

LUCHTVERONTREINIGING

IN NOORD-NEDERLAND

De luchtverontreiniging in Noord-Nederland is voor een groot deel afkomstig uit de rest van Nederland en zelfs gedeeltelijk uit het buitenland. Maar ook in de drie Noordelijke provincies zijn er vele bronnen van luchtverontreiniging aan te wijzen. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste verontreinigde stoffen in de lucht en – voor zover aan te geven – van de bronnen in Noord-Nederland.

**Job Schreuder,
Kees Siderius**

Luchtverontreiniging komt voor in verschillende vormen: gassen, dampen (= vervluchtigde vloeistoffen), stofdeeltjes en nevels. Gassen en dampen bewegen zich vrij in de atmosfeer, die zelf immers daar ook uit bestaat (stikstof- en zuurstofgas, waterdamp en sporengassen). Stofdeeltjes kunnen zweven in de atmosfeer, maar hoe groter/zwaarder het deeltje hoe sneller het neerdaalt. Aan stofdeeltjes, vooral de

kleinere, kunnen zich gassen of dampen hebben vastgehecht. Via de wind en turbulentie van de lucht worden bestanddelen van de lucht horizontaal en in beperkte mate verticaal verspreid. Weersomstandigheden hebben grote invloed op de (piek)concentraties van verontreinigde stoffen in de lucht. Veel soorten gassen, dampen en de stofdeeltjes worden met de neerslag (regen, sneeuw, e.d.)

naar de bodem of het oppervlaktewater gevoerd (zgn. natte depositie). In veel gevallen is ook droge depositie van groot belang: gassen, dampen en stofdeeltjes worden dan opgenomen door planten, bodem en oppervlaktewater. Voor verspreiding van luchtverontreinigde stoffen zijn rekenkundige modellen opgesteld. Daarmee kan men optredende concentraties in de lucht op leefniveau (d.w.z. op straat en in huizen) minder of meer betrouwbaar inschatten. Naast lokale, regionale, landelijke en continentale verschijningsvormen van luchtverontreiniging is er ook sprake van grootschalige atmosferische veranderingen, zoals broeikas-gassen (koolzuur, methaan, lachgas, cfk's) en ozonlaag-aantastende gassen (cfk's, sommige vluchtige chloorwaterstoffen, stikstofoxiden).

Bij bliksem wordt ozon gevormd

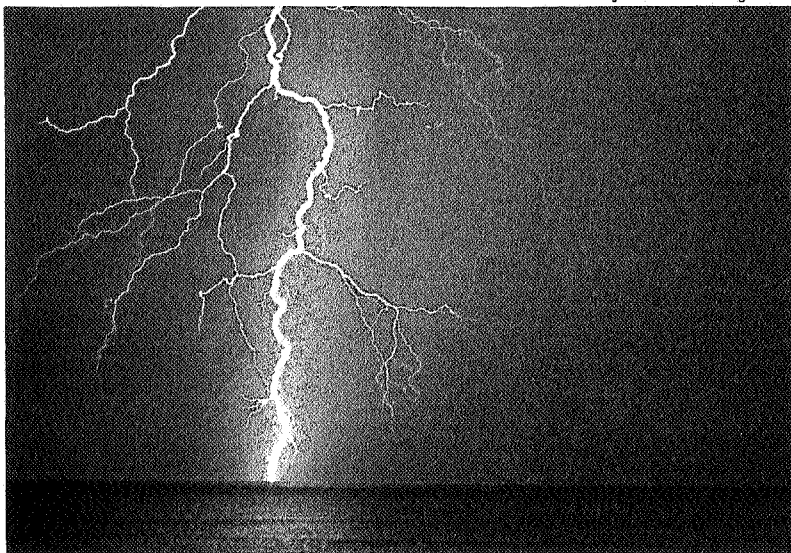
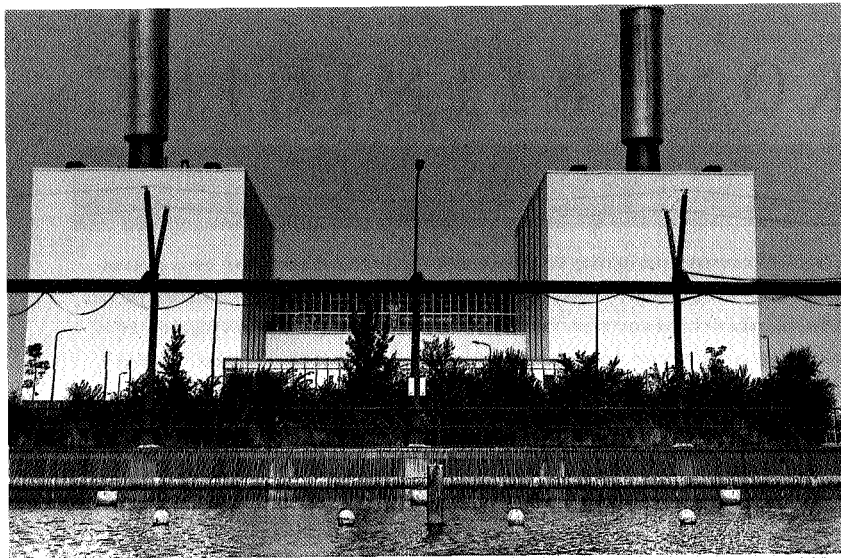


FOTO: MARTIJN DE JONGE

Diverse typen bronnen

Bij bronnen van luchtverontreiniging maakt men niet alleen onderscheid naar de aard van de uitgeworpen stoffen, maar ook naar het type bron. Zo zijn er stationaire bronnen (elektriteitscentrales, fabrieken, kassen, kantoren, huizen) versus mobiele bronnen (auto's, schepen, vliegtuigen). Ook onderscheidt men hoge bronnen en lage bronnen (hoge schoorstenen, en lage schoorstenen van lagere huizen en kassen en auto-uitlaten). Tot slot onderscheidt men puntbronnen (waar meestal grote hoeveelheden verontreinigingen vrijkomen) en anderszits verzamelingen van kleine bronnen in een bepaald gebied (stedelijk verkeer, woonbebouwing, kassen).

In veel gevallen is de binnenlucht van woningen en kantoren sterker verontreinigd dan de buitenlucht. Hierbij gaat het vooral om PAK (polycyclische aromatische koolwaterstoffen), rook (sigaretten en sigaren), oplosmiddelen, benzene



De Bergumermeercentrale in Friesland; een stationaire bron van luchtverontreiniging

(met name bij inpandige garages) en stikstofoxiden (geisers, gastoestellen). Op de verontreiniging van het binnenmilieu wordt in dit artikel niet verder ingegaan.

Stoffen en normen

Hieronder worden de volgende belangrijke luchtverontreinigende stoffen in de buitenlucht kort besproken. Bij de vermelde getalsmatige normen moet bedacht worden, dat ze meestal voor slechts één of enkele doeleinden zijn ontworpen. Het doel om effecten op ademhaling te vermijden is bijvoorbeeld onvoldoende om planten te beschermen of zure neerslag te beperken. De ene keer kan er sprake zijn van een (zeer) kleine veiligheidsfactor, de andere keer is die vrij groot. Werkruimte-normen zijn veelal ruwweg 100 maal hoger dan de buitenluchtnorm. De laatste jaren worden er geleidelijk meer uitworp- en depositie-normen vastgesteld.

Zwavel dioxide (SO₂)

Zwavel dioxide is een gas, dat is samengesteld uit zwavel en zuurstof. Het is zuurvormend en er kunnen volgproducten uit ontstaan zoals zwavelzuur en sulfaten. Het ontstaat bij verbranding van zwavel en vooral zwavelhoudende brandstoffen. Steenkool bevat ca. 0,9 % zwavel; stookolie ca. 2 % zwavel. Nederlands aardgas bevat heel weinig zwavel.

De uitworp in Nederland in 1989 was ca. 250.000 ton per jaar; ruim 10 jaar geleden was dit ongeveer het dubbele. Vooral oudere raffinaderijen, elektriciteitscentrales zonder rookgasreiniging en fabrieksstookinstallaties dragen hieraan bij. Preventieve maatregelen om de uitstoot van zwavel dioxide te beperken zijn: goede rookgasreiniging en het gebruik van zwavelarme brandstoffen. Zwavel dioxide en volgproducten leveren een belangrijke bijdrage (ca. 40 %) aan de verzuring van het milieu: verzuring bodem, zoet oppervlaktewater, aantasting vegetatie/gebouwen/monumenten/installaties (korrosie). Buitenlandse bronnen van zwavel dioxide (in buitenland wordt veel minder aardgas ingezet) dragen voor 80 % bij aan de zure regen van zwavel dioxide in Nederland. Omgekeerd belast de Nederlandse uitworp ook het buitenland: in 1987 werden in Nederland twee maal meer zuurvormende gassen (zwavel dioxide, stikstofoxiden en ammoniak) uitgeworpen dan er via neerslag op het oppervlak terecht kwam. In Noord-Nederland zijn weinig bronnen van zwavel dioxide. In de provincie Groningen geeft het in 1987 om ca. 9000 ton per jaar. Daarvan nam Elektroschmelzwerk Delfzijl ca. 5000 ton voor zijn rekening. Inmiddels is er daar een zuivering gebouwd, maar die is al enige tijd kapot.

In hogere concentraties heeft zwavel dioxide een prikkelende werking op de ademhalingsorganen, vooral bij CARA-patiënten. Diverse soorten zwendend stof kunnen die werking versterken. Het is ook direct en vooral in combinatie met andere

luchtverontreinigende gassen schadelijk voor planten(groei). De normen voor zwavel dioxide zijn gebaseerd op de gevolgen bij inademing door mensen: de zogenaamde 50-percentielwaarde (= de middelste waarde uit de reeks daggemiddelden in één jaar) mag niet boven 75 µg/m³ (grenswaarde) liggen en liefst niet boven 30 µg/m³ (richtwaarde). (µg ofwel milligram is éénuizendste milligram)

De maximale uurgemiddelde-concentratie mag niet boven de 830 µg/m³ liggen. Nota bene: de jaargemiddelde waarde is niet zo belangrijk, maar vooral kortdurende piekconcentraties (onder ongunstige weersomstandigheden) zijn van belang. Op het nivo van de richtwaarden zijn ook planten redelijk goed beschermd tegen directe aantasting.

Metingen van zwavel dioxide geschieden via het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging (de 'snuffelpalen'). In Nederland bedroeg in 1989 de gemiddelde concentratie 10 µg/m³. In dat jaar waren de weersomstandigheden uit het oogpunt van verspreiding van luchtverontreiniging gunstig. Alleen in Sappemeer werd toen een overschrijding van de uurnorm gemeten (1072 µg/m³).

Stikstofoxiden (NO, NO₂ en N₂O, tezamen: NO_x)

Stikstofoxiden zijn uit stikstof en zuurstof samengestelde gassen. De twee eerstgenoemde zijn zuurvormend: er kunnen volgproducten uit ontstaan als salpeterzuur en nitraten. Voorts spelen ze, met koolwaterstoffen, een belangrijke rol bij smogvorming. NO wordt in de lucht omgezet in het schadelijker NO₂. N₂O (lachgas) heeft vooral een broeikas effect. De eerste twee gassen ontstaan bij hoge temperaturen tijdens verbrandingsprocessen uit zuurstof en stikstof uit de lucht en stikstof, dat in de brandstof aanwezig is (vooral in olie en kolen, maar ook in aardgas). De uitworp in Nederland in 1989 was ca. 560.000 ton per jaar, berekend als NO_x. Vooral het wegverkeer draagt hierin bij (ca. 55 %), verder ook centrales, industrieën en ruimteverwarming. Een verbeterd vuurhard-ontwerp en goede rookgasreiniging en de geregelde driewegkatalysator voor auto's kunnen de uitworp van stikstofoxiden verminderen. Stikstofoxiden en volgproducten leveren een belangrijke bijdrage (ca. 30 %) aan de verzuring van het milieu. Buitenlandse bronnen dragen voor 65 % bij aan de NO_x-neerslag in Nederland. Omgekeerd belast Nederland ook het buitenland. Bronnen in Noord-Nederland zijn wegverkeer en elektriciteitscentrales (o.a. Hunzencentrale 2500 ton in 1987; Eemscentrale 5500 ton in 1987, tegenwoordig minder; gaskompressorstation Spijk 1700 ton in 1987; Akzo/Delesto en Methanol Chemie in Delfzijl elk 1500 ton in 1987). In wat hogere concentraties heeft vooral NO₂ irriterende werking op de longen, vooral bij

CARA-patiënten. Het verlaagt de weerstand tegen infectieziekten. De normen voor stikstofoxiden zijn gebaseerd op inademing door mensen van NO_2 . De hoogste waarde die overblijft als de 2 % hoogste uurgemiddelde waarden in een jaar zijn weggestreep, mag niet hoger zijn dan $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (grenswaarde) en moet liefst onder $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liggen (richtwaarde). Dit zijn zogenaamde 98-percentiel-waarden. De middelste waarde uit de reeks uurgemiddelden in één jaar (op volgorde van hoogte) moet liefst onder de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liggen (richtwaarde). Metingen van het Landelijke Meetnet Luchtverontreiniging laten zien dat de 98-percentiel voor NO_2 in Noord-Nederland ($70\text{-}80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wat lager is dan elders in Nederland. Het landelijk gemiddelde is voor NO_2 ca. $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en in steden ca. $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ozon (O_3)

Ozon is een gas dat uitsluitend is samengesteld uit zuurstof. Het wordt gevormd bij elektrische ontladingen (kortsluitingen, bliksem) en bij fotochemische luchtverontreiniging (waarbij stikstofoxiden en koolwaterstoffen eveneens een rol spelen). Het wordt niet als zodanig door menselijke activiteiten in de atmosfeer gebracht. Wel is het zo, dat in de stratosfeer (= hogere atmosfeer) ozon van nature voorkomt. Daar is het van essentieel belang voor het filteren van de UV-straling van de zon. Ozon kan, vooral in combinatie met enkele andere gassen, planten beschadigen en de plantengroei verstoren. Bij mensen veroorzaakt ozon effecten op de luchtwegen.

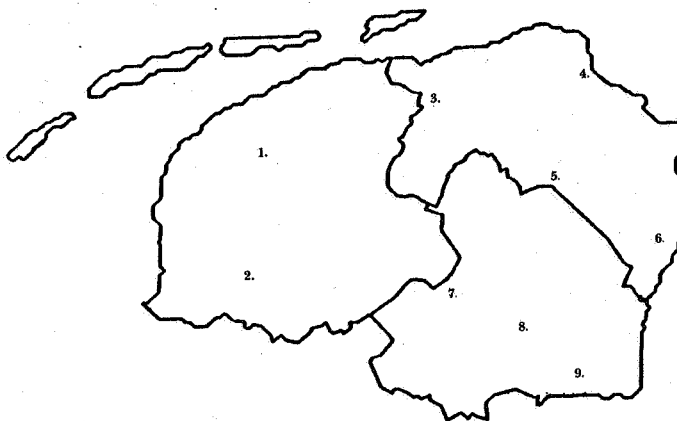
Het ministerie heeft voor het jaar 2000 een luchtkwaliteitsdoelstelling voor ozon opgesteld waarnaar gestreefd wordt:

- maximum uurgemiddelde $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2 keer overschrijding per jaar toegestaan);
 - maximum 8-uurgemiddelde $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (5 keer overschrijding toegestaan);
 - groeiseizoen-gemiddelde $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- De streefwaarden liggen op de helft van deze waarden.

De natuurlijke achtergrondwaarden van ozon lagen rond de eeuwwisseling op 20 à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nu is dat veel meer. In Nederland zijn er weinig regionale verschillen, hoewel de situatie in Noord- en Noordwest-Nederland gunstiger is dan in Zuidoost-Nederland. In 1989 bedroeg het één-uurgemiddelde (98-percentiel) in Noord-Nederland $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Nederland is in 1990 een zeer sterke toename van de ozonconcentratie gemeten.

Koolwaterstoffen (C_xH_y)

Gassen en dampen die tenminste zijn samengesteld uit koolstof en waterstof noemt men koolwaterstoffen. Deze stoffen komen in vele ver-



Het Landelijk Meetnet Luchtqualiteit van het Rijksoverheid en Milieubeheer (RIVM) heeft in Noord-Nederland 9 meetstations:

1. Cornjum
2. Balk
3. Kollumerwaard
4. Delfzijl
5. Sappemeer
6. Sellingeren
7. Hoogersmilde
8. Witteveen
9. Weijerswold

schillende chemische samenstelling voor. Ze spelen een belangrijke rol (samen met stikstofoxiden) bij het optreden van fotochemische luchtverontreiniging ('smog'). Koolwaterstoffen zijn aanwezig in vaste, vloeibare en gasvormige brandstoffen en/of komen bij (onvolledige) verbrandingsprocessen vrij. Voorts worden ze gebruikt als oplosmiddelen. De uitwerp in Nederland in 1986 was ca. 450.000 ton, vooral door wegverkeer en proces-emissies. Als preventieve maatregelen moeten het tegengaan van verdampingsverliezen en het vervangen van organische oplosmiddelen worden doorgevoerd.

Koolmonoxide (CO)

Koolmonoxide is een gas, dat is samengesteld uit koolstof en zuurstof. Het gas komt vrij bij allerlei onvolledige verbrandingsprocessen. De uitwerp in Nederland in 1986 bedroeg ca. 1.200.000 ton, vooral door wegverkeer en verder door vuurhaarden en procesindustrie. Met name de geregelde driewegkatalysator kan de uitstoot van koolmonoxide terugdringen. Bronnen in Noord-Nederland zijn het wegverkeer en de industrie. De uitwerp van Aluminium Delfzijl in 1987 was ca. 16.000 ton. Koolmonoxide verlaagt de zuurstoftransportcapaciteit van het bloed.

Benzeen (C_6H_6)

Benzeen, één van de koolwaterstoffen, is een damp van vluchtige vloeistof. In de lucht wordt het elke 5 dagen voor de helft afgebroken. Het is een bestanddeel van aardolie en wordt veel als grondstof in de chemische industrie gebruikt. Benzine bevat 2 à 3 % benzeen. Vanwege de gifigheid wordt het niet meer als oplosmiddel van consumentenproducten gebruikt. De uitwerp in Nederland bedraagt ca. 10.000 ton per jaar, waarvan 70 % door het wegverkeer en de rest grotendeels bij benzine-opslag en procesindustrie. In Noord-Nederland zijn geen bijzondere bronnen. Preventie van de benzeen-uitwerp bestaat uit het tegengaan van verdampingsverliezen.

Benzeen kan bij hogere (langdurige) dosis de bloedvormende organen aantasten en zelfs een kans op leukemie geven. Normen: - grenswaarde $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddelde); - streefwaarde $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (idem). Uit metingen blijkt, dat in stedelijke gebieden door verkeer herhaaldelijk de grenswaarde wordt overschreden en op het platteland steeds de streefwaarde wordt overschreden. Gemiddeld is in Nederland de concentratie $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Witteveen (Dr.) is dat $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In (!) auto's zijn concentraties gemeten van gemiddeld $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tot maximaal $2700 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Mest uit andere delen van Nederland vergroot hier het ammoniakprobleem

FOTO: ELMER SPAARGAREN

Ammoniak (NH₃)

Het gas ammoniak is samengesteld uit stikstof en waterstof. Het gas is op zichzelf basisch en gaat dus eerst verzuring tegen. Maar in het milieu wordt het toch grotendeels omgezet in zure stoffen. In de lucht kunnen volprodukten als ammonium-nitraat ontstaan. Het gas komt met name vrij als gevolg van veehouderij en het toedienen van daaruit afkomstige mest in de landbouw.

De uitwerp in Nederland van ammoniak bedraagt ca. 250.000 ton per jaar. De veeteelt en organische mest neemt daarvan ca. 88 % voor haar rekening. Verder is er emissie door de kunstmest-industrie en het gebruik van kunstmest, landbouwprodukten-verwerkende industrie en door rottingsprocessen. De volprodukten van ammoniak dragen voor 30 % bij aan de zure neerslag in Nederland. In het geval van deze stof vindt dit relatief dicht bij de bron plaats. Buitenlandse bronnen dragen voor ca. 30 % bij aan de ammoniak-neerslag in ons land. Het verminderen van de ammoniak-uitstoot kan gebeuren door een verlaging van het stikstofgehalte in veevoeder en (met name) de inkrimping van de veestapel.

Er is relatief weinig intensieve veehouderij in Noord-Nederland. Wel wordt er steeds meer mest uit andere delen van het land naar het noorden getransporteerd om hier uitgereden te worden. In de provincie Groningen kwam in 1987 door dierlijke mest ca. 5000 ton per jaar in de lucht. Door kunstmest was dat ca. 700 ton. Aardappel- en suikerbieten-verwerkende fabrieken zijn ook redelijk grote bronnen.

Bestrijdingsmiddelen

Er zijn een groot aantal bestrijdingsmiddelen in gebruik. Vooral vroeger werden aanvragen om toelating van bestrijdingsmiddelen niet of nau-

welijks beoordeeld op luchtverontreinigingsaspecten. Bedacht moet worden dat bij de toepassing veel bestrijdingsmiddelen gedeeltelijk verwaaien en dat na de toepassing ook verdamping en uitdamping (uit de bodem) plaatsvindt. Deze bestrijdingsmiddelen komen na transport in de atmosfeer elders weer op aarde terug. Voorts worden de actieve bestanddelen van bestrijdingsmiddelen vaak opgelost in vluchtige organische vloeistoffen, die ook in de lucht komen.

Per hectare wordt in Nederland gemiddeld ca. 10 kg actieve stof (van bestrijdingsmiddelenpreparaten) toegepast. In 1990 ging het in heel Nederland om ruim 16 miljoen kilo actieve stof; hiervan wordt 14 miljoen kilo gebruikt voor de aardappelteelt (o.a. grondontsmetting). In Noord-Nederland gaat het om relatief grote hoeveelheden, omdat hier veel aardappels worden verbouwd. Het merendeel van deze bestrijdingsmiddelen wordt gespoten over percelen met 'bekende' aardappelrassen als Bintje, Eigenheimer, Bildstar en Marijke. Landelijk gezien komt ca. 35 % van de toegepaste hoeveelheid werkzame stoffen van bestrijdingsmiddelen in de lucht terecht.

Asbest

Asbest is een natuurlijke anorganische vezelachtige stof. Het is een silikaat. De vezels van asbest splijten gemakkelijk in nieuwe vezels op. Asbest komt in het milieu terecht bij asbestverwerking, onvoldoende afgedekt asbesthoudend stortmateriaal, bij sloopwerkzaamheden en door slijtage van (tot voor kort algemeen toegepaste) remvoeringen.

De meting van asbest is erg moeilijk. In verkeerstunnels zijn soms 10.000 tot 100.000 vezels per m³ gemeten en in grote steden 1000 tot 10.000. De natuurlijke achtergrond ligt op ca. 1000 asbestvezels per m³; ruwweg de helft daarvan is groter dan 5 µm.

De uitwerp naar de lucht is in Nederland in 1982 geschat op ruim 2 ton per jaar. Onduidelijk is echter wat in dit cijfer precies is meegeteld. In Nederland is in bestaande bouwmaterialen ca. 500.000 ton zuiver asbest verwerkt (in ca. 5 miljoen ton asbest-houdend materiaal). Asbestvezels met een lengte groter dan 5 µm kunnen bij inademing kankerwekkend zijn. Preventieve maatregelen bestaan uit het slopen door gespecialiseerde bedrijven en de vervanging van alle asbest-remvoeringen door alternatieven.

PAK

PAK oftewel polycyclische aromatische koolwaterstoffen zijn verbindingen, die gekenmerkt worden door aanwezigheid van twee of meer (meestal 4 à 5) koolwaterstofringen van het benzeentype. In de praktijk treft men vrijwel

altijd *mengsels* aan, waarbij de bekendste vertegenwoordiger benzo(a)pireen vaak als gidsstof genomen wordt. PAK zijn op zichzelf vaste stoffen. In de lucht treft men de lichtere typen wel als damp aan, maar meestal zijn ze gehecht aan zwevende roetdeeltjes.

PAK ontstaan bij onvolledige verbranding van steenkool, hout, loof, stookolie en dieselolie. Een aantal PAK zijn, mede afhankelijk van de combinatie, vooral bij inademing kankerwekkend. Goede stoffilters bij steenkoolcentrales, roetfilters op dieselmotoren, geen kleinschalige kolenstook en niet roken zijn doeltreffende maatregelen om luchtverontreiniging door PAK te verminderen.

Normen (zijn nog niet definitief vastgesteld):

- ontwerp-grenswaarde 0,005 µg/m³ benzo(a)pireen als jaargemiddelde;
- ontwerp-richtwaarde 0,0005 µg/m³ benzo(a)pireen.

Op basis van Nederlands beleid inzake kankerwekkende stoffen zou de grenswaarde eigenlijk 0,001 µg/m³ benzo(a)pireen moeten worden. Bij berekeningen wordt de achtergrondwaarde nabij bijvoorbeeld Assen geschat op ca. 0,00025 µg/m³. In de stad kan dat door dieselauto's al gauw 1,5 maal hoger zijn. In Zuidoost-Nederland wordt de 0,001 µg/m³ al benaderd of bereikt, onder andere door de bijdrage van het buitenland. Enkele decennia geleden, toen in de huishoudens nog kolen werden gestookt, waren de luchtkoncentraties in de stad in het stookseizoen vaak tientallen nanogram per m³ (1 nanogram is éénduizendste mikrogram = µg). In rokerige café's kan men ook zulke waarden meten.

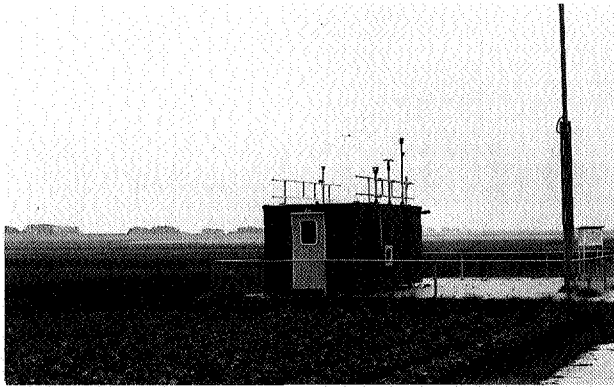
Stof/roet

Bij stof wordt vooral zwevend stof genoemd, en dan met name dat deel dat diep inadembaar is. De samenstelling kan sterk verschillen. Het grootste deel is van menselijke oorsprong. Zwarte rook of roet is evenals vliegas een gevolg van onvolledige verbrandingsprocessen. Het aandeel in de lucht van stof, dat door bodemerosie is gevormd, is vermoedelijk maximaal ongeveer 5 %. Speciale stoffilters en roetfilters bij stookprocessen kunnen de stofuitstoot verminderen. Ook in de atmosfeer kunnen echter uit gassen schadelijke stofvormige volprodukten ontstaan.

Als normen worden gehanteerd:

- (grenswaarde) zwevende deeltjes: 30 µg/m³ als 50-percentiel (= de middelste waarde uit de reeks daggemiddelden in één jaar);
- (grenswaarde) zwarte rook: 75 µg/m³ als 95-percentiel van daggemiddelden.

Nabij Assen bijvoorbeeld zal de achtergrondconcentratie fijn stof op ca. 40 µg/m³ liggen. Lokale uitwerp, waaronder wegverkeer, kunnen plaatselijke hogere waarden met zich meebrengen.



De 'snuffelpaal' van het Landelijk Meetnet in de Kollumerwaard

Fluoriden (F)

Bij fluoriden gaat het om verschillende gassen (HF , CF_4) op zwevende vaste stofdeeltjes (waaronder CaF_2 en NaF). Bij de vaste deeltjes wordt onderscheid gemaakt tussen goed en slecht wateroplosbare. Fluor zelf is een natuurlijk element. De bronnen van fluoriden zijn de glasfabrikage, diverse primaire metaal-fabrieken en de keramische industrie.

Enkele bronnen in Noord-Nederland zijn de glasvezelfabriek Silenka te Westerbroek (in 1987 ca. 64 ton vooral gasvormig fluoride) en de Aluminiumfabriek Delfzijl (in 1987 ca. 145 ton zowel gasvormig als stofvormig fluoride). De uitworp kan verminderd worden door lager fluoridegebruik, afvalgasreiniging, hergebruik aluminium en glas. Fluoriden, met name gasvormige, veroorzaken bladshade bij planten, die daar gevoelig zijn. Dit kan worden versneld door aanwezigheid van andere korrosieve luchtverontreinigende stoffen. Indirect kan bij vee fluoridosis ontstaan, door het eten van veel gras (en grond) dat teveel fluoride uit de lucht heeft opgenomen.

De normen van fluoriden heeft men met het oog op planten vastgesteld: $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ daggemiddelde (grenswaarde), $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ maandgemiddelde en $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ groeiseizoengemiddelde.

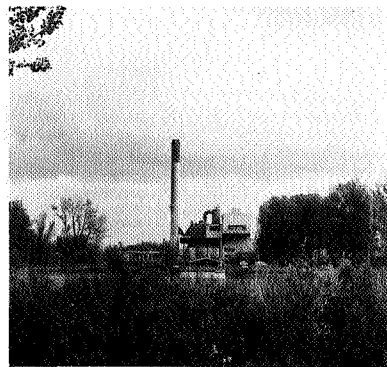
Lood (Pb)

Lood is een natuurlijk element en één van de zwaar metalen. Het kan aan organische bindingen zijn gekoppeld (methyl-lood in benzine), maar het komt vooral in de vorm van loodhoudende stofdeeltjes in de lucht voor. Verontreiniging van de lucht treedt op via het gebruik van loodhoudende benzine en in relatief kleine mate door de industrie en vuilverbranding. Zelfs al zou de toevoeging van lood aan benzine nu geheel ophouden, dan zal nog vele jaren opwervend stof nabij wegen en straten de lucht

opnieuw belasten. Dit betreft lood dat vanuit de lucht daar is terechtgekomen.

De totale looduitworp in Nederland bedroeg in 1989 ca. 650 ton, waarvan ca. 300 ton door het wegverkeer. In 1975 was dat laatste nog ca. 3300 ton. Op het land daalt momenteel jaarlijks 500 ton lood neer, waarvan 100 ton op Noord-Nederland. Verder ontvangt de Waddenzee ca. 25 ton/jaar uit de lucht. De beste preventie tegen lood is het voorschrijven van loodvrije benzine; loodarme benzine moet afgeschaft worden. Bronnen in de provincie Groningen in 1987: wegverkeer 35 ton en industriële bronnen 0,4 ton.

Vooraf kinderen zijn gevoelig voor lood. Bij jonge kinderen is het inslikken van grond- en stofdeeltjes een belangrijke blootstellingsroute. Als normen gelden de volgende grenswaarden: jaargemiddelde $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 98-percentiel van daggemiddelden is $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



De afvalverbrandingsinstallatie in Leeuwarden is gesloten wegens een te grote dioxine-uitstoot

Dioxines

Dioxines is een verzamelnaam voor een groep uiterst giftige stoffen, waaronder TCDD, bekend van industriële ongelukken in Seveso (Italië) en Duphar (Amsterdam). Het voorkomen van dioxines in melkmonsters uit de omgeving van Nederlandse vuilverbrandingsinstallaties veroorzaakte in 1989 de nodige opschudding. Eén van de gevolgen was, dat de installaties in Alkmaar, Leiden en Leeuwarden moesten worden gesloten.

De molekulen van dioxines zijn samengesteld uit koolstof, zuurstof, waterstof en chloor. In de lucht komen dioxines sterk gehecht aan stofdeeltjes voor. De stoffen kunnen als ongewenst bijproduct worden gevormd bij de productie van bepaalde gechlorideerde stoffen. Ook kunnen ze worden gevormd bij verbrandingsprocessen waarbij chloor, of in het bijzonder chloorfenolen aanwezig zijn. De uitworp naar de lucht van dioxines is vooral een gevolg van afvalverbranding (2/3 deel), kabelbranden, verbranden van met pentachloorfenol verduurzaamd hout en bij sommige metallurgische processen. Preventieve maatregelen zijn: geavanceerde rookgasreiniging bij vuilverbrandingsinstallaties; verbieden productie en gebruik chloorfenolen; terugdringen PVC-productie.

De belangrijkste effecten bij mensen van dioxines zijn te verwachten aan de huid (chlooracné), de lever en de thymus. Daarnaast kunnen ook geboorte-afwijkingen worden veroorzaakt. Normen voor dioxines in de lucht zijn er niet. Er worden normen gesteld aan de inname van voedsel (bijv. melk), dat onder andere vanuit de lucht wordt belast.

Eén van de belangrijkste bronnen van dioxines in Noord-Nederland, de afvalverbrandingsinstallatie bij Leeuwarden, is in 1990 stilgelegd. Het aanbrengen van een goede rookgasreiniging is te duur, zodat de installatie waarschijnlijk niet weer in bedrijf genomen zal worden. Een potentiële dioxine-bron is verder de toekomstige vuilverbrandingsinstallatie, die de VAM bij Wijster wil bouwen. Ook illegale kabelbranders in de drie noordelijke provincies kunnen dioxine-uitstoot veroorzaken.

Literatuur

VROM, Milieukerngegevens Nederland, Den Haag 1990
 Provinciale Raad voor de Milieuzorg Groningen, Jaarverslag 1987, Groningen 1988.
 A. R. J. Stumpel en R. v.d. Doel, Medische Milieukunde, Amsterdam 1991.
 TNO/VROM, De bijdrage van atmosferische depositie aan de verontreiniging van de Nederlandse bodem en het Nederlandse oppervlaktewater, Den Haag 1989
 VROM, Metingen van radioactiviteit en xenobiotische stoffen in het biologisch milieu in Nederland in 1989, Den Haag 1990.
 CRMH, Milieu van jaar tot jaar 1989, Den Haag 1991.
 Milieudefensie, Bintje zorgenkindje, Amsterdam, 1991.