

LUCHTVERONTREINIGING

Inleiding op de algemene ledenvergadering van de Bond van Registeringenieurs en andere hogere technici in overheidsdienst B.T.A., op 20 juni 1964 te Arnhem.

door

Ir L.J. Brasser, hoofd van de Afdeling Buitenlucht van het Instituut voor Gezondheidstechniek T.N.O.

INLEIDING

Voor dat we een studie van de verontreiniging van de buitenlucht kunnen maken, dienen we over een goede definitie te beschikken van het begrip luchtverontreiniging. Uit onze schoolboeken herinneren we ons, dat lucht bestaat uit 78,1 volume % stikstof, 20,9 % zuurstof, bijna 1 % edele gasen en 0,03 % kooldioxyde,  $CO_2$ . Deze lucht bevat bovendien een wisselend gehalte aan waterdamp; wanneer lucht bij  $20^\circ C$  met waterdamp verzadigd is, bestaat ze voor 98 % uit droge zuivere lucht (met de hiervoren genoemde samenstelling) en 2% waterdamp.

Moeten we nu alles wat er bovendien in de atmosfeer voorkomt als luchtverontreiniging beschouwen? Dit is zeker niet het geval; de voornaamste producten van verbranding b.v. zijn waterdamp en kooldioxyde, beide stoffen die al van nature in de lucht voorkomen. De U.S.A. Council of Industrial Health trekt de grens van het begrip luchtverontreiniging daar, waar het welzijn van de mens ongunstig wordt beïnvloed, of waar schade aan zijn bezittingen wordt toegebracht. Het begrip "welzijn" moet hier dan zo ruim mogelijk worden opgevat, n.l. als de optimale toestand van lichamelijk, geestelijk en maatschappelijk welzijn (definitie van de Wereld Gezondheids Organisatie). Elke hinder of vervuiling door een in de lucht aanwezige stof stempelt deze stof volgens deze definitie als luchtverontreiniging.

Hoewel in het algemeen wordt aangenomen dat luchtverontreiniging een modern probleem is, leest U er de kranten maar op na, toch is dit niet zo. Wanneer we de geschiedenis nagaan blijkt, dat in 1257 Koningin Eleanor van Engeland haar residentie ontvluchtte vanwege de enorme hinder door rook van het stoken van kolen. Reeds toen zagen de Engelsen dus kans slechte kolen te verstoffen met een maximale rookproductie, zodat steden als Londen en Nottingham (dat toen residentie was) een zwart geblakerd uiterlijk hadden. Een dergelijke gebeurtenis blijft niet zonder gevolgen; we zien dan ook in Engeland reeds in 1273 de eerste wet op de luchtverontreiniging verschijnen. Het stoken van kolen werd hierbij in de stad Londen eenvoudig verboden.

Het schijnt dat deze wet niet veel heeft geholpen, want reeds in 1306 wordt hetzelfde verbod nogmaals uitgevaardigd, ditmaal bij Koninklijk besluit. Hier viel niet mee te spotten, nog datzelfde jaar werd een overtreder veroordeeld en ter dood gebracht.

Enige eeuwen later, in 1661, is de toestand nog zo slecht, dat John Evelyn in zijn boekje "Fumifugium" een aantal ernstige voorbeelden van luchtverontreiniging kan geven. Ondanks het feit dat het boekje in bloemrijk oud-Engels is geschreven en er toen nog geen chemische formules bekend waren, doet het nog volkomen modern aan. Er is sindsdien niet veel veranderd, wel is intussen de aard van de bronnen van verontreiniging wat verschoven; het verkeer en

de chemische industrie b.v. zijn gaan meespelen.

#### DE BRONNEN VAN VERONTREINIGING

We kunnen de luchtverontreiniging in twee grote groepen indelen, en wel in de natuurlijke verontreinigingen en de door toedoen van de mens in de lucht gebrachte stoffen.

De natuurlijke verontreiniging is overal wel in een of andere vorm aanwezig. In de nabijheid van de kust vinden we b.v. grote hoeveelheden zeezout in de lucht. De fijne zoutdeeltjes ontstaan doordat van de golven opspattende kleine druppeltjes zeewater verdampen. Bij storm ontstaan zo zeer grote hoeveelheden zoutdeeltjes, die door de wind zeer ver het land in kunnen worden gevoerd.

Andere verontreinigingen die zich over grote gebieden kunnen verspreiden zijn opgewaaid woestijnzand en vulkanisch stof. Ook vulkanische gassen zijn van belang.

Een buitengewoon belangrijke natuurlijke verontreiniger is stuifmeel; ieder die last heeft van hooikoorts zal dit onmiddellijk bevestigen.

Aan de natuurlijke luchtverontreiniging is weinig te doen; we laten dit onderwerp hier dan ook verder buiten beschouwing.

De door de mens veroorzaakte verontreiniging is weer in twee grote delen te verdelen en wel in de radioactieve luchtverontreiniging enerzijds en de "normale" verontreiniging door gassen, stof, nevels, e.d. anderzijds.

Daar het onderwerp radioactiviteit een zeer gespecialiseerde kennis vraagt, laten wij het hier buiten beschouwing.

De bronnen van de "normale" luchtverontreiniging kunnen we samenvatten in de volgende groepen:

- Verwarming van woningen en werkruimten.
- Openbare nutsbedrijven.
- Industrie.
- Verkeer.
- Land- en tuinbouw.

Bij de verwarming van woningen en werkruimten, vaak met een germanisme huisbrand genoemd, worden in het algemeen fossiele brandstoffen, meest kolen en olie, verstoekt. In de meeste gevallen is deze verbranding niet volledig; naast de produkten van volledige verbranding zoals waterdamp en kooldioxyde komen dan stoffen als roet en koolmonoxyde (kolendamp) in de lucht. Er wordt vaak opgemerkt dat een kachelte toch maar weinig verontreiniging geeft, zodat deze bron wel mee moet vallen. Hierbij wordt over het hoofd gezien dat het aantal stookplaatsen zeer groot is; de bijdrage van elke apart mag dan klein zijn, de totale hoeveelheid verontreiniging van een gehele stad kan zeer groot zijn.

Een ander punt is, dat vrijwel geen enkele brandstof geheel zuiver is. Zo bevatten kolen onverbrandbare deeltjes, as, en bovendien zwavel. Olie bevat zwavel, huisbrandolie weliswaar veel minder dan zware stookolie, maar afwezig is deze verontreiniging nooit.

Bij het verbranden van de brandstof wordt ook de zwavel mee verbrand, waardoor zwaveldioxyde,  $SO_2$ , ontstaat. Dit vergiftige gas ontwijkt met de

- rookgassen -

rookgassen uit de schoorsteen. Met de rookgassen worden bij het stoken van kolen of cokes ook fijne asdeeltjes meegevoerd, die dan als vlieg-as in de lucht komen.

Samenvattend zien we dus, dat door de verwarming van woningen en werkruimten onverbrande stoffen als roet en CO en bovendien zwaveldioxyde en vlieg-as in de buitenlucht komen. Uiteraard treedt deze verontreiniging alleen gedurende de stookperiode op.

De tweede groep bronnen van verontreiniging, de openbare nutsbedrijven, bestaat uit een verzameling verschillende bronnen. Als voorbeelden kunnen we noemen elektrische centrales, gasfabrieken, vuilverbrandingsinrichtingen, vuilstortplaatsen, rioolwaterzuiveringsinrichtingen, e.d. Elk van deze bedrijven geeft een of meer typische verontreinigingen.

Als voorbeeld bezien we de elektrische centrale. In principe gebeurt hier hetzelfde als in de kachel in een woonhuis, er worden fossiele brandstoffen verstoekt. Er zijn echter ook verschillen, in de eerste plaats de afmetingen van de vuurhaard. De grote vuurhaarden van een elektrische centrale verwerken zeer grote hoeveelheden kolen of olie, vaak van minder zuivere samenstelling dan de huisbrand. Dit betekent in de praktijk, dat grote hoeveelheden vlieg-as en/of zwaveldioxyde worden ontwikkeld. Daar staat tegenover dat het bedieningspersoneel uit vakmensen bestaat (wat van stokende huisvaders niet kan worden gezegd) en dat het proces in de grote eenheden beter te beheersen is dan in kleine kachels. Dit heeft tot gevolg dat er minder of geen onvolledig verbrande stoffen in de lucht komen. Bovendien kan in deze grote installaties een afscheidingsapparaat voor by vlieg-as worden ingebouwd, terwijl de rookgassen door hoge, centrale schoorstenen worden verspreid. Ondanks de overeenkomst in principe met de verwarmingsinstallatie is de bron in de praktijk dus verschillend.

Het is onmogelijk om in kort bestek een overzicht te geven van de door de industrie geproduceerde verontreinigingen. Elk bedrijf geeft een speciale verontreiniging, die vaak alleen maar in die ene bedrijfstak voorkomt. Dit geldt vooral sterk voor de chemische industrie.

De meest bekende voorbeelden van industriële verontreinigingen betreffen weer zwaveldioxyde en vlieg-as bij bedrijven waar fossiele brandstof wordt verstoekt. Een ander bekend geval is de verspreiding van ijzeroxyden (bruine rook) door staalfabrieken, terwijl de verspreiding van fluorwaterstof door kunstmestfabrieken die superfosfaat maken ook vaak voorkomt. De lijst is hiermede echter verre van voltooid.

Ook het verkeer is een belangrijke bron van luchtverontreiniging. Wij moeten hierbij niet alleen denken aan het wegverkeer, maar ook aan het scheepvaartverkeer, dat vooral in gebieden als de strook langs de Nieuwe Waterweg zeker als bron meetelt. Wanneer we bedenken dat het geïnstalleerde vermogen van een groot zeeschip in dezelfde orde van grootte ligt als dat van een redelijke elektrische centrale, wordt dit begrijpelijk.

Voor het wegverkeer moeten wij een duidelijk onderscheid maken tussen de voertuigen aangedreven door een benzinemotor en die met een dieselmotor. Het constructieve verschil tussen de beide typen motoren is in het algemeen voldoende bekend; een verschil dat minder bekend is, maar dat juist voor ons onderwerp van zeer groot belang is, is het verschil in brandstof-luchtverhouding tussen de beide uitvoeringen.

Bij de benzinemotor wordt normaal zoveel brandstof toegevoerd, dat in de verbrandingslucht onvoldoende zuurstof aanwezig is om al deze benzine te verbranden. Dit betekent dat uit de uitlaat van een draaiende benzinemotor onder

alle bedrijfsomstandigheden onvolledig verbrande produkten ontwijken. Dit geldt in zeer sterke mate wanneer men werkt met een zgn rijk mengsel, dus bij gebruik van de choke en bij het optrekken. Door de hoge druk en temperatuur in de verbrandingsruimte ontwijken deze onverbrande delen vaak in gekraakte, onverzadigde vorm. Naast het algemeen bekende koolmonoxyde komen dus vele, vaak moeilijk herkenbare, stoffen in de lucht. Vele ervan hebben een prikkelende werking op slijmvliezen en ogen. Onder bepaalde omstandigheden treden in de buitenlucht nog reacties tussen de verontreinigingen op, waardoor weer nieuwe stoffen ontstaan. Het is mogelijk dat op drukke verkeersknooppunten hinderlijke omstandigheden ontstaan, waarbij wij in ons land in het algemeen het eerst aan koolmonoxyde denken als verontreinigende stof.

In de Verenigde Staten moeten inmiddels in een aantal staten de nieuwe auto's van naverbranders zijn voorzien, waardoor het euvel voor een zeer groot deel wordt opgeheven.

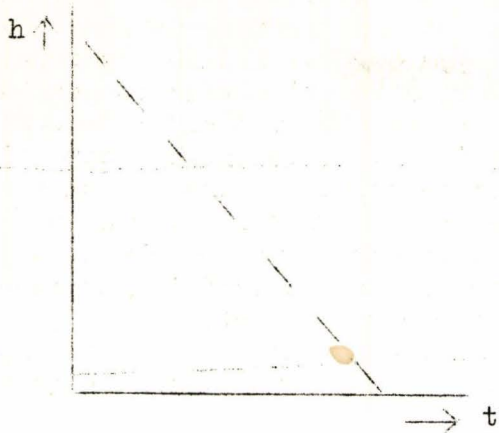
Bij de dieselmotor ligt de zaak juist andersom. Er is altijd voldoende lucht aanwezig om de ingespoten brandstof volledig te verbranden. Een goed afgestelde en onderhouden dieselmotor zal dan ook geen hinder van betekenis geven. Toch gebeurt het in de praktijk vrij vaak, dat deze motor een sterk roetende en stinkende uitlaat heeft. Dit type motor is n.l. zeer gevoelig voor een goede afstelling. Wanneer er iets aan het onderhoud mankeert, zal de kwaliteit van de brandstofverstuiving snel teruglopen. Het gevolg is een roetende verbranding. Ook wordt een dieselmotor vaak overbelast, hetgeen hetzelfde effect heeft. Onder dergelijke omstandigheden is de produktie aan andere verontreinigingen dan roet en stank echter eveneens vrij gering.

De laatste bron van luchtverontreiniging die wij hier bespreken is de land-en tuinbouw, in feite de tuinbouw in verwarmde kassen. Bij de verwarming van kassen ziet men hetzelfde gebeuren als bij de verwarming van woningen en werkruimten. In de praktijk blijkt een gebied als het Westland in de winter dan ook een verontreinigende werking te hebben die volkomen vergelijkbaar is met die van een stad als Den Haag.

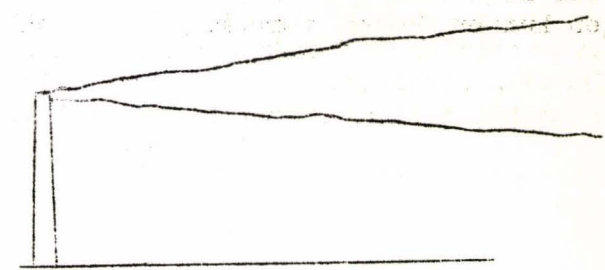
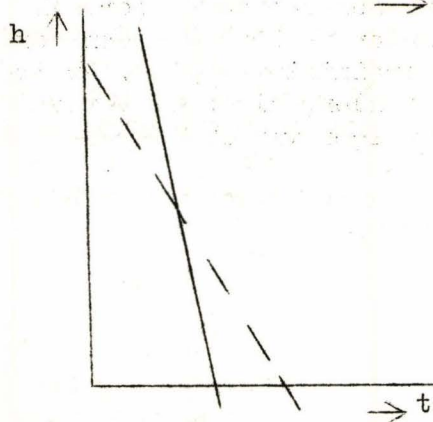
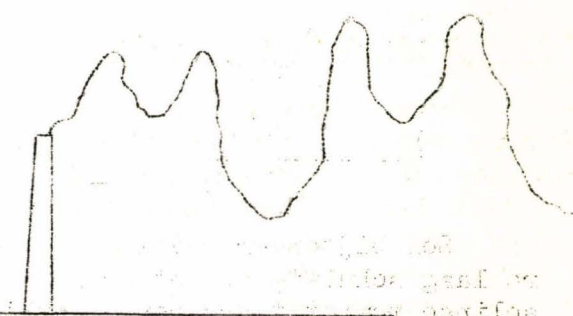
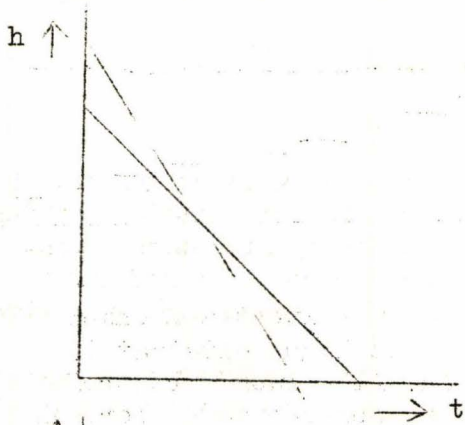
#### DE VERSPREIDING VAN LUCHTVERONTREINIGING

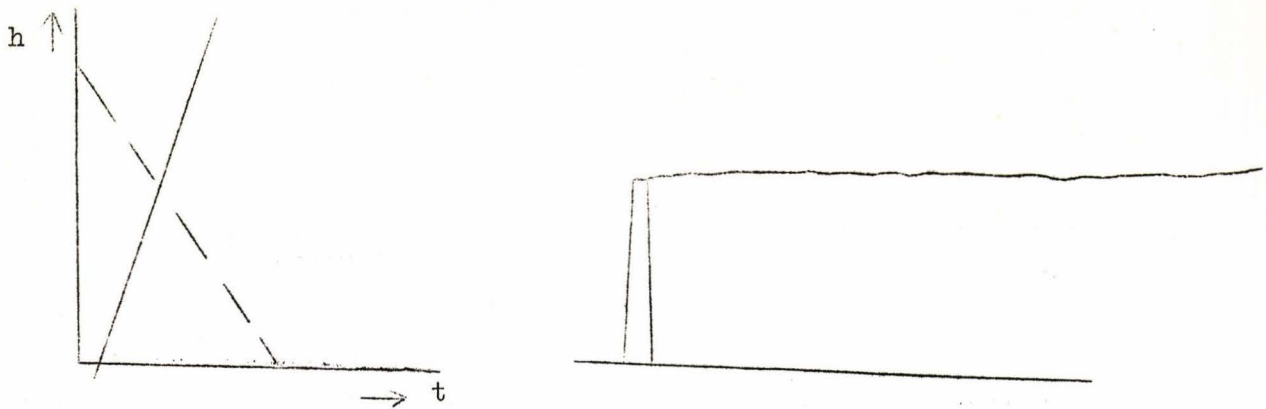
Over de verspreiding van luchtverontreinigingen nadat deze een schoorsteen hebben verlaten, zijn vele berekeningen uitgevoerd. Hierbij worden zeer ingewikkelde formules gebruikt, waardoor het onderwerp zich niet leent voor behandeling in het kort. Het is wel mogelijk een van de belangrijkste invloeden op de verspreiding, n.l. de verticale temperatuuropbouw van de atmosfeer, nader te behandelen.

Wanneer we een pakket lucht in verticale richting zouden verplaatsen zonder dat er warmtewisseling met de omgeving plaatsvond, zouden we zien dat het pakket bij verplaatsing naar boven een lagere druk en temperatuur krijgt en bij verplaatsing naar beneden een hogere. Hierdoor zal in dit ideale geval in de atmosfeer een temperatuurdaling van ongeveer  $1^{\circ}\text{C}$  per 100 m stijging optreden. We noemen dit de adiabatistische temperatuurgradiënt. Dit verschijnsel is in het hieronder volgende grafiekje weergegeven; horizontaal staat de temperatuur afgezet, verticaal de hoogte. De lijn voor de adiabatistische temperatuurgradiënt is, evenals in alle volgende grafieken, gestippeld.

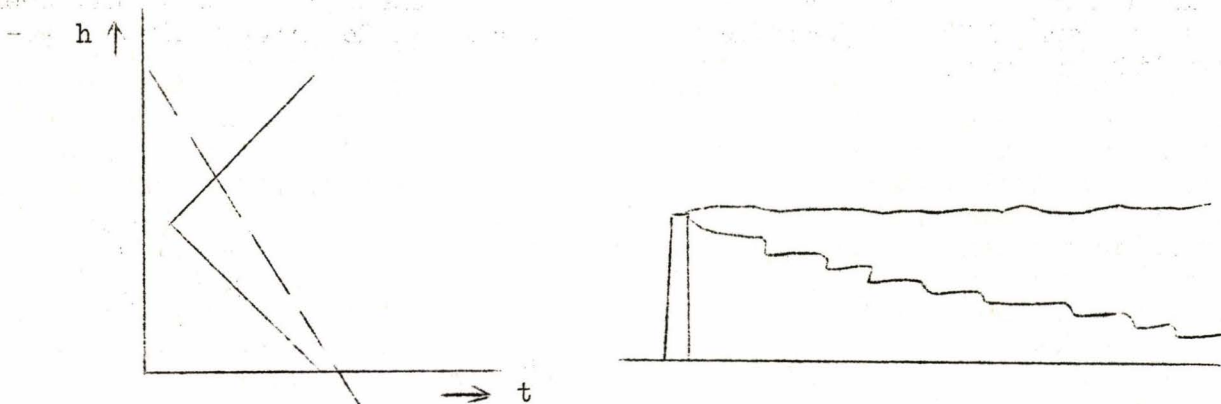


In de praktijk echter zal vaak een andere temperatuuropbouw in de atmosfeer bestaan. Wanneer we nu een pakket lucht gemengd met verontreinigingen, dus b.v. een rookpluim, uit een schoorsteen laten ontsnappen, zal deze lucht bij benadering bij opstijging een adiabatiscbe expansie ondergaan en bij daling een adiabatiscbe compressie. Nemen we nu b.v. het geval dat de pluim bij het verlaten van de schoorsteen in evenwicht is met zijn omgeving, dan zal als de temperatuur van de omgeving niet opgebouwd is volgens de adiabatiscbe gradiënt, dit evenwicht bij verticale verplaatsing van de pluim verstoord zijn. Het hangt van de temperatuuropbouw van de omgeving af of deze verstoring de verticale verplaatsing van de pluim zal versterken of verzwakken. De vorm van de rookpluim wordt hierdoor sterk beïnvloed. In de volgende schetsjes is dit weergegeven. De werkelijke temperatuuropbouw is hierbij in de grafiek als een getrokken lijn gegeven.

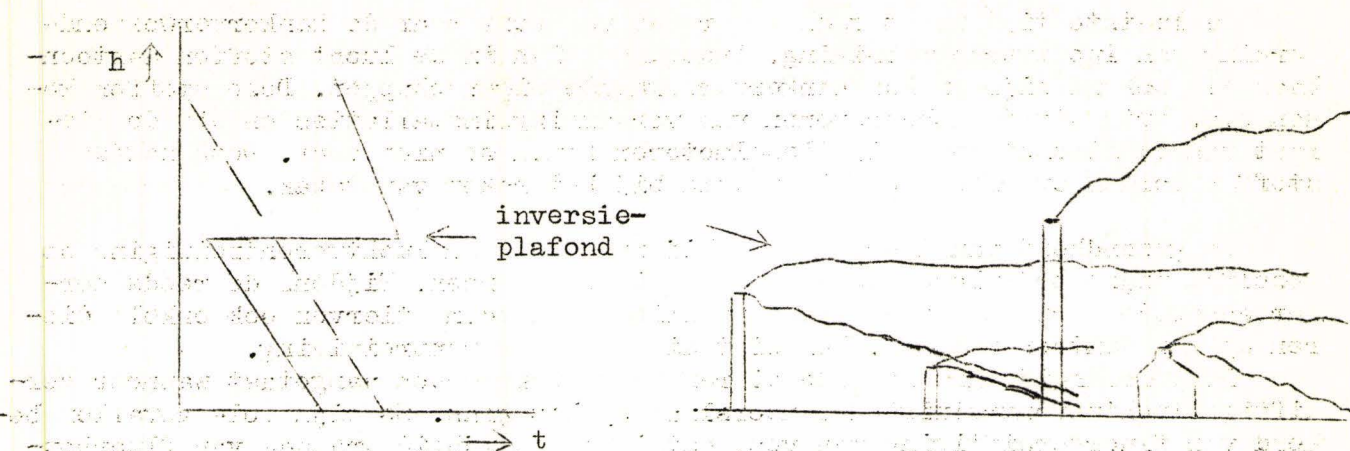




Het laatste geval, de inversie, waarbij de temperatuur toeneemt met de hoogte, komt b.v. voor na heldere nachten. De temperatuur aan het aardoppervlak is dan door uitstraling gedaald. Neemt na zonsopkomst de temperatuur aan het aardoppervlak weer toe, dan zal de inversie worden opgeruimd. Bereikt de laag waarin de inversie al is verdwenen dan de hoogte van de schoorsteentop, dan zal de pluim zich in de onderliggende normale laag wel kunnen verspreiden, doch in de bovenliggende inversielaag niet. De pluim slaat neer en de concentratie aan verontreinigingen op bodemniveau neemt sterk toe, zie volgende figuur.



Een bijzonder geval ontstaat wanneer een koude luchtlaag onder een warmere laag schuift; op het grensvlak tussen de beide lagen ontstaat dan een plotselinge temperatuursprong, een inversieplafond. Alle luchtverontreiniging die in de onderste laag ontstaat, zit opgesloten tussen het aardoppervlak en dit inversieplafond. Daar er bij dergelijke toestanden in het algemeen ook weinig wind is, is de zijdelingse afvoer van de verontreiniging gering. Er treden dan zeer hoge concentraties aan vuil op. Deze toestanden, die soms verscheidene dagen kunnen duren, veroorzaken de ernstigste gevolgen van luchtverontreiniging.



Alleen de door zeer hoge schoorstenen verspreide stoffen kunnen soms nog ontsnappen.

#### GEVOLGEN VAN LUCHTVERVUILING

Het punt dat bij de bestudering van de gevolgen van luchtverontreiniging voorop staat, is uiteraard de invloed die onze gezondheid van de vervuiling ondervindt.

Onder normale omstandigheden zijn de concentraties aan verontreiniging zo klein (1 volumedeel gasvormige verontreiniging op 1 miljoen volumedelen lucht is al een zware verontreiniging), dat geen acute vergiftigingsgevallen kunnen optreden. Dit kan alleen gebeuren bij bedrijfsstoringen of iets dergelijks. Zo kwam bij een storing in een raffinaderij in Mexico een grote hoeveelheid zwavelwaterstof in de lucht; in enkele minuten tijd stierven toen 20 mensen. In New York gebeurde een ongeluk met een chloortransport. Ook hier waren doden te betreuren.

Wanneer gedurende lange tijd, b.v. enkele dagen, een inversieplafond boven een gebied met vele bronnen van verontreiniging aanwezig is, kan daar de concentratie aan gevaarlijke stoffen in de lucht belangrijk hoger worden dan normaal. Ook dan is het nog zeer onwaarschijnlijk dat acute vergiftiging zal optreden. Toch veroorzaakt in bepaalde gevallen zware verontreiniging een zodanige extra zware belasting van de ademhalingsorganen en van de bloedsomloop, dat personen die reeds lijdende waren aan deze organen kunnen sterven. Zeer oude en zeer jonge personen zijn in dit opzicht gevoeliger. Gedurende een periode van sterk verhoogde luchtverontreiniging kunnen dus personen sterven die, hoewel reeds zwak, in schone lucht het leven hadden kunnen behouden. In een periode in 1952 stierven zo in Londen ongeveer 4000 mensen meer dan normaal het geval zou zijn geweest. Dergelijke oversterfte is slechts statistisch vast te stellen; de directe doodsoorzaak is steeds terug te voeren tot reeds voordien aanwezige afwijkingen bij de slachtoffers.

Er zijn meer van dergelijke gevallen bekend o.a. in de Maasvallei in België en in Donora, U.S.A.

De vraag of jarenlang verblijf in een sterk verontreinigde omgeving de gezondheid beïnvloedt, is zeer moeilijk te beantwoorden. Bij onderzoekingen in Engeland bleek, dat postbodes die hun werk in een sterk verontreinigde omgeving uitoefenden, meer ziekteverzuim hadden dan collega's in schonere gebieden. Men moet echter zeer voorzichtig zijn met conclusies, omdat ook de levensomstandigheden zoals rookgewoonten, van plaats tot plaats verschillen.

De laatste tijd wordt veel onderzoek verricht naar de kankerverwekkende werking van luchtverontreiniging. Inderdaad zijn in de lucht stoffen aantoonbaar die bekend zijn om hun kankerverwekkende eigenschappen. Deze stoffen komen o.a. vrij uit de schoorstenen van verwarmingsinstallaties en uit de uitlaat van benzinemotoren; bij dieselmotoren komen ze niet voor. Deze zelfde stoffen worden overigens ook ingeademd bij het roken van tabak.

De gezondheid van dieren wordt bij inademen van luchtverontreiniging op dezelfde wijze beïnvloed als de gezondheid van mensen. Tijdens de reeds eerder genoemde periode met sterke vervuiling te Londen stierven ook enkele dieren op een tentoonstelling. Men wijt dit aan de verontreiniging.

De gezondheid van grazende dieren kan sterk worden aangetast wanneer vergiftige luchtverontreinigingen neerslaan op het gras. Zo zijn vele gevallen bekend van fluorvergiftiging van vee, dat in de nabijheid graasde van fluorhoudende stoffen verspreidende bedrijven. Hoewel de vergiftige stoffen dan met het voedsel worden opgenomen, is de ziekte toch het gevolg van luchtverontreiniging.

Ook planten kunnen schade ondervinden van luchtverontreiniging. Het bladweefsel kan worden aangetast door vergiftige gassen, er ontstaan dan verbrande plekken en de opbrengst van het gewas loopt terug. Dit leidt uiteraard tot grote schade voor de kwekers, niet alleen wanneer de oogstopbrengst vermindert, maar vooral wanneer het blad zelf wordt verkocht, zoals bij bladgroenten en snijbloemen het geval is. Ook vervuiling door stof of roet kan de handelswaarde van de plant verminderen.

Ook indirect kan schade ontstaan, b.v. wanneer de verontreiniging de ruiten van kassen vervuult, waardoor de in die kassen gekweekte planten pas later rijpheid verkrijgen. Vooral bij primeurs kan een week vertraging in de oogsttijd een behoorlijke waardevermindering betekenen.

Zuiver economische schade ontstaat wanneer bouwmaterialen e.d. worden aangetast of vervuilen. Corrosie van metalen door zure gassen of nevels is een zeer veel voorkomend euvel. Vervuiling van gebouwen en schilderwerk betekent, dat meer aan schoonmaakkosten moet worden uitgegeven dan voor overeenkomstige omstandigheden in een schone omgeving het geval zou zijn geweest. Vaak is de juiste omvang van een dergelijke schade moeilijk te schatten.

#### DE METING VAN VERONTREINIGINGEN

Bij het meten van luchtverontreiniging is het doel het bepalen van de graad van vervuiling en zo nodig van de plaats van de bronnen ervan.

In de praktijk wordt vaak de vraag gesteld, of de graad van vervuiling in een bepaalde stad meer of minder is dan in een andere plaats. Een dergelijke vraag is niet zonder meer te beantwoorden. Stel dat in beide steden voldoende meetgegevens beschikbaar zijn. In de ene stad is het gehele jaar sprake van een duidelijke verontreiniging, die overigens nooit een hinderlijke of schadelijke concentratie bereikt, en in de andere stad is de lucht vrijwel steeds schoner; alleen trad daar gedurende enkele dagen een zeer hoge piek in de concentratie op, die veel schade veroorzaakte. Gemiddeld over het jaar is deze tweede stad schoner; toch is er schade, in de eerste stad niet.

Het is duidelijk, dat een gemiddelde concentratie niets meer zegt van de ernst van de toestand. De frequentie waarmee hinderlijke of gevaarlijke pieken in de concentratie optreden en de duur van deze pieken zijn veel belangrijker.



Hieruit volgt meteen, dat metingen indien mogelijk gedurende alle seizoenen moeten worden uitgevoerd, en dat een groot aantal metingen beschikbaar moet zijn om de frequentieverdeling van de concentraties vast te kunnen stellen.

Door enkele statistische kunstgrepen gelukt het meestal deze frequentieverdeling voor te stellen door een rechte lijn. Door extrapolatie van deze lijn is het dan mogelijk, een min of meer verantwoorde schatting te maken van de frequentie van voorkomen van zeer hoge concentraties. Deze methode van werken is vergelijkbaar met de door Waterstaat toegepaste voor het voorspellen van de frequentie van stormvloeden. De juiste datum van optreden van de hoge waarde is statistisch natuurlijk nooit te voorspellen. Het is een foutieve gedachte bij velen, te veronderstellen dat de statistiek dit wél doet.

### BESTRIJDING VAN VERONTREINIGING

Voor de bestrijding van verontreinigingen door afscheiding ervan uit schoorsteengassen is een zeer gespecialiseerde kennis nodig. Men moet echter bij de bestrijding niet alleen deze afscheiding of de bouw van hoge schoorstenen beschouwen. Ook door maatregelen in het bedrijf zelf is vaak veel te bereiken. Een betere stooktechniek, betere brandstof of andere grond- of hulpstoffen kunnen belangrijke verbeteringen geven. Een goed voorbeeld hiervan is bij de K.N.H.S. te IJmuiden gegeven door in de slak bij de staalfabricage het vloeimiddel door een ander te vervangen. Dit had tot gevolg dat de hinder door fluorwaterstof in de omgeving van het bedrijf verdween. Dergelijke wijzigingen kunnen vaker worden toegepast dan meestal wordt gedacht.

### DIA'S

Aan de hand van dia's werd het besprokene nogmaals toegelicht.

In de eerste plaats werd een serie bronnen van luchtverontreiniging getoond en wel schoorstenen van woningen, een geval van onvolledige verbranding, schoorstenen van verschillende bedrijven en een brand in een bedrijf te Vlaardingen.

Een speciaal aspect van de verspreiding van verontreinigingen werd belicht aan de hand van een foto van een bedrijf, dat grote hoeveelheden warme afvalgassen produceert. Door deze omstandigheid ontstaat bij het bedrijf een eigen "microklimaat", gekenmerkt door opstijgende luchtstromen boven het fabrieksterrein.

In een serie beelden werden enkele gevolgen van luchtverontreiniging getoond en wel vervuiling van gebouwen, schade aan planten en corrosie van metalen.

Het meten van verontreinigingen werd toegelicht met dia's van verschillende typen meetapparaten. Getoond werden een neerslagvanger voor het opvangen van regen met daarin opgeloste verontreinigingen, een zgn Luikse bol voor het opvangen van in de lucht zwevend stof, een transportabele opstelling met impingers (een soort wasflessen waar een bekend volume lucht doorheen wordt geleid), een draagbare  $SO_2$ -meter berustend op de ontkleurende werking die  $SO_2$  op een jodium - kaliumjodide - stijfseeloplossing heeft, een automatische stoffilter, een zgn volumetrisch apparaat voor de bepaling van  $SO_2$  en stof en tenslotte het aantonen van ozon met behulp van rubber.

Verder werd een indruk gegeven van de statistische verwerking van de verkregen meetuitkomsten met behulp van enkele frequentieverdelingen van uitkomsten.

## DISCUSSIE

Naar aanleiding van een aantal vragen werd nog het volgende opgemerkt.

In Nederland bestaat nog geen speciale wet op de luchtverontreiniging. De wettelijke zijde van het probleem wordt geregeld door de Hinderwet. Deze wet geeft ons de mogelijkheid industriële bronnen van luchtverontreiniging aan te pakken. De overige bronnen blijven echter buiten schot. De wet is opgezet om alle mogelijke vormen van hinder te voorkomen, b.v. geluidshinder, maar ook hinder door luchtverontreiniging.

Een bedrijf heeft een vergunning krachtens de Hinderwet nodig voor het in werking mag komen. Aan deze vergunning kunnen bepaalde voorwaarden verbonden zijn, b.v. een minimale schoorsteenhoogte die moet worden aangehouden, een bepaalde gasreiniging die moet worden toegepast, enz. Blijkt na verlening van de vergunning nog hinder op te treden, dan kunnen aanvullende voorwaarden worden opgelegd en in uiterste gevallen kan het bedrijf zelfs worden gesloten.

Daar de Hinderwet door gemeentelijke autoriteiten wordt gehanteerd, wordt niet overal één lijn getrokken bij de verlening van vergunningen. Een gemeente die industrie wil aantrekken is wel eens soepeler dan een gemeente waar het hinderprobleem al eens in de praktijk is meegemaakt.

Bij het kweken van groenten in kassen wordt tegenwoordig vaak gebruik gemaakt van het toevoegen van extra  $\text{CO}_2$  aan de lucht, om de groei van het gewas te bespoedigen. Deze extra  $\text{CO}_2$  wordt dan verkregen door verbranding van propaan of petroleum, waarbij dus tegelijkertijd warmte wordt geproduceerd. Er wordt hier dus geen extra luchtverontreiniging gemaakt, maar het percentage  $\text{CO}_2$  in de lucht dat van nature reeds aanwezig is wordt verhoogd. Het is meer als een soort bemesting te beschouwen.

Een neerslagperiode heeft een zuiverende werking op de lucht. De regen druppels wassen als het ware de lucht uit. Ook sneeuw heeft een zeer sterke reinigende werking. Vaak is de lucht na een bui dan ook belangrijk zuiverder. Dat de lucht na een regenperiode vaak helderder is dan voordien, kan echter ook het gevolg zijn van het feit dat regenzones vaak een frontensysteem begeleiden. Na het passeren van zo'n front bevinden we ons dan vaak in lucht van andere herkomst, die in vele gevallen helderder is dan de voorgaande lucht doordat ze een lager waterdampgehalte heeft.

Voor het herkennen van plantenschade door luchtverontreiniging is een goede kennis van dit onderwerp nodig. Een ervaren deskundige kan op het oog bepaalde typen gasschade en beschadiging door b.v. ziekte of nachtvorst onderscheiden. Door laboratoriumonderzoekingen kan deze conclusie in vele gevallen worden bevestigd.

Het gebruik van ozon voor de reiniging van lucht moet met verstand gebeuren. Ozon neemt geuren e.d. weg door oxydatie en is dus uitermate geschikt voor het reinigen van de lucht in b.v. vergaderzalen. In kleine besloten ruimten kan echter vrij snel een hogere concentratie aan ozon worden opgebouwd, hetgeen gevaarlijk is omdat ozon zeer vergiftig is. Het gebruik van een ozonisator in huiskamers is dan ook af te raden.

Bij het gebruik van een hoogtezon ontstaat ook ozon. Doordat deze apparaten slechts gedurende een zeer korte tijd worden gebruikt, is hier in het algemeen geen gevaar voor het ontstaan van hoge concentraties.