

DE KWADE DAMPEN VAN DE WELVAARTSTAAT

REDE

UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING VAN HET AMBT
VAN BUITENGEWOON HOGLERAAR
IN DE KENNIS VAN DE LUCHTVERONTREINIGING
AAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP 1 NOVEMBER 1972

DOOR

Dr. J. G. TEN HOUTEN

La seule découverte digne de notre effort est de construire l'avenir.
P. Teilhard de Chardin
in 'La découverte du passé' (1935)

Zeer geachte toehoorders,

Het Indianenopperhoofd Seattle zei in 1854 in een toespraak tot de gouverneur van de staat Washington toen die zijn grondgebied wilde kopen: 'De lucht is kostbaar voor de rode man, want alles deelt dezelfde lucht - de dieren, de bomen, de mensen, alles heeft deel aan dezelfde lucht. De blanke man heeft geen aandacht voor de lucht die hij inademt. Als een man, die al vele dagen stervende is, zo is hij gevoelloos voor kwade dampen' (1).

Nu ruim honderd jaar later kunnen we dacht ik stellen, dat de blanke man niet meer zo gevoelloos is voor kwade dampen. Hij begint zich te realiseren dat de chemische verontreiniging van de atmosfeer evenals die van water en bodem tot een duidelijke bedreiging voor alle leven is geworden.

Veel van die verontreinigingen zijn, met name in dichtbevolkte gebieden, een gevolg van moderne technische ontwikkelingen die ten doel hebben de levensstandaard van steeds grotere groepen mensen te verhogen. Deze ontwikkeling vertoont de laatste decennien in de Westerse wereld en Japan het karakter van een kettingreactie, met als kenmerk de zichzelf versnellende toename in alle richtingen.

De Delftse technoloog Broeze (2) wees er al in 1968 op dat die materiële ontwikkeling niet ongestraft door kan gaan maar te zijner tijd door uitputting en vervuiling tot staan moet komen. Dat is een triest vooruit zicht omdat door de welvaartsexplosie eeuwenoude dromen van de mensheid zijn verwezenlijkt, althans in het Westen en Japan. Broeze (3) gaf vorig jaar in zijn afscheidscollege een indrukwekkende lijst van de bereikte resultaten gevolgd door de opmerking: 'Kortom, we lijken wel op weg te zijn naar Luilekkerland'. Maar nu komt de teleurstelling, want al is materialisme (in de niet filosofische betekenis van het woord) evenals techniek uit nood geboren, toch moet, zegt Broeze 'het materialisme verdwijnen omdat overvloed plus materialisme een kwade combinatie is die de mens doet stikken'.

De triomfen van de medische wetenschap hebben er door geniaal onderzoek van mannen als Koch, Pasteur, Jennings, Semmelweis en Fleming toe geleid dat we de meeste infectieziekten tegenwoordig goed kunnen bestrijden. Maar de keerzijde van de medaille was een enorme bevolkingsexplosie. Om die extra miljoenen te voeden moet de voedselproductie aanzienlijk verbeterd worden. Dank zij onderzoek van landbouwkundige ingenieurs, biologen en anderen zijn indrukwekkende meeropbrengsten verkregen. Dat daarbij op grote schaal van bestrijdingsmiddelen gebruik moet worden gemaakt, is minder gunstig nu bekend is dat vooral de persistente bestrijdingsmiddelen via de lucht

en het water op plaatsen terecht komen waar ze schadelijk kunnen zijn voor flora en fauna.

Door de ruimtevaart en vooral door de vluchten naar de maan, die we van nabij op ons televisiescherm konden volgen, zagen we moeder aarde op een afstand als een bol van eindige dimensies. En we werden door de rapporten die Forrester en Meadows van het Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) in opdracht van de Club van Rome schreven (4) over de samenhang tussen bevolkingsgroei, voortgaande stijging van de industriële productie, de eindigheid van de grondstoffenvoorraden, de milieuverontreiniging en de grenzen van de landbouwproduktiemogelijkheden nog eens extra herinnerd aan de beperkte afmetingen van ons aller 'ruimteschip'. Het Rapport van de Club van Rome drukte ons ook met de neus op de gecompliceerdheid van deze hele problematiek. Dit rapport werd in Nederland snel een bestseller en het heeft hier, zoals Klaassen (5), directeur van het Nederlands Economisch Instituut schreef, de hartstochten hoog doen opblazen en de politici ertoe verleid de meest revolutionaire wijzigingen in de partijprogramma's voor te stellen. Het is niet toevallig dat dit rapport juist in Nederland en Japan zo sterk de aandacht trok en tot heftige polemieken leidde, want met name in deze zeer dicht bevolkte landen is de milieuverontreiniging dreigender dan elders.

Tijdens een recent bezoek aan de Verenigde Staten bleek mij dat de meeste universitaire en overheidsmilieudeskundigen nooit van het Rapport van hun landgenoot Meadows noch van de Club van Rome hadden gehoord. Daaruit mag u niet afleiden dat men in Amerika niet milieubewust zou zijn. Het tegendeel is waar. Zo publiceerden de uitgevers van het Win Magazine (6) in navolging van en in soortgelijke bewoording als de Amerikaanse 'declaration of independance' een 'declaration of interdependance' waarin zij duidelijk uiteenzetten hoe de mens door zijn streven naar onafhankelijkheid van de natuur veel natuurlijke processen in gevaar heeft gebracht, waarvan de vervuiling van het milieu er maar één is. Zij waren niet de eersten die een waarschuwing lieten horen. U kent allen het boek Dode Lente van Rachel Carson, dat de gevaren van bestrijdingsmiddelen beschreef. Maar al 300 jaar eerder zei Francis Bacon (1561-1626), 'We cannot command nature except by obeying her'.

Wat toen gold, geldt nu in nog veel sterkere mate, omdat wij door ons aantal en onze hebzucht inderdaad een bedreiging voor de natuur zijn geworden. We hebben ons te letterlijk aan de uitspraken van Genesis 1 gehouden en ons verre superieur gevoeld aan alle andere levende wezens op aarde, die immers evenals de aarde zelf aan onze heerschappij onderworpen moesten worden. Met bitter sarcasme stelt Ian L. McHarg in zijn in 1971 gehouden Morrison Memorial Lecture getiteld: 'Man: Planetary Disease' (7), deze superieure houding van de westerse mens door de eeuwen heen m.i. terecht aan de kaak.

Het is zo langzamerhand wel duidelijk dat we, althans tot voor

kort, in onze pogingen tot onderwerping van de aarde de mogelijkheden van wetenschap en techniek hebben overschat. De gevaren die aan een dergelijke houding zijn verbonden heeft de bekende Engelse historicus Arnold J. Toynbee als volgt geformuleerd: 'For us human beings, the dangers to our survival are the most dangerous of all when our blindness is at least partly willful, as it so often is' (8). Gelukkig zijn wij de laatste jaren hoe langer hoe meer tot het besef gekomen dat we op de verkeerde weg zijn, zodat we nu gezamenlijk kunnen proberen er iets tegen te doen. Gemakkelijk zal dat niet zijn, ook al zou de bereidheid daartoe algemeen bestaan, wat niet het geval is. Het is zelfs de vraag of we er met al onze kennis en vindingrijkheid in zullen slagen de eenmaal ontketende krachten onder controle te krijgen. We lijken soms erg veel op de tovenaarsleerling van Goethe – zo obsederend getoonzet door Ducas.

Dat er ingrijpende veranderingen nodig zullen zijn om ons doel te bereiken is duidelijk. We moeten ons daarbij goed realiseren dat naast de bevolkingsexplosie de hoofdoorzaak van de milieuverontreiniging een technische aangelegenheid is; zij vloeit voort uit urbanisatie en industrialisatie op hoog niveau. In dit verband is de volgende uitspraak van de Sovjet-econoom P. Oldak (9) interessant: 'De produktie moet er niet alleen op gericht zijn om de noodzakelijke produkten te maken, maar moet er ook voor zorgen dat de bijprodukten volledig onschadelijk zijn. Bovendien moet gestreefd worden naar een produkt dat na gebruik gemakkelijk kan worden omgezet in nieuwe produktie-elementen (de 'recycling' van de Amerikanen!).' Realisering van deze twee voorwaarden zal, aldus Oldak, een hervorming van het gehele maatschappelijke produktiesysteem vereisen. Helder en onomwonden stelt de Sovjet-econoom zijn regering en partij voor de keus: doodlopende groei of hervormende, restaurerende matiging. Het is alsof we een uitspraak van bepaalde westerse economen lezen! Er zullen stellig, in welk hoogontwikkeld produktiesysteem dan ook, drastische veranderingen moeten komen. Als bepaalde ondernemers onvoldoende aandacht aan milieuverontreiniging besteden, zullen zij nog veel sterker onder druk gezet moeten worden en we zullen wellicht een aantal bedrijven moeten sluiten of nationaliseren maar hiermee komen we op politiek terrein en dat is hier niet op zijn plaats. Het was slechts mijn bedoeling aan te tonen dat er geen simpele oplossingen te vinden zijn.

In zijn afscheidsrede als voorzitter van de Contact-Commissie voor Natuur- en Landschapsbescherming, getiteld 'Planetair bezien' zei Van der Goes van Naters: 'Wij staan voor een keuze, die maatschappelijk harde gevolgen kan hebben voor ons comfort. Ik hoop dat de werkgroepen en actiegroepen, waaraan wij al zoveel te danken hebben, dit alles mede willen dragen. Het kost u misschien uw platen-speler!'

Laten we hopen dat het daarbij blijft.

In de loop van de evolutie zijn veel diersoorten uitgestorven doordat ze niet tijdig in staat waren zich aan de gewijzigde omstandigheden in hun ecosysteem aan te passen óf doordat hun sterkste wapens in de strijd om het bestaan wanstaltig uitgroeiden zoals de slagstanden van de mammoet die niet alleen zeven meter lang en 80 kg zwaar waren, maar door hun opwaartse krulling hun functie als wapen volledig hadden verloren.

Door de vorm van zijn handen maar vooral door zijn bijzondere hersencapaciteit was de soort *Homo sapiens* in staat zich aan de meest verschillende en extreme omstandigheden in zijn ecosysteem aan te passen zonder er ernstige schade van te ondervinden. Maar dat wil nog niet zeggen dat er geen grenzen voor die aanpassing zijn of dat de mens uiteindelijk niet te gronde kan gaan aan zijn uitzonderlijke hersencapaciteit.

Het is niet toevallig dat Ian McHarg in zijn beschouwingen over een eventueel opnieuw ontstaan van de mens zegt: 'Next time, no brains'. Maar, dames en heren, laten we wel zijn, zonder onze denkende hersenen leefden we nu slechts in een gering aantal in de bomen en steppen van Afrika, zoals destijds die andere hominide *Australopithecus*. Zonder ons verstand zal het dus niet gaan, maar intellectua-lisme alleen is niet genoeg. Slechts een gecombineerde inspanning van hoofd en hart kan ons redden. Grote wijsgeren als Bergson, Teilhard de Chardin, Jung en Sartre hebben er allen op gewezen dat de evolutie van de mens nog onvoltooid is. De menselijke vrijheid en verantwoordelijkheid van-allen-vóór-allen dient de grondslag van onze existentie te worden. Er zijn veel tekenen, vooral bij de jeugd, die erop wijzen dat dit inzicht geleidelijk aan begint te groeien. 'Een democratie als staatsleer van de naaste toekomst, beoogt in het doen-met-en-vóór-de-ander een evolutie van vervolmaking van het socialisatie- en individualisatie-proces' schrijft Carp in zijn voortreffelijke boekje, getiteld 'Teilhard, Jung en Sartre over evolutie' (10). Het is niet uitgesloten dat de milieubedreiging ons meer en meer in die richting zal stuwten. Alleen door in die menselijke evolutie te geloven, kunnen we ons met enthousiasme en zelfs optimisme inzetten ten einde ons doel te bereiken.

Wij zullen ons thans verder tot de milieuverontreiniging en in het bijzonder tot de luchtverontreiniging moeten beperken. Daarbij valt op te merken dat lucht- water- en bodemverontreiniging niet geheel onafhankelijk van elkaar gezien kunnen worden. Fohr vermeldt in zijn inaugurele rede van 1966 (11) dat de gegoede kringen uit een lang voorbijge tijd trachtten 'de geuren van de openhartige riolen te verdrijven met de zoetere geuren van roos, viooltje of sering, aldus hopen-de van de pest gevrijwaard te blijven'. Het verband met de pest lijkt ons nu vergezocht maar tot lang na de Middeleeuwen bestond nog algemeen de mening dat miasmata (kwade dampen) verantwoor-

delijk waren voor allerlei ernstige ziekten. Dat blijkt ook uit de naam malaria, wat letterlijk kwade lucht betekent, omdat men meende dat deze ziekte door moerasdampen werd veroorzaakt. Villanius, de Middeleeuwse historicus van Florence, gaf een verslag van een pestilentie die zich in 1346 vanuit China in alle richtingen verspreidde en die zeer veel slachtoffers eiste in Egypte, Griekenland, Italië, Spanje, Engeland en Duitsland. De Engelse veterinaire Fleming (12) beschrijft in 1871 die pestilentie als volgt: 'It arose, Villanius tells us, from a foul-smelling vapour, which was imagined to have emanated from some fiery body of aerial or terrestrial origin. This gas destroyed all that stood in its way, and horses and cattle suffered severely, but not more so than the human species. Trees and everything else were blighted and curious creatures, furnished with feet and tails, worms, and swarms of snakes, fell upon the earth...'. Fleming merkt hierbij op: 'This phenomena is one of the rarest that has ever been observed, for nothing is more constant than the composition of the air'. Dergelijke ernstige rampen door luchtverontreiniging zijn nadien dan ook niet meer voorgekomen. Het is onduidelijk wat hier is gebeurd. Het lijkt niet uitgesloten dat deze verontreiniging een gevolg was van vulkanische of tectogenetische activiteiten.

Sterke eutrofiëring van oppervlaktewater kan aanleiding geven tot anaerobe afbraakprocessen waarbij ammoniak, zwavelwaterstof en boterzuur als stankstoffen in de atmosfeer vrijkomen. Watervervuiling kan ook bodemvervuiling veroorzaken, terwijl bodemvervuiling, bijvoorbeeld op vuilstortplaatsen, waarvan er nog ruim duizend in Nederland zijn, weer tot luchtverontreiniging kan leiden. Omgekeerd geeft luchtverontreiniging door stofneerslag of uitregening aanleiding tot water- en bodemvervuiling. Zo kan zwaveldioxyde (SO_2) de pH van stilstaand oppervlaktewater verlagen, waardoor vissterfte kan ontstaan. Dat is o.a. het geval in Zweden, waar de zalm achteruitgaat omdat die zich niet in water van een pH < 5,5 kan handhaven. De Zweden beweren dat die SO_2 grotendeels van andere West-Europese landen afkomstig zou zijn.

Verspreiding van zowel vaste als gasvormige luchtverontreiniging over grote afstanden wordt steeds vaker waargenomen. Vliegend over de noordelijke Atlantische Oceaan kan men vervuilde luchtpakketten waarnemen op honderden kilometers afstand van de Amerikaanse kust. Hogan (13) heeft daar metingen over gedaan. De luchtverontreiniging van de oostelijke Verenigde Staten kan gemakkelijk tot Groenland doordringen, omdat de overheersende wind in enkele dagen de luchtpakketten van de oostelijke Verenigde Staten naar Groenland verplaatst. Niet alleen dat men daar verhoogde ozon- en koolmonoxydegehaltes heeft gemeten, waarvoor men aanvankelijk geen verklaring had, ook de hoeveelheid lood in de ijsmassa's is daar de laatste 20 jaar sterk toegenomen. Men wijt dat aan de loodtoevoegingen aan autobenzine in de Verenigde Staten.

De studie van luchtverontreiniging is zoals uit het voorgaande blijkt onmogelijk zonder een gedegen kennis van klimatologie en meteorologie. Luchtverontreiniging treedt vooral op in de onderste paar duizend meter van de troposfeer, de luchtlag die afhankelijk van de breedtegraad een dikte heeft van ± 20 km boven de evenaar tot ± 10 km boven de polen. De concentratie aan verontreinigende stoffen is het hoogst als er bij windstil weer een inversielaag op betrekkelijk geringe hoogte ontstaat, waardoor geen opstijging van vuile lucht mogelijk is. Hoewel er onder normale omstandigheden een intensieve uitwisseling tussen de atmosfeer, de bodem, het water en de biosfeer plaats heeft, blijft, zoals Fleming (12) al in 1871 opmerkte, de samenstelling van de lucht opmerkelijk constant. Ongeveer 78 volume % van droge lucht bestaat uit stikstof en bijna 21 % is zuurstof. Dit zuurstofpercentage is gedurende de laatste 50 jaar dat men nauwkeurige metingen heeft verricht, niet gewijzigd (14). De zuurstof is grotendeels zo niet geheel afkomstig van fotosynthetische processen van landplanten en vooral van het fytoplankton in de wereldzeeën. Behalve stikstof en zuurstof is een aantal edelgassen, met als voornaamste argon, aanwezig in een percentage van iets minder dan 1 %. Het volume aan koolzuur (CO_2) is maar zeer gering, nl. 0,0318 procent (= 318 delen per miljoen, Am. ppm). Toch is dat gas van uitzonderlijk grote betekenis, omdat het de basis vormt voor de koolzuurassimilatie, die zoals we zagen, de zuurstofhoeveelheid van de atmosfeer in balans houdt. Dit proces zorgt ook direct en indirect voor de produktie van ons voedsel.

In lang vervlogen tijden was het de koolzuurassimilatie die leidde tot de vorming van de fossiele brandstoffen steenkool en minerale olie. De verbranding van deze fossiele energievoorraden vormt thans de belangrijkste bron van chemische luchtverontreiniging. Daarbij wordt naar schatting 15% van de in de atmosfeer aanwezige zuurstof verbruikt, die echter door fotosynthese wordt aangevuld. De bij de verbranding ontstane koolzuur neemt geleidelijk toe, de laatste tijd met ongeveer 0,2% per jaar (15). Welke klimatologische gevolgen dit kan hebben zullen we hier buiten beschouwing laten. Het vormt een punt van uitgebreide discussie, vooral in meteorologische kringen.

Behalve de genoemde stoffen is er steeds een wisselende hoeveelheid waterdamp aanwezig. Ook treft men vele andere gassen in uiterst geringe hoeveelheden in de lucht aan. De concentraties daarvan worden in Europa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en in Amerika in delen per miljoen (ppm = 1 cm^3 van de zuivere verontreiniging is gasvorm per m^3 verontreinigde lucht) uitgedrukt. Het is echter niet het voorkomen alléén dat bepaalt of we van luchtverontreiniging spreken. Daartoe is tevens nodig dat een drempelwaarde gedurende een zekere tijd wordt overschreden. De Raad van Europa (16) heeft in 1968 in zijn 'Declaration of principles on air pollution Control' de volgende definitie voor het begrip luchtverontreiniging goedgekeurd: 'Air is deemed to be polluted when the presence of a foreign substance or a variation in the proportion of its

components is liable to have a harmful effect or to cause nuisance'. In de eind 1970 aangenomen Nederlandse wet inzake de luchtverontreiniging (17) is de definitie voor luchtverontreiniging in bepaalde opzichten wat minder bevredigend, maar op enkele punten wel gedetailleerder. Zo wordt daar gesproken van 'stoffen, die hetzij nadeel voor de gezondheid van de mens of aanmerkelijke hinder voor de mens kunnen opleveren, hetzij schade kunnen toebrengen aan dieren, planten of goederen'.

Om te komen tot een werkelijk beheer van de lucht is het noodzakelijk dat we goed op de hoogte zijn van de bronnen, de verspreiding en de verdunning van de verontreiniging. Ook is het belangrijk te weten op welke wijze en hoe snel die verontreiniging wordt afgebroken of omgezet in andere chemische verbindingen tijdens de verplaatsing van de emissiebron, waar het gas wordt uitgestoten, naar de uiteindelijke immissieplaats, d.w.z. de plek waar de verontreiniging ons woon- en leefniveau bereikt.

Het vereist veel onderzoek om vast te stellen, welke concentraties van verontreinigende stoffen nog acceptabel zijn. Binnen de bedrijven gelden hiervoor andere waarden dan in de buitenlucht. Wat men acceptabel vindt, hangt ook van de omstandigheden af. Vroeger waren dichte rookwolken die uit fabrieksschoorstenen ontsnapten een teken van welvaart, maar tegenwoordig aanvaardt men dat in welvarende landen niet meer. Overigens was de hoeveelheid rook en roet in Londen, waar men bitumineuze steenkolen met 30-40% vluchtige bestanddelen stookte al eeuwenlang een bron van ergernis en hinder. In 1157 ontvluchtte koningin Eleanor haar residentie die door de grote hoeveelheden rook onbewoonbaar was geworden. Dat het Engelse Parlement in 1273 het verbranden van steenkool in Londen verbood en daarmee de eerste wet op de luchtverontreiniging aanvaardde, hielp niets. In 1661 schreef John Evelyn in zijn bekende boekje *Fumifugium* (18), dat de mensen in het Koninklijk paleis elkaar ook toen nog nauwelijks konden onderscheiden vanwege de rook en dat men er uiteraard veel hinder van had. Hij deed een aantal aanbevelingen die hun tijd ver vooruit waren en dus niet werden opgevolgd. De toestand bleef echter zo slecht dat in 1952, dus bijna 300 jaar later, gedurende enige mistdagen in Londen een oversterfte van enige duizenden mensen, vooral kleine kinderen en ouden van dagen, optrad. Pas na het aannemen en uitvoeren van de Clean Air Act (1956) viel er een verbetering te constateren.

Waren rook en roet dus vele eeuwen de voornaamste luchtverontreinigers, na 1900 was het vooral het reeds genoemde zwaveldioxyde dat klachten gaf. De laatste paar jaar neemt de hoeveelheid van dit gas in verschillende landen weer wat af als gevolg van het ontzweven van minerale olie en/of de overschakeling op aardgas. Nu beginnen oxyderende luchtverontreinigingen (o.a. ozon), koolwaterstoffen en stikstofoxyden steeds belangrijker te worden (19).

De verontreinigingen van de lucht kunnen vloeibaar, vast of gasvormig zijn, waarbij de laatste groep zowel kwantitatief als kwalitatief het belangrijkste is. Negentig procent van alle luchtverontreiniging is gasvormig. De vaste en vloeibare verontreinigingen komen vaak als aerosol voor, dat wil zeggen dat deeltjes van 0,1–10 μm in gesuspendeerde vorm in lucht aanwezig zijn; zij blijven lange tijd zweven. Zo is mist een aerosol van waterdruppeltjes. De andere atmosferische aerosolen zijn zeer heterogeen wat de afmetingen, vorm, elektrische eigenschappen en chemische samenstelling van de deeltjes betreft. Deeltjes kleiner dan 0,1 μm noemt men Aitken-kernen; dat zijn de condensatiekernen die bijvoorbeeld verantwoordelijk zijn voor de grotere hoeveelheid neerslag boven industriegebieden en grote steden.

Bepaald niet alle luchtverontreinigingen zijn van menselijke activiteiten afkomstig. Er zijn zelfs chemici die aan de hand van schattingen tot de conclusie kwamen, dat verreweg de meeste vormen van luchtverontreiniging een natuurlijke oorsprong hebben (20) maar zelfs al zou dat juist zijn, wat ik althans voor schadelijke stoffen betwijfel, dan nog is het duidelijk dat de luchtverontreinigingen in onze stedelijke agglomeraties in hoofdzaak door menselijke activiteiten ontstaan. Maar soms kan ook door andere oorzaken, zoals onlangs de enorme veenbranden in de omgeving van Moskou, verontreiniging van de stedelijke atmosfeer optreden.

De hoeveelheid methaan die in moerasgebieden uit de anaerobe afbraak van plantemateriaal ontstaat, schat men op enkele tientallen miljoenen tonnen per jaar. Dit gas heeft geen schadelijke werking en is het hoofdbestanddeel van ons aardgas.

Van natuurlijke oorsprong zijn ook allerlei levende of afgestorven deeltjes die soms in grote hoeveelheden in de atmosfeer voor komen. Het gaat hier vooral om stuifmeelkorrels, micro-organismen zoals bacteriën, schimmelsporen, gisten, algen, kleine insecten en mijten. Die kunnen allemaal over grote afstanden en tot op een hoogte van enkele duizenden meters door luchtstromingen worden meegenomen. Het zijn de aërobiologen die zich met de determinatie, de herkomst, verplaatsing en afzetting van deze vaak levende contaminaties bezighouden (21). Eén groep bestudeert deze verontreinigingen met het oog op ziekten van de ademhalingsorganen, meer in het bijzonder allergische aandoeningen als hooikoorts. Anderen, zoals de fytopathologen zijn in de aërobiologie geïnteresseerd omdat veel voor planten pathogene schimmelsporen over grote afstanden door luchtstromingen worden meegevoerd. Kennis hiervan is van groot belang voor een beter begrip van de epidemiologie van bepaalde planteziekten.

Wij zullen ons nu verder beperken tot de chemische luchtverontreinigingen die een gevolg zijn van menselijke activiteiten. Al eerder zagen we dat o.a. verwarming en opwekking van energie gepaard gaan met luchtverontreiniging. Door de verbranding van zwavelhoudende kolen (0,5–1 % zwavel) en minerale olie (0,7–2,5 en in zware olie tot

5% zwavel) ontstaat zwaveldioxyde (SO_2), één van de langst bekende schadelijke luchtverontreinigingscomponenten. Voor mensen is SO_2 vooral in combinatie met stofdeeltjes (rook) nadelig, planten kunnen er ernstig door beschadigd worden en de schade aan materialen is eveneens groot. Economisch is de corrosie van vooral ijzerbevattende metaalmengsels het belangrijkste. Die corrosie treedt alleen op bij een relatieve luchtvochtigheid $> 60\%$ (22).

Ook bouwmaterialen als stenen en cement corroderen. SO_2 reageert namelijk bij aanwezigheid van vocht met kalk onder de vorming van calciumsulfaat en gips die tamelijk goed in water oplosbaar zijn. In een gebied met veel luchtverontreiniging moeten constructiematerialen dus extra beschermd worden door het aanbrengen van een dunne deklaag die afhankelijk van de aard van de te beschermen materialen uit organische verf-, lak- of bitumen dan wel uit zink bestaat. Landen als Engeland, Frankrijk en Amerika schatten de schade die door luchtverontreiniging aan materialen wordt veroorzaakt op miljarden guldens per jaar. Vandaar dat het besteden van grote bedragen ter bestrijding van luchtverontreiniging nationaal-economisch gezien zeker verantwoord is.

Maar de schade is niet alleen economisch van belang, ook uit een esthetisch oogpunt kan ze groot zijn. En daarmee bedoel ik niet alleen het vuil worden van gevels van gebouwen. Onlangs las ik dat de beroemde collectie schilderijen van o.a. Goya, El Greco, Velasques en Murillo in het Pradomuseum te Madrid door luchtverontreiniging wordt bedreigd. Men zal er evenals in het Amsterdamse Rijksmuseum een circulatiesysteem voor zuivere lucht aan moeten leggen.

Zeer belangrijke bronnen van luchtverontreiniging zijn de verbrandingsmotoren van auto's, vliegtuigen, schepen en bromfietsen. Met hun verbrandingsgassen komt een hele reeks van ongewenste stoffen in de atmosfeer. Het is duidelijk dat auto's, door hun enorme aantallen (thans meer dan drie miljoen personenauto's alleen al in Nederland), behoren tot de grootste vervuilers. Wij hebben in Nederland met 51 auto's per kilometer weg en 68,3 auto's per km^2 per oppervlakte-eenheid de grootste autodichtheid ter wereld en we gaan nog rustig door met het uitbreiden van ons wagenpark.

Het voornaamste uitlaatgasbestanddeel is koolmonoxyde (CO), een voor mens en dier zeer gevaarlijk gas. 80% van alle CO is van deze bronnen afkomstig. Voor planten is dit gas niet schadelijk. Dat is wel het geval met een ander auto-uitlaatgas, etheen, een onverzadigde koolwaterstof. Het is van nature in minimale hoeveelheid aanwezig als plantehormoon, dat vooral bij verouderingsprocessen een rol speelt. De hogere concentraties in auto-uitlaatgassen induceren echter ongewenste groei-afwijkingen bij bepaalde plantesoorten. Bij aanwezigheid van $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,1 ppm) gedurende enkele dagen geeft etheen aanleiding tot epinastie en bloemval bij tomaten en bloeibelemmering bij witte *Petunia's* (23).

De bij de verbranding in de motor ontstane stikstofoxyden komen eveneens in de atmosfeer. Ze hebben geen acute schadelijke gevolgen, tenzij een uitzonderlijk grote verkeersdichtheid concentraties van enkele delen per miljoen doet ontstaan, wat bijvoorbeeld in Los Angeles een enkele maal het geval is. Maar ook lagere concentraties van 0,25–0,50 ppm (450–900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) zijn ongewenst, omdat stikstofdioxyde (NO_2) groeiveranderingen en oogstreducties bij gewassen als tomaat veroorzaakt wanneer ze maandenlang aan dergelijke concentraties zijn blootgesteld (24). Bij dieren treden bepaalde afwijkingen in de ademhalingsorganen op waardoor de gevoeligheid voor bacteriële infectieziekten toeneemt. Bovendien is gebleken dat stikstofoxyden met de onverbrande onverzadigde koolwaterstoffen van de uitlaatgassen of van raffinaderijen onder invloed van zonnestraling fotochemisch reageren onder de vorming van oxyderende stoffen als ozon en peroxyacynitraten. Onze vroegere landgenoot, de chemicus Haagen-Smit in Californië heeft al 20 jaar geleden de hoofdprincipes van deze ingewikkelde reacties ontrafeld en daarbij op de vorming van ozon gewezen (25).

Een gehalte van 100–130 μg (0,05–0,065 ppm) ozon per m^3 lucht is normaal in een niet verontreinigde atmosfeer. In hogere luchtlagen van de troposfeer en vooral in de stratosfeer komen van nature veel hogere ozonwaarden voor. Op 30 km hoogte is dat bijvoorbeeld 6000–20.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De verdeling van het ozon wordt bepaald door horizontaal en verticaal transport wat vlak boven het aardoppervlak leidt tot de reeds genoemde gehalten van 100–130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In een smogatmosfeer zoals in Los Angeles loopt het ozongehalte op tot 1200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,6 ppm) en in enkele gevallen zelfs tot 1800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In Delft vindt het Instituut voor Gezondheidstechniek TNO op bepaalde dagen uurgemiddelden van 200–350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De hoogste waarde die men daar ooit registreerde bedroeg 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sommige fotochemische componenten zoals peroxybenzoylnitraat geven aanleiding tot oogirritatie en prikkeling van de slijmvliezen van neus en keel. Behalve in Los Angeles waar dit het eerst werd waargenomen, kennen we dit verschijnsel nu ook uit andere delen van Amerika en uit een land als Japan. Planten reageren op oxydantia zoals peroxy-acetylnitraat (PAN) met zeer karakteristieke symptomen. Wij vonden die in 1965 voor het eerst ten noorden van de Nieuwe Waterweg bij een aantal onkruiden zoals straatgas (*Poa annua*), kleine brandnetel (*Urtica urens*) en een ganzevoet (*Chenopodium murale*). De medici hadden er aanvankelijk wat moeite mee dit als bewijs te aanvaarden voor het voorkomen van die ook uit medisch oogpunt zeer ongewenste stoffen, maar enkele jaren later kwamen de uit Amerika bekende 'smog' klachten ook bij mensen in West-Nederland voor, zij het gelukkig alleen in incidentele gevallen. Dat we van PAN en andere homologen uit die reeks bij ons zo zelden horen, vindt vermoedelijk zijn oorzaak in de hoge relatieve luchtvochtigheid in ons

land. Onder die omstandigheden worden deze verbindingen volgens Amerikaanse onderzoekers (Mudd, mondelinge mededeling) binnen 10 minuten afgebroken. Onlangs verkreeg men op het I.P.O. na kunstmatige begassing met PAN dezelfde symptomen als in 1965 in het veld werden waargenomen.

Het is kenmerkend voor fotochemische oxydanten dat ze op grote afstand van de bron van de basiscomponenten beschadigingen teweeg kunnen brengen. Zo is in Californië vastgesteld dat het afsterven van tienduizenden pijnbomen van de soort *Pinus ponderosa* in het San Bernardino gebergte dat ongeveer 100 km van het Los Angeles bekken is verwijderd, veroorzaakt werd door ozon, dat zich in luchtpakketten langzaam vanuit dat centrum met zijn meer dan 4 miljoen auto's verplaatste (26). Iets dergelijks is waargenomen bij ozonschade aan tabak, die enige jaren geleden in de oostelijke Verenigde Staten zware verliezen veroorzaakte, maar die men nu heeft geëlimineerd, door het telen van ozon-resistente tabaksrassen.

Behalve de genoemde gasvormige verontreinigingen die grotendeels van algemeen voorkomende bronnen als auto's en verwarmingsinstallaties afkomstig zijn, komen er andere gassen in de atmosfeer die een duidelijke industriële oorsprong hebben. Door de grote verscheidenheid aan chemische processen komen allerlei stoffen waarvan we vaak de biologische werking niet of maar ten dele kennen in kleine hoeveelheden in de lucht. Ten aanzien van planten is vooral waterstoffluoride (HF) van belang. Dit gas is o.a. afkomstig van aluminiumfabrieken, hoogovens, keramische industrieën en superfosfaatfabrieken. Het kan bij langdurige aanwezigheid al schade aan gevoelige gewassen veroorzaken in de onvoorstelbaar lage concentratie van minder dan 1 deel HF per miljard delen lucht ($0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vooral bol- en knolgewassen zijn er gevoelig voor. Het zijn deze gewassen waarmee de afdeling Onderzoek invloed luchtverontreiniging op cultuurgewassen van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.) in 1954 haar werk is begonnen. Inmiddels hebben vele fabrieken die waterstoffluoride als gas in de atmosfeer brachten nu zodanige maatregelen genomen dat meer dan 95 % wordt afgevangen.

Het is opmerkelijk dat planten voor de meeste gasvormige luchtverontreinigingen veel gevoeliger zijn dan mens en dier. Dat verschaft ons de mogelijkheid verscheidene plantesoorten als indicatoren voor de aanwezigheid van bepaalde luchtverontreinigingscomponenten te gebruiken. Dit wordt zowel in Amerika als in Duitsland en Nederland gedaan. Het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek is thans begonnen met de aanleg van proefveldjes met indicatorplanten in het kader van het landelijke meetnet. Dat meetnet is in opbouw teneinde de Volksgezondheidsinstanties nauwkeurig te informeren over de luchtverontreinigingssituatie in ons land. Begonnen wordt met de meting van SO_2 , daarna volgen de stikstofoxyden NO en NO_2 en ozon. Er is bij die opbouw een uitstekende samenwerking tussen het Rijksinstituut voor de

Volksgezondheid, dat de leiding van dit meetnet heeft (27) en waar de uitkomsten van de coulometrische metingen van de volledig geautomatiseerde 'snuffelpalen' centraal in een computer worden vastgelegd; TNO, dat zich vooral met de apparatuur bezig houdt; het KNMI, dat gelijktijdig meteorologische parameters meet die van belang kunnen zijn voor het geven van meteorologische waarschuwingen en de PTT die voor de transmissietechnieken via telefoon- en telegraaflijnen zorgt. Het I.P.O. zal op een 25-tal plaatsen (ongeveer 1/10 van het aantal chemische meetpunten) de invloed op biologische indicatoren nagaan. Het Nederlandse net sluit aan bij dat van West-Duitsland en België. Als het meetnet geheel gereed is, beschikt men niet alleen over de mogelijkheid vast te stellen waar bepaalde verontreinigende stoffen aanwezig zijn of vandaan komen, maar kan men ook onmiddellijk ingrijpen bij eventuele calamiteiten of als ergens onder invloed van bepaalde weersomstandigheden de maximaal toelaatbare grenswaarden (normen) worden overschreden.

Voor zwaveldioxyde zijn de normen voor ons land inmiddels vastgesteld. De commissie luchtverontreiniging van de Gezondheidsraad houdt zich nu bezig met voorstellen voor normen ten aanzien van andere gasvormige verontreinigingen. Van belang voor deze hele materie is of men die normen ziet als streefwaarden, die men desnoods tijdelijk mag overschrijden of dat men bij overschrijding onmiddellijk maatregelen neemt om de verontreiniging te verminderen, desnoods door het sluiten van fabrieken of het stilleggen van het verkeer. In Rusland is men geneigd de eerste opvatting te huldigen; in Amerika mogen de daar dan ook wat hogere normen niet worden overschreden. De medici Joosting en Zielhuis hebben aan deze verschillen in opvatting een interessant artikel gewijd, waar we hier niet verder op in zullen gaan (28). In Amerika heeft men onlangs de door de Environmental Protection Agency (EPA) voor de belangrijkste luchtverontreinigingscomponenten opgestelde zgn. 'National ambient air quality standards' aanvaard (29). Men gaat er daarbij van uit dat er twee normen gehanteerd kunnen worden, nl. de zgn. 'primary quality standards' die betrekking hebben op de gezondheid van de mens en de 'secondary quality standards', die vaak hetzelfde zijn maar in sommige gevallen lager liggen. Deze laatste hebben betrekking op de schade aan planten, dieren en goederen. De normen voor koolmonoxyde, koolwaterstoffen en stikstofoxyden zijn in de Verenigde Staten thans zo laag gesteld, dat velen zich afvragen of het mogelijk zal zijn daaraan in 1975/76, het jaar van ingang, volledig te voldoen. Men zal voor auto's wellicht op andersoortige motoren over moeten gaan. U hebt onlangs kunnen lezen dat General Motors de rechten op de Wankelmotor en Ford die op de Sterling motor heeft verworven.

Heeft men in een gebied de aanwezigheid van een bepaalde verontreiniging geconstateerd dan moeten er maatregelen genomen worden om er wat tegen te doen. In fabrieken en raffinaderijen gebeurt dat al

op een groot aantal manieren, afhankelijk van het productieproces en de te verwijderen stoffen. We kunnen daar thans niet op ingaan. Wel zijn die maatregelen vaak erg kostbaar, vooral als men zou trachten alle luchtverontreiniging af te vangen. Gewoonlijk vergen de laatste 10% exorbitante kosten zodat het nodig is tot een compromis te komen, dat maatschappelijk-economisch acceptabel is, mits natuurlijk de volksgezondheid en planten en dieren er geen enkel nadeel van ondervinden. Zou men tot een maximale terugdringing van de luchtverontreiniging besluiten, dan zou dat volgens Muller en Pelupessy (30) in Rijnmond de investeringen per eenheid produkt in de woningbouw met 10%, in de electriciteitscentrales en de meeste industrieën met 30%, in de metaalindustrie met 70% en in de olie- en chemische industrie met 310% doen toenemen. Aan deze eisen is niet te voldoen.

De op te lossen problemen zijn lang niet altijd van eenvoudige aard, bijvoorbeeld bij de bestrijding van stank. Die stank kan zowel afkomstig zijn van chemische bedrijven als van bio-industrieën, waar enorme concentraties aan kippen, varkens, mestkalveren etc. zoveel afval produceren, dat men er nog geen raad mee weet. En het zijn juist de stankproblemen die tot de meeste klachten van omwonenden aanleiding geven.

Planologisch kunnen we iets doen om luchtverontreiniging zoveel mogelijk te verspreiden. Maar daartoe is het nodig dat de planologen overleg plegen met de milieudeskundigen, bijvoorbeeld van de Inspectie Milieuhygiëne van Volksgezondheid. In sommige provincies begint dergelijk overleg de laatste tijd van de grond te komen. Zeer recent publiceerde de Rutgers University in New Brunswick de resultaten van een symposium getiteld 'The relationship of land use and transportation planning to air quality management' (31). In zijn inleiding schrijft de redacteur G. Hagevik: 'Up through 1970 the reduction of air pollution was not considered to any appreciable extent in the methodologies used in urban and transportation planning'.

Aanleg van groenstroken tussen industrie en woonkernen wordt doorgaans als wenselijk gezien en in Rusland bestaan hiervoor zelfs nauwkeurig omschreven voorschriften, die de breedte van de groenstrook afhankelijk stellen van de aard van de industrie (32). Het is natuurlijk onmogelijk hier alle problemen van de luchtverontreiniging te behandelen, temeer als men weet dat per maand 800-1000 referaten in de Air Pollution Abstracts verschijnen. Het zal u, naar ik hoop, duidelijk zijn geworden, dat het hier eigenlijk geen vakgebied betreft maar dat het thema luchtverontreiniging sterk multidisciplinair van karakter is. U zult dan ook begrijpen dat ik dit voor mij ten dele vreemde studieterrein met enige schroom ben binnengestapt. Het is vooral mijn emotionele betrokkenheid bij het onderwerp dat ten slotte de doorslag heeft gegeven. Ik weet me daarbij gesteund door de enthousiaste hulp van mijn medewerkers en de grote belangstelling van de studenten.

Zeer geachte aanwezigen,

Ik stel er veel prijs op H.M. de Koningin, die in haar laatste Kerstboodschap op zo indringende wijze haar grote bezorgdheid over de milieuvervuiling uitsprak, mijn dank te betuigen voor mijn benoeming tot buitengewoon hoogleraar in de Kennis van de Luchtverontreiniging, nadat het Bestuur van de Landbouwhogeschool de Minister van Landbouw had verzocht daartoe een voordracht te doen.

Heren Leden en Oud-leden van het College van Bestuur,

Zonder uw grote medewerking zou het mij onmogelijk geweest zijn mijn nieuwe taak te aanvaarden.

Voor uw waardevolle adviezen en materiële steun ten behoeve van dit nieuwe vakgebied ben ik u zeer erkentelijk.

Dames en Heren Hoogleraren en Lectoren van de Landbouwhogeschool,

Met velen van u heb ik gedurende mijn langdurig verblijf in Wageningen allerplezierigste contacten gehad. Al is de Senaat nu opgeheven, toch hoop ik ook in de toekomst contact met u te mogen hebben, zij het in wat minder formeel verband.

Hooggeleerde Fohr,

De vriendschappelijke wijze waarop u mij vanaf het begin van mijn aanstelling bij de Landbouwhogeschool tegemoet trad en wegwijs trachtte te maken in de vaak ingewikkelde regelingen ten aanzien van het onderwijs, heb ik bijzonder op prijs gesteld.

Hooggeleerde Tesch,

Wij kennen elkaar al jaren o.a. als leden van commissies van velerlei aard. Ik heb steeds grote bewondering voor de uitermate gedegen wijze waarop u de besluitvorming begeleidt en kennisoverdracht tot stand weet te brengen.

Hooggeleerde Mörzer Bruins,

Natuurbehoud en Natuurbeheer hebben nauw te maken met milieubeheer. Het is u bekend dat uw vakgebied mijn warme sympathie heeft, zoals dat ook bij veel studenten van de studierichting milieuhygiëne het geval is.

Heren Leden van de Richtingonderwijscommissie,

Ik moet nog wat wennen aan deze vorm van democratisering, maar ik ben er reeds nu van overtuigd dat onze regelmatige gesprekken ertoe zullen leiden dat het onderwijs in de milieuhygiëne hierdoor alleen maar beter kan worden.

Zeergeleerde Boleij,

U hebt u sinds uw aanstelling als mijn naaste medewerker met groot

enthousiasme op onze gemeenschappelijke taak geworpen. U bent daarbij niet alleen als fotochemicus een grote steun. Door het vele werk, ook van organisatorische aard, dat u verzet, mogen we hopen er in te zullen slagen de grote aantallen studenten die deze studierichting volgen, een inzicht in de gecompliceerde problematiek van de luchtverontreiniging te geven.

Zeergeleerde De Bakker,

Dat u zonder enig voorbehoud akkoord ging met mijn aanvaarding van deze nieuwe functie heb ik zeer gewaardeerd, omdat het van meet af aan duidelijk was dat dit ten koste zou gaan van de tijd die ik aan het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.) kan besteden.

Heren Bestuursleden van het I.P.O.,

Ook aan u ben ik dank verschuldigd voor de prettige wijze waarop u reageerde op mijn benoeming.

Dames en Heren Medewerkers van het I.P.O.,

Dat u hier vanmiddag in zo grote getale aanwezig bent, toont duidelijk hoezeer u met mij meeleeft. Zonder uw aller grote medewerking en speciaal die van de adjunct-directeur ir. Roosje en de afdelingshoofden zou het mij onmogelijk zijn zoveel tijd aan de milieuzaken te besteden. Ik ben u daar oprecht dankbaar voor.

Dames en Heren Studenten,

Al zijn behalve technische ook sociaal-economische en politieke aspecten in sterke mate bepalend voor een succesvolle bestrijding van de milieuverontreiniging, toch zal ik mij in de colleges overwegend tot de bespreking van de natuurwetenschappelijke feiten en ervaringen moeten beperken. Wel streef ik er naar om daarna aan de hand van publicaties van bij voorkeur Nederlandse beoefenaars van de gamma-wetenschappen de vaak tegengestelde politiek-economische visies te behandelen, zodat u een juiste kritische instelling ten aanzien van de vele problemen krijgt. U zult dat in uw latere werkkring zeer nodig hebben. Professor Haagen-Smit (33) zegt daarover het volgende:

'We have learned not to rely too much on the wholehearted cooperation of the community. The control officer is torn by pressures urging him not to rock the boat and by counter pressures which like to see him charge like a bullfighter.

He has to work with a meager budget, be an engineer, a chemist, and a lawyer and finally he has to listen to tales of woe from irate citizens as well as from industry. This wonder man will soon learn that the road to survival and to accomplishment is paved with compromise and has to be travelled with patience and diplomacy'.

Ik dank u voor uw aandacht.

AANGEHAALDE LITERATUUR

1. HOME (Thuisland) NCRV televisie-uitzending 1 februari 1971.
2. BROEZE, J. J., 1968. Oorzaken, voortgang en toekomst van de technische ontwikkeling. *De Ingenieur* 30: A 413-A 421.
3. BROEZE, J. J., 1971. Afscheidscollege Delft.
4. MEADOWS, D. L., 1972. De grenzen aan de groei. Rapport van de Club van Rome. Het Spectrum, Utrecht, Aula Pocket nr. 500.
5. KLAASSEN, L. H., 1972. Nietes-Welleszijn. *Econ. Stat. Ber.* 19-7: p. 684-692.
6. Declaration of Interdependence, 1969. *Win-Magazine*, New York, overgenomen in *Pollution Papers*, 1971. Ed. G. F. Frakes & C. B. Solberg, p. 13-15.
7. Mc HARG, I. L., 1971. Man: Planetary Disease. The 1971 B. Y. Morrison Memorial Lecture. *Agric. Res. Serv. US Dept. of Agr.* Washington DC.
8. TOYNBEE, A. J., 1964. Man and Hunger, *Agric. Policy Rev.* 4, 3. (ref. *Econ. Planning* 1 (1965) 2, p. 5.
9. OLDAK, P., 1970. Priroda vzyvaet k ščedrosti. *Literaturnaja Gazeta* 3-6 (ref. *Intern. Spectator* 26 (1972) 2, p. 146-174).
10. CARP, E. A. D. E., 1969. Teilhard, Jung en Sartre over evolutie. Het Spectrum Utrecht, Aula Pocket no. 426.
11. FOHR, P. G., 1966. Van wilde bevoeiing tot moderne afvalwaterzuivering. Inaugurele rede. H. Veenman & Zonen, Wageningen.
12. FLEMING, G. F., 1871. *Animal plagues: their history, nature and prevention.* Chapman & Hall, London.
13. HOGAN, A. 1968. Experiments with Aitken Counters in Maritime Atmosphere. *J. Rech. Atmosph.* 3, p. 53. (ref. Schaefer in: *Global Effects of Environmental Pollution*. Ed. S. F. Singer. Reidel Publ. Cy., Dordrecht, 1971).
14. VARNEY, R. and B. M. McCORMAC, 1971. Atmospheric pollutants. In: *Introduction to the scientific study of atmospheric pollution.* Reidel Publishing Cy., Dordrecht p. 14.
15. SCEPT, 1970. Man's impact on the global environment. Report of the Study of critical environmental problems (SCEPT), sponsored by MIT. MIT Press, Cambridge, Mass.
16. Council of Europe, 1968. Declaration of principles on air pollution control. Resolution (68) 4.
17. Wet inzake de luchtverontreiniging, 1970. Staatsblad 580. Zie ook: F. J. MEYER DREES, 1971. Juridische aspecten van de wet bestrijding luchtverontreiniging. In: *Milieubalans van Nederland.* Van Gorkum/Intermediair, Amsterdam.
18. EVELYN, J. 1661. *Fumifugium.* Reprinted by National Smoke Abatement Society, 1933.
19. BEEK, W. J., 1971. Wat is de omvang van de milieuverontreiniging? in: *Mens en Milieu, prioriteiten en keuze. Toekomstbeeld der Techniek* 8: 11-27.
20. American Chemical Society, 1969. *Cleaning our environment. The chemical basis for action.* 249 pp.
21. *Aërobiologie*, 1972. Pudoc, Wageningen (in druk).
22. YOCOM, J. E. and R. O. McCALDIN, 1968. Effects of air pollution on materials and the economy. in: *Air pollution*, ed. A.C. Stern Vol. 1: 617-651.
23. HOUTEN, J. G. TEN, 1972. Air pollution and plant health. *EPPO Bull.* 4: 65-77.
24. SPIERINGS, F., 1971. Influence of fumigations with NO₂ on growth and yield of tomato plants. *Neth. J. Pl. Path.* 77: 194-200.
25. HAAGEN-SMIT, A. J. and M. M. FOX, 1956. Ozone formation in photo-chemical oxidation of organic substances. *Ind. Engng. Chem.* 48: 1484.
26. MILLER, P. R., J. R. PARMETER, O. C. TAYLOR, and E. A. CARDIFF, 1963. Ozone injury to the foliage of *Pinus ponderosa*. *Phytopathology* 53: 1072-1076.
27. SPAANDER, J. 1971. De bestrijding van de luchtverontreiniging in Nederland. *Belg. Arch. Soc. Gen. Hyg., Arb. Gen. en Ger. Gen.* 3: 181-194.

28. JOOSTING, P. E. en R. L. ZIELHUIS, 1962 en 1963. Pragmatisme of dogmatisme. Tijdschr. soc. Geneesk. 40: 479 e.v. en 41: 177 e.v.
29. Environmental Protection Agency, 1971. National primary and secondary ambient air quality standards. Federal Register Vol. 36, nr. 84 II Washington D.C.
30. MULLER, F. en W. PELUPESSY, 1971. Economische waardering van de schaarse lucht in Rijnmond. Econ. Stat. Ber. 31-3, p. 293-306.
31. HAGEVIK, G. Ed., 1972. The relationship of land use and transportation planning to air quality management. 287 pp Rutgers University, New Brunswick, N.J.
32. DÉTRIE, J. P., 1969. La pollution atmosphérique. Paris 597 pp.
33. HAAGEN-SMIT, A. J., 1970. A lesson from the smog capital of the world. Proc. natn. Acad. Sc. vol. 67: 887-897.