



Meten waar de mensen zijn

De ontwikkeling
van de stedelijke
luchtkwaliteit in
Nederland

Ed Buijsman



Meten waar de mensen zijn
De ontwikkeling van de stedelijke luchtkwaliteit in Nederland *
Luvo reeks nummer 6
2010 © Uitgeverij Tinsentiep, Houten

Bij de voorpagina
Emissies van het verkeer leveren een belangrijke bijdrage aan de slechte
luchtkwaliteit in de stedelijke leefomgeving.

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

De Luvo 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 in leven 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
informereren 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.
Uitgeverij Tinsentiep is telefonisch niet bereikbaar.



* Dit artikel is in vijf afleveringen verschenen in het Tijdschrift Lucht in 2008 en 2009.

Inleiding

De bescherming van de menselijke gezondheid is één van de doelstellingen van het huidige luchtkwaliteitsbeleid. Nu hebben de kranten hebben de afgelopen jaren regelmatig aandacht besteed aan de luchtkwaliteit in Nederland. Deze zou slecht zijn: er zou teveel stikstofdioxide (NO₂) en fijn stof (PM₁₀) in de lucht zitten. Zo veel zelfs dat op veel plaatsen niet wordt voldaan aan de Europese normen voor de luchtkwaliteit. Vooral de stedelijke luchtkwaliteit zou nogal te wensen overlaten, waarbij het verkeer wordt gezien als een van de grootste boosdoeners. De berichten over de slechte luchtkwaliteit kwamen voor velen als een verrassing. Immers, luchtverontreiniging: was dat geen probleem van lang geleden? Dat was toch al lang opgelost? De problemen waren lang geleden herkend, het beleid was geformuleerd en de maatregelen waren genomen. Dus hoezo luchtverontreiniging?

We kijken met dit artikel terug in de tijd. Het behandelt eerst in kwalitatieve zin de ontwikkelingen in de stedelijke luchtkwaliteit in Nederland. Welke bronnen waren in het verleden van invloed op de luchtkwaliteit en om welke stoffen ging het? Vervolgens wordt de situatie geschetst vanaf de jaren zeventig van de twintigste eeuw toen geleidelijk aan meetresultaten beschikbaar kwamen. Ook het ontwakende besef over het probleem luchtverontreiniging komt ter sprake. Dit zal uitmonden in een meer kwantitatieve beschrijving van de ontwikkelingen in de stedelijke luchtkwaliteit in Nederland tot op heden. Tot slot zal de vraag behandeld worden of de luchtkwaliteit verbeterd is of misschien juist niet.



Afbeelding 1. Stadsbeeld in Amsterdam. Het verkeer is een van de belangrijkste oorzaken van de nog steeds slechte, stedelijke buitenluchtluchtkwaliteit.

© Thomas van Slijper van <http://www.schlijper.nl/archive/2001/05/10.html>.



Afbeelding 2. Het meetstation van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit aan de Amsterdamse Veerkade in Den Haag. Dit is een voorbeeld van een zogenoemd straatstation. Een straatstation geeft meetresultaten waarin de invloed van bronnen dichtbij, meestal het verkeer, duidelijk tot uiting komt. Dit soort stations dient onder andere om de luchtkwaliteit te meten daar waar de mensen zijn.

© Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit/RIVM.

Luchtverontreiniging hoorde erbij

Rokende schoorstenen, smerige fabrieken en industrieën: dat was vroeger het beeld dat hoorde bij luchtverontreiniging. Luchtverontreiniging werd tot in de jaren vijftig van de vorige eeuw gezien als een soms hinderlijk, maar verder onvermijdelijk bijverschijnsel van industrialisatie, opbouw en ontwikkeling (Burger, 1952; Clarenburg, 1999)¹. Daarbij liep het soms echter volledig uit de hand, zoals bij de luchtverontreinigingsrampen in de Maasvallei bij Luik, België, in december 1930, bij Donora in de Verenigde Staten in oktober 1948 en in Poza Rica in Mexico in november 1950 (Biersteker, 1980). In al deze gevallen waren direct aanwijsbare industriële emissies de oorzaak van de catastrofes. Het aantal doden dat werd toegeschreven aan de uitzonderlijk hoge niveaus van luchtverontreiniging, liep in de tientallen en mogelijk zelfs meer (Logan, 1953; Batta et al., 1933). Nu waren de problemen in bijvoorbeeld Luik zeer waarschijnlijk niet nieuw. Het boek *Les problèmes de pollution de l'atmosphère* dat verscheen na de ramp in Luik in 1930, schat dat tussen 1890 en 1930 in de Maasvallei bij Luik zeker 15 episodes met verhoogde niveaus aan luchtverontreiniging voorgekomen zouden kunnen zijn (Batta et al., 1933). Deze analyse was louter gebaseerd op het vinden van gelijksoortige meteorologische omstandigheden als in 1930. Wat echter in 1930 nieuw was, was het onderzoek dat onmiddellijk na de episode uitgevoerd werd. De uitkomst van dit onderzoek was dat daadwerkelijk werd vastgesteld dat industriële emissies in combinatie met stagnerende lucht zeer waarschijnlijk de oorzaak van de problemen waren geweest. Ook kon aannemelijk gemaakt worden dat geconstateerde gezondheidsschade en zelfs overlijden toe te schrijven was aan het uitzonderlijk hoge niveau van luchtverontreiniging. Toch bleef het een grotendeels kwalitatieve benadering, omdat er geen metingen waren verricht.

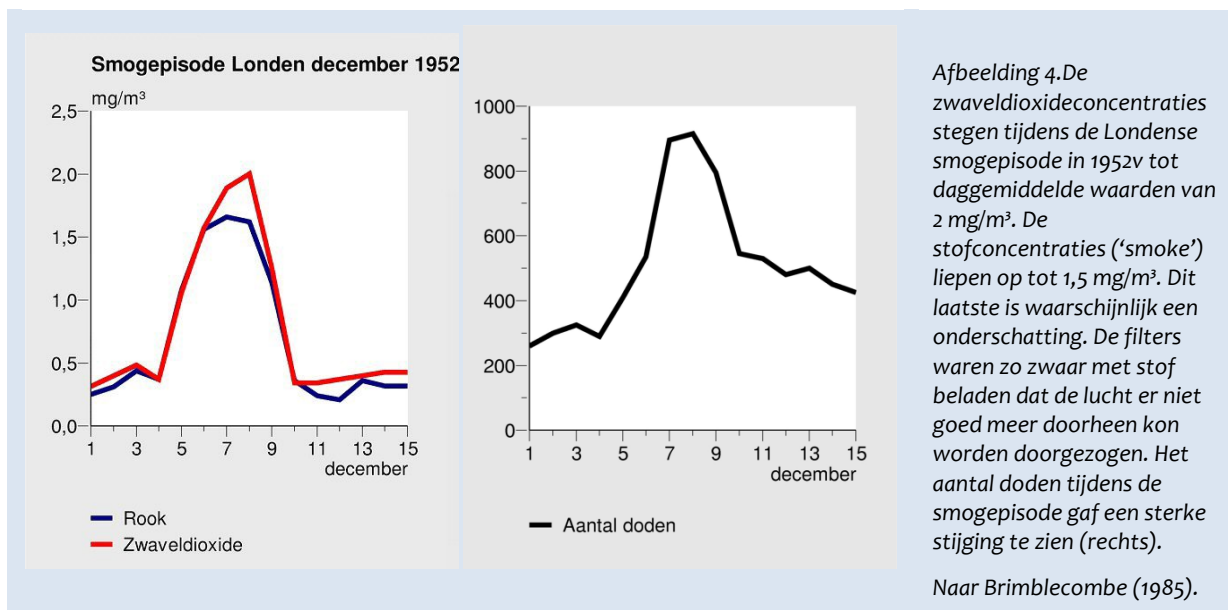
Het meest aansprekende voorbeeld in de geschiedenis van luchtverontreinigingsepisodes was echter de periode met extreme smog in Londen in december 1952 (*afbeelding 3, 4*). Hierbij vielen naar schatting duizenden doden meer dan normaal. Nu was het optreden van smog in Londen niet bijzonder; de stad had in dit opzicht een historie die terugging tot de veertiende eeuw (Brimblecombe, 1987). Londen had dan ook aan de wieg gestaan van zowel het fenomeen smog als het woord smog. Smog is immers niets anders als een samentrekking van de woorden fog (mist) en smoke (rook). Wat 1952 bijzonder maakte, was dat er gemeten werd. Hierdoor was er inzicht in de concentraties van luchtverontreinigende stoffen. Zo werd vastgesteld dat de maximale daggemiddelde concentraties van zwaveldioxide 2 mg/m³ bedroeg en die van rook 1,5 mg/m³ (*afbeelding 1*). Het zou overigens niet de laatste keer zijn dat Londen werd getroffen door een luchtverontreinigingsepisode. Ook in 1956 en 1962 volgden nog episodes, zij het minder ernstig als in 1952 (Biersteker, 1980). In Nederland hebben zich situaties met extreem hoge niveaus van luchtverontreiniging, voor zover gedocumenteerd, voor het eerst pas in 1959 en daarna in 1961 en 1962 voorgedaan (Burema et al., 1964). Zo kwamen in december 1962 daggemiddelde zwaveldioxideconcentraties tot 1,5 mg/m³ en zwarterookconcentraties² tot 0,5 mg/m³ voor. Dit zijn de eerste, gedocumenteerde en gekwantificeerde gevallen van luchtverontreinigingsepisodes in Nederland. Dat wil natuurlijk niet zeggen dat al niet eerder hoge niveaus waren voorgekomen. We weten het alleen niet. De enige aanwijzing in de literatuur voor een eerdere episode in Nederland is een 'brouillard malfaisant' die zich in januari 1800 in Maastricht zou hebben voorgedaan (Matignon, 1932; Paissé, 1800). Maar verder weten we in een kwantitatieve zin nauwelijks iets over de luchtkwaliteit in Nederland voor 1950.



Afbeelding 3. De bekendste smogepisode uit de geschiedenis is die in Londen in december 1952. De Engelsen spreken ook wel van de 'Great smog of 1952'. Verkeer was tijdens de smogepisode nauwelijks mogelijk.

©Met Office, Londen.

² Zwarte rook is een vorm van stofvormige luchtverontreiniging. De precieze betekenis ervan zal in het vervolg worden uitgelegd.



En misschien speelde in de jaren vijftig ook wel mee: eerst welvaart, dan welzijn. We zouden ons kunnen verbazen over de in het verleden misschien geringe aandacht voor luchtverontreiniging. Het is dan ook uitzonderlijk om de Inspecteur van de Volksgezondheid, Schuurisma, in 1952 te horen zeggen: 'Verontreiniging van de lucht wordt vaak beschouwd als een noodzakelijk kwaad. Maar zij kan ook worden ondervonden als ernstige hinder en zij kan dan ook onaanvaardbare schade toebrengen' (Schuurisma, 1952). En zo er in deze tijd incidenteel al aandacht voor luchtverontreiniging was, dan was dat toch vooral voor stof, roet, vliegias. Dat wil zeggen de zichtbare en daarmee 'hinderlijke' vormen van luchtverontreiniging. Typerend voor het denken in deze periode is ook dat een commissie in 1951 nog oordeelde dat emissiebeperkingen voor industriële installaties alleen voor vliegias hoefden te gelden. Uitdrukkelijk stelde deze commissie dat beperkingen aan de emissies van vormen van gasvormige luchtverontreiniging als koolmonoxide of zwavel dioxide niet nodig waren (Anonymus, 1951). Maar toch veranderde er iets, zo blijkt bijvoorbeeld uit een artikel in het *Chemisch Weekblad* in 1960. Daarin stelt de auteur (Hartogensis, 1960): 'De moderne mens is, vooral in de korte tijd na het beëindigen van de tweede wereldoorlog, gewend geraakt aan een zekere luxe en comfort, jij stelt eisen aan het leven en accepteert het niet meer als ergens stank wordt waargenomen, als zijn huis, zijn klere en zijn wasgoed vuil worden door stof, of als zijn auto in bepaalde streken roestplekken vertoont en extra bandenslijtage.'

Een aarzelend begin van meten

Van enig systematisch en gedurig onderzoek naar het voorkomen en de verspreiding van luchtverontreiniging was in het begin van de jaren vijftig tijd dan ook nauwelijks sprake. Een uitzondering vormde het werk van de *Commissie Bodem, Water en Lucht* in Rotterdam in de eerste helft van de jaren vijftig. Deze commissie signaleerde in het Rotterdamse industriegebied problemen door fluoridebelasting, die zij toeschreef aan emissies van kunstmestfabrieken en aan de uitstoot van zwavel dioxide door elektriciteitscentrales en olieraffinaderijen. Om de problemen in kaart te brengen werd in eerste instantie in 1951 en 1952 brongericht luchtonderzoek nabij de industrie in de regio Rotterdam uitgevoerd. Eind 1952 werd zelfs een tijdelijk meetnet voor zwavel dioxide in dit gebied ingericht (Commissie Bodem, Water en Lucht. 1954). Hiermee werd de brongerichte benadering gedeeltelijk los gelaten en probeerde men meer inzicht te krijgen in de verspreiding van luchtverontreiniging op een ruimere schaal. Voor zover bekend was dit het eerste meetnet voor luchtverontreiniging in Nederland ².

Een tweede uitzondering was het werk van het Instituut voor Gezondheidstechniek van TNO. Het was deze organisatie die in Nederland in het begin van de jaren vijftig de eerste stappen zette op het pad van het systematische onderzoek van luchtverontreiniging (Brasser, 1952). Een voorbeeld was het onderzoek dat in 1953 van start ging rondom de Hoogovens in IJmuiden. Aanleiding voor dit onderzoek waren klachten van kwekers in de omgeving van de Hoogovens over beschadiging van hun bolgewassen (Brasser, 1959). Een

ander voorbeeld is het latere onderzoek naar luchtverontreiniging en gezondheid in Geleen in relatie tot emissies door de mijnen (Brasser & Joosting, 1964). Het meeste onderzoek dat in deze tijd werd gedaan, was echter incidenteel, meestal brongericht en werd bijna altijd ingegeven door hinderaspecten. Emissiemetingen werden bij de bron in kwestie gecombineerd met systematische metingen rondom de bron. Hier was de doelstelling om vooral de verspreiding van luchtverontreiniging vanuit een bron of complex van bronnen te kwantificeren.

En misschien speelde in de jaren vijftig ook wel mee: eerst welvaart, dan welzijn. Want hoe moeten we anders verklaren dat bijvoorbeeld de fabriek van de Koninklijke Maastrichtse Zinkwit Maatschappij in Eijsden, de Koninklijke Zwavelzuurfabrieken v/h Ketjen in Amsterdam-noord en de DEMKA in Utrecht decennia lang hun omgeving zo zwaar met luchtverontreiniging konden belasten ³? Maar toch begon er in de jaren vijftig wel iets te veranderen. Het was mede door de al genoemde onderzoeken van TNO en het RIV dat luchtverontreiniging grijpbaar werd. Grijpbaar in de zin dat er getallen bij kwamen: concentraties en deposities. Misschien naar de huidige maatstaven grof en onnauwkeurig, maar het was een begin van de kwantificering van luchtverontreiniging. En daarmee werd recht gedaan aan het laatste gedeelte van de uitspraak van Schuurisma uit 1952: ‘... zij [de luchtverontreiniging. EB] kan dan ook onaanvaardbare schade toebrengen’. Want dat was het besef dat steeds meer begon door te dringen: luchtverontreiniging kan schade aan de gezondheid van de mens toebrengen. Meten was daarom een noodzaak geworden om tot een beter begrip te komen.

Dat besef mocht dan wel langzamerhand doordringen, maar er was nog steeds veel onzeker. Spaander, hoofd van het Laboratorium voor Bodem, Water, Lucht van het RIV, schetste de situatie in het begin van de jaren zestig in een lezing in 1963. Op bijna verontschuldigende toon zei hij: ‘Het is stellig van belang eens na te gaan welke betekenis deze [lucht]verontreiniging heeft voor de volksgezondheid. Wanneer wij wat dieper proberen in te gaan op de hier liggende problemen, dan blijkt onze kennis al spoedig op vele plaatsen tekort te schieten. Er zijn op dit gebied nog vele onbeantwoorde vragen en het is dan wel eens beschamend desondanks een voordracht over luchtverontreiniging te houden’ (Spaander, 1963). Als de deskundigen het al niet weten, dan weet de overheid het zeker niet. Natuurlijk, ook de overheid realiseerde zich dat er wel eens sprake zou kunnen zijn van een probleem. Maar hoe erg wat het? En hoe het aan te pakken en wat voor beleid te ontwikkelen? Het zou nog jaren duren voor het beleid op het terrein van de luchtverontreiniging vorm kreeg. Eerst kwam er een *Raad inzake de luchtverontreiniging* die de minister moest adviseren over vorm en inhoud van het beleid. Pas in 1970 mondde dit uit in de *Wet op de Luchtverontreiniging*. Met dit laatste was eindelijk het wettelijke kader beschikbaar gekomen om maatregelen te nemen aan de emissiekant van de luchtverontreiniging.

Wat we over de jaren zestig ook nog kunnen zeggen is dat het probleem luchtverontreiniging aanvankelijk vooral brongericht werd benaderd. Luchtverontreiniging werd vanuit deze optiek benaderd als een probleem dat voortkwam uit één geïsoleerde bron. Toch drong ook het besef door dat luchtverontreiniging een probleem kon zijn met een grotere ruimtelijke schaal. Van uit die laatste gedachte ontstond in 1962 in en om Rotterdam het eerste permanente luchtverontreinigingsmeetnet, maar ook daarmee waren de problemen niet opgelost. Buurma, hoofd van de afdeling Lucht van het Laboratorium voor Bodem, Water, Lucht van het RIV verwoordde het in een lezing in 1963 als volgt: ‘Door de concentratie continu te registreren verkrijgt men de meeste informatie en als zodanig is deze methode dus erg aantrekkelijk. Het grote nadeel is echter dat op elk meetpunt zeer kostbare apparaten geplaatst moeten worden, terwijl verder een enorme hoeveelheid cijfermateriaal moet worden verwerkt’ (Buurma, 1963). De opinie was dus dat een meetnet duur was en bovendien de dataverwerking en de analyse van de data lastig. Toch wogen deze nadelen op tegen de voordelen. Het fenomeen meetnet deed ook zijn intrede in andere steden. Aarzelend werden stappen gezet voor het inrichten van meetnetten voor luchtverontreiniging in Dordrecht en later Amsterdam, Utrecht en andere steden.

Ontwakend bewustzijn

De kwantificering van de stedelijke luchtverontreiniging met behulp van systematische metingen in de vorm van meetnetten was, eenmalig, begonnen in 1952 in Rotterdam. De doelstelling was om inzicht te krijgen in de verspreiding van luchtverontreiniging in een groter gebied. In dit geval een gebied met vooral industriële bronnen van luchtverontreiniging. Veel kleine bronnen in een gebied kunnen echter eveneens aanleiding zijn tot hoge niveaus van luchtverontreiniging. In industriegebieden, maar ook in stedelijke gebieden, zijn vaak vele bronnen die bijdragen aan het niveau van luchtverontreiniging. Dit waren alle noties die bijdroegen aan de gedachte dat het uitvoeren van systematische metingen op vaste meetpunten gedurende langere tijd nuttige informatie over de verspreiding van luchtverontreiniging én over de blootstelling van de bevolking kon opleveren. Maar er was ook een groot nadeel. Men was zich ervan bewust dat hiermee de directe relatie tussen gemeten concentraties en aanwijsbare bronnen verloren ging.

Er was al een besef van de aard van de luchtverontreiniging. Zo wist men dat een belangrijke bron van stedelijke luchtverontreiniging in Nederland in de jaren vijftig en zestig in het gebruik van steenkool lag. Het kolenverbruik in Nederland was in die tijd nog hoog: kolen voor de opwekking van elektriciteit, voor het maken van stoom in de industrie, maar ook voor de verwarming van de huizen. Dit kolengebruik leidde bijvoorbeeld tot omvangrijke emissies van zwaveldioxide, omdat kolen in die tijd nog veel zwavel bevatte. Gelijktijdig traden waarschijnlijk ook forse stofemissies³ op. Het was zeker dus niet alleen industrie, maar ook de gewone burger die veroorzaker was van luchtverontreiniging. Eilers, inspecteur van de volksgezondheid, zei hierover in 1965 (Eilers, 1965): 'Indien men over luchtverontreiniging spreekt, gaan de gedachten veelal in de eerste plaats uit naar de verontreiniging die wordt veroorzaakt door grote en kleine industriële bedrijven. Bij analyse van de beschikbare gegevens blijkt echter dat in onze wooncentra en niet onbelangrijk deel van de verontreiniging van de atmosfeer afkomstig is van brandstof, gebruikt voor het levensonderhoud van de bevolking zelf, nl. voor ruimteverwarming, bereiding van spijzen enz. Een andere vorm van luchtverontreiniging die grotendeels door brede lagen van de bevolking zelve wordt veroorzaakt, is die door het gemotoriseerde verkeer.' Eilers formuleert hier in feite het probleem dat de stedelijke luchtkwaliteit in hoge mate door de bewoners in de steden zelf bepaald wordt. Hoe waar de woorden van Eilers waren, zou in de volgende decennia blijken. Niettemin was de benadering nog steeds kwalitatief. Men kende het probleem, men wist van bronnen en stoffen, maar het kon nog niet gekwantificeerd worden. Zo werd de vraag om aan te geven hoe het stond met de aard en hoeveelheid van de verontreinigingen in de lucht op verschillende plaatsen in Nederland, als antwoord een kaartje werd getoond. Een kaartje van het voorkomen van korstmossen, want 'er zijn nog te weinig analytische gegevens bekend om vervuilingkaartjes van Nederland te geven.'

De inrichting van de eerste meetnetten⁴ in de jaren zestig was de eerste fase in een proces dat later zou leiden tot de definitieve erkenning van luchtkwaliteitsmeetnetten als een adequaat, zij het kostbaar, hulpmiddel voor het karakteriseren van de luchtkwaliteit. Kostbaar in de zin dat het inrichten en bedrijven van luchtmetingen in de vorm van meetnetten veel meer geld kost dan het op projectbasis uitvoeren van luchtkwaliteitsmetingen. Buurma zei in aanvulling hierover nog (Buurma, 1968): 'Naast de specifieke verontreinigingen van bepaalde bedrijven, die dicht bij de bron hinder en schade kunnen veroorzaken, hebben we nu tevens te maken met een meer algemene verontreiniging, bestaande uit een mengsel van stoffen, afkomstig van diverse verontreinigingsbronnen, die ook op ver van deze bronnen verwijderde plaatsen aanleiding kan geven tot moeilijkheden. Bij de bestrijding van de luchtvervuiling en bij het overheidstoezicht daarop zal met deze nieuwe situatie, meer dan voorheen, rekening moeten worden gehouden.' Dit proces zou in Nederland aan het eind van de jaren zestig uitmonden in het zogenoemde proefmeetnet in Twente⁵ daarna in geautomatiseerde meetnetten voor zwaveldioxide: eerst in het Rijnmondgebied (*afbeelding 5*) en later landsdekkend in de vorm van het Nationaal Meetnet voor Luchtverontreiniging (Buijsman, 2003). Hiermee had het systematisch en gedurig meten een permanente plaats verworven in het instrumentarium om de luchtkwaliteit te karakteriseren. De toenemende kennis van soort, aard, omvang en effecten van luchtverontreinigende stoffen zou er vervolgens toe leiden dat in meetnetten ook steeds meer componenten gemeten zouden gaan worden.

³ Men sprak in deze tijd als het om stof ging vaak over vliegias.



Afbeelding 5. De kaart van de bioloog Barkman die jarenlang gebruikt zou worden om de ernst van de luchtverontreiniging in Nederland mee aan te geven. In feite werd de kaart als luchtverontreinigingskaart gebruikt. De grijze gebieden zijn de zogenaamde epiphytenwoestijnen, gebieden zonder korstmossen. Zwaveldioxide werd meestal als de grote schuldige gezien voor het ontstaan van deze gebieden ⁶.

De oorspronkelijke toelichting bij de kaart luidt (Eilers, 1965):

1. De epiphyte woestijnen ontstaan meestal rondom de grote steden en industriecentra;
2. Ze hebben meestal de vorm van een ellips, die zich uitbreidt in N.O.-richting. Dit komt door de overheersende windrichting in ons land (vaak uit het Z.W.);
3. Ze strekken zich tot tientallen kilometers buiten de stad. Verder bleek nog dat korstmossen, die uit andere streken naar de grote steden gebracht werden, spoedig afstierven.



Afbeelding 6. Het meetpunt Pernis (geheel links) van het meetnet in Rijnmond lag letterlijk onder de rook van de schoorsteen van de Shell-raffinaderij in Pernis. Daarnaast het meetpunt Schiedam. ©DCMR Milieudienst Rijnmond.

Bestuurlijke aspecten

Het gedrag van de overheid ten opzichte van luchtverontreiniging was lange tijd als vrij tolerant te bestempelen. De *Hinderwet* (en diens voorgangers) was het instrument dat gemeentelijke overheden ter beschikking stond om milieuverontreiniging te beteugelen. Later is wel beweerd dat de *Hinderwet* eigenlijk voor de bewaking van de luchtkwaliteit een weinig geschikt instrument was (Buurma, 1968). Feit is dat in 1970 na jarenlange voorbereiding met de *Wet op de Luchtverontreiniging* eindelijk een adequaat bestuurlijk-juridisch kader beschikbaar komt om luchtverontreiniging te bestrijden. Hiermee komt een eind aan 160 jaar behelpen met vaak weinig geschikte wetgeving. Het begin lag in 1810, toen een *Keizerlijk Decreet ter bestrijding van hinderlijke of ongezonde geuren* van kracht werd. Het was vooral in het leven geroepen om de overlast door bijvoorbeeld lijmkokerijen, loodwitfabrieken en bierbrouwerijen te beteugelen. Deze wetgeving was vooral bedoeld om stankoverlast te beteugelen en te bestrijden. In 1824 volgde een Koninklijk Besluit 'rakende de vergunningen ter oprichting van sommige fabrieken en trafijken'. De reikwijdte hiervan ging al verder. Het beoogde om activiteiten die voor de bevolking schadelijk, gevaarlijk of hinderlijk zouden kunnen zijn, te reguleren. Maar ook stankoverlast nam in deze regeling nog een prominente plaats in. In 1875 volgde een wet die bedoeld was om een nog ruimere bescherming te bieden. Pas in 1952 verscheen de *Hinderwet* op het toneel. Nog steeds was het uitgangspunt om de omgeving van inrichtingen, fabrieken en dergelijke te beschermen. Een belangrijk element was dat een vergunning slechts geweigerd kon worden, indien vaststond of aannemelijk gemaakt kon worden dat er schade, hinder of gevaar zou optreden. Een manco van de *Hinderwet* was dat deze betrekking had op individuele inrichtingen. Elk inrichting werd apart bekeken. Gezamenlijke hinder door de aanwezigheid van vele inrichtingen in een industriegebied, zoals bij luchtverontreiniging vaak evident was, kon met de *Hinderwet* niet adequaat worden aangepakt. Bovendien gold de *Hinderwet* alleen voor inrichtingen. Andere bronnen van luchtverontreiniging, zoals verkeer, vielen er dus buiten. Ook niet goed werkbaar was dat de uitvoering van de *Hinderwet* bij de gemeentes lag. Vooral in grotere steden betekende dit door het brede scala aan activiteiten dat een breed spectrum aan deskundigheid binnen het gemeentelijke apparaat aanwezig moest zijn om de *Hinderwet* nog enigszins fatsoenlijk te kunnen uitvoeren.

Een belangrijke vraag bij de beoordeling van de meetresultaten van luchtverontreiniging was hoe deze te duiden. Hoe moesten de gemeten niveaus begrepen worden in termen van effecten? In het boekje *Luchtverontreiniging en volksgezondheid in Rotterdam* kwam duidelijk naar voren dat er nog veel onduidelijk was (Burema et al., 1964). Zo merkten de auteurs op: 'Het zal niemand verbazen dat er op dit gebied nog veel onbekend is en dat daardoor een definitie van luchtverontreiniging voorlopig onmogelijk is'. Zo lang dergelijke primaire vragen niet afdoende beantwoord waren, was het duidelijk dat een duiding van gemeten concentraties lastig was. Dit blijkt ook uit de discussies over een eventuele normstelling voor dé luchtverontreinigingscomponent in de jaren zestig, zwaveldioxide. Aanvankelijk werd gesteld dat 'het SO₂ daarbij veelal gezien moet worden als indicator voor samengestelde verontreinigingen, afkomstig van verbrandingsprocessen' (Brasser et al., 1966). Later heette het dat zwaveldioxide een 'maat voor reducerende luchtverontreiniging' was (Anonymus, 1971). Bij het laatste werd zelfs opgemerkt dat 'zwaveldioxide als zodanig door vrijwel geen enkele onderzoeker aansprakelijk gesteld voor consequenties ten aanzien van de volksgezondheid'. Hoe dan ook, de aandacht richtte zich lange tijd bijna volledig op zwaveldioxide. Later kwam de gedachte op dat emissies van verbrandingsprocessen ook aanleiding gaf tot stofvormige luchtverontreiniging. Dit laatste leidde onder andere tot de definitie van het begrip 'zwarte rook'. Het was de OECD die als onderdeel van pogingen om metingen van luchtverontreiniging te standaardiseren, met een voorstel kwam voor een meetmethode voor stofvormige luchtverontreiniging (OECD, 1964). Strikt genomen is zwarte rook datgene wat met de zwarteroekmethode wordt gemeten. Deze zwarte rook werd in de jaren zestig gezien als een goede maat voor de verbrandingsgerelateerde stofvormige luchtverontreiniging. De achterliggende gedachte hierbij was dat het stof vooral afkomstig was van de verbranding van steenkool en aardolie. Onvolledige verbranding gaf aanleiding tot emissies van roetachtige stoffen. Door nu lucht door een filter te leiden en de zwarting van het verzamelde stof te meten had men een indicatie voor het zwartgekleurde deel van de stofvormige luchtverontreiniging. De belangstelling voor zwarte rook werd ook gevoed door de gedachte dat roet in combinatie met zwaveldioxide aanleiding zou kunnen geven tot de vorming van het sterk irriterende zwavelzuuraerosol.

Een zelfde benadering om een indicator te kiezen maar met een geheel andere invulling werd gevolgd in het Rijnmondgebied. De hoge concentratie aan petrochemische en chemische industrie leidde tot twee problemen: veel zwaveldioxide en stank. Vooral dat laatste gaf aanleiding tot overlast en klachten. In

Rijnmond kwam men op de originele gedachte dat als door atmosferische omstandigheden de zwaveldioxideconcentraties toenemen ook de kans op stankoverlast toeneemt. Door nu tijdig toenemende zwaveldioxideconcentraties te detecteren wilde men stankproblemen voor zijn. Als uit de metingen bleek dat de zwaveldioxideconcentraties toenamen, werd de industrie verzocht om stankverwekkende activiteiten zo veel mogelijk te beperken. Hierbij fungeert zwaveldioxide dus als indicator voor stank. Deze gedachte lag ten grondslag aan het automatische meetnet voor zwaveldioxide dat aan het eind van de jaren zestig in Rijnmond operationeel werd (Clarenburg, 1999; Buijsman, 2003).

Soms werden bij gebrek aan beter in de jaren zestig normen voor de werkplek als referentie gehanteerd. De redenering was dat MAC-waarden golden voor gezonde mensen in een situatie met een achturige werkdag. Gewone mensen zijn echter langer blootgesteld aan buitenlucht met lagere concentraties. Bovendien wilde men rekening houden met 'kinderen, zieken en zwakken'. Zodoende werd lange tijd gerekend met een tiende van de MAC-waarde als criterium voor de maximaal toelaatbare vervuiling van de buitenlucht. Soms ook werd de vergelijking gemaakt met wat elders was gemeten. In incidentele gevallen diende de toenmalige Russische normen als maatstaf ⁷. Elk van deze aanpakken had zijn voor- en nadelen, maar het gaf wel aan dat een goed gedefinieerd referentiekader ontbrak. Wel kwamen er in de tweede helft van de jaren zestig voorstellen voor normen (Brasser et al., 1966) ⁸. Het ontbreken van normering voor de luchtverontreiniging was niet uniek voor Nederland. Een inventarisatie in de tweede helft van de jaren vijftig toonde aan dat in vrijwel geen enkel Europees land, behalve in het Verenigd Koninkrijk, adequaat beleid en regelgeving voor luchtverontreiniging bestond. Zo er al iets bestond was het sterk verouderd en niet meer op de (industriële) situatie toegesneden (OEEC, 1957). Beleid en regelgeving zouden pas in de jaren tachtig vorm krijgen met Nederlandse en Europese normstelling.

In het begin van de jaren zeventig was er meer duidelijkheid over luchtverontreiniging en milieuverontreiniging in het algemeen ontstaan. Ook beleidsmatig veranderden er zaken. In 1971 kwam er een apart ministerie met aandacht voor het milieu, het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. De veranderde opvattingen bleek in 1972 ook uit de Urgentienota Milieuhygiëne van het nieuwe ministerie (Anonymus, 1972). De Urgentienota was eigenlijk de eerste poging om te komen tot een samenhangend milieubeleid. De nota bracht ook het perspectief van de relatie met toekomstige generaties en met ecologische waarden. En over luchtverontreiniging: 'Nu de aard van de luchtverontreiniging zich wijzigt, dat wil zeggen dat de verhouding tussen de verontreinigende bestanddelen verandert, kan niet meer één bestanddeel (zwaveldioxide) als indicator van luchtverontreiniging worden beschouwd, al blijft het er een der belangrijkste componenten.' De Urgentienota maakte werk van de uitvoering van de Wet inzake de luchtverontreiniging, er kwam meer geld voor onderzoek en metingen, het Rijnmondgebied met zijn hoge niveau van luchtverontreiniging zou gesaneerd gaan worden en er moest iets gebeuren op het gebied van de regelgeving. In de daarop volgende jaren gebeurde er veel op het gebied van regelgeving, zo kwam er het (eerste) besluit over het maximaal toegestane loodgehalte in benzine. In 1976 kwam vervolgens het *Indicatief meerjaren 1976-1980 programma ter bestrijding van de luchtverontreiniging uit* (Anonymus, 1976). Hierin werden de eerste contouren van een integrale aanpak van de luchtverontreiniging zichtbaar. Er waren voorstellen in verval voor luchtkwaliteitseisen voor zwaveldioxide, koolmonoxide en rook, maar ook voor een emissieplafond voor zwaveldioxide. Een verdere uitwerking volgde in 1979 met het *SO₂-beleidskaderplan* (Anonymus, 1979). Het luchtbeleid werd volwassen. Wat daarna nog volgde was een uitbreiding van de regelgeving, verscherping van de regelgeving, niet alleen voor de luchtkwaliteit maar ook op het terrein van emissie-eisen en brandstofsamenstelling. En tot slot kwam in het begin van de jaren tachtig Europees luchtkwaliteitsbeleid van de grond.

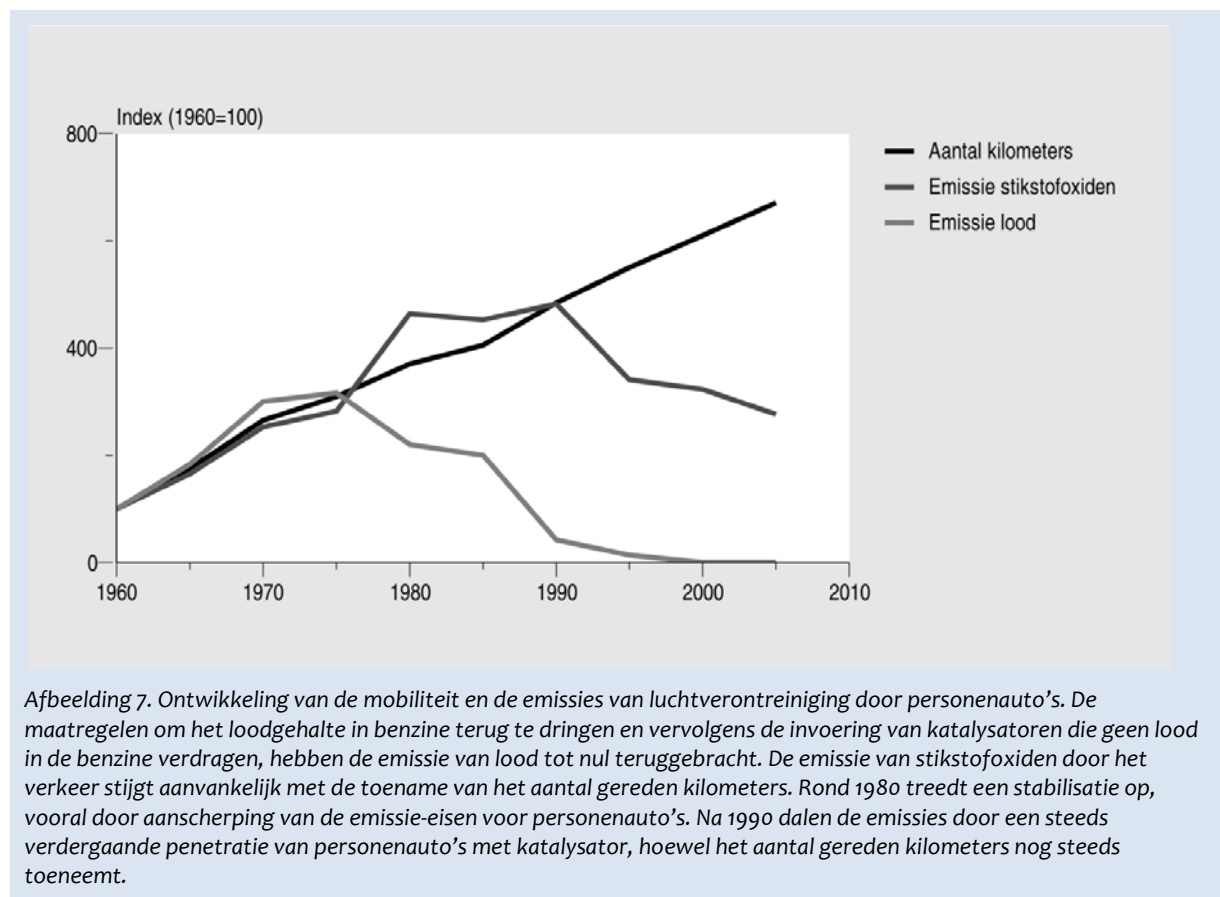
En nu dan?

De situatie in Nederland is sinds de jaren zestig en zeventig als het gaat om de stedelijke luchtkwaliteit grondig veranderd. Er zijn als uitvloeisel van internationale samenwerking onder de Convention on Long-range Transport of Air Pollution en later in het kader van het Europese milieubeleid al in de jaren tachtig van de 20^{ste} eeuw verregaande afspraken over emissiereducties voor onder andere zwaveldioxide en stikstofoxiden gemaakt (Sliggers en Kakebeke, 2004). Ook worden aan allerlei industriële processen maar ook aan het verkeer emissie-eisen gesteld. De industrie is inmiddels grondig gesaneerd en zo iets als rookgasreiniging bij veel industriële processen en katalysatoren bij auto's zijn tegenwoordig de gewoonste zaak van de wereld. Tegenwoordig blijkt voor de stedelijke luchtkwaliteit de grootste boosdoener dan ook een andere te zijn dan vroeger. Vroeger waren het vooral lokale industrieën en huizenverwarming die de stedelijke luchtkwaliteit bepaalden; tegenwoordig is dat in overwegende mate het verkeer. En dat is niet

eens zozeer omdat hedendaagse auto's niet schoon zouden zijn. Het is vooral omdat er veel meer auto's zijn gekomen die ook nog eens veel meer rijden (afbeelding 6). Bovendien rijdt er ook steeds meer vrachtverkeer. De ontwikkeling van onze welvaart heeft zo geleid tot een explosieve groei in de mobiliteit en daarmee van de uitstoot van verkeersgerelateerde verontreinigende stoffen. En opnieuw concentreren een aantal luchtverontreinigingsproblemen zich in de stedelijke leefomgeving.

Verder is de (stedelijke) luchtverontreiniging ook chemisch van karakter is veranderd. Vroeger ging het vooral om zwaveldioxide en zwarte rook, nu vooral om stikstofdioxide en (fijn) stof. Het is echter lastig een kwantitatieve vergelijking te maken. Want één van de vragen is natuurlijk: is de luchtkwaliteit nu beter of slechter dan vroeger? Of als we het in gezondheidstermen bekijken: is de gezondheidsschade nu groter of kleiner dan vroeger. En vooral dat laatste is weer hoogst actueel sinds het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) in 2005 uitspraken deed over doden als gevolg van de huidige fijnstofconcentraties in Nederland. Zo meldde het MNP in *Fijn stof nader bekeken*: 'Schattingen lopen uiteen van mogelijk tienduizend tot enige tienduizenden mensen, die ongeveer tien jaar eerder overlijden' (Buijsman et al., 2005).

De discussie over luchtverontreiniging werd en wordt in hoge mate gevoed door de schadelijke invloed van luchtverontreiniging op de menselijke gezondheid. De huidige regelgeving op het gebied van de luchtverontreiniging zullen we daarom als referentiekader nemen (tabel 1). Weliswaar golden vroeger andere of soms zelfs helemaal geen normen, maar in ieder geval wordt hiermee een eenduidige beoordeling van de situaties toen en nu mogelijk gemaakt.



Huidige regelgeving voor de luchtkwaliteit ¹⁾

De huidige Nederlandse regelgeving voor de luchtkwaliteit is een onderdeel van het Europese luchtkwaliteitsbeleid. Dit betekent dat de grenswaarden van de Europese Unie onverkort voor Nederland gelden.

Tabel 1 Luchtkwaliteitsregelgeving in Nederland. Situatie in 2007.

Component	Grootheid	Niveau	Aantal toegestane overschrijdingen
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Stikstofdioxide (NO ₂)	Jaargemiddelde	40 ²⁾	Geen
	Uurgemiddelde	200	Maximaal 18 uur per jaar
Zwavel dioxide (SO ₂)	Daggemiddelde	125	Maximaal 3 dagen per jaar
	Uurgemiddelde	350	Maximaal 24 dagen per jaar
Ozon (O ₃) ³⁾	Hoogste 8-uursgemiddelde op een dag	120	Maximaal 25 dagen per jaar
Koolmonoxide (CO)	Over een jaar gemiddeld dagelijks maximum over 8 uur	10.000	Geen
Benzeen ³⁾	Jaargemiddelde	5 ²⁾	Geen
Fijn stof (PM ₁₀)	Jaargemiddelde	40	Geen
	Daggemiddelde	50	Maximaal 35 dagen per jaar
Lood	Jaargemiddelde	0,5	Geen
Arseen ³⁾	Jaargemiddelde	0,006 ^{4, 5)}	Geen
Cadmium ³⁾	Jaargemiddelde	0,005 ^{4, 5)}	Geen
Nikkel ³⁾	Jaargemiddelde	0,02 ^{4, 5)}	Geen
Benzo[a]pyreen	Jaargemiddelde	0,001 ^{4, 5)}	Geen
Zwarte rook ⁶⁾	50-percentiel van daggemiddeldes	30	Geen
	98-percentiel van daggemiddeldes	75	Geen

1) Voor zover gericht op de bescherming van de menselijke gezondheid.

2) Aan deze grenswaarden moet uiterlijk in 2010 zijn voldaan.

3) Deze component wordt in dit artikel niet besproken.

4) Aan deze streefwaarden moet uiterlijk in 2013 zijn voldaan

5) Gemeten in PM₁₀-stof.

6) De vermelde grenswaarden zijn de oude Nederlandse grenswaarden zoals die golden tot 2001. Er is tegenwoordig geen regelgeving meer voor zwarte rook. Deze is opgegaan in de regelgeving voor fijn stof.

Ontwikkelingen in de luchtkwaliteit

Sinds het eind van de jaren zeventig van de twintigste eeuw wordt de luchtkwaliteit gekwantificeerd met de gegevens van uitgebreide luchtkwaliteitsmeetnetten. De resultaten hiervan worden zonodig aangevuld met de resultaten van de berekeningen met atmosferische transportmodellen. De eerste (stedelijke) meetnetten waarmee systematisch en gedurende langere tijd de luchtkwaliteit in kaart werd gebracht, dateren van het begin van de jaren zestig. Er werd toen echter aanvankelijk alleen zwaveldioxide en, later en in mindere mate, zwarte rook gemeten. De landsdekkende meetnetten dateren pas van de tweede helft van de jaren zeventig. De toegenomen kennis over het fenomeen luchtverontreiniging betekende dat ook meer componenten onderzocht werden. Voorbeelden zijn: koolmonoxide, stikstofdioxide, stof en benzo[a]pyreen. Meetpunten die specifiek bedoeld waren om de stedelijke luchtkwaliteit te kwantificeren, dateren van de jaren tachtig. Hoe dé stedelijke luchtkwaliteit in Nederland in de jaren vijftig en zestig was, blijft daarom grotendeels giswerk. Niettemin kunnen we wel iets zeggen over de stedelijke luchtkwaliteit. Alles bijeen is het, althans naar de huidige maatstaven, misschien niet veel, maar het biedt niettemin een mogelijkheid om semikwantitatief iets over de ontwikkeling in de stedelijke luchtkwaliteit in enkele grote Nederlandse steden van zo'n 30 tot 35 jaar geleden tot op heden te zeggen. En daarnaast biedt het inzicht in de verandering van de stedelijke luchtkwaliteit. En tot slot mag een vergelijking in internationale context natuurlijk niet ontbreken.

Oude meetgegevens

Wie iets wil zeggen over de ontwikkeling van de luchtkwaliteit over langere termijn, kan niet zonder (oude) meetgegevens. Hierbij doen zich twee problemen voor: de beschikbaarheid van data en de kwaliteit van data. De beschikbaarheid neemt over het algemeen af naarmate men verder teruggaat in de tijd. Het wordt daarmee steeds lastiger om teruggaand in de tijd goed gefundeerde uitspraken over de luchtkwaliteit te doen. De zaak wordt er ook niet gemakkelijker op, doordat zeker over een aantal decennia geen ononderbroken meetreeksen beschikbaar zijn. Als het gaat over de kwaliteit van data, zijn er twee opvattingen te beluisteren over hoe hier om te gaan met oude meetgegevens. De ene opvatting is dat oude(re) meetgegevens als zodanig gebruikt moeten kunnen worden zonder veel vragen te stellen over methodes en de kwaliteit ervan. De andere opvatting is dat oude(re) meetgegevens niet gebruikt mogen worden, omdat de kwaliteit ervan onvoldoende zou zijn of omdat informatie over de kwaliteit ontbreekt. Het laatste standpunt zal vaak wel een kern van waarheid bevatten, maar is tegelijkertijd wel erg streng. Het zou ook kunnen betekenen dat meetgegevens uit onze tijd over 30 tot 40 jaar eveneens als obscuur beschouwd zouden kunnen worden. Wie meent dat de kwaliteit van de huidige meetgegevens boven alle twijfel verheven is, ziet het verkeerd. Zo is er onlangs ophef geweest over de kwaliteit van de meetgegevens van fijn stof (zie bijvoorbeeld Buijsman et al., 2005; Buijsman, 2007). Ook de kwaliteit van de meetgegevens over stikstofdioxide en ozon is niet onomstreden (Borowiak et al., 2000; Blank, 2001). Gegeven de hiervoor genoemde problematiek is de aanpak voor de in dit artikel gepresenteerde analyse anders geweest. De oude meetgegevens zijn gebruikt zoals ze gepubliceerd zijn, maar er zijn geen gedetailleerde, kwantitatieve consequenties aan verbonden. De ontwikkeling van de luchtkwaliteit wordt alleen vergelijkenderwijs bekeken in termen van orde van grootte van de veranderingen.

De reconstructie van de stedelijke luchtkwaliteit zoals die hier wordt gepresenteerd, is voornamelijk gebaseerd op gepubliceerde luchtkwaliteitsgegevens van DCMR Milieudienst Rijnmond, het voormalige Biologisch-chemische Laboratorium en het eveneens voormalige Gemeentelijk Centraal Milieulaboratorium in Amsterdam, het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Daarnaast is gebruik gemaakt van overzichtspublicaties van het Centraal Bureau voor de Statistiek. Verder is materiaal gebruikt van de onderzoeken van TNO in de jaren zestig. De gegevens hebben, voor zover niet uitdrukkelijk anders wordt gemeld, betrekking op de zogenaamde stadsachtergrond. Dit is de situatie in een stad waar de luchtkwaliteit niet door direct aanwijsbare bronnen op korte afstand wordt beïnvloed. Voor zwaveldioxide en zwarte rook komt dit niet zo nauw, omdat de luchtkwaliteit deels door veel, kleine bronnen werd bepaald. De situatie voor stikstofdioxide, koolmonoxide en lood ligt anders. Het verkeer is een belangrijke bron van deze componenten, dus de locatie van een meetpunt is hier veel kritischer. Voor zover aanwezig is bij de karakterisering van meetpunten uitgegaan van de informatie van de metende instantie. Zonodig is op basis van oude kaarten een beoordeling gemaakt van de omgevingskarakteristieken van meetstations.

Zwavedioxide

De eerste meetreeksen voor zwavedioxide (SO₂) dateren van de eerste helft van de jaren zestig; eerst in Rotterdam en wat later in Amsterdam en Delft ⁴. Zwavedioxide was daarmee de eerste component die systematisch bemeten werd. Dit is niet zo verwonderlijk, omdat zwavedioxide in die tijd als dé indicator voor luchtverontreiniging werd gezien (Buijsman, 2003). De gedachte was dan ook dat als zwavedioxide werd gemeten, er informatie beschikbaar zou komen over het totale niveau van luchtverontreiniging. In de loop van de jaren zouden de meetactiviteiten voor zwavedioxide sterk worden uitgebreid. Zo telden de meetnetten in Amsterdam en Rotterdam rond 1970 elk bijna 30 meetpunten. Andere steden, waaronder Den Haag, Arnhem en Dordrecht, hadden ook meetpunten en soms ook meetnetten, zij het niet in een dergelijke omvang.

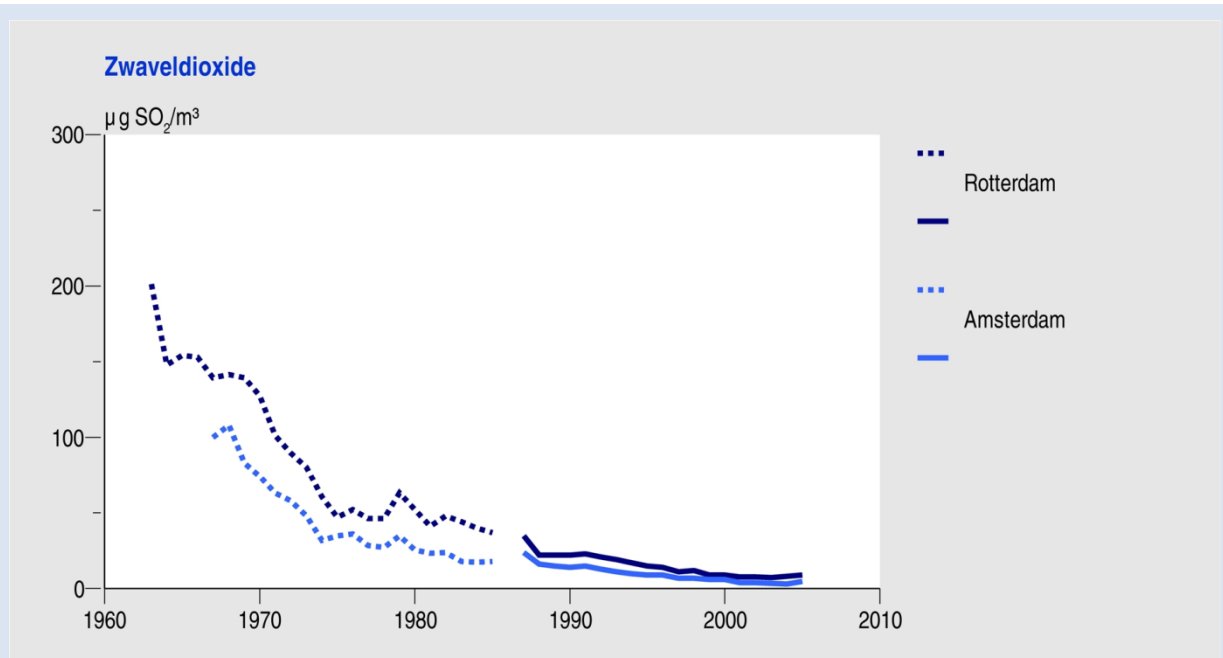
Vanaf het moment dat de metingen waren begonnen, bleken de niveaus te dalen (*afbeelding 7*). Het kan dus zijn dat voor die tijd, dat is 1965 en eerder, de concentraties nog hoger zijn geweest. Door het ontbreken van eerdere systematische metingen tasten we daarover echter grotendeels in het duister ⁹. De niveaus in Amsterdam en Rotterdam behoorden, samen met die in Den Haag, vanaf het begin van de meetreeksen tot de hoogste in Nederland (*afbeelding 8*). Niettemin waren de concentraties in andere steden ook nog steeds fors. Belangrijkste oorzaken van deze hoge concentraties konden gevonden worden in industriële emissies in en nabij de steden, maar vooral van emissies door ruimteverwarming. Dit kon grotendeels worden toegeschreven aan het grootschalige gebruik van kolen (Clarenburg, 1999). De introductie van aardgas voor ruimteverwarming aan het eind van de jaren zestig zorgde voor een snelle daling. We kunnen dit ook afleiden uit een kaart met isolijnen of wel lijnen van gelijke concentratieniveaus (*afbeelding 9*). Het grote aantal meetpunten bood namelijk de mogelijkheid om een beeld te krijgen van het ruimtelijke patroon van de concentraties. Daaruit bleek dat de concentraties hoger werden in de richting van het centrum. Dit was een duidelijke aanduiding voor het gebruik van kolen.

De jaren tachtig gaven dan wel *grosso modo* een daling te zien, maar dit was de optelsom van een aantal effecten. In de eerste plaats de al aangegeven daling door een afname van de industriële emissies en de emissies door ruimteverwarming. In de tweede plaats een stijging door een toename van de emissies door het diesilverkeer; aanvankelijk ook hier vooral door de toegenomen mobiliteit. De doorwerking van de stelselmatige verlaging van het zwavelgehalte zorgde er uiteindelijk voor dat de bijdrage uit deze bron verwaarloosbaar werd ¹⁰.

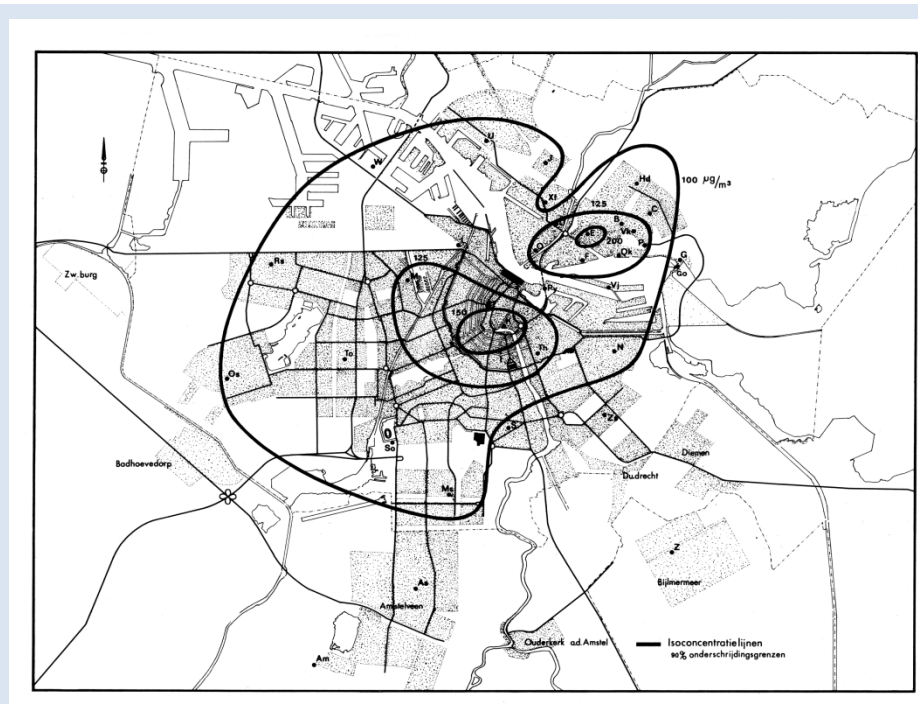
Plaatsen we de niveaus in Amsterdam en Rotterdam in internationaal verband, dan blijkt het niveau van luchtverontreiniging in andere Europese steden nog veel hoger geweest te zijn. Londen is hierbij koploper (*afbeelding 10*). Maar ook in de andere Europese steden zien we in de jaren zestig al een daling van de niveaus. Het was het begin van een proces dat uiteindelijk, niet alleen in de Nederlandse steden, maar op Europese schaal in een periode van enkele tientallen jaren zou leiden tot een opmerkelijke verbetering van de stedelijke luchtkwaliteit tenminste voor zover het om zwavedioxide ging.

De huidige niveaus van zwavedioxide in de stedelijke achtergrond liggen tegenwoordig in de orde van enkele microgrammen; in Rotterdam iets meer door de sterke concentratie van industrie aldaar. Incidenteel komen in het Rijnmondgebied nog sterk verhoogde concentraties voor, meestal al gevolg van storingen in industriële installaties (DCMR, 2006).

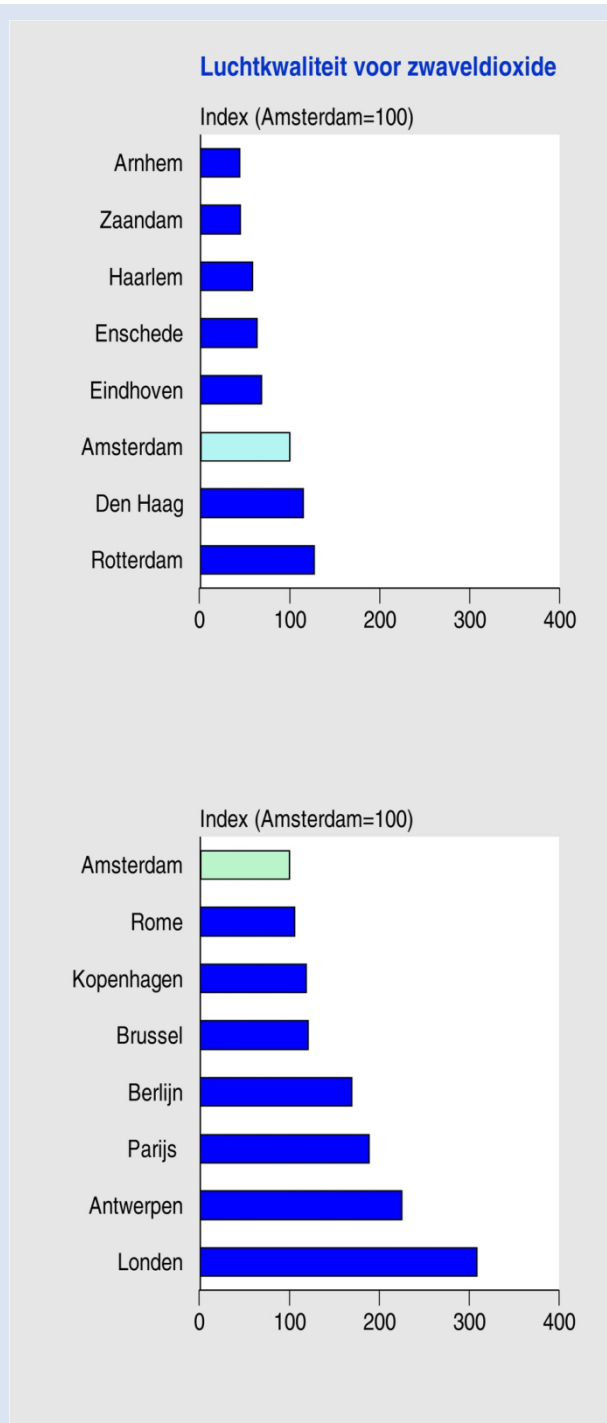
⁴ We bedoelen hiermee metingen waarbij met actieve monsternemers concentraties van zwavedioxide werden vastgesteld. Buijsman (2003) geeft een overzicht van de hiervoor gebruikte methoden. Al eerder werd zwavedioxide wel al gemeten. Dit gebeurde met zogenoemde passieve monsternemers; hiermee verkreeg men echter geen concentratiewaarden.



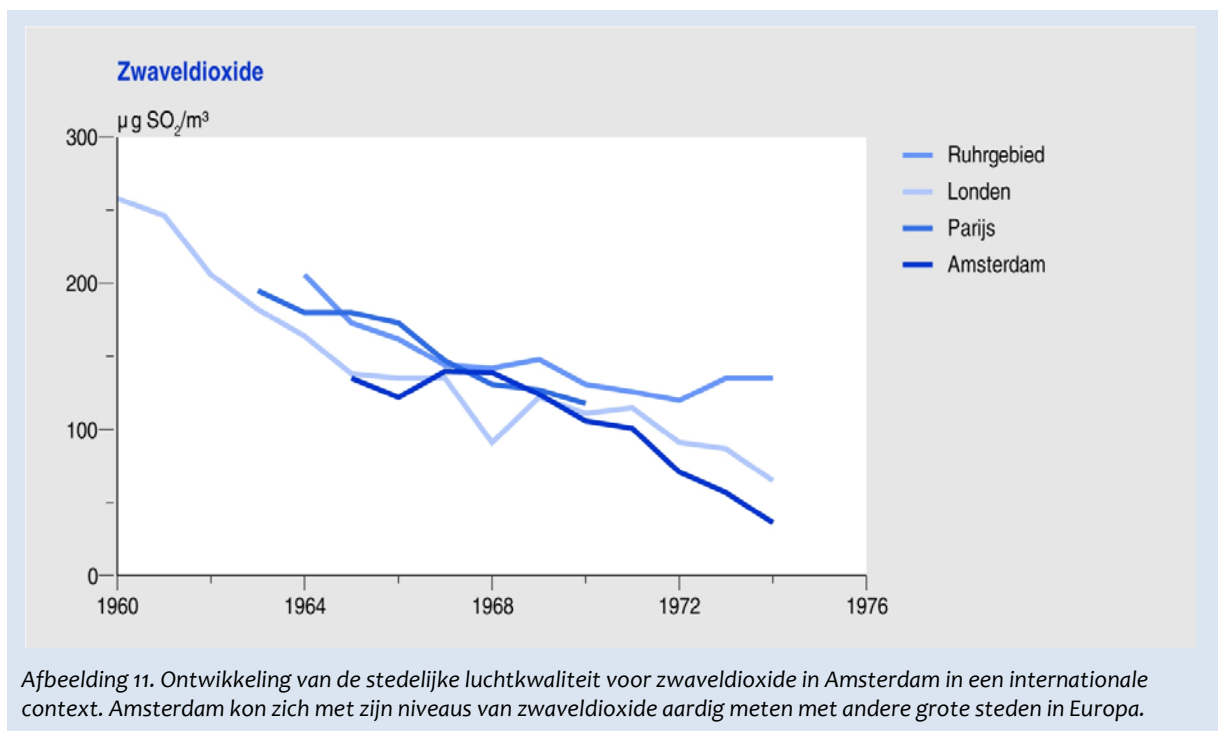
Afbeelding 8. Ontwikkeling van de stedelijke luchtkwaliteit voor zwavedioxide in Amsterdam en Rotterdam. De gegevens tot en met 1984 zijn van lokale instanties. De gegevens vanaf 1986 zijn gebaseerd op meetresultaten uit het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Voor 1985 zijn door reorganisaties van de meetnetten nauwelijks meetgegevens voorhanden.



Afbeelding 9. Verdeling van zwavedioxideconcentraties in de vorm van wat wordt omschreven als 'isocentratielijnen van 90% onderschrijdsgrenzen' in Amsterdam in 1970. De lijnen geven aan onder welk niveau de concentraties in 90% van de tijd liggen. Het betekent dus ook dat in 10% van de tijd concentraties boven dit niveau kunnen worden aangetroffen. De ligging van de isolijnen met concentraties die afnemen met toenemende afstand tot het centrum geven de invloed van huisverwarming op de stedelijke luchtkwaliteit aan. In het noorden van Amsterdam is eveneens een gebied met verhoogde concentraties. Dit duidt op de invloed van lokale, industriële bronnen.



Afbeelding 10. De luchtkwaliteit in Amsterdam en Rotterdam in een nationale context (links) en in een internationale context (rechts). De gegevens hebben betrekking op de periode april 1971 tot en met maart 1972. Naar Anonymus (1975) en Anonymus (2005).

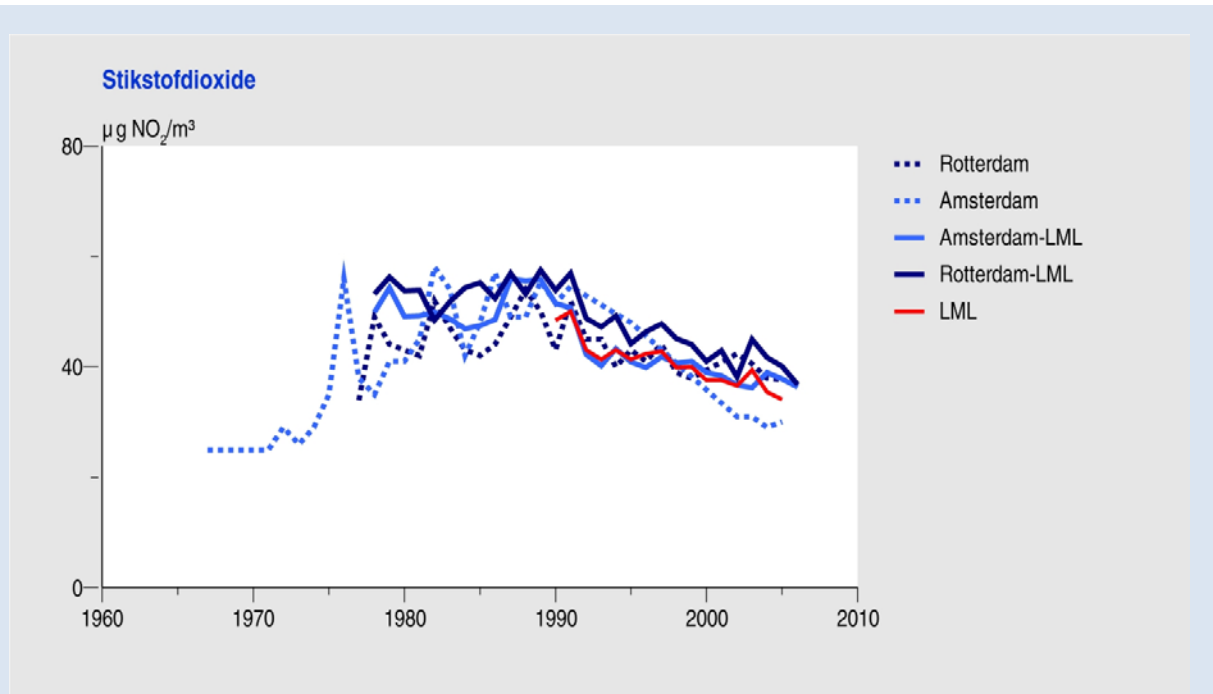


Stikstofdioxide

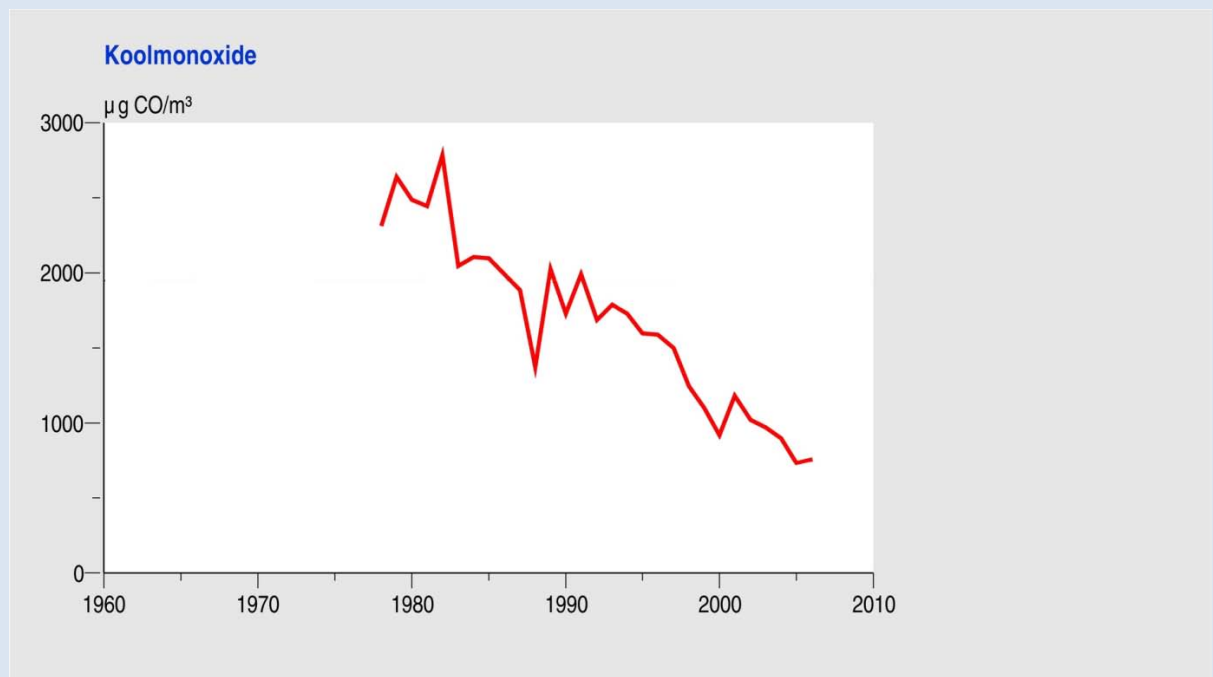
Systematische metingen van stikstofdioxide (NO₂) beginnen in de tweede helft van de jaren zeventig in Amsterdam en Rotterdam en als onderdeel van het Nationale Meetnet voor Luchtverontreiniging. Er zijn maar zeer weinig meetgegevens van voor die tijd. Het schaarse materiaal suggereert dat vanaf het eind van de jaren zestig aanvankelijk een forse stijging in de niveaus is opgetreden (afbeelding 11). Heeraan kan echter nite te veel verboden worden, omdat het maar om resultaten van enkele meetpunten gaat. Vanaf het eind van de jaren zeventig zijn er meer meetpunten. Het lijkt dat in de jaren tachtig de niveaus langzaam stijgen. Dit zou ook in overstemming zijn met de toename van de (auto)mobiliteit zoals die tot uiting komt in de ontwikkeling van het aantal gereden kilometers. Toename in de kilometers en dalende emissies: dit is een voorbeeld van wat later in het beleidsjargon ontkoppeling is gaan heten. De daling in de emissies heeft twee oorzaken. In de eerste plaats neemt het gemiddeld brandstofverbruik af. Belangrijker is de invoering van de katalysator waarvan de doorwerking steeds meer effect heeft. Vanaf 1990 neemt weliswaar het aantal gereden kilometers nog steeds toe, maar de emissie van stikstofoxiden door het verkeer begint af te nemen. Een van de problemen met stikstofdioxide is echter dat rond 1990 40% van de emissies van zwaar vrachtverkeer komt. De ontkoppeling heeft zich tot op de dag van vandaag voortgezet. Maar anders dan bij zwavel dioxide is er echter bij stikstofdioxide nog sprake van een probleem. Concentraties liggen op veel plaatsen nog boven de Europese norm voor het jaargemiddelde.

Koolmonoxide

Systematische metingen van koolmonoxide (CO) beginnen in de tweede helft van de jaren zeventig in Amsterdam en Rotterdam en als onderdeel van het Nationale Meetnet voor Luchtverontreiniging. Er zijn, voor zover ons bekend, geen meetgegevens van voor die tijd. De concentraties dalen vanaf het begin van de metingen (afbeelding 12). Meteorologische fluctuaties kunnen voor jaar-op-jaar fluctuaties tot enkele tientallen procenten leiden. De daling is aanvankelijk het gevolg van Europese emissie-eisen voor personenauto's. Later heeft de invoering van katalysatoren bij personenauto's een verdere daling tot gevolg. De daling is groter dan bij stikstofoxiden, omdat personenauto's met benzinemotor het grootste deel van de koolmonoxide-emissies voor hun rekening nemen



Afbeelding 12. Ontwikkeling van de stedelijke luchtkwaliteit voor stikstofdioxide (NO_2). De blauwe lijnen geven de meetresultaten van individuele stations. De rode rij ('LML') geeft het gemiddelde van de stations in de stadsachtergrond in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit.



Afbeelding 13. Ontwikkeling van de stedelijke luchtkwaliteit voor koolmonoxide (CO).

Zwarte rook

De eerste systematische zwarterookmetingen dateren van halverwege de jaren zestig. Rotterdam was, net zoals met zwaveldioxide, die overging tot het uitvoeren van dit type metingen. Later volgden de Amsterdam en nog later, en op nationale schaal, het Nationaal Meetnet voor Luchtverontreiniging. De daling die we bij zwaveldioxide zagen, is ook hier waarneembaar, al is zij minder snel (*afbeelding 13*). De oorzaak van de daling moet, zoals bij zwaveldioxide, gedeeltelijk gezocht worden in de overschakeling van kolen of aardgas voor de huizenverwarming. We moeten bij de interpretatie van meetgegevens van zwarte rook echter voorzichtig zijn. De zwarte rook van tegenwoordig is zeker niet meer de zwarte rook uit de jaren zestig. Vroeger werd zwarte rook vooral gedomineerd door stof dat afkomstig was van het stoken van kolen. Tegenwoordig zal het, zeker in de stedelijke omgeving, meer gerelateerd zijn door emissies van het verkeer. Dat betekent dus dat deze indicator door de jaren heen van karakter is veranderd en dus als luchtkwaliteitsindicator methodisch niet stabiel is.

Lood

Het succesverhaal in de stedelijke luchtkwaliteit is zonder meer lood. Lood dat als antiklop middel jarenlang een onmisbaar bestanddeel van benzine was, is vrijwel uit de stedelijke lucht verdwenen (*afbeelding 14*). Het weinige dat resteert, is toe te schrijven aan langeafstandstransport. De weinige meetreeksen die teruggaan tot de eerste helft van de jaren tachtig, laten zien dat de niveaus toen al onder de huidige (en vroegere) grenswaarde van $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lagen. De enkele meetreeksen die nog verder teruggaat, suggereert voor de jaren zeventig niveaus boven het niveau van de grenswaarde. De daling was in eerste instantie het resultaat van een stelselmatige verlaging van het maximaal toegestane loodgehalte in benzine. De introductie van de katalysator gaf dit proces een extra impuls, omdat auto's met een katalysator alleen loodvrije benzine mogen gebruiken. Deze introductie, waarvan het begin in de tweede helft van de jaren tachtig lag, heeft gaandeweg geleid tot een steeds groter aandeel van auto's met katalysatoren. Een maat hiervoor is de verkoop van loodvrije benzine. Deze was in 1990 al gestegen tot 50% van de totale benzineafzet. De huidige niveaus in steden zijn vrijwel gelijk aan die daarbuiten en bedragen nog maar enkele procenten van de niveaus in de jaren zeventig.

Stof en fijn stof

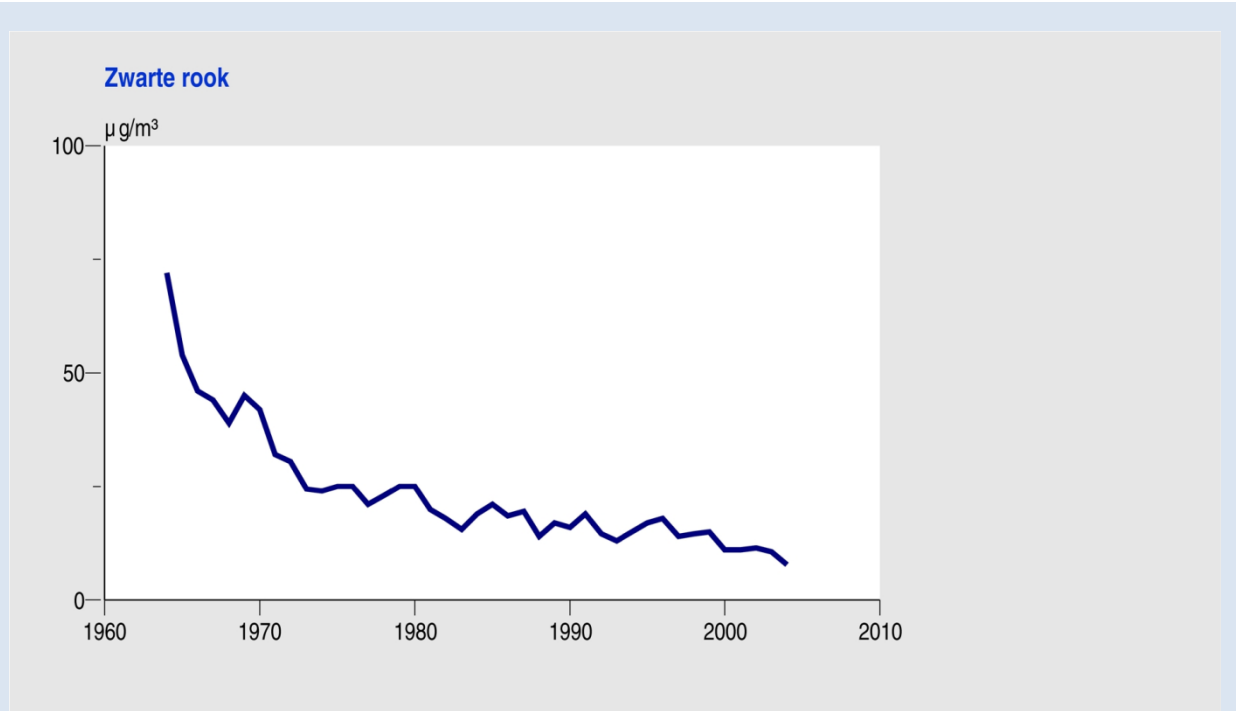
De metingen van fijn stof (PM_{10}) zijn begonnen in de eerste helft van de jaren negentig. Daarvoor werd wel stof gemeten, maar dan meestal als totaal stof of Total Suspended Particulates, kortweg TSP. Het nadeel van TSP-metingen was dat de efficiëntie van de aanzuiging en daarmee van de meting onder andere bepaald werd door de windsnelheid. Het aangezogen stof kon daardoor variabel van afmeting zijn. Dit is ook de reden dat er geen eenduidige, eenvoudige relatie bestaat tussen resultaten van TSP-metingen en metingen volgens de PM_{10} methode. In navolging van Van Dam en Eerens (2000) hanteren we echter een omrekeningsfactor van 0,7 voor resultaten van TSP metingen. Dat biedt de mogelijkheid tot een grove maatstaf voor de vergelijking van meetresultaten. Enig houvast biedt de TSP-meetreeksen in Rotterdam die tot op de dag van vandaag doorloopt (*afbeelding 15*). Met enige voorzichtigheid zou gesteld kunnen worden dat de stofniveaus toch wel substantieel gedaald lijken.

De huidige grenswaarde voor fijn stof is $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het jaargemiddelde. De Europese Unie bereidt echter een herziening voor van de betreffende luchtkwaliteitsrichtlijn. Het is heel wel mogelijk dat hierbij het advies van de Wereldgezondheidsorganisatie wordt gevolgd (WHO, 2005). Dit zou betekenen dat de grenswaarde wordt verlaagd naar $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Niet alleen in steden maar zelfs in geheel Nederland zou dan niet meer aan de regelgeving worden voldaan.

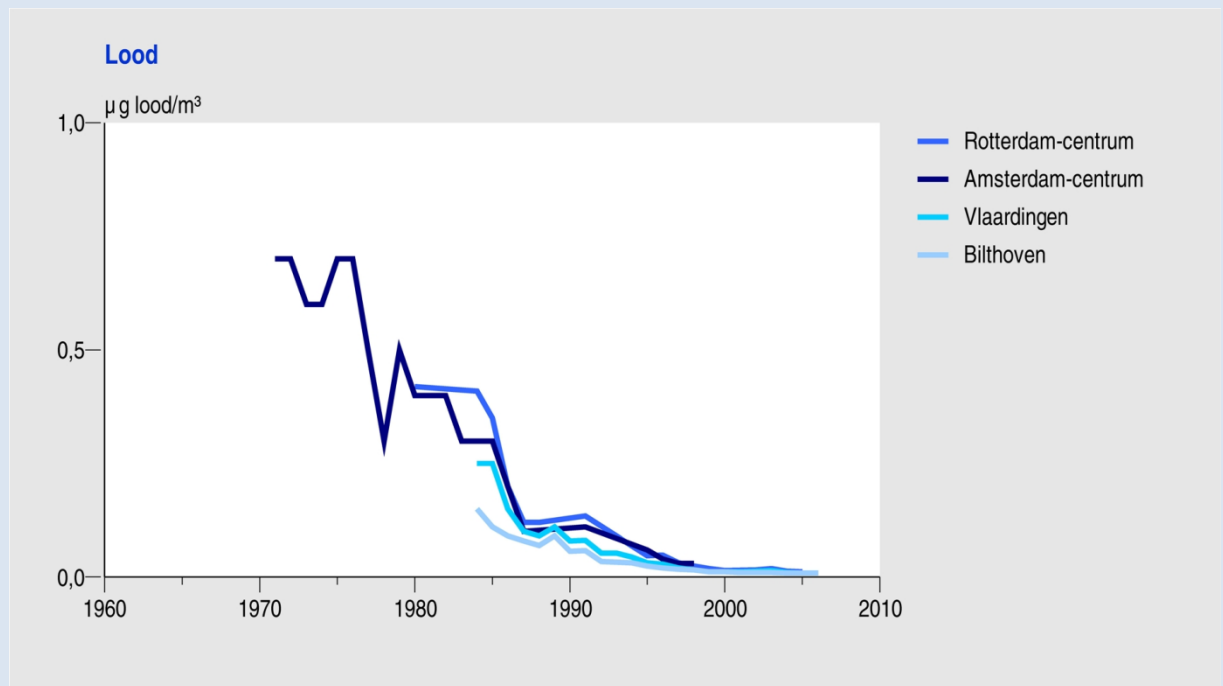
Benzo[a]pyreen

De situatie voor benzo[a]pyreen (B[a]P) was en is nauwelijks betrouwbaar te karakteriseren. Het is altijd een component geweest die nauwelijks gemeten werd. De onzekerheid is de niveaus en de historische ontwikkeling is dan ook groot. Op basis van de veranderingen die blijken uit de lange meetreeksen in Rotterdam, zouden we kunnen concluderen dat de luchtkwaliteit ook voor benzo[a]pyreen sterk verbeterd is. De laatste inventarisatie naar het voorkomen van benzo[a]pyreen in de Nederlandse buitenlucht dateert van 1999 (Buijsman, 1999). Daarin werden nog stedelijke achtergrondniveaus van $0,2$ tot $0,4 \text{ ng}/\text{m}^3$ aangegeven; de concentraties in straten liepen van $0,3$ tot $0,7 \text{ ng}/\text{m}^3$. Dit was destijds in lijn met de (schaarse) meetgegevens. De sindsdien in Rotterdam gemeten concentraties gaven een sterke daling te zien. De metende instantie waagt zich echter niet aan verklaring (DCMR, 2006)¹¹.

Ook op langere termijn lijkt sprake van een spectaculaire daling. Schaarse metingen in het midden van de jaren zeventig duiden op jaargemiddelde concentraties van $5-20 \text{ ng B[a]P}/\text{m}^3$. De concentraties in Rotterdam waren rond 1990 gedaald naar ongeveer $1 \text{ ng}/\text{m}^3$, terwijl ze de laatste jaren rond de $0,1 \text{ ng}/\text{m}^3$ liggen.

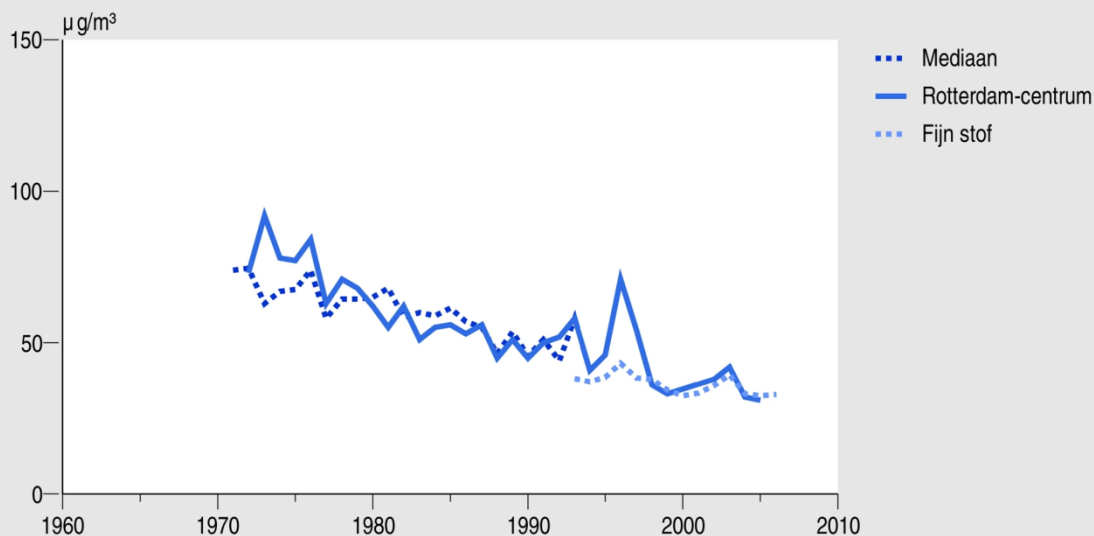


Afbeelding 14. Ontwikkeling van de stedelijke luchtkwaliteit voor zwarte rook.



Afbeelding 15. Ontwikkeling van de stedelijke luchtkwaliteit voor lood. Ter vergelijking is vanaf 1984 de meetreeks van het meetstation Bilthoven, een regionaal station toegevoegd. Uit het verloop van de concentraties op dit meetpunt blijkt dat de verschillen tussen regionale en stedelijke stations steeds kleiner worden.

Stof/fijn stof



Afbeelding 16. Ontwikkeling van de stedelijke luchtkwaliteit voor stof en, vanaf 1993, voor fijn stof (PM_{10}). De meetreeks voor Rotterdam is de enige die zich over enkele tientallen jaren uitstrekt. De metingen van fijn stof zijn in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit in 1992 begonnen. 1993 is het eerste volledig bemeten kalenderjaar. Stof heeft betrekking op de resultaten van zogenoemde TSP-metingen. De resultaten zijn door verschillen in monsternemingstechniek niet zondermeer vergelijkbaar met de resultaten van de fijnstofmetingen. Als grove vergelijkingsmaatstaf is wel een omrekeningsfactor van 0,7 voor de resultaten van de TSP-metingen voorgesteld.

Stedelijke achtergrond versus straat

De hier gepresenteerde gegevens hebben, zoals gezegd, betrekking op de zogenoemde stadsachtergrond. Dit is het niveau van luchtverontreiniging dat zich als het ware over de gehele stad uitstrekt. Het zou ook opgevat kunnen worden als een soort basisniveau van de stedelijke verontreiniging. Dit niveau wordt bepaald het regionale achtergrond niveau – de lucht die de stad komt binnenwaaien – en door de bijdrage van stedelijke maar niet herkenbare bronnen. Dit houdt in dat in de directere nabijheid van bronnen hogere niveaus zullen worden waargenomen. In de stedelijke omgeving bijvoorbeeld straten waar een deel van het verontreinigingsniveau bepaald wordt door verkeer in de betreffende straat. Deze lokale ‘ophogingen’ zijn echter sterk plaatsafhankelijk en hangen af van factoren als geometrie van de straat, windregime en ventilatie, de aard van de bebouwing, de emissie- intensiteit van de bron(nen) ⁵ en de aanwezigheid van bomen (Eerens et al., 1993).

Het onderzoek dat in de jaren zeventig in Amsterdam is uitgevoerd, biedt een unieke mogelijkheid om voor die tijd de stedelijke achtergrondniveaus te vergelijken met de niveaus in straten met veel verkeer (tabel 2). Uit de verschillen blijkt duidelijk de invloed van het lokale verkeer.

Tegenwoordig zullen we dergelijke verschillen voor koolmonoxide en stikstofdioxide tussen stadsachtergrondlocaties en meer door lokale bronnen belaste situaties, zoals straten, ook nog mogen verwachten. Voor fijn stof kon het niet uit de metingen worden afgeleid, omdat er in het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit tot voor kort niet in dezelfde stad zowel metingen op een straatstation als op stadsachtergrondstation werden verricht. Dit laatste gebeurt pas sinds 2006; op basis van beperkt waarnemingsmateriaal lijkt het verschil in de orde van 50% te liggen.

⁵ Bijvoorbeeld in een straat de verkeersintensiteit en de verhouding van de diverse typen verkeersmiddelen.

Tabel 2 Stedelijk achtergrondniveau vergeleken met het niveau in drukke straten in Amsterdam, 1974-1978. Jaargemiddelde concentraties.

Component	Kalverstraat	Prins Hendrikkade/ Damrak ¹⁾
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Koolmonoxide	1875	4625
Stikstofdioxide	45	75
Zwavedioxide	42	42
Stof	220	280
Lood	0,0012	0,0046

1) Het meetpunt Prins Hendrikkade/Damrak was in het onderzoek een de matig belaste punten.

Conclusies

De stedelijke luchtkwaliteit in Nederland is de afgelopen jaren voor de meeste klassieke vormen van luchtverontreiniging sterk verbeterd (*afbeelding 17*). De concentraties van koolmonoxide en zwarte rook zijn meer dan gehalveerd. Zwavedioxide en lood zijn vrijwel verdwenen uit de stedelijk lucht. De niveaus ervan zijn tegenwoordig vrijwel even hoog als buiten de steden. Alleen stikstofdioxide geeft een ander beeld. De concentraties hiervan liggen, ondanks alle maatregelen, enkele tientallen procenten boven het niveau van dertig jaar geleden. Waarschijnlijk geven deze getallen een vrij betrouwbaar beeld van de verschillen, omdat het onderzoek zich over meerdere jaren uitstreckte.

De situatie voor (fijn) stof en benzo[a]pyreen is niet met zekerheid aan te geven. De omvang van de metingen – in het verleden maar ook tegenwoordig – is te gering om definitieve uitspraken te doen. Niettemin suggereert het schaarse waarnemingsmateriaal dat ook voor deze componenten de stedelijke luchtkwaliteit verbeterd zou kunnen zijn.

De *Milieubalans 2000* meldde: ‘Ondanks de toename van het aantal verkeerskilometers houdt de in de jaren tachtig ingezette ontkoppeling tussen aantal voertuigkilometers en omvang van verbrandingsemissies aan. Hoewel de emissies van CO, NO_x, benzeen en VOS⁶ sinds 1985 zijn gedaald, is het wegverkeer landelijk gezien nog steeds de belangrijkste veroorzaker van lokale milieuproblemen. Het verkeer was en is een belangrijke bepalende factor in de stedelijke luchtkwaliteit.’ (RIVM, 2000 de uitspraak van Eilers, de Inspecteur van de Volksgezondheid, uit 1965 nog niets van zijn geldigheid verloren: ‘Een andere vorm van luchtverontreiniging die grotendeels door brede lagen van de bevolking zelve wordt veroorzaakt, is die door het gemotoriseerde verkeer.’

Huisverwarming en lokale industrie zijn als bronnen van lokale luchtverontreiniging inmiddels dus nog maar van weinig betekenis.

Het moge duidelijk zijn dat de vroegere niveaus van de stedelijke luchtverontreiniging op vrijwel geen enkel punt in overeenstemming met de huidige luchtkwaliteitsregelgeving geweest zou zijn (*cf tabel 1*). De huidige situatie daarentegen houdt in dat lood, koolmonoxide en zwavedioxide (al lang) geen probleem meer zijn. Benzo[a]pyreen is waarschijnlijk geen probleem meer¹². Zwarte rook is tegenwoordig geen onderdeel van de regelgeving meer, maar zou volgens de oude regelgeving eveneens geen probleem geweest zijn¹³.

⁶ Vluchtige Organische Stoffen

Stikstofdioxide en fijn stof lijken echter een probleem te vormen. Ze kunnen namelijk in zwaar belaste situaties in concentraties voorkomen die nabij of zelfs boven de respectievelijke grenswaarde liggen (MNP, 2007a). Technisch-juridisch is dat inderdaad een probleem. Maar de vraag is of dat vanuit gezondheidskundig oogpunt ook zo is. Een veel gehoorde opmerking is dat stikstofdioxide op zichzelf niet zo schadelijk is, maar dat het als een indicator opgevat moet worden als ‘a marker for the cocktail of combustion-related pollutants, in particular, those emitted by road traffic or indoor combustion sources’ (WHO, 2000, 2006). Indien stikstofdioxide op deze wijze beschouwd wordt, meent de WHO dat ‘a lower annual guideline value should be used.’ Dit zijn standpunten die overigens niet door iedereen gedeeld worden ¹⁴. De WHO maakt verder nergens duidelijk waarvoor stikstofdioxide dan een indicator zou zijn en welke kwantitatieve relaties er tussen de componenten in het ‘complexe mengsel’ zouden bestaan.

De situatie voor fijn stof is ook al niet erg doorzichtig. Het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) meldde in 2002 naar aanleiding van het verschijnen van een rapport over fijn stof 7 (MNP, 2007b): ‘Maar aangezien “fijn stof” een verzamelnaam is voor een complex mengsel van allerhande grote en kleinere stofdeeltjes in de luchtverontreiniging blijft het lastig om oorzakelijke verbanden te ontrafelen.’ En ook nog in 2005 werd in een andere MNP-publicatie gesteld: ‘Welke chemische bestanddelen van fijn stof gezondheidskundig het meest relevant zijn, is nog tamelijk onbegrepen’. Niettemin ging dit gepaard met de constatering dat er ernstige gezondheidsschade door fijn stof zou zijn (Buijsman et al., 2005) ¹⁵. Het MNP hult zich in stilzwijgen als het gaat over de gezondheidseffecten van stikstofdioxide, terwijl wel kwantitatieve uitspraken worden gedaan over de effecten van fijn stof (en ozon) ¹⁶.

Concluderend kan gesteld worden dat de stedelijke luchtkwaliteit in Nederland in fysisch-chemische zin de afgelopen 30 tot 40 jaar spectaculair verbeterd is. Grosso modo zal dat dan ook moeten betekenen dat de gezondheidseffecten van luchtverontreiniging in steden aanzienlijk zijn afgenomen. Niettemin kunnen tegenwoordig nog steeds zorgelijke geluiden worden gehoord over de omvang van de effecten van stedelijke luchtverontreiniging op de menselijke gezondheid. Dat kan best terecht zijn, maar een feit blijft dan tevens dat het vroeger veel erger geweest moet zijn.

Tabel 3 Achtergrondniveau van stedelijke luchtverontreiniging in Nederland, ~2005. Jaargemiddelde concentraties, tenzij anders aangegeven.

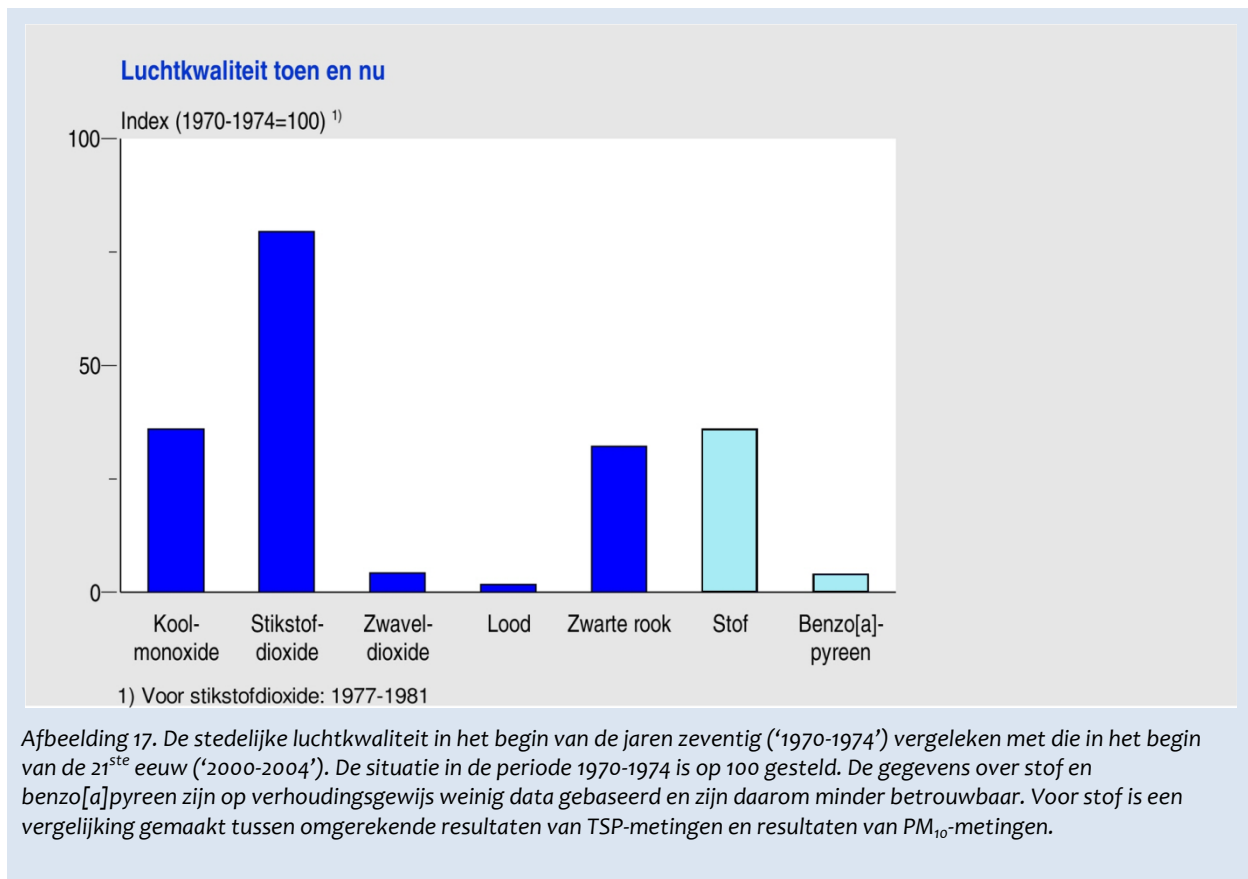
Component	Concentratie
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Koolmonoxide ¹⁾	500-1500
Stikstofdioxide	30-35
Zwaveldioxide	2-15
Fijn stof	25-35
Zwarte rook	10-15
Lood	0,005-0,010
Benzo[a]pyreen	0,00005-0,0001

1) Jaargemiddelde van de hoogste 8-uurgemiddelden per dag.

Bron: Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM.

Met uitzondering van benzo[a]pyreen waarvoor de gegevens afkomstig zijn van DCMR Milieudienst Rijnmond.

⁷ Buringh & Opperhuizen, 2002.



Literatuur

- Anonymus, 1951. Voorlopige aanbevelingen inzake de beperking van vliegashinder uit fabrieksschoorstenen. De Ingenieur 63, G1-G3.
- Anonymus, 1971. Advies inzake grenswaarden SO₂. Verslagen en mededelingen no. 22, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Den Haag.
- Anonymus, 1972. Urgentienota Milieuhygiëne. Directoraat-generaal voor de milieuhygiëne, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. Staatsuitgeverij, Den Haag. 153 pagina's.
- Anonymus, 1976. Indicatief meerjaren 1976-1980 programma ter bestrijding van de luchtverontreiniging. Directoraat-generaal voor de milieuhygiëne, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. Staatsuitgeverij, Den Haag.
- Anonymus, 1975. Studie over 10 jaar SO₂-onderzoek in Amsterdam 1965-1975. Rapport [zonder nummer]. Biologisch-chemisch Laboratorium, Amsterdam.
- Anonymus, 1976. Overzicht van de toestand met betrekking tot de luchtverontreiniging in Nederland gedurende de jaren 1973 en 1974. Verslagen en mededelingen no. 15, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne.
- Anonymus, 1976. Urgentienota Milieuhygiëne van Directoraat-generaal voor de milieuhygiëne, Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Staatsuitgeverij, Den Haag. 153 pagina's.
- Anonymus, 1979. SO₂ beleidskaderplan. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne. Staatsuitgeverij, Den Haag. 155 pagina's.
- Anonymus, 1979. Luchtverontreiniging door het wegverkeer in Amsterdam 1972-1979. Rapport [zonder nummer]. Gemeentelijk Centraal Milieulaboratorium, Amsterdam.
- Anonymus, 1982. Stofverontreiniging van de buitenlucht in Amsterdam 1971-1980. Rapport [zonder nummer]. Gemeentelijk Centraal Milieulaboratorium, Amsterdam.
- Anonymus, 1983. Stikstofdioxydeverontreiniging van de buitenlucht in Amsterdam 1972-1981. Rapport [zonder nummer]. Gemeentelijk Centraal Milieulaboratorium, Amsterdam.
- Batta G., Firket J., Leclerc E., 1933. Les problèmes de pollution de l'atmosphère. Masson & Cie, Parijs, 462 pagina's.

- Biersteker, K., 1968. Luchtverontreiniging in Haarlem in 1608. Nederlands Tijdschrift voor Sociale Geneeskunde 112, nummer 1, 33-34.
- Biersteker, K., 1980. Effecten van SO₂ op de menselijke gezondheid. In: Proceedings van het SO₂-symposium Wageningen 1980. Pudoc, Wageningen.
- Blank, F.T., 2001. Meetonzekerheid Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML). Rapport 50050870-KPS/TCM 01-3063, KEMA, Arnhem.
- Borowiak, A., Lagler, F., Gerboloes, M., De Saeger, E., 2000. EC Harmonization Programme for Air Quality Measurements. Intercomparison Exercises 1999/2000 for SO₂, CO, NO₂, and O₃. Report EUR 19629, Joint Research Centre, Ispra.
- Brasser, L.J., 1952. De verontreiniging van de atmosfeer – een literatuurstudie. Rapport no. 17. Afdeling Gezondheidstechniek TNO, 's Gravenhage.
- Brasser, L.J., 1959. Luchtverontreiniging in de omgeving van de IJ-mond. III. De bepaling van luchtverontreinigingen. De Ingenieur 48, G82-90.
- Brasser, L.J., Joosting P.E., Van Zuilen D., 1966. SO₂ – in welke mate toelaatbaar? Werkrapport G 300. Instituut voor Gezondheidstechniek TNO, Delft.
- Brasser L.J., Joosting P.E., 1964. Luchtverontreiniging en gezondheid te Geleen. Rapport no. 31. Instituut voor Gezondheidstechniek TNO, Delft.
- Brasser, L.J., 1999. Luchtverontreiniging in Nederland 1900-1960. Lucht Lucht no 4, december, 100-103.
- Brimblecombe, P., 1987. The Big Smoke, Methuen, London, 185 pagina's.
- Buijsman, E., 2003. Er zij een meetnet Rijksinsitituut voor Volksgezondheid en Milieu, Utrecht, 214 pagina's
- Buijsman, E., Beck, J.P., Bree, L. van, Cassee, F.R., Koelemeijer, R.B.A., Matthijsen, J., Thomas, R., Wieringa, K., 2005. Fijn stof nader bekeken. Rapport 500037008, Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Buijsman, E., 2007. Een boekje open over fijn stof, 2^{de} druk. Rapport beschikbaar op <http://www.xs4all.nl/%7Ebuijsme/>, 22 maart 2007.
- Burema, L., Biersteker, K., De Graaf, H., 1964. Luchtverontreiniging en volksgezondheid in Rotterdam. Commissie Bodem, Water en Lucht, Rotterdam.
- Burger, D., 1952. Verontreiniging van de buitenlucht. III. Luchtverontreiniging, een nevenverschijnsel van industrialisatie en de gevolgen er van voor mens, dier en plant. De Ingenieur 64, no 26, G61-G62.
- Buringh, E., Opperhuizen, A. (ed.), 2002. On health risks of ambient PM in the Netherlands. Rapport 650010032, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Miliehygiëne, Bilthoven.
- Buurma, IJ., 1959. Betreffende het onderzoek naar de verontreiniging van de buitenlucht te Amsterdam-noord. Rapport Lu 11/59. Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Buurma, IJ., 1962. Betreffende het onderzoek op 6 en 7 maart 1962 bij de Koninklijke Zwavelzuurfabrieken v/h Ketjen NV te Amsterdam. Rapport Nr. Lu 55/62. Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Buurma, IJ., 1963. Problemen, samenhangende met het onderzoek van de verontreiniging van de buitenlucht. Rapport [zonder nummer], Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Buurma, IJ., 1967a. Betreffende het onderzoek naar de verontreiniging van de buitenlucht in de omgeving van het fabriekscomplex van de Koninklijke Maastrichtse Zinkwit Maatschappij te Eijsden. Rapport Lu 83/67. Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Buurma IJ., 1967b. Betreffende het onderzoek naar de verontreiniging van de buitenlucht te Utrecht, van april 1965 tot en met maart 1966. Rapport Lu 19/67. Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Buurma IJ., 1968. Betreffende het onderzoek naaar de verontreiniging van de buitenlucht te Utrecht van april 1966 tot en met maart 1967. Rapport Lu 10/68. Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Buurma, IJ., 1971. Rapport betreffende het onderzoek naar de verontreiniging van de buitenlucht in de omgeving van de DEMKA te Utrecht in de maanden september, oktober en november 1970. Rapport 32/71 BWL. Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Buurma, IJ., 1975. Eindrapport betreffende het onderzoek naar de verontreiniging van de buitenlucht in de omgeving van de N.V. Staalgieterij S.M.D.K. (v.h. DEMKA) te Utrecht. Rapport 61/75 BWL. Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Clarenburg, L.A., 1999. Luchtverontreiniging in de jaren zestig. Lucht no 4, december, 104-106.
- Commissie Bodem, Water en Lucht, 1954. Zwaveldioxyde in de atmosfeer. Overzicht van een oriënterend onderzoek, te Rotterdam door de Werkcommissie Bodem, Water en Lucht, Rotterdam.
- Dam, J.D. van, Eerens, H.C., 2000. Grootschalige luchtverontreiniging en depositie in de Nationale Milieuverkenning 5. Rapport 408129016, Rijksinsitituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- DCMR, 2006. Lucht in cijfers 2005. Luchtkwaliteit in het Rijnmondgebied. DCMR Milieudienst Rijnmond, Schiedam.

- Diederiks, H.A., Jeurgens, C., 1989. Nijverheid versus milieu in Holland 1500-1990. *Holland, regionaal-historisch tijdschrift* 21, 190-208.
- Eerens, H.C., Sliggers, C.J., Hout, K.D. van, 1993. The CAR model: the Dutch method to determine city street air quality. *Atmospheric Environment* 27B, 389-399.
- Eilers, H., 1965. Luchtverontreiniging door burgerij en industrie. In: J.F. Clausen (red.), *Lucht- en waterverontreiniging*. Vermande, IJmuiden. pp. 178-195.
- Hartogenis, F., 1960. Luchtvervuiling in Nederland. *Chemisch Weekblad* 56, 669-675.
- Logan, W.P.D., 1953. Mortality in the London smog incident, 1952. *Lancet* 1953 1, 336-338.
- Matignon, M.C., 1932. Sur les brouillards nocifs. *Comptes Rendus* 195, 633-635.
- MNP, 2007a. <http://www.mnp.nl/mnc/i-nl-0231.html>. Geraadpleegd op 6 april 2007.
- MNP, 2007b. http://www.mnp.nl/nl/publicaties/2002/Over_de_gezondheidsrisico_s_van_fijn_stof_in_Nederland.html. Geraadpleegd op 6 april 2007.
- OECD, 1964. *Methods for measuring air pollution*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris. 94 pagina's.
- OEEC, 1957. *Air and water pollution. The position in Europe and the United States*. Organisation for European Economic Co-operation, Paris. 218 pagina's.
- Paissé, M., 1800. Sur le brouillard qui a en lieu á Maestricht le 14 nivôse, an 8. *Annales de Chimie* 33, 217-221.
- RIVM, 2000. *Milieubalans 2000*. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Sliggers, J., Kakebeeke, W. (red.), 2004. *Clearing the air. 25 years of the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*. United Nations, Geneva, 167 pagina's. ISBN 92 1 116910 0.
- Spaander, P., 1963. *Algemene aspecten van de luchtverontreiniging*. Rapport [zonder nummer], Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- Van Liere, K.L., 1964. *Onderzoek naar de verontreiniging van de buitenlucht in de omgeving van de N.V. Kon. Ned. Lood- en Zinkpletterijen v/h A.D.Hamburger te Utrecht*. Rapport Lu 47/64. Rijks Instituut voor de Volksgezondheid, Bilthoven.
- WHO, 2000. *Air Quality Guidelines for Europe*. Second edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen. 273 pagina's.
- WHO, 2006. *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*. Global update 2005. World Health Organization, Geneva. 22 pagina's.

Voor het raadplegen van de Franstalige artikelen is welwillende medewerking verleend door mevrouw B Heerdink. Gegevens over de Berlijnse luchtkwaliteit werden ter beschikking gesteld door Jörn Welsch van de Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Abteilung Geoinformation und Vermessung Informationssystem Stadt und Umwelt, Berlijn. Gegevens over de luchtkwaliteit in het Ruhrgebied werden geleverd door Juergen Friesel van het Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz in Essen. Paul Kumm en André Snijder van DCMR Milieudienst Rijnmond leverden de databestanden van het meetnet in Rijnmond. Verder waren Ben Barratt van de Environmental Research Group van het King's College in Londen en Koos Hollander van TNO Bouw en Ondergrond, Business unit Milieu en Leefomgeving, afdeling Milieukwaliteit in Apeldoorn behulpzaam bij het traceren van oude meetgegevens. Een concept van dit artikel is becommentarieerd door Frank de Leeuw. De auteur is iedereen zeer erkentelijk voor de medewerking en de bijdragen aan de verbetering van de kwaliteit van de tekst.

Noten

¹ Al veel eerder was er opwinding over luchtverontreiniging. Vooral Engeland kent in dit opzicht een lange traditie die zelfs teruggaat tot de veertiende eeuw (Brimblecombe, 1987). Bierbrouwers, kalkbranders en leerlooiers zijn voorbeelden van beroepen die gepaard gingen met grote overlast door luchtverontreiniging. Ook in Holland zijn al uit de zestiende eeuw gevallen bekend van overlast en schade door luchtverontreiniging. Zo is er het voorbeeld van de steen- en kalkovens die zich rond 1550 nabij Leiden alle aan de oostkant van stad bevonden. Hiermee werd bereikt dat door de overheersende westenwind zo min mogelijk overlast in de stad werd ondervonden (Diederiks en Jeurgens, 1989). Het was een principe dat wel vaker werd toegepast: vervuilende activiteiten buiten de stad situeren. En in die gevallen dat een industriële activiteit zich toch te midden van de stedelijke bebouwing bevond, gaf dat vaak problemen (Biersteker, 1968; Diederiks en Jeurgens, 1989).

² Dit meetnet was uitgerust met zogenoemde passieve monsternemers volgens de methode Leclerc waarmee zwaveldioxide bemonsterd werd. Het 'apparaat' bestaat uit een fles waaromheen een doek of zwachtel gewikkeld is. Deze zwachtel is geïmpregneerd met een vloeistof, die het zwaveldioxide uit de lucht moet absorberen, bijvoorbeeld water met glycerine en kaliumcarbonaat. Het zwaveldioxide uit de lucht dat, langs de zwachtel stroomt, zal worden opgenomen. Na enige tijd in het veld, bijvoorbeeld een maand, wordt de zwachtel naar het laboratorium gebracht en geanalyseerd. De methode is passief, omdat het

apparaat niet actief zwaveldioxide uit de lucht bemonstert. De methode leverde geen informatie over luchtconcentraties, maar bood vaak wel inzicht in de verspreiding van luchtverontreiniging rondom één of meerdere bronnen.

³ De problemen rond grote industriële bronnen konden jaren aanslepen zo blijkt uit rapporten van het voormalige Rijksinstituut voor de Volksgezondheid over onderzoek bij N.V. Koninklijke Nederlandsche Lood- en Zinkpletterijen v/h A.D.Hamburger te Utrecht (Van Liere, 1964), bij de Koninklijke Zwavelzuurfabrieken v/h Ketjen in Amsterdam-noord (Buurma, 1959, 1962), de Koninklijke Maastrichtse Zinkwit Maatschappij in Eijsden (Buurma, 1968) en de DEMKA staalfabrieken in Utrecht (Buurma, 1971, 1975).

⁴ We rekenen hier de meetnetten uit de jaren vijftig die gebruik maakten van neerslagvangers niet mee (Brasser, 1999). Weliswaar leverden deze meetnetten waardevolle informatie over de verspreiding van luchtverontreiniging, maar niet over de absolute concentraties in de lucht.

⁵ Het proefmeetnet in Twente werd op gezet door het Rijksinstituut voor de Volksgezondheid in Bilthoven. Het belangrijkste doel was om 'vast te stellen hoeveel meetstations per oppervlakte-eenheid onder de gegeven klimatologische, topografische en geografische omstandigheden in het toekomstige landelijke meetnet nodig zullen zijn, om binnen redelijke juistheidsgrenzen gegevens te krijgen omtrent de gemiddelde concentratie – over 24 uur – aan zwaveldioxide en aan standaardrook (roet)'. Later zou het ook nog gebruikt worden om ervaring op te doen met automatische meetapparatuur.

⁶ Nog decennialang zou beweerd worden dat zwaveldioxide de verklarende variabele was voor de soortenrijkdom en abundantie van korstmossen. Ook toen al lang duidelijk was dat luchtverontreiniging wel wat complexer was dan zwaveldioxide.

⁷ De Russische normen op het gebied van de luchtverontreiniging waren in die tijd de strengste ter wereld (zie voor een overzicht bijvoorbeeld Buurma, 1963). Tegenwoordig weten we dat ze zelden in acht werden genomen; het was een papieren werkelijkheid. Maar dat is wijsheid achteraf.

⁸ Het rapport *SO₂ – in welke mate toelaatbaar?* doet voorstellen voor een aantal grenswaarden in de vorm van percentielwaarden op basis van daggemiddelde zwaveldioxideconcentraties: een 50-percentiel van 150 µg SO₂/m³; een 98-percentiel van 300 en een 99,7-percentiel van 500. De laatste waarde correspondeert ongeveer met een grenswaarde voor het daggemiddelde; deze waarde mag dan niet meer dan één dag per jaar worden overschreden. Het is overigens interessant om op te merken dat de auteurs uitgaan van zwaveldioxide als indicator voor een mengsel van luchtverontreiniging. Zij stellen dan ook dat 'bij toenemend gebruik van zwavelarme brandstoffen en bij toenemend verkeer de verhouding tussen SO₂ en andere verontreinigende bestanddelen anders komt te liggen'. De auteurs adviseren om in een dergelijke situatie de grenswaarden te verlagen om 'als indicator in overeenstemming te blijven met de gelijkblijvende effecten'.

⁹ Er zijn enkele aanwijzingen zoals in de publicatie van Burema et al. (1964) waarin melding wordt gemaakt van een Europese luchtverontreinigingsepisode in december 1962. Hierbij zouden in Rotterdam en omgeving daggemiddelde zwaveldioxideconcentraties tot 1600 µg SO₂/m³ zijn gemeten.

¹⁰ In 1980 bedroeg het zwavelgehalte van dieselolie 0,33 gewichtsprocent en van benzine 0,024 gewichtsprocent; in 1990 0,1,8 respectievelijk 0,024.

¹¹ Mogelijk dat binnenkort een beter inzicht komt in de luchtkwaliteit voor benzo[a]pyreen. Het RIVM voert namelijk sinds 2006 PAK-metingen uit als onderdeel van een assessment onder de vierde dochterrichtlijn.

¹² Voor zover het gaat om het voldoen aan de regelgeving. Benz[a]pyreen is echter een carcinogene stof waarvoor geen drempelwaarde voor effecten bestaat. Dat betekent dat ook bij concentraties beneden de streefwaarde effecten kunnen optreden. De streefwaarde van 1 ng/m³ is gebaseerd op een risico van 1 op 10⁶. Dit houdt dat bij een levenslange blootstelling aan een concentratie van 1 ng/m³ een op de miljoen mensen kanker zal ontwikkelen. Bij lagere concentraties zal dit evenredig lager liggen.

¹³ Een van de elementen van de oude regelgeving voor zwarte rook was een grenswaarde voor het 50-percentiel van daggemiddeldes 30 µg/m³. Het 50-percentiel ligt meestal lager dan het rekenkundig gemiddelde. Een jaargemiddelde in de orde van 10 µg/m³ ligt dus ver af van de vroegere grenswaarde.

¹⁴ Deze redenering is zuiver kwalitatief. Verkeersemissies bevatten naast stikstofdioxide inderdaad een breed scala aan schadelijke stoffen. Hierbij kan gedacht worden aan onder andere PAK, nitro-PAK, ultrafijne stofdeeltjes en zware metalen. Daarnaast is van een aantal stoffen die worden geëmitteerd, de gezondheidsschadelijke werking aangetoond. De samenstelling van het mengsel is in de tijd echter niet constant geweest, zodat er niet sprake is van een stabiele indicator. Ook zal de samenstelling het mengsel in de ruimte kunnen variëren, bijvoorbeeld door verschillen in samenstelling en omvang van het wagenpark. Daarnaast is er tot nu toe geen kwantitatieve relatie gelegd tussen de samenstelling van het mengsel en de gezondheidsschade.

¹⁵ Zo werd gesteld: 'Fijn stof in de lucht kan leiden tot een scala aan gezondheidseffecten waaronder vroegtijdige sterfte. Samenhangend met kortdurende blootstelling aan fijn stof sterven in Nederland per jaar naar schatting enige duizenden mensen. De duur van de levensverkorting is gering' en 'Niet alle gezondheidseffecten zijn bekend. Er zijn aanwijzingen dat naast de kortdurende blootstelling vooral de langdurende blootstelling aan fijn stof gezondheidseffecten veroorzaakt. Schattingen lopen uiteen van mogelijk tienduizend tot enige tienduizenden mensen, die ongeveer tien jaar eerder overlijden.'

¹⁶ Zie bijvoorbeeld de volgende pagina's in het Milieu- en Natuurcompendium:

- Gezondheidseffecten door milieufactoren in Nederland (<http://www.mnp.nl/mnc/i-nl-0337.html>)
- Gezondheidseffecten van fijn stof en ozon, 2003 (<http://www.mnp.nl/mnc/i-nl-0340.html>).