconcentraties systematisch zijn gedaald. Op stedelijke meetpunten zijn in bijna 25 jaar tijd de concentraties met grofweg 50% gedaald. ² De verbetering van de luchtkwaliteit vinden we ook terug in bestanddelen van stofvormige luchtverontreiniging, zoals zware metalen, zwarte rook en het secundaire aerosol (afbeelding 1). ³ Een reconstructie op basis van metingen van totaal stof en zwarte rook in Rotterdam laat zien dat de daling van de concentratie van 'fijn stof' sinds 1965 wel eens in de orde van een factor vijf zou kunnen zijn geweest (afbeelding 2). Een recente analyse van de stedelijke luchtkwaliteit door de Wereldgezondheids-organisatie (WHO) laat verder zien dat de luchtkwaliteit voor fijn stof en de fijnere fractie van fijn stof ($PM_{2,5}$) in ons deel van Europa tot de betere van de wereld behoort. ⁴

De verbetering van de luchtkwaliteit komt grotendeels op het conto van het Europese emissiereductie-beleid in de afgelopen dertig jaar. De Europese aanpak begon met het eerste zwavelprotocol in 1985; hierbij werden omvangrijke emissiereducties voor zwaveldioxide afgesproken. Later volgden steeds strengere afspraken en ook afspraken voor emissiereducties van stikstofoxiden, ammoniak en vluchtige organische stoffen. ⁵

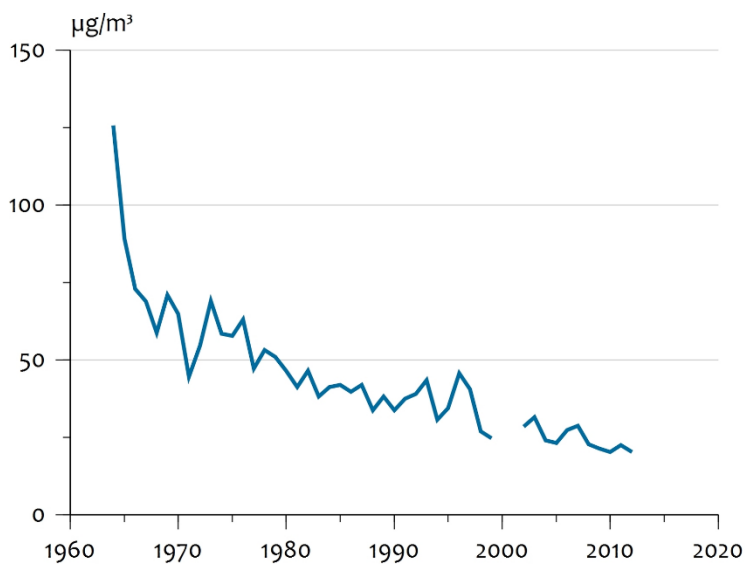
Vooraf voor stikstofoxiden (NO_x) geldt dat ze ontstaan bij verbrandingsprocessen. Het moet dan ook haast wel dat de emissiereductie van stikstofoxiden ook heeft geleid tot een verminderde emissie van andere producten die ontstaan bij verbrandingsprocessen. Ook energiebesparingen en procesoptimalisaties zullen in de dezelfde richting hebben gewerkt. Kortom: de emissie van wat in de wandeling vaak met de vage term 'verbrandingsgerelateerd aerosol' wordt aangeduid, zal waarschijnlijk als gevolg van het emissiereductiebeleid zijn afgenomen.

Zin en onzin van fijn stof

Veel meetmethoden voor fijn stof, maar ook van de andere stofvormige parameters, zijn in feite geen massametingen. Alleen de klassieke methode met filter en weging is een echte massameting. Alle andere methoden zoals verzwakking van β -straling, verandering van frequentie, lichtabsorptie, lichtreflectie zijn indirecte methoden waarbij via een relatie tussen de gemeten grootte en de massa de massa wordt berekend. Ook voor zwarte rook geldt dat. Het grootste probleem is dat de relatie tussen de gemeten grootte en de massa tijd- en locatie-afhankelijk kan zijn. ⁶ Vrijwel alle, indirecte methodes zijn in meer of mindere mate met hetzelfde probleem behept. Men zou hier tegenin kunnen brengen dat de technieken beter zijn geworden. Dat is zeker waar, maar niet afdoende waar. Ook zou men beweren dat er bijvoorbeeld voor een meetmethode voor fijn stof volgens de eisen van de huidige, Europese regelgeving toch 'equivalentie' met de referentiemethode moet worden aangetoond? Dat zou echter wel eens een geval van 'de lamme leidt de blinde' kunnen zijn. Immers, de referentiemethode is niet de beste, maar de minst slechte methode. Alle klassieke problemen met filtermetingen zullen zich hier natuurlijk ook voordoen. ⁷ Dat wil niet zeggen dat de metingen waardeloos zijn, zeker niet. Alleen ze zijn met een veel grotere onzekerheid behept dan menigeen ons wil doen geloven. Een ander punt dat voor alle methoden geldt, is het 'massametingen' zijn en dat ze in principe niets zeggen over de chemische samenstelling van het stof. ⁸ Echt betrouwbare metingen van luchtverontreiniging zijn eigenlijk alleen die waarbij gebruik gemaakt wordt van robuuste en uitontwikkelde, optische meettechnieken. Dat geldt dan voor bijvoorbeeld zwaveldioxide, ozon en stikstofoxiden.



Afbeelding 1 Ontwikkeling van de luchtkwaliteit voor een aantal stofvormige vormen van luchtverontreiniging. Bron: Matthijsen & Koelemeijer (2010).



Afbeelding 2 Gereconstrueerd verloop van concentraties van 'fijn stof' in Rotterdam. Bron: Buijsman (2013)

De Europese regelgeving

In de eerste helft van de jaren tachtig lag het begin van de Europese regelgeving voor de luchtkwaliteit met luchtkwaliteitsdoelstellingen voor zwaveldioxide, 'zwevende deeltjes', stikstofdioxide, koolmonoxide en lood (EU 1980, 1982, 1985). Nederland kwam daarop in 1985 en 1986 met strengere regelgeving - iets wat in die tijd niet ongebruikelijk was - voor zwaveldioxide, stikstofdioxide, koolmonoxide, zwarte rook en lood (NL 1986, 1987a, 1987b). Opmerkelijk aan de Nederlandse regelgeving in die tijd was bovendien dat de meetstrategische aspecten traceerbaar op bevindingen van wetenschappelijk onderzoek waren gebaseerd. Een nieuwheid was ook dat voor koolmonoxide en stikstofdioxide uitdrukkelijk was gekozen voor een beperking in het aantal stedelijke meetpunten ten gunste van de inzet van berekeningen met een eenvoudig verspreidingsmodel om de stedelijke luchtkwaliteit te beschrijven. Het was de geboorte van de voor die tijd unieke aanpak van 'meten & modelleren'.⁹

In de jaren negentig werd het Europese luchtkwaliteitsbeleid anders ingevuld. Als onderdeel daarvan werd de bestaande luchtkwaliteitsrichtlijnen herzien. Dit leidde in 1996, en na weer een herziening in 2004, tot de huidige richtlijnen met een verplichtend karakter. Alleen de technische uitwerking kreeg nog vorm in nationale regelgeving. De Europese richtlijnen waarom het gaat, zijn de richtlijnen 2004/107/EG en 2008/50/EG. Ze blinken uit door passages die voor meerdere uitleg vatbaar zijn, onduidelijkheden, onbegrijpelijkheden en bevatten veel wetenschappelijk niet gefundeerde elementen (tabel 1). In de meetnetpraktijk blijkt dit te hebben geleid tot een stelselmatige toename van de meetinspanningen van stofvormige luchtverontreiniging.¹⁰ Daar komt nog bij dat door de verplichtingen over rapportage van meetresultaten en metagegevens data- en rapportagestromen van een onvoorstelbare omvang zijn ontstaan waarbij de klassieke datakerkhoven in het verschiep liggen.¹¹ En om het nog erger te maken: om te voldoen aan de Europese regelgeving heeft Nederland een zeer omvangrijk programma moeten optuigen, het Nationaal Samenwerkingsverband Luchtkwaliteit (NSL). Het is het bewijs van een bureaucratisch systeem waarvan men zich in redelijkheid kan afvragen waar het toe dient anders dan Brussel ervan te overtuigen dat Nederland op enig moment ten koste van heel veel geld zal voldoen aan de grenswaarden voor fijn stof en de fijnere fractie van fijn stof uit Europese regelgeving.¹²

Tabel 1 Voorbeelden van discutabele elementen uit de Europese luchtkwaliteitsregelgeving.¹⁾

Element	Commentaar
Definitie van zones en agglomeraties	De definities zijn zo vaag dat zeer uiteenlopende invullingen kunnen worden gegeven. Dit is ook gebeurd, waardoor een vergelijking van de luchtkwaliteit tussen landen op basis van metingen wordt bemoeilijkt. Wetenschappelijke onderbouwing ontbreekt.
Relatie tussen de omvang van een stad en het aantal meetpunten	Wetenschappelijke onderbouwing ontbreekt. Criterium kan afhankelijk zijn van doel en gewenste nauwkeurigheid van de uitspraak.
Een jaargemiddelde is alleen geldig als er minimaal 90% data beschikbaar zijn	1. Leidt de facto tot een verhoging van de grenswaarde. 2. Bij de afleiding van de grenswaarde is niet gecorrigeerd voor deze bijdrage
Correcties voor bijdrage zeezout, Saharastof of stof van spijkerbanden.	

1) Hier is alleen richtlijn 2008/50/EG als voorbeeld genomen (EU, 2008). De vierde dochterrichtlijn bevat ook vele discutabele elementen (EU, 2005). De tabel geeft slechts een beperkt aantal en vrij willekeurig gekozen voorbeelden. Deze lijst is zonder moeite aanzienlijk uit te breiden.

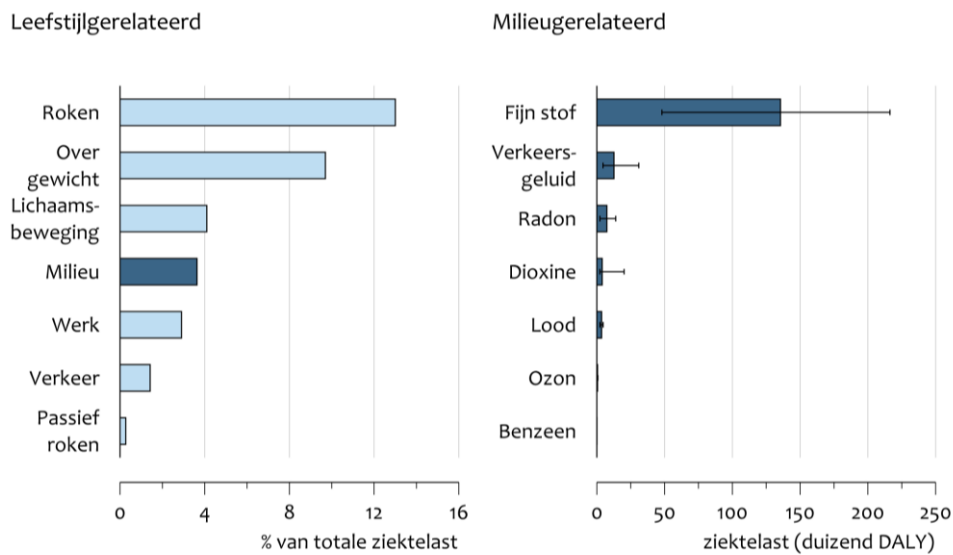
Levensduurverkorting

Fijn stof (idem de fijnere fractie, enz.) is een fysisch gedefinieerde grootheid: de methode voor de 'meting' ervan deeltjes verzamelt slechts stof van een bepaalde grootte of met een bepaalde eigenschap. Een chemicus vraagt zich af: maar wat is dan het oorzakelijke agens (of agentia) in dat stof? Wat veroorzaakt de effecten? Aanvankelijk was het fijn stof dat verdacht was; later verschoof de verdenking naar kleinere fracties. Nu is het vooral elemental carbon, soms ook black carbon en dan weer roet. Het taalgebruik is niet altijd even zorgvuldig. Misschien omdat men denkt dat het allemaal ongeveer hetzelfde is, want het is allemaal min of meer zwart. Epidemiologen praten vooral over 'associaties' tussen levensduur(verkorting) en fijn stof (en andere vormen). Toxicologen stellen dat er eigenlijk wel heel bestanddelen in het stof in principe schadelijk zouden kunnen zijn. Ook de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) houdt nog steeds een slag om de arm door te stellen dat vooralsnog geen enkel onderdeel van het stof als verdachte kan worden uitgesloten.¹³ Niettemin stellen toxicologen en ook de WHO met stelligheid dat de verdenking vooral ligt bij stoffen die vallen onder het etiket 'verbrandingsgerelateerd' of 'verkeersgerelateerd'.

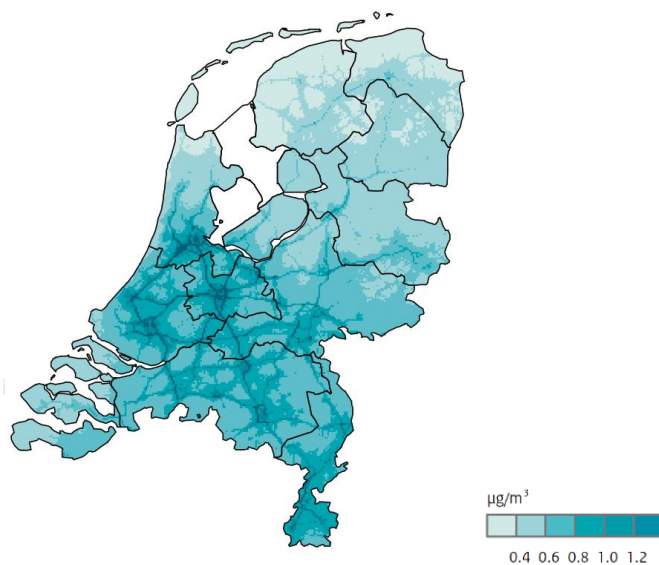
Epidemiologen hanteren het zogenaamd relatieve risico om het effect op de gezondheid te kwantificeren.¹⁴ Zo bedraagt het relatief risico van elemental carbon 1,06 per $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit betekent dat de kans om vroegtijdig te overlijden door blootstelling aan EC met 6% toeneemt als de concentratie $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ toeneemt. Dit zijn gemiddelde waarden; het RR kan per situatie verschillen. Epidemiologen zijn ook in staat om het relatief risico te koppelen aan levensduurverkorting. Zo correspondeert een afname in de concentratie van EC met $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met een levensduurverlenging van (gemiddeld) van 150 dagen. De onzekerheid in dat getal is echter bijzonder groot.¹⁵ Recent onderzoek laat zien dat fijn stof¹⁶ in het geheel van milieugerelateerde

factoren de grootste ziektelast veroorzaakt (afbeelding 3). In een groter verband blijken er echter drie factoren te zijn die een grotere ziektelast veroorzaken, waarvan ‘roken’ en ‘overgewicht’ verreweg het grootste deel voor hun rekening nemen.

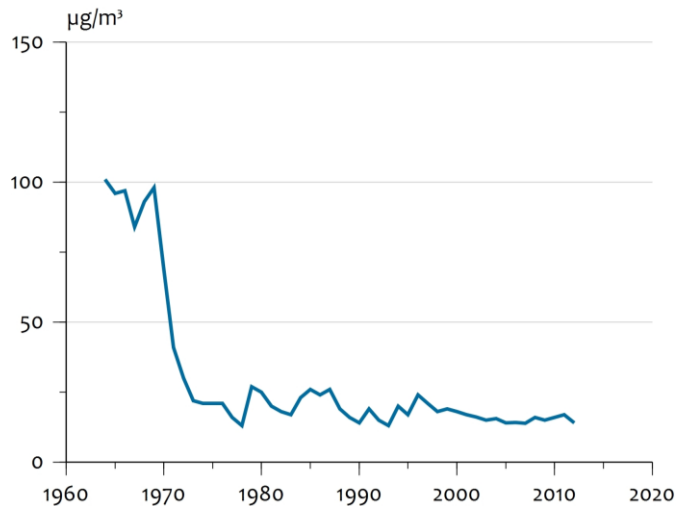
Borduren we voort op ‘elemental carbon’ dan blijkt dat de berekende (en zeer onzekere concentraties) van deze component in situaties buiten de directe invloedssfeer van lokale bronnen hooguit 1,2 µg/m³ te bedragen (afbeelding 3). Schaarse metingen in straten in steden in Nederland laten zien dat de jaargemiddelde concentraties niet boven de 3 µg/m³ uitkomen.¹⁷ Kortom de levensduurkorting is voor een beperkt aantal mensen hooguit een jaar, maar voor velen niet meer dan een half jaar of minder. Nu zou kunnen worden tegengeworpen dat het dan toch om een half jaar of zelfs een jaar gaat dat mensen onvrijwillig moeten inleveren. Een blik terug in de tijd leert dat eigenlijk de grootste gezondheidswinst al is geboekt in de periode 1965-1975 (afbeelding 4). De levensduurverlenging in die periode kan wel 1000 dagen hebben bedragen.¹⁸ Daarna ging de verbetering veel langzamer en is nu alleen nog de laatste 10 µg/m³ te ‘scoren’.¹⁹



Afbeelding 3 Ziektelast in Nederland in 2010. De DALY is een maat voor de levensduursverkortening (zie rechter grafiek) in dit geval voor de gehele Nederlandse bevolking. Naar Hänninen & Knol (2011).



Afbeelding 4 Jaargemiddelde concentraties van ‘elemental carbon’ buiten de directe invloedssfeer van bronnen. Bron: Velders et al. (2014).²⁰



Afbeelding 5 Concentraties van zwarte rook in Rotterdam sinds 1964. ²¹ Volgens Janssen et al. (2011b) zou het eenvoudig zijn om zwarte rook (ZR) om te rekenen in elemental carbon (EC) volgens $EC=0,11xZR$. ²²

Naar een andere vorm van monitoring

Inadequate meetmethodes, een soort metaparameters die worden gemeten, epidemiologen die – net zoals de WHO - opties open houden, en een levensduurverkorting die bij het huidige niveau van stofvormige luchtverontreiniging in het ergste geval waarschijnlijk niet meer dan een jaar bedraagt. Er worden massieve meetinspanningen gepleegd, er worden steeds weer nieuwe vormen van luchtverontreiniging bemeten en er gloort het perspectief van immense datakerkhoven. Wat is daarvan nut een noodzaak?

Als we praten over de effecten van stofvormige luchtverontreiniging dan wijzen veel studies uit dat de belangrijkste verdachten toch gezocht moeten worden in de hoek van stoffen die vrijkomen bij verbrandingsprocessen. Misschien zijn het PAK's, nitro-PAK's, geoxideerde PAK's of nog wat anders, het hangt in ieder geval samen met verbrandingsprocessen. Nu kunnen we een stof aanwijzen waarvan we zeker weten dat die altijd zal samenhangen met verbrandingsprocessen, namelijk stikstofoxiden (eigenlijk twee dus). Gaan de concentraties van stikstofoxiden in de lucht omlaag dan duidt dat op minder emissie als gevolg van verbrandingsprocessen. Dat zou ook wel eens kunnen leiden tot een vermindering van de emissie van de onvolledige verbrandingsproducten. We kennen de verdachte stoffen niet precies, we weten de precieze relatie met stikstofoxiden niet, maar gaat de een omlaag dan zal de ander ook wel omlaag gaan; zeker over langere termijn bezien. In feite kun je op deze manier de luchtkwaliteit als het gaat om stofvormige luchtverontreiniging als het ware door de oogharen heen volgen door alleen maar stikstofoxiden te meten. En dat laatste is wat gemakkelijk kan en wat ook goed kan. Het is een mooie oplossing. Men zou kunnen tegenwerpen dat we dan niet meer weten hoe het met de levensduurverkorting is. Blijf dan nog maar een klein beetje nog PM_{10} (of ...) meten. Emissiereducties zullen hoe dan ook toch nooit meer dan een jaar levensduurverlenging kunnen opleveren. Volgen van de luchtkwaliteit op een veel minder gedetailleerde manier dan tot nu toe zou dan van wijsheid getuigen. En zoals David Moore ooit zei: 'Pollution monitoring is an expensive business and it should not be undertaken lightly. In a world of limited resources, any monitoring programme will probably have taken priority over some other socially useful exercise'. ²³

Literatuur

- Boelhouwer, H.C., A.W. Fonds & A. Minderhoud (1983) *Vergelijkend onderzoek van methoden voor stofmetingen (Voorstudie Stofmetingen)*. Rapport 227901002, Rijksinstituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Buijsman, E. (2010) Gisteren vandaag morgen. Een terugblik op het probleem van de zure regen. *Studium* 4, 251-268.
- Buijsman, E. (2013) *Daarheen en weer terug*. Lezing gepresenteerd op het minisymposium 'In vogelvlucht', 28 november 2013, Utrecht.
- Buijsman, E., J.J.M. Aben, J.-P. Hettelingh, H. van Hinsberg, R.B.A. Koelemeijer & R.J.M. Maas (2011) *Zure regen. Een analyse van dertig jaar Nederlandse verzuringsproblematiek*. Rapport 500093007, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- Eerens, H.C. (1986) Technische aspecten van het besluit luchtkwaliteit koolstofmonoxide en lood. Publikatiereeks lucht 52, Distributiecentrum Overheidspublikaties, 's-Gravenhage.
- Eerens, H.C., K.D. van den Hout, C. J. Sliggers & H. J. van de Wiel (1987) *Technische aspecten van het besluit luchtkwaliteit stikstofdioxide*. Publikatiereeks lucht 64, Distributiecentrum Overheidspublikaties, 's-Gravenhage.
- Eerens, H.C., C.J. Sliggers & K.D. van den Hout (1993) The CAR model: the Dutch method to determine city street air quality. *Atmospheric environment*, Part B 4, 389-400.
- EG (1980) Richtlijn 80/779/EEG van de raad van 15 juli 1980 betreffende grenswaarden en richtwaarden van de luchtkwaliteit voor zwaveldioxyde en zwevende deeltjes. *Publicatieblad van de Europese gemeenschappen* L 229/30.
- EG (1982) Richtlijn 82/884/EEG van de raad van 3 december 1982 betreffende een grenswaarde van de luchtkwaliteit voor lood. *Publicatieblad van de Europese gemeenschappen* L 378/15.
- EG (1985) Richtlijn 85/203/EEG van de raad van 7 maart 1985 inzake luchtkwaliteitsnormen voor stikstofdioxyde. *Publicatieblad van de Europese gemeenschappen* L 87/1.
- EU (2005) Richtlijn 2004/107/EG van het Europees parlement en de raad van 15 december 2004 betreffende arseen, cadmium, kwik, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen in de lucht. (Vierde dochterrichtlijn). *Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen* No L 23/3.
- EU (2008) Richtlijn 2008/50/EG van het Europees Parlement en de Raad van 20 mei 2008 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa. *Publicatieblad van de Europese Unie* L 152/1.
- EU (2011) Richtlijn 2011/850/EU. Uitvoeringsbesluit van de Commissie van 12 december 2011 houdende uitvoeringsbepalingen van Richtlijnen 2004/107/EG en 2008/50/EG van het Europees Parlement en de Raad met betrekking tot de onderlinge uitwisseling van informatie en de verslaglegging over de luchtkwaliteit. *Publicatieblad van de Europese Unie* L 335/86.
- Hänninen, O. & A. Knol [eds.] (2011) *European perspectives on environmental burdens of disease estimates for nine stressors in six European countries*. Report 1/2011, National Institute for Health and Welfare, Helsinki.
- Matthijsen, J. & R. Koelemeijer (2010) *Beleidsgericht onderzoeksprogramma fijn stof. Resultaten op hoofdlijnen en beleidsconsequenties*. Rapport 500099013, Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven.
- Mol, W. & P. van Hooydonk (2013) *The European exchange of information in 2012*. Technical Paper 2013/1, European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation, Bilthoven.
- Hoare, J.L. (2014) New directions: Questions surrounding suspended particle mass used as a surrogate for air quality and for regulatory control of ambient urban air pollution. *Atmospheric Environment* 91, 175-177.
- Janssen, N. & G. Hoek (2011) *Wetenschappelijk kennis gezondheidseffecten van de roetfractie in fijn stof*. Presentatie op de Nationale conferentie dd. 5 oktober 2011, Rotterdam.
- Janssen, N.A.H., M.E. Gerlofs-Nijland, T. Lanke, R.O. Salonen, F. Cassee, G. Hoek, P. Fischer, B. Brunekreef, M. Krzyzanowski (2011a) *Health effects of black carbon*. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen.
- Janssen, N.A.H., G. Hoek, M. Simic-Lawson, P. Fischer, L. van Bree, H. ten Brink, M. Keuken, R.W. Atkinson, H. Ross Anderson, B. Brunekreef & F.R. Cassee (2011b) Black carbon as an additional indicator of the adverse health effects of airborne particles compared to PM and PM_{2.5}. *Environmental Health Perspectives*, 119,1691-1699.
- Mooibroek, D., J.P.J. Berkhout & R. Hoogerbrugge (2013) *Jaaroverzicht Luchtkwaliteit 2012*. Rapport 680704023, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- NL (1986) Besluit van 13 februari 1986, houdende regels als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging (Besluit luchtkwaliteit zwaveldioxyde en zwevende deeltjes (zwarte rook). *Staatsblad* 78.

NL (1987a) Besluit van 23 januari 1987, houdende regels als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging (Besluit luchtkwaliteit stikstofdioxide). *Staatsblad* 33.

NL (1987b) Besluit van 26 januari 1987, houdende regels als bedoeld in artikel 2 van de Wet inzake de luchtverontreiniging (Besluit luchtkwaliteit koolstofmonoxide en lood). *Staatsblad* 34.

Visser, H., Buringh, E. & Breugel, P.B. van (2001) *Samenstelling en herkomst van fijn stof in Nederland*. Rapport 650010029, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.

WHO (2000) *Air quality guidelines for Europe. Second edition*. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. WHO Regional office for Europe, Kopenhagen.

Ed Buijsman (1948) is sinds 1 december 2013 ambteloos burger. Op die datum sloot hij een 40-jarig professioneel verblijf in de luchtverontreiniging af. Hij is onder andere werkzaam geweest als hoofd van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, redacteur van het Compendium voor de Leefomgeving en onderzoeker luchtkwaliteit. Dit artikel is gebaseerd op een lezing met de titel 'Een doos van Pandora' die de auteur in juli 2014 gaf bij het Centrum Milieukwaliteit van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu in Bilthoven.

Noten

- ¹ Een andere schadelijke component is natuurlijk ozon (O₃). De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) houdt ook stikstofdioxide (NO₂) nog steeds in het verdachtenbankje. Beide stoffen zullen hier echter niet worden besproken. De andere schadelijke vormen van luchtverontreiniging die de WHO heeft benoemd, zijn inmiddels in de Nederlandse lucht niet meer of weinig van belang. Dit betreft onder andere benzeen (C₆H₆), koolmonoxide (CO), arseen (As), cadmium (cd), lood (Pb), nikkel (Ni) en vanadium (V). Zie verder WHO (2000).
- ² Compendium voor de Leefomgeving, Fijn stof in lucht, jaargemiddelde, 1992-2013, www.clo.nl/indicatoren/nl0243.
- ³ Een uitgebreidere analyse van de verbetering van de stedelijke luchtkwaliteit in Nederland in de afgelopen vijftig jaar is eerder in dit blad als vijfdelige serie verschenen. Zie Buijsman, E. (2008) Meten waar de mensen zijn.
- ⁴ Wereldgezondheidsorganisatie: Ambient (outdoor) air pollution in cities database 2014, www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/.
- ⁵ Zie voor een uitvoerige schets onder andere Buijsman et al. (2011).
- ⁶ Over zwarte rook werd al in 1964 opgemerkt (OECD, 1964, p. 12): 'Since the composition of this mixture will vary from time to time and from place to place, it is obvious that the darkness of the stain cannot be proportional to the total weight of suspended matter in the volume samples' Zie voor de β-stofmethode ook Boelhouwer et al. (1983) waarin deze methode na jarenlang onderzoek als inferieur wordt bestempeld.
- ⁷ Zoals invloed van wisselende vochtigheid, temperatuur, topologische reacties op het filter, enzovoorts. Men moet extreme protocollen in acht nemen om met een filtermeting nog enigszins tot een fatsoenlijk resultaat te komen. En wie in een operationeel luchtmeetnet werkt, weet uit ervaring weten dat kwaliteitsbeheersing het moeilijkste vak is dat er is. Routineus handelen is hier dodelijk voor de kwaliteit.
- ⁸ Het gebruik van het begrip 'indicator', dat wil zeggen als zou de gemeten grootte is zeggen over andere, chemische herkenbare vormen van luchtverontreiniging is niet correct en eigenlijk zelfs misleidend. Zie ook het recente artikel over dit onderwerp in dit tijdschrift.
- ⁹ Zie bijvoorbeeld Eerens (1986), Eerens et al. (1987) en Eerens et al. (1993).
- ¹⁰ Op dit moment zijn er (ongeveer) de volgende aantallen operationele meetpunten voor vormen van stofvormige luchtverontreiniging waarvoor Europese regelgeving geldt: 85 voor fijn stof (PM₁₀), 46 voor de fijnere fractie van fijn stof (PM_{2,5}), 8 voor zware metalen (arsen, cadmium, lood, nikkel, zink) en 8 voor benzo[a]pyreen. Daarnaast nog 14 voor zwarte rook, 4 voor organisch carbon (OC) en 13 voor elementaal carbon (EC). De getallen zijn ontleend aan Mooibroek et al. (2013) en geven de toestand in 2012 weer. De huidige situatie kan anders zijn.
- ¹¹ Voor een idee zie Mol & Van Hooijdonk (2013).
- ¹² Terecht wordt steeds weer tegengeworpen dat een groot deel van de luchtkwaliteit in Nederland wordt bepaald door bronnen buiten Nederland; een besef dat veertig jaar geleden al bestond maar waarmee in de regelgeving geen rekening wordt gehouden. De auteur heeft overigens eens geprobeerd bij het Ministerie van Infrastructuur en Milieu gegevens te verkrijgen over de kosten van de monitoringstaken van het NSL. De ambtenaren konden die niet leveren. Men kon slechts verwijzen naar de totale kosten waarbij de kosten van maatregelen, maar dan niet weer de lokale maatregelen, zijn inbegrepen. Het loopt in de miljarden.
- ¹³ Dus ook zoiets als het secundaire aerosol staat blijkbaar nog steeds onder verdenking. En onlangs deed zich het verrassende feit voor dat in een artikel in het toonaangevende tijdschrift *Atmospheric Environment* werd geponeerd dat ook de fractie van het stof met een diameter boven de 10 µm aandacht behoeft vanwege de gezondheidseffecten; zie Hoare (2014).
- ¹⁴ Kort gezegd geeft het relatief risico (RR) aan hoeveel méér kans een mens heeft om een ziekte te krijgen ofwel te overlijden als die in een gebied met veel luchtverontreiniging, bijvoorbeeld door (fijn) stof, woont, in vergelijking met een minder vervuild gebied. Het RR wordt berekend door de kans op ziekte/ levensduurverkorting in die twee gebieden op elkaar te delen. Zie ook RIVM, Dossier Fijn stof.

¹⁵ Zie bijvoorbeeld Janssen & Hoek (2011) waar 195 dagen wordt genoemd, maar dan heet het ‘roet’ dat echter volgens de auteurs hetzelfde als ‘elemental carbon’ (EC) is. In Janssen et al. (2011) wordt een soortgelijk getal genoemd maar daar heet het ‘elemental carbon’ hoewel de titel van het rapport suggereert dat het om ‘black carbon’ (BC) gaat. De onzekerheid wordt mede veroorzaakt door het gebrek aan gegevens voor EC/BC. Men wijkt daarom noodgedwongen uit naar resultaten van metingen van zwarte rook en rekt deze om in EC/BC.

¹⁶ Maar daar zou dus ook de fijnere fractie van fijn stof of elemental carbon of .. voor kunnen worden gelezen.

¹⁷ Zie bijvoorbeeld Mooibroek et al. (2013).

¹⁸ Hierbij is gebruik gemaakt van de omrekeningsfactoren van Janssen et al. (2011b). Deze redenering is overigens niet geheel correct, omdat de levensduurverkorting geldt bij blootstelling aan een bepaalde concentratie gedurende een heel leven.

¹⁹ De grootste gezondheidswinst is dus geboekt in de tijd dat er nog geen samenhangend luchtkwaliteitsbeleid was. Het is vooral de omschakeling van kolen naar andere vormen van brandstof, onder andere door de introductie van aardgas op de Nederlandse energiemarkt, die een geweldige winst heeft opgeleverd.

²⁰ De auteurs betitelen de kaart als ‘indicatief’ zonder dat duidelijk is wat dat in kwaliteitstermen precies betekent.

²¹ Primaire gegevens welwillend ter beschikking gesteld door DCMR Milieudienst Rijnmond.

²² Zeer discutabel en gezien de tijd- en plaatsafhankelijkheid van zowel zwarte rook als elemental carbon zeer onzeker.

²³ Moore deed deze uitspraak in R.M. Harrison & R. Perry [red.] (1986) *Handbook of air pollution analysis*. Second edition. Chapman & Hall, Londen, p. 579. David James Moore (1929-1989) was een vooraanstaand onderzoeker op het terrein van de luchtverontreiniging en was van 1964 tot en met 1989 executive editor van het wetenschappelijke tijdschrift *Atmospheric Environment*.