

De vestiging van een internationaal ecologisch regime

De kwestie van de afbraak van de ozonlaag in de stratosfeer

In januari 1972 bezocht de radiochemicus Sherry Rowland van de Universiteit van Californië een bijeenkomst van de Atomic Energy Commission in Fort Lauderdale. Hij vernam dat de Britse chemicus James Lovelock lichte concentraties van chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) in de atmosfeer had getraceerd die hij wilde benutten voor het waarmemen van luchtstromingen. Het viel Rowland op dat die concentraties ongeveer overeenkwamen met de totale produktie van CFK's tot dan toe. Normaal gesproken verwijderen bepaalde chemische reacties, regen en de zwaartekracht chemische stoffen uit de atmosfeer. CFK's zijn echter uiterst stabiel en bovendien slecht oplosbaar in water.¹ Kennelijk functioneert de atmosfeer als een reservoir voor CFK's. Omdat CFK's zo stabiel zijn zag Rowland geen directe problemen en liet hij de zaak voor meer dan een jaar rusten. Wel zette hij toen een jonge, pas aangestelde onderzoeker, Mario Molina, op het wetenschappelijk interessante verschijnsel van de opeenhoping van CFK's in de atmosfeer. Rowland en Molina ontdekten dat de CFK's uiteindelijk terecht kwamen in de stratosfeer in en boven de ozonlaag en daar door ultraviolette straling werden afgebroken, waarbij atomair chloor vrij kwam. Molina deed vervolgens een griezelige ontdekking. Hij vond dat chloor als een katalysator ozon omzette in gewone zuurstof. Eén atoom chloor kon wel 100.000 moleculen ozon vernietigen. Dit gegeven plus de statistiek over de wereldproduktie van CFK's leverden de conclusie op dat binnen afzienbare tijd de ozonlaag zou worden afgebroken. Rowland en Molina informeerden collegae en dienden een artikel in bij *Nature*. Vijf maanden later, op 28 juni 1974, verscheen het. Zo ontstond, haast bij toeval, het besef van een ozonvraagstuk in de stratosfeer.

Na de signalering van het ozonprobleem hebben wetenschappers, milieubewegingen en andere groepen van de bevolking in een aantal landen regeringen ertoe gebracht om in het kader van de Verenigde Naties wereldwijd geldende maatregelen te treffen om de afbraak van ozon in de stratosfeer te beëindigen.² In 1985 is in Wenen een internationaal raamverdrag geslo-

ten, dat in 1987 in het spraakmakende Protocol van Montréal is uitgewerkt, en dat vervolgens in 1990 in Londen en in 1992 in Kopenhagen is aangescherpt. Er zijn afspraken tussen alle producerende en de meeste consumerende landen gemaakt over stopzetting of verregaande vermindering van produktie en consumptie van ozonlaag afbrekende stoffen. Het verdrag bevat procedureregels om nieuwe informatie in het beleid te verwerken. Het verdrag geldt nu als een schoolvoorbeeld van succesvolle diplomatie dat heeft geleid tot een mondiaal regime (Gupta 1993) voor de aanpak van een belangrijk milieuprobleem.³

In mijn analyse van het gevoerde overleg besteed ik aandacht aan de oordeelsvorming over het ozonvraagstuk in enkele betrokken landen - vooral de Verenigde Staten en daarnaast Engeland en Nederland -, en wel in wetenschappelijke kringen, bij de betrokken industrie en de milieubeweging als tegenover elkaar staande pressiegroepen, bij het publiek en binnen de politieke en bestuurlijke gremia. Centraal staat vanuit welke kennis men tot probleemdefinities kwam, welke de 'produktievoorwaarden' voor het verwerven van die kennis waren en welke handelingsconsequenties men daaraan verbond - welke verantwoordelijkheid men nam en welk beleid men op gang wist te brengen. Hoe verbreidde zich een nieuwe probleemdefinitie die het internationale overleg kansen gaf en tot de vorming van een mondiaal regime leidde? Welke conflicten deden zich daarbij voor - wie opteeden voor de nieuwe probleemdefinitie, wie verzetten zich daartegen, en welke argumenten en machtsmiddelen hadden de verschillende partijen tot hun beschikking?

Snel toenemend probleembesef; uitbreiding en differentiatie van kennis (1974-1980)

De industrie reageerde in eerste instantie afwijzend op het artikel van Rowland en Molina. Men bestreed de juistheid van de theorie, maar er werd ook meteen gezocht naar gegevens om de boodschapper van het nieuws te diskwalificeren en zijn geloofwaardigheid aan te tasten. In september 1974 was er een congres van de American Chemical Society waarop Rowland een paper over de kwestie zou presenteren. Tevergeefs probeerde een functionaris van het chemisch concern DuPont dit te voorkomen.⁴ Tijdens zijn presentatie waarschuwde Rowland voor het gevaar van toenemende huidkanker als gevolg van de afbraak van de ozonlaag. Hoewel veel collega's nog sceptisch waren haalde het nieuws de koppen in de wereldpers. Wetenschappelijke teams van Michigan en Harvard steunden Rowland en dit was voor de Amerikaanse overheid

aanleiding om via een commissie van de prestigieuze National Academy of Sciences (NAS) nadere informatie in te winnen. Rowland werd in de commissie geplaatst.

Consumentenorganisaties en lokale overheden van de steden waar de betrokken wetenschappers woonden zetten meteen acties op touw. De beweging verbreidde zich over Amerika en de verkoop van spuitbussen begon terug te lopen. Kennelijk was er sprake van een flink schokeffect in de Amerikaanse publieke opinie. Het ging voor de industrie om een niet geringe zaak. In 1973 waren meer dan twee miljard spuitbussen met CFK's in de Verenigde Staten verkocht. De industrieën die direct bij de CFK-productie waren betrokken hadden in 1974 een mondiale omzet van acht miljard dollar en verschaften 200.000 mensen werk. Op 11 december 1974 begon de eerste van de talrijke hoorzittingen die het Amerikaanse parlement aan de ozonkwesitie heeft gewijd. Vanuit de industrie werd naar voren gebracht: 'We may be about to extrapolate an unproven speculation, one open to serious question, into conclusions and laws that could disrupt our economy and indeed our way of life.' (Roan 1989, 38) Wel beloofde een vertegenwoordiger van DuPont dat men de productie van CFK's zou stoppen als de theorie klopte (Benedick 1991, 12). De milieubeweging vormde de National Resources Defence Council als lobby in Washington. De industrie richtte met hetzelfde doel de Alliance for Responsible CFC Policy op.

De ozonkwesitie kwam wereldwijd in de publiciteit. Zo berichtte in Nederland *de Volkskrant* op 4 oktober 1974 over de bevindingen van Rowland en Molina. Vijf maanden na de publikatie in *Nature*, op 3 december, stelden twee kamerleden van de PPR de eerste vragen over de ozonlaag in de Tweede Kamer (Gijswijt en Van der Vliet 1993, 14-19).

De Amerikaanse regering verbood in 1978 de toepassing van CFK's in spuitbussen, en liep daarmee vooruit op het overgrote deel van de internationale gemeenschap. Ten grondslag aan dit beleid lag de gedachte dat een redelijke verwachting van schade voldoende is om in te grijpen. Een omzet van drie miljard dollar werd hiermee aangetast, nadat, zoals gezegd, consumenten zelf de afzet van spuitbussen al flink hadden teruggebracht. De industrie bracht onmiddellijk onderzoek naar vervangende middelen op gang. Canada als kleine producent van CFK's en Noorwegen en Zweden als uitsluitend consumerende landen volgden het Amerikaanse beleid met een verbod op de verkoop van spuitbussen voorzien van CFK's. De EG zag dit met verbazing aan. 'This approach was (...) destined to perplex EC negotiators throughout the subsequent international debate.' (Benedick 1991, 24)

In Nederland stelde de PPR op 3 februari 1978 opnieuw vragen over de ozonkwesitie en drong aan op het treffen van maatregelen. Omdat steun van andere partijen voor dit standpunt uitbleef, kon de regering volstaan met vage beloftes over een voorgenomen 50% reductie van CFK's in spuitbussen (Gijswijt en Van der Vliet 1993, 22-23). Wel had Nederland in 1977 in de EG voorgesteld om op etiketten van spuitbussen de toepassing van CFK's te laten vermelden.

In 1979 stelde West-Duitsland voor om toepassing van CFK's in spuitbussen in de EG te verbieden. Italië, Frankrijk en Engeland, drie landen met een flinke productie en consumptie van CFK's en zonder een terzake geactiveerde milieubeweging, blokkeerden beide voorstellen. Het EG-standpunt werd voornamelijk bepaald door Atochem en ICI, de twee grote producenten van CFK's in respectievelijk Frankrijk en Engeland (Benedick 1991, 32-34; Haas 1991, 231; Jachtenfuchs 1990, 265, 268 en 275).

Tot 1975 steeg de wereldproductie van CFK's met 16% per jaar, om vervolgens onder invloed van het optreden van het Amerikaanse publiek en de Amerikaanse regering te dalen. Ook in Europa daalden de verkopen van spuitbussen met CFK's door acties van en onder consumenten.

Door de grote aandacht voor het ozonvraagstuk in de Verenigde Staten kreeg het onderzoek een krachtige impuls. De wetenschappelijke kennis nam aanzienlijk toe, maar werd ook gecompliceerder. Voorspellingen van afbraak van de ozonlaag begonnen sterk te variëren.⁵ Het werd daardoor in deze fase moeilijker om tot eenduidige interpretaties van het ozonvraagstuk te komen. Die differentiatie van kennis had een negatieve invloed op de causale perceptie van het probleem bij de bevolking, de betrokken pressiegroepen en de regering.

Het wegebben van bezorgdheid; empirisch onderzoek als selectiemechanisme voor de juistheid van concurrerende theorieën en hypothesen (1981-1986)

In 1981 benoemde de nieuwe president Reagan Anne M. Burford tot directeur van het Environmental Protection Agency (EPA). Burford blokkeerde iedere voortgang in het internationale overleg over de ozonkwesitie. De industrie staakte haar inspanningen om vervangende stoffen voor CFK's te ontwikkelen. Nieuwe toepassingsmogelijkheden voor CFK's in de verpakingsindustrie en in de productie van automobielen en consumentenelectroonica deden zich voor en de wereldproductie steeg in 1982 weer naar het peil van 1974. In 1983 en 1984 nam de productie verder toe (Haas 1991, 226-227). De industrie in Amerika vreesde dat marktregulerende maatrege-

len alleen voor de Verenigde Staten zouden gelden. Voor zover productie-beperkend beleid werd geïnitieerd door de Amerikaanse regering moest dat in internationaal kader worden geplaatst, zoals men eerder harmonisatie van beleid binnen de Verenigde Staten had nagestreefd (Benedick 1991, 31). In 1983 werd Burford als directeur van EPA vervangen door William Ruckelshaus. In 1983 was ook de Torontogroep van landen gevormd (Canada, Finland, Noorwegen, Zweden en Finland), die voorstelde om wereldwijd geen CFK's meer in spuitbussen te gebruiken. Het EPA bracht de Verenigde Staten nu op deze gedragslijn.

De malaise in het internationale overleg over het ozonvraagstuk duurde voort tot medio 1986. Dankzij de drijvende kracht van het United Nations Environmental Programme (UNEP) met zijn secretaris-generaal Mostafa Tolba⁶ kwam tijdens een conferentie in Wenen in maart 1985 een raamverdrag tot stand, dat inhoudelijk nog weinig voorstelde maar wel de basis legde voor het veel verdergaande Protocol van Montréal 1987. In de Verenigde Staten vormde de vooringenomenheid van de Reagan-regering een obstakel. 'The President's cabinet seemed to have utmost confidence that science would prevail and save the world from any peril caused by chemicals.' Rapporten deed men af met de uitspraken als: mensen vormen de 'ultimate resource' en zijn zo vindingrijk dat ze het probleem in de toekomst wel oplossen (Roan 1989, 105).

Er kwam weer beweging in de behandeling van het ozonprobleem toen metingen van de dikte van de ozonlaag in Antarctica beschikbaar kwamen, waarmee een duidelijke en onverwacht sterke afname werd aangetoond (Roan 1989, 125-141; Gribbin 1992, 81-84). Het is opnieuw opvallend hoezeer toeval en het doorzettingsvermogen van een enkeling beslissend waren voor het beschikbaar komen van nieuwe kennis. De Brit Joe Farman had al sinds 1957 een beperkt en goedkoop waarnemingsprogramma van de ozonlaag in Antarctica lopen dat hij met de grootste moeite gaande hield. In mei 1985 publiceerden hij en zijn team hun bevindingen in *Nature*. De in het laboratorium opgestelde theorie van Rowland en Molina voorspelde een trage afname van de hoeveelheid ozon. Farman observeerde daarentegen een sterke daling in het voorjaar.⁷ De NASA verrichtte al veel eerder geavanceerde satellietwaarnemingen boven de Zuidpool, maar bleek 'het gat in de ozonlaag' niet te 'zien' omdat lage waarden in de reeks metingen automatisch door de computer werden vervangen door een standaardwaarde van 180 Dobson-eenheden.⁸ Lagere waarden hield men voor onmogelijk. Misschien speelde een rol dat de satelliet tijdens de poolnacht niet kon meten. De oorspronkelijke gegevens waren nog wel beschikbaar voor nadere analyse en bevestigden de waarnemingen van Farman. Dit

voorbeeld is een helder voorbeeld van sociale constructie van kennis waarbij onmogelijk geachte meetgegevens weggeredeneerd worden.

De waarnemingen van Farman en de NASA baarden groot opzien in wetenschappelijke kring. Een reeks van verklaringen voor 'het gat in de ozonlaag' boven Antarctica werd geopperd. De oorspronkelijke these van Rowland en Molina was een chemische theorie. Een 'dynamische' theorie over vervanging van ozonrijke door ozonarme luchtmassa's als oorzaak van de afname was de voornaamste concurrent, met daarnaast een theorie over de rol van stikstofdioxide onder invloed van toe- en afname van UV-straling in de zonnecyclus van elf jaar. Rowland veronderstelde dat de oppervlakte van deeltjes zoals stof (van vulkanen) en/of ijskristallen de reactie tussen chloor en ozon versnelde. In de herfst van 1985 werd een meer complete theorie geleverd waarin het tot op grote hoogte bestaan van ijswolken in de Antarctische stratosfeer een cruciale rol speelde. In augustus-oktober 1986 vond de door de National Science Foundation (NSF) georganiseerde, *Eerste ozon-expeditie* naar Antarctica plaats. De stikstofdioxidetheorie werd door de waarnemingen ontkracht. In het november 1987-nummer van *Science* leverde Molina met collegae met laboratoriumproeven het definitieve bewijs voor de ijskristaltheorie.

Computersimulaties in kleur van veranderende ozonconcentraties boven de Zuidpool werden veelvuldig op tv vertoond en in tijdschriften en dagbladen afgedrukt. De interesse van het publiek in de kwestie nam weer sterk toe. NASA en NSF vonden vlot een budget voor een *Tweede ozon-expeditie* in augustus 1987. Beide expedities werden overigens medegefinancierd door de Chemical Manufacturers Association in de Verenigde Staten, die daarmee een zekere afstand bewaarde van de CFK-industrie. Tevens werd op initiatief van NASA-deskundige Bob Watson een Ozone Trends Panel gevormd binnen de World Meteorological Organization (WMO), bestaande uit ongeveer 150 deskundigen van over de hele wereld. Voor het zo objectief mogelijk, en met het gewicht van internationale wetenschappelijke consensus overbrengen van boodschappen naar andere regeringen, was dit de aangewezen methode.

Op grond van de waarnemingen boven Antarctica verklaarde de organisatie van CFK-producenten (Alliance for Responsible CFC Policy) op 16 september 1986 dat men een grens wilde stellen aan de productie van CFK's. De nieuwe president van de Alliance Barnett, beschreven als meer 'open-minded' dan zijn voorganger, verklaarde dat de wetenschap geen werkelijke risico's kon aantonen, maar ook niet kon uitsluiten (Roan 1989, 192). Met deze uitspraak draaide hij de gebruikelijke bewijslast om; een ongewoon standpunt van de industrie in het overleg over de ozonkwestie. Een paar dagen later verklaarde DuPont de verdergaande wereldwijde

productiebeperking voorgesteld door UNEP (United Nations Environmental Programme), te ondersteunen. Tevens begon men opnieuw met het onderzoek naar CFK-vervangende middelen. Onderzoekers van DuPont hadden met eigen modellen de theorie van Rowland en Molina getoetst en stelden zich op achter het Ozone Trends Panel. Het offer was niet groot: ongeveer 2% van de omzet en ruim 2% van de winst van DuPont betrof de productie van CFK's, en de markt voor vervangende producten lag open. De manoeuvre van DuPont had zwaarwegende consequenties voor de standpuntbepaling van de Europese industrie (Haas 1991, 231).

De totstandkoming van het ozonregime (1986-1987)

De Minister van Buitenlandse Zaken van de Verenigde Staten had op grond van de Clean Air Act de formele bevoegdheden om de onderhandelingen over een internationaal verdrag inzake de ozonkwestie namens de President te voeren. Een inmiddels actieve coalitie van het State Department - minister Schulz had oog voor de ozonkwestie - en het Environmental Protection Agency (EPA) formuleerde een nieuw standpunt voor internationale onderhandelingen. Men wilde een bevrozing van het productieniveau van volledig gehalogeneerde CFK's op korte termijn, een productiestop op langere termijn en periodieke herziening van het beleid als nieuwe gegevens daar aanleiding toe zouden geven. De tamelijk invloedrijke Natural Resources Defence Council (NRDC), in 1974 gevormd vanuit de milieubeweging, bepleitte 30% vermindering van gebruik in 18 maanden en een volledige stopzetting van de productie op een termijn van 10 jaar. Die aanscherping werd vrijwel volledig (95% reductie in 10 jaar) door de Amerikaanse regering geaccepteerd. In december 1986 bracht zij dit voorstel in op de UNEP-conferentie over de internationale aanpak van het ozonvraagstuk in Genève. De EG en Japan waren tegen. Frankrijk, Italië en Engeland blokkeerden pogingen van Denemarken, Duitsland, België en Nederland om een krachtig beleid voor de EG te accepteren. Doniger van de NRDC kreeg als waarnemer de indruk dat Europa en Japan nog geen goede voorstelling van de ernst van de situatie hadden (Roan 1989, 196). De wetenschappelijke lobby in Europa had weinig invloed. Zo was de Britse regering niet bereid om Farman 35.000 pond toe te kennen voor een uitbreiding van zijn waarnemingsinstrumentarium. De Amerikaanse Chemical Manufacturers Association voorzag uiteindelijk in een budget voor de Britse onderzoekers vanuit een onderzoeksprogramma naar CFK's dat 18,9 miljoen dollar omvatte in de periode 1972-1985 (Haas 1991, 226).

De Amerikaanse senatoren Baucus en Chafee waren ontstemd over de opstelling van belangrijke landen als Japan en de Sovjet-Unie en van de EG. Zij wilden wetgeving voor de Verenigde Staten invoeren met als oogmerk een stop van produktie op termijn. De CFK-industrie vreesde een 'Alleingang' van de Verenigde Staten en alarmeerde de regering. Het verzet tegen het beleid van het EPA en het State Department in de financieel-economische hoek van de regering groeide. Op een bijeenkomst op het Witte Huis werd door minister Hodel een plan geopperd om door 'persoonlijke bescherming en verandering van levensstijl' blootstelling aan UV-straling te verminderen. Het ideaal van maximale persoonlijke verantwoordelijkheid van mensen voor wat hen overkomt in combinatie met een terughoudende overheid culmineerde hier in een karikatuur. Hoongelach in de media en afkeurende reacties in de publieke opinie brachten de Senaat enkele weken later ertoe met een stemverhouding van 80 tegen 2 in een resolutie uit te spreken dat de Verenigde Staten in de internationale onderhandelingen dienden uit te gaan van onmiddellijke bevrozing van produktie- en consumptieniveaus, van een reductie op korte termijn van 50 procent en een uiteindelijke stopzetting van de produktie van CFK's. Het Witte Huis haalde bakzeil (Benedick 1991, 59-61).

Het Amerikaanse Office of Management and Budget bleef echter oppositie tegen een krachtige opstelling in het komende internationale overleg in Montréal voeren. Dit bureau ging nu over op de lijn om de onderhandelingspositie van de Verenigde Staten te belasten met onrealistisch strenge voorwaarden voor een overeenkomst. Tegelijkertijd, maar contrair hieraan, opende het State Department wereldwijd een diplomatiek pro-regulerings-offensief met extra aandacht voor Japan en de Sovjet-Unie, en voor België dat in de eerste helft van 1987 het voorzitterschap van de EG zou bekleden. Parallel hieraan organiseerde het EPA een groot aantal internationale wetenschappelijke bijeenkomsten. In Amerika richtte het EPA een campagne op de media en het publiek. Dit offensief was succesvol, zoals later zou blijken. President Reagan besliste de controversie binnen zijn regering in het voordeel van State Department en EPA, maar gaf hier uit tactische overwegingen nauwelijks ruchtbaarheid aan (Benedick 1991, 65-67). Een krachtig beleid kon alleen al op economische gronden verdedigd worden: vanuit een afweging van de opbrengsten van doorgaande produktie van CFK's versus de kosten van toenemende aantallen huidkanker (geschat op 1,4 miljoen in veertig jaar), aanzienlijke UV-schade aan katoen en graan en snellere veroudering van kunststoffen (Roan 1989, 204).

Als onderdeel van de voorbereiding van de grote VN-conferentie in Montréal was er in april 1987 een bijeenkomst van wetenschappelijke deskundigen. Hun modellen gaven steun aan het standpunt dat internationale afspra-

ken over krachtig beleid noodzakelijk waren. Tevens toonden zij aan dat meer stoffen dan CFK's schadelijk waren, waarbij zij uitgingen van een maat voor de ozonlaag-aantastende werking van een stof: het 'ozone-depleting potential' (ODP). Tegelijk groeide bij de regeringen van een toenevend aantal landen de bereidheid om tot een wereldwijd ozonregime te komen. Wel bleef de opstelling van de EG inzake regulering negatief, maar een aantal lidstaten - België, Denemarken, Nederland en West-Duitsland - nam hier nu openlijk afstand van.

In september 1987 kwamen vertegenwoordigers van meer dan zestig landen, waarvan ruim de helft ontwikkelingslanden, in Montréal bijeen. In tegenstelling tot bij de conferentie in 1985 in Wenen was de milieubeweging prominent aanwezig. De andere pressiegroep, de CFK-industrie, was zoals altijd goed vertegenwoordigd, evenals de media (Benedick 1991, 74). De Verenigde Staten eisten dat een overeenkomst pas geldig zou worden als de landen die gezamenlijk verantwoordelijk waren voor 90% van de consumptie van CFK's, zouden hebben getekend.⁹ De Sovjet-Unie met 10% en Japan met 13% van de consumptie zouden hiermee een veto in handen krijgen. Dit was een erfenis van de interne Amerikaanse controverse en de laatste, op zichzelf slimme, poging van de opposanten van regulering om een overeenkomst onmogelijk te maken. Verwarring ontstond en mislukking dreigde. In het bereikte compromis werd de 90% veranderd in 67%. Een aantal belangrijke naties, waaronder de voornaamste EG-lidstaten (evenals de EG zelf) en Japan, tekende de overeenkomst waarin werd besloten tot een bevroering van produktie en consumptie in 1990 op het niveau van 1986. Voor 1 januari 1994 werd een reductie van 20% afgesproken met een verdere reductie van 30% in 1999. De produktie van halonen zou medio de jaren negentig worden bevroren. Voor de invoering van nieuwe technologie voor CFK-ervangende stoffen in ontwikkelingslanden werd een fonds gesticht. Belangrijk was de afspraak om uiteindelijk tot een stopzetting van de produktie te komen. Tevens werd afgesproken dat de UNEP de landen kon bijeenroepen op grond van nieuwe informatie. Voor het eerst sinds 1978 was er concrete voortgang geboekt. Wel waren er nogal wat uitzonderingsclausules. Zo konden ontwikkelingslanden hun lage consumptie nog wat opvoeren.

Samenvattend: medio 1986 begon de cruciale fase die leidde tot het, gezien de moeilijke uitgangspositie op dat moment, verrassende resultaat van Montréal in september 1987, namelijk dat er een overeenkomst kwam. Van belang waren:

- de positiebepaling in de Verenigde Staten, waarbij zich een forse controverse tussen voor- en tegenstanders van regulering voordeed; de internationale positie van de Verenigde Staten werd daardoor tot in 1987 ongeloof-

waardig; de pro-regulatie-factie won dit conflict en was ook diplomatiek zeer actief;

- de interne standpuntbepaling in de EG; de Europese Commissie liep volledig aan de leiband van de industrie in Frankrijk en Engeland, tot binnen de EG een breuk optrad;

- de opstelling van de Sovjet-Unie; 'glasnost' begon invloed te krijgen op het internationale optreden van het Kremlin;

- Japan; de regering boog na aanvankelijk verzet naar het Amerikaanse standpunt toe;

- de opstelling van de Derde Wereldlanden; gezien hun lage consumptie werd voor hen een (tijdelijke) uitzonderingspositie getroffen.

Kernthema's in Montréal; de tegenstelling tussen de Verenigde Staten en de Europese Gemeenschap

Benedick (1991, 77-97) noemt zeven thema's waarop het overleg in Montréal en in de aanloopfase zich toespitste. Bij ieder thema werd de tegenstelling tussen de Verenigde Staten en de EG manifest. De belangrijkste controverse betrof de status van de EG versus die van de lidstaten. De EG wilde met het oog op Maastricht 1992 als één verdragspartij worden behandeld, maar kon niet garanderen dat alle aangesloten landen meededen. Griekenland, Portugal en Ierland ontbraken zelfs in Montréal. Een aantal landen, waaronder de Verenigde Staten, vreesden dat productie reducerende landen als West-Duitsland capaciteit zouden vrijmaken voor andere landen binnen de EG. In de laatste fase van Montréal dreigde alles spaak te lopen op dit punt. De milieuminister van Nieuw Zeeland opperde het compromis dat de EG-landen een *gezamenlijk* plafond voor consumptie zouden aanhouden en een plafond per land voor de productie. Alle EG-landen afzonderlijk plus de EG zelf dienden het verdrag te ratificeren. Dit compromis werd aanvaard.

De Verenigde Staten ratificeerden het verdrag in maart 1988 als een van de eerste landen. Kort voor de deadline van 1 januari 1989 - die bij overschrijding een vertraging van negen maanden voor het in werking treden van het verdrag zou hebben opgeleverd - ratificeerde de EG. In de vorming van het internationale regime functioneerden de Verenigde Staten als een politieke eenheid met een nationale publieke opinie, met een gecoördineerde milieubeweging en met een vooraanstaande en krachtige wetenschappelijke gemeenschap. De EG trad ook op als politieke eenheid, maar zonder een, de lidstaten overkoepelende, publieke opinie, zonder media die de hele gemeenschap bestreken, zonder een gecoördineerde milieubeweging

en zonder een krachtig wetenschappelijk forum dat tot Brussel en Straatsburg doorklonk. Manifest werd hier hoe zwak de politieke democratie in de EG is geïnstitutionaliseerd. In de ozonkwesitie opereerde de Europese Commissie, zoals gezegd, tot in 1987 overwegend als pleitbezorger van de belangen van twee grote CFK-producenten, ICI in Engeland en Atochem in Frankrijk, daarbij gesteund door Italië en niet in de weg gelopen door de andere Zuidelijke lidstaten.

Aanscherping van het ozonregime (1987-1992)

Inmiddels was de tweede ozon-expeditie naar Antarctica gaande. Nu beschikte men over twee vliegtuigen met speciale apparatuur, waarvan er één op tamelijk riskante wijze op zeer grote hoogte bij extreem lage temperaturen waarnemingen deed. Harde gegevens over de correlatie tussen toename van chloor en afname van ozon kwamen op tafel. Gelijktijdig toonde Farman aan dat daling van temperatuur in Antarctica chloor van een niet-actief in een actief stadium bracht, en kwam Molina met zijn reeds gereleveerde, opzienbarende artikel in *Science*. In hetzelfde tijdschriftnummer publiceerde een andere onderzoeker gelijklopende resultaten die met behulp van een ander type laboratoriumexperimenten waren verkregen. Op 1 december 1987 bracht de Amerikaanse senator Al Gore,¹⁰ in de race voor presidentskandidaat van de Democratische Partij, het ozonthema ter sprake in een prime-time tv-debat met andere kandidaten. Op 14 maart 1988 ratificeerde de Senaat het Verdrag van Montréal met 83 tegen 0. Dezelfde dag kwam een rapport van het Ozone Trends Panel uit waarin wereldwijd verlies van ozon werd vermeld. 'The panel's conclusions made headlines around the world. Ozone layer depletion was no longer a theory; at last it had been substantiated by hard evidence. And CFCs and halons were now implicated beyond reasonable doubt.' (Benedick 1991, 110) Vier dagen later besloot DuPont om de productie van CFK's te stoppen zodra vervangende middelen beschikbaar waren.

In Engeland deed hetzelfde reactiepatroon zich wat later voor (Maxwell & Weiner 1993, 28-36). In augustus 1987 publiceerde de U.K. Stratospheric Ozone Group een overzicht van de wetenschappelijke stand van zaken. Terwijl de inhoud van het rapport internationale opvattingen goed weergaf, accentueerde de door het Department of Environment geschreven conclusie dat men over oorzaken van het gat in de ozonlaag niets kon zeggen. Toch reageerden de regering, de industrie en het publiek in Engeland nu wél met bezorgdheid. Nog midden jaren tachtig had Thatcher zich uiterst negatief over de milieubeweging uitgelaten en deze betiteld als een 'derde colonne'. Maar in september 1988 hield zij een rede voor de Royal Society waarin

zij beklemtoonde dat een gezonde economie en een gezond milieu nauw samenhangen en specifiek aandacht gaf aan het ozonprobleem. Prins Charles had zich al eerder negatief uitgelaten over CFK's in spuitbussen - in Engeland nog de voornaamste toepassing - en in beide Huizen van het Parlement klonken nu, onder invloed van de opwinding binnen de milieu-beweging, de media en de bevolking, kritische geluiden over de slechte reputatie die de regering het Verenigd Koninkrijk op dit punt had bezorgd. ICI ging om, in tegenstelling tot Atochem en de Franse regering.¹¹ Omstreeks diezelfde tijd - in de winter van 1988-89 - werd tijdens een ozon-expeditie naar de Noordpool van Duitse, Engelse, Noorse en Amerikaanse onderzoekers waargenomen dat de concentraties van chloorverbindingen in de atmosfeer vijftig tot honderd maal groter waren dan voorspeld (Benedick 1991, 120).

In West-Duitsland werd in de zomer van 1988 een ronde van parlementaire hoorzittingen over de ozonkwestie gehouden waarin men tot de conclusie kwam dat verdergaande maatregelen dan afgesproken in Montréal nodig waren. Ook in Nederland kwamen in de periode 1987-1989 de ecologische kwestie en in het bijzonder het ozonvraagstuk opnieuw prominent op de politieke agenda (Gijswijt en Van der Vliet 1993, 22), waarbij niet zonder belang is dat de economie in die periode floreerde.

Met de standpuntverandering van de Britse regering sloeg de balans tussen voor- en tegenstanders van regulering binnen de EG om. Op 2 maart 1989 besloot de Raad van ministers van de EG om verder te gaan dan het voorstel van de Spaanse voorzitter (reductie van produktie en consumptie van CFK's met 85% op termijn) en tot een volledige stopzetting te komen. De verschillen van mening tussen de Verenigde Staten en de EG waren verdwenen (Skjaereth 1992, 299). In de meeste landen van de EG stopte de industrie met de toepassing van CFK's in spuitbussen voordat een verbod van kracht werd.

Na Montréal zijn verdergaande afspraken over reductie en stopzetting van de produktie van CFK's en verwante stoffen op de conferenties van Londen 1990 en Kopenhagen 1992 gemaakt. Een wereldwijd ozonregime werd in de vijf jaar tussen Montréal en Kopenhagen gevestigd. De in Montréal gemaakte afspraken werden aangescherpt, omdat de modelberekeningen over afname van de ozonlaag steeds achterhaald werden door nieuwe waarnemingen, die de bezorgdheid vergrootten. Het regime kreeg een veelomvattend en gecompliceerd karakter: het aantal deelnemende landen groeide flink, steeds meer stoffen werden in de regulering betrokken, en de verdragspartners maakten steeds strengere afspraken¹² over de toegestane niveaus van produktie en consumptie. Met ontwikkelingslanden - met name China en India waren hierin partij - werden financiële afspraken

gemaakt over toewijzingen vanuit het fonds voor steun bij de overschakeling van CFK's op alternatieven. Iedere regeling voor vermindering of stopzetting van productie en consumptie staat of valt met nauwkeurige, valide gegevens die door de landen zelf worden verstrekt. Dit is nog steeds een groot probleem. De berekening van bijdragen aan en van het gemeenschappelijke fonds vergt het opstellen van nauwkeurige procedures en ondersteuning door een administratief apparaat.

Het ozonregime heeft door dit alles het karakter van een internationale bureaucratie gekregen waarin alleen nog wetenschappelijke en ambtelijke specialisten en diplomaten de weg weten. De economische gevolgen van het regime blijken beperkt; voorspellingen van economische rampen zijn niet uitgekomen. Nieuwe technologie die CFK's en halonen kon vervangen kwam snel tot ontwikkeling. De grote industrieën kregen toegang tot een nieuwe, profijtlijke markt van vervangende stoffen, die effectief werd beschermd tegen aanbod van de goedkope CFK's. Er is voortgaand overleg over de regulering van andere de ozonlaag bedreigende stoffen, waarbij zich weer hetzelfde patroon voordoet: staten die vermindering of stopzetting van productie en gebruik wensen versus staten die dit om redenen van economisch korte-termijnbelang niet of pas in een later stadium willen. Van de grote landen behoort met name Frankrijk tot de permanente opposanten van regulering.

Achtergronden van maatschappelijke reacties op het ozonvraagstuk

Ter verklaring van de geslaagde vestiging van het ozonregime zijn in de literatuur de volgende de volgende punten genoemd:

a) Voor de signalering van het ozonprobleem was de wereld volstrekt afhankelijk van de natuurwetenschap. De kennis van het wereldklimaatstelsel is enorm toegenomen en voor de definiëring van de ozonkwestie als politiek vraagstuk is het bereiken van een zekere wetenschappelijke consensus doorslaggevend geweest Haas (1991) spreekt van het ontstaan van een ecologische epistemologische gemeenschap, Benedick (1991) van een wetenschappelijke gemeenschap die met zijn onderzoek divergerende nationale belangen op één lijn bracht. Maxwell en Weiner (1993) daarentegen beklemtonen dat vooral de waarneming van het gat in de ozonlaag in 1986 de wetenschappelijke gemeenschap grond onder de voeten gaf, hoewel men voor het ontstaan ervan nog geen sluitende verklaring had. De publieke opinie en de regering in Engeland raakten pas onder de indruk toen de ozonlaag op het Noordelijk Halfrond afbraak leek te vertonen.

- b) Consumenten hebben in de periode 1974-1980 via een door de milieubeweging gestimuleerde kopersstaking de markt voor CFK's aanmerkelijk gereduceerd, vooral in de Verenigde Staten, maar daarnaast ook in (delen van) West-Europa.
- c) CFK's waren niet onmisbaar. Technologie voor vervangende middelen kwam vrij snel beschikbaar (Haas 1991).
- d) De chemische industrie had een flink belang bij CFK-productie, maar was er niet van afhankelijk. Het aantal fabrieken bedroeg 17 in 16 landen (Skjaereth 1992, 296). Het betrof een overzichtelijke, vrij gemakkelijk controleerbare markt. Het Protocol van Montréal voorzag in die controle waardoor het gevaar, dat 'onverschillige' bedrijven en landen door zouden gaan met produceren, consumeren en eventueel export, sterk afnam (Skjaereth 1992; Maxwell en Weiner 1993).
- e) De Verenigde Staten hebben met hun sterke wetenschappelijke¹³ en economische machtspositie grote invloed uitgeoefend op het bereiken van internationale consensus over beleid inzake de ozonkwesitie.
- f) De afbraak van de ozonlaag in de stratosfeer is een probleem dat alle landen kan treffen.
- g) Een door de regering Reagan voor de Verenigde Staten opgestelde kosten/baten-analyse van CFK-toepassingen leverde doorslaggevende argumenten op voor afschaffing. Een bijkomend voordeel van het gevoerde beleid was dat CFK's (en halonen) ook bijdragen aan het broeikas-effect (Skjaereth 1992).
- h) De VN en daarbinnen de UNEP zijn van grote betekenis geweest voor het leveren van organisatorische ondersteuning voor de internationale onderhandelingen.
- i) Veel auteurs noemen de belangrijke rol van personen in het vormen van individuele netwerken binnen en tussen instituties. Een beperkt aantal voorvechters van een ozonregime raakte met elkaar bekend in kleine persoonlijke netwerken, waardoor de gremia van wetenschap, regering en bureaucratie, industrie en milieubeweging met elkaar verbonden raakten.
- Benedick (1991), als topdiplomaat van de Amerikaanse regering persoonlijk betrokken bij het onderhandelingsproces, is het meest positief over wat in Montréal en daarna is bereikt. Er zijn andere redelijk succesvolle internationale verdragen gesloten maar Montréal springt eruit (vgl. ook Caldwell 1988; Susskind & Ozawa 1992). Hij is hoopvol gestemd over de voorbeeldwerking van het ozonverdrag. Alle andere auteurs die over de zaak geschreven hebben delen tot op zekere hoogte dit oordeel. Zij zijn echter minder optimistisch over de vorming van een regime voor andere mondiale milieuproblemen, met name klimaatverandering door uitstoot van broeikasgassen.

Met de hier gegeven opsomming is de vraag naar de verklaring van de vorming van het ozonregime, en van daarmee te vergelijken internationale regimes, nog niet afdoende beantwoord. In onderstaande paragrafen zal ik een aantal suggesties doen die tot een meer systematische verklaring kunnen bijdragen.

Relatieve autonomie en internationale organisatie van de wetenschap als voorwaarden voor probleemsignalering

Nadat Rowland en Molina in 1974 hun ontdekking hadden gedaan, ondernamen zij allerlei acties in een zekere volgorde, waarmee zij onbedoeld lieten zien hoe politieke agendavorming verloopt. Allereerst dienden zij steun van gezaghebbende collegae te krijgen die het belang van hun theorie konden bevestigen. Dit gezag van de hoge wetenschap geeft toegang tot media en regeringskringen en vormt een zekere bescherming tegen te verwachten zware kritiek van 'tegenstanders'. Reputatie en aanzien vormen de draaggolf voor het overbrengen van de wetenschappelijke boodschap. Rowland was een gerenommeerd onderzoeker, werkzaam bij een uitstekend instituut, en hij had toegang tot de bestuurlijke netwerken van de NSF, de NAS en NASA. Maar hij kwam wel met een moeilijke boodschap aanzetten. CFK's hadden juist de reputatie uiterst veilig te zijn door hun extreme chemische stabiliteit. Om het gevaar van CFK's te doorzien moest een flinke mentale sprong worden gemaakt. Rowland zelf zag vanwege de chemische inertie van CFK's geen risico aan hun mogelijke verblijf in de stratosfeer. Hij wachtte meer dan een jaar met het inschakelen van een assistent voor nader onderzoek naar de stratosfeer als reservoir voor CFK's. En de beslissing om na te gaan wat er met de CFK's gebeurde had alles te maken met wetenschappelijke nieuwsgierigheid en ambitie en niets met bezorgdheid over schadelijke effecten.

In de kring van collegae vonden Rowland en Molina gehoor voor hun theorie, maar er was ook veel scepsis. Zij waren chemici en geen meteorologen, en in laatstgenoemde kring was het ongeloof groot. Britten hadden een grote naam in het klimaatonderzoek, en een zekere naijver tussen zowel specialismen als landen speelde een rol.

Intussen stimuleerde de theorie van Rowland en Molina nauwelijks tot onderzoek naar de ozonlaag, omdat deze slechts een zeer geleidelijke afname van de dikte daarvan veronderstelde. Meer dan tien jaar later, in 1985, kwam Joe Farman met de publikatie van zijn geruchtmakende ontdekking van het gat in de ozonlaag boven Antarctica. Hoezeer onderzoekers beducht zijn voor hun reputatie, blijkt uit de vertraging van twee jaar

die Farman zich moest veroorloven bij het publiceren. De NASA bevestigde de resultaten van Farman via een andere waarnemingsmethode, waardoor de zaak wetenschappelijk in een enorme stroomversnelling raakte. De alternatieve theorieën buitelden over elkaar heen, maar dat duurde kort. De tweede expeditie naar Antarctica bracht de wetenschap sterker op één lijn. De 'ecologische epistemologische gemeenschap' (Haas 1991, 225-226) die al langer bestond, kreeg groot internationaal gewicht door de vorming van het door Watson (NASA) opgerichte Ozone Trends Panel. Dit voorzag in eenheid van perceptie van 'bepaalde feiten en hun oorzaken' en infecteerde regeringen over de hele wereld met het virus van die uniforme perceptie. Het is daarnaast opvallend dat de aandacht voor de kwestie enkele keren werd gestimuleerd door ontdekkingen die vanuit wetenschappelijk gezichtspunt multi-interpretabel en discutabel waren, maar wel sterk tot de verbeelding van publiek en politici spraken, zoals het gat in de ozonlaag in Antarctica en de ogenschijnlijke verdunning van de ozonlaag boven het dichtbevolkte Noordelijk Halfrond, waardoor het probleem dichterbij huis kwam.

In parlementaire democratieën beschikt de wetenschap over een behoorlijke mate van autonomie, hoewel budgetten vooral van de overheid afkomstig zijn. Op grond van de hier behandelde studies kan worden geconcludeerd dat de speelruimte voor zelfstandig opereren van de wetenschap in de Verenigde Staten groter was en mogelijk nog is dan in Engeland. De NAS en de NSF stimuleerden wetenschappelijke discussies, nationaal en internationaal; ze konden zelf budgetten formuleren voor de eerste ozon-expeditie naar Antarctica en hadden de vrijheid die op touw te zetten. Engelse deskundigen vormden belangrijke gesprekspartners voor de Amerikanen. Deskundigen uit andere landen brachten weinig in.

Strijd tussen milieubeweging en industrie om steun van publiek en regering

In de Verenigde Staten waren de eerste reacties van zowel de milieubeweging als de CFK-fabrikanten in de ozonaffaire sterk ideologisch bepaald. De milieubeweging liet zich snel overtuigen van de ernst van de zaak. Via de media werd het publiek gealarmeerd en een kopersstaking van spuitbussen op gang gebracht. De kopersstaking had tevens politieke betekenis voor de Amerikaanse regering, die in 1978 het verbod op toepassing van CFK's in spuitbussen afkondigde. De industrie zag zich gedwongen om technologie voor vervangende stoffen te ontwikkelen, maar stopte hier omstreeks 1980 mee omdat de publieke opinie minder bezorgd raakte. Men pakte die draad

pas in 1986 weer op nadat de ontdekking van het gat in de ozonlaag de thermometer van de publieke opinie opnieuw had opgejaagd.

In West-Europa werd na een korte geringe afname - eveneens in gang gezet door een kopersstaking - de produktie weer opgevoerd, na 1981 zelfs zeer sterk. De Amerikaanse industrie kreeg hierdoor een groot belang bij mondiale regulering, wat in het beleid van de Amerikaanse regering in de tweede helft van de jaren tachtig tot uiting komt. Mogelijk hebben in Europa de kwestie van de zure regen en het ongeluk in Tsjernobyl het ozonvraagstuk enigszins van de agenda gedrukt (Benedick 1991, 28).

De CFK-industrie in Amerika en Europa heeft al met al terughoudend en, ook in commercieel opzicht, conservatief gereageerd. Er was geen sprake van dat de grote fabrikanten als DuPont in de Verenigde Staten, ICI in Engeland en Atochem in Frankrijk economisch echt werden bedreigd door een verbod op CFK's. Wel hanteerde men soms de retoriek van de bedreiging van de economie van het land en zelfs van de eigen 'way of life'. Industriële kringen hebben vaak grote invloed op regeringen en politici en kunnen hun definitie van de situatie dan opleggen omdat zij in werkgelegenheid voorzien. Zij beschikken minimaal over een grote mate van *hindermacht*. De toepassing van hindermacht werkt vertragend op besluitvorming, althans gezien vanuit het standpunt van de partij die iets wil veranderen.

De Reagan-regering oriënteerde zich ideologisch sterk op de gedachte van noninterventie op de markt en leende de CFK-industrie een gewillig oor. Toen de nare feiten over de uitwerking van CFK's op de ozonlaag zich opdrongen - de wetenschappelijke afdeling van DuPont onderschreef in 1986 dit oordeel - accepteerde de industrie in de Verenigde Staten een vermindering van en vervolgens een verbod op produktie. Er ontstond een nieuwe, profijtelijke wereldmarkt voor duurdere, CFK-vervangende producten.

Probleembesef, causale perceptie en handelingsbereidheid bij de bevolking

In veel landen toont het publiek zich bezorgd over het milieuvraagstuk. Onderzoek wijst uit dat mensen zich toch pas echt druk maken - emotionele bezorgdheid tonen, zelf willen handelen, beleid terzake willen accepteren - wanneer een milieuprobleem hen direct raakt (Midden 1993, 12). Wanneer is dit het geval? Onzekerheid over de causale structuur van een probleem en over de kans dat bepaalde oorzaak-effect patronen zich zullen voordoen vermindert handelingsbereidheid. Daarnaast is het groeps karakter

(Midden 1993, 11) of de sociale structuur van een milieuprobleem van invloed op de handelingsbereidheid van mensen. Wanneer effecten van eigen gedrag niet aantoonbaar zijn omdat ze verdwijnen in de grote hoop, neemt de handelingsbereidheid af.

Het milieuvraagstuk in zijn algemeenheid - veel verschijnselen en oorzaken, iedereen is betrokken - geeft dan ook weinig of geen aanknopingspunten voor causale perceptie en bereidheid om te handelen (Tellegen & Wolsink 1992, 106). In Nederland is in onderzoek (Midden 1993, 11) gebleken dat 75% van de respondenten het broeikas effect als onzeker qua omvang en tijdstip van optreden beschouwt. 60% vindt de risico's vaag. Men beschouwt de eigen bijdrage aan het probleem als zeer gering, acht anderen veel meer verantwoordelijk en toont een lage handelingsbereidheid.

Men zou verwachten dat het ozonvraagstuk vergelijkbare reacties oproept. Het is immers een probleem dat zich pas op langere termijn manifesteert, het gaat om stoffen die mensen niet kunnen zien of ruiken, die ver boven hun hoofd iets kapot maken, waardoor ze kwetsbaar worden voor straling die ze evenmin kunnen waarnemen. Toch werd in de Verenigde Staten in 1974 onmiddellijk en heftig door de bevolking gereageerd op de ontdekking van het ozonvraagstuk. Met de ontdekking van het ozongat boven Antarctica en van afname van ozonlaag - op dat moment wetenschappelijke raadsels - gebeurde hetzelfde. Hoe is dit te verklaren?

De heftigheid van die reactie is verklaarbaar vanuit de persoonlijke belevingswereld van mensen. Ongeveer iedereen weet dat onzichtbare straling gevaarlijk kan zijn en met name kanker kan veroorzaken. Het broeikas effect is veel indirecter en vager verbonden met eigen gezondheid en welzijn. Verder was in 1974 de specialistische kennis van de in het geding zijnde causale mechanismen gering en konden specialisten naar eer en geweten een eenvoudige voorstelling van zaken verschaffen.

Longitudinaal onderzoek naar milieugedrag en milieubesef in Nederland wijst uit dat twee kennisvragen naar het milieurisico van CFK's in koelkasten en de werking van CFK's in koelkasten door omstreeks 77% respectievelijk 67% van de respondenten goed worden beantwoord. Die vragen hebben een elementair karakter.¹⁴ Wanneer de kennis van een probleem waarover mensen beschikken beperkt is, en specialisten het lastig vinden om eenduidige interpretaties te verschaffen, ontstaat een *instabiel probleembesef*. Ieder brokje nieuwe informatie over een potentiële dreiging kan het probleembesef sterk beïnvloeden. Wetenschappelijke waarnemingen waarvan de definitieve empirische bevestiging en de interpretatie nog tal van vragen oproepen, kunnen toch sterk de aandacht van het publiek, de

media en de politiek trekken. Maar omgekeerd kunnen waarnemingen die bij deskundigen grote zorg doen ontstaan het lekenpubliek koud laten.

Doorslaggevend voor het succes van de kopersstaking in Amerika en delen van West-Europa in de jaren zeventig was dat mensen naar hun eigen idee een duidelijk beeld hadden van wat er aan de hand was. Het causale verband tussen de afbraak van de ozonlaag en het in de stratosfeer komen van CFK's, alsmede de eigen bijdrage hieraan via de aankoop van spuitbussen, was goed te bevatten. De campagne startte in de woonplaatsen van de betrokken, spraakmakende geleerden. De milieubeweging trad coherent en goed georganiseerd op. Later is in de Verenigde Staten het McDonaldsconcern via een kopersactie gedwongen om verpakkingsmateriaal dat werd geproduceerd met CFK's te vervangen door ander materiaal. Het ging in beide gevallen niet om erg belangrijke consumptieartikelen en alternatieven waren voorhanden. Persoonlijke nadelen van gedragsverandering waren gering. De andere toepassingen van CFK's dan in spuitbussen, zijn zelden object van een kopersstaking geweest. Bij de productie van auto's en consumentenelectonica zijn heel wat CFK's gebruikt. Nergens is geprobeerd de fabrikanten van die producten via de consumenten te beïnvloeden. In de optiek van de koper is het CFK-gebruik dan slechts een aspect van de koopbeslissing. Voor koelkasten gold ook dat ze 'onmisbaar' zijn en dat geen milieuvriendelijk alternatief voorhanden was. Recent is de situatie veranderd in die zin dat de milieubeweging in Duitsland de productie van koelkasten die werken met een mengsel van butaan en propaan als koelmiddel op gang heeft weten te brengen, waardoor consumenten wel kunnen kiezen, zoals bij spuitbussen al eerder het geval was.

Omstreeks 1978 trad een fase in waarin de zich differentiërende kennis en interpretaties van specialisten onzekerheid opriepen bij het publiek en bij politici en bestuurders. Zelfs de ontdekkers van het probleem taxeerden op een goed moment het tempo van afbraak van de ozonlaag veel lager dan in de beginperiode. De ontdekking van het gat in de ozonlaag in 1985 en met name de computergestuurde simulaties in kleur van de af- en toenemende diktes van de ozonlaag boven de Zuidpool werkten enorm op de verbeeldingskracht van journalisten, bestuurders en politici, en het publiek.

De per land uiteenlopende reacties op het ozonvraagstuk hebben vermoedelijk te maken met historisch gegroeide patronen van gevoeligheid voor de ecologische kwestie in zijn algemeenheid. De rol van de media kan mogelijk een deel van die verschillen verklaren. Onderzoek in Nederland wees uit dat kwantitatieve verschillen in de berichtgeving van kranten over het milieuvraagstuk doorwerken in de opinies van de lezers (Gutteling &

Caljé 1993, 14-9). Het mediabeleid in de diverse landen kan ook systematische verschillen vertonen.

De opstelling van regeringen

Besturen is heel vaak schipperen met strijdige belangen en het uitwerken van compromissen. Met het ozonvraagstuk viel en valt echter niet zoveel te schipperen. Doorgaan met produceren en consumeren van ozonbeschadigende sporegassen levert nadelen op die veel groter zijn dan de financiële en praktische bezwaren van stopzetting van de toepassing van de gewraakte chemische stoffen. De meest voorkomende stellingname van regeringen was dat de schadelijke werking van CFK's bewezen diende te zijn alvorens men maatregelen wenste te treffen. Dit is een vorm van risicoperceptie waarop principiële kritiek mogelijk is. In de Verenigde Staten bestaat een invloedrijke stroming die bij een vermoeden van schade in de toekomst de bewijslast wil omdraaien. In de beginfase van het internationale overleg over de ozonkwestie bestond hierover ernstig verschil van mening tussen de Verenigde Staten en de EG.

De Verenigde Staten hebben het vraagstuk op de internationale politieke agenda geplaatst en waren hiertoe als één van de zeer weinige landen in staat. Het *initiatiefpotentieel* van de Verenigde Staten berustte op de beschikbaarheid van wetenschappelijke expertise, op de relatieve autonomie van de wetenschap - men dient de ruimte te hebben om zelfstandig vrij forse investeringen te plegen - en op een vrij hoge mate van pluriformiteit van opvattingen over het milieuvraagstuk binnen de (federale) overheid. Onder Reagan deed zich een fors conflict voor tussen de staf van het Witte Huis en het Office of Management and Budget enerzijds en het EPA en het State Department anderzijds. In het Congres is er voor afgevaardigden en senatoren ook vrij veel ruimte om zelfstandig standpunten in te nemen en uit te werken. De hoorzittingen van de Senaat zijn veelvuldig benut om informatie over de ozonkwestie te verwerven en te evalueren. Tijdens het conflict met de staf van het Witte Huis en het Office of Management and Budget behielden EPA en State Department voldoende ruimte om in binnenland en buitenland hun pro-regulatiecampagne door te zetten. In het Engeland van Thatcher was dat vermoedelijk volstrekt onmogelijk geweest.

Tot en met Montréal zijn de Verenigde Staten de drijvende kracht geweest achter de vestiging van het ozonregime. Dit was ook het geval met een internationale regeling voor radio-actief afval en het tegengaan van vervuiling van de zee (Liberatore 1993, 14). Onder Reagan en Bush is de voortrekkersrol van de Verenigde Staten wel verzwakt. De politieke kleur

van een regering is zeker van invloed op het milieubeleid. Het zou dan ook onjuist zijn om het actieve beleid van de Verenigde Staten inzake de ozonkwestie representatief te achten voor het totale internationale milieubeleid van dit land.¹⁵

In de vorming van het ozonregime hebben naast de Verenigde Staten ook Canada en enkele Noordepese landen een stimulerende rol gespeeld, met daarnaast in latere fasen de BRD (Duitsland) en Nederland. Frankrijk, Italië en Engeland hebben zich afkerig van een straf regime opgesteld. Andere EG-landen stelden zich voornamelijk neutraal op. Dergelijk beleid van regeringen werd veelal niet gehinderd door kritiek van de eigen media en bevolking.

Als economische en politieke grootmachten hadden vermoedelijk verder alleen Japan en de voormalige Sovjet-Unie het initiatiefpotentieel voor de vestiging van een ozonregime. De EG zou hier ook bij kunnen horen, maar heeft het nadeel van de moeizame interne besluitvormingsprocedures. De noodzaak om belangrijke beslissingen unaniem dan wel met een grote gekwalificeerde minderheid te nemen legt veel veto- of hindermacht bij lidstaten die de status quo wensen te handhaven. Daarnaast heeft de EG een traditie opgebouwd van consultatie van pressiegroepen. Over het beleid inzake het ozonregime is uitvoerig overleg gevoerd met de betrokken industrieën en hebben de milieugroepen blijkbaar weinig moeite gedaan te interveniëren (Mazey & Richardson 1993, 123). Tegenover de Europese Commissie en de Raad van Ministers neemt het Europese Parlement een zwakke positie in.

Risicoperceptie en cognitieve stijl

De moeilijkheid waarmee Rowland en Molina en met hen de probleemsig-nalerende wetenschap werden geconfronteerd is dat in moderne industriële samenlevingen een fundamentele overschatting bestaat van de mogelijkheden om risico's van activiteiten via wetenschappelijke analyse compleet en afdoend te taxeren. Er zijn vier afzonderlijke dimensies te onderkennen in het waarnemen van relaties tussen mensen en de natuur (Wynne 1992, 115-117):

1) *Risico's* binnen een bekend systeem kunnen worden berekend. Het staat nu vast dat verdunning van de ozonlaag leidt tot een vergrote kans op huidkanker, staar, verminderde werking van het afweersysteem bij mensen en (soms) bij dieren, en in afbraak van chlorofyl in planten met gevolgen voor de zuurstofproductie in de oceaan en op land.

2) Daarnaast zijn er *onzekerheden* over parameters van een vaag bekend systeem. Over wat er met de ozonlaag te gebeuren staat is nog veel onduidelijk.

3) Veel lastiger is het omgaan met *onbekendheden*. Twee in deze eeuw ontwikkelde chemicaliën, DDT en CFK's, zijn aanvankelijk met enorm enthousiasme ontvangen. Pas veel later zijn met veel moeite de produktie en het gebruik ervan teruggebracht op grond van het onderkennen van werkingen die totaal niet voorzien waren. *Naarmate wetenschapstoepassing zich verbreidt neemt het domein van de onwetendheid toe.*

4) De conventionele risico-analyse behandelt alle onzekerheden als behorend tot een oorzaak-gevolg-systeem dat in principe kenbaar is en waarop schattingsmethoden mogen worden losgelaten. De sociale inbedding van technologie introduceert een type risico dat is gebaseerd op onbepaaldheden die ontstaan door menselijk doen en laten.¹⁶ De inschatting van risico's van kernenergie is gebaseerd op vooronderstellingen over een hoog niveau van onderhoud en beheer van kerncentrales. Zolang die veronderstellingen kloppen hebben de risicoberekeningen een zekere validiteit. Maar onbepaaldheden als stommiteiten in het beheer en kwaadwillige manipulatie van (onderdelen van) kerncentrales zijn *niet in een risicoberekening onder te brengen.*

De mythe van de onkwetsbaarheid van de natuur in combinatie met een vaag maar sterk vertrouwen in de inventiviteit van mensen beheerste het denken over de ozonkwestie van de regering Thatcher en van een deel van de regering Reagan langdurig. Dit denken vindt uiteraard een voedingsbodem in opvattingen die leven onder de bevolking. Die mythe vormt onderdeel van een cognitieve stijl (Haskell 1985) van haast onbegrensd optimisme over het incasseringsvermogen van de natuur, alsmede over de wetenschappelijke vindingrijkheid van toekomstige generaties om oplossingen voor milieuproblemen te bedenken. Vanuit een diffuus vertrouwen in de natuurwetenschap en de technologie heeft men te weinig oog voor het type risico's die Wynne onzekerheden, onbekendheden en onbepaaldheden noemt. Het vooruitgangsoptimisme (Achterhuis 1988) hanteert de retoriek van de vernieuwing en de groei als remedie voor maatschappelijke problemen. Ze combineert dit met een zorgeloze benadering van mondiale milieurisico's, zoals die in onder meer in de ozonkwestie naar voren kwam. Dat abstracte vertrouwen schept blijkbaar de ruimte om concrete waarschuwingen van natuurwetenschappers te negeren.¹⁷

Er zijn tekenen van het ontstaan van een cognitieve stijl waarin een principieel andere, en veel meer behoedzame houding tegenover de natuur naar voren komt. Mensen, dan wel hun regeringen, kunnen zich voornemen om omvangrijke delen van een nu nog relatief ongerepte natuur volledig

met rust te laten. Een voorbeeld is Antarctica waar zowel grondstoffenwinning als de jacht op walvissen in de omringende zeeën verboden zijn. De domeinen van onwetendheid en onbepaaldheid waar men voor onaangename verrassingen kan komen te staan worden dan enigszins ingeperkt. Vanuit een cognitieve stijl waarin terughoudendheid tegenover de natuur maatgevend wordt krijgt het milieuvraagstuk minder het karakter van een vorm van tegenslag.

Noten

* Een eerdere versie is uitvoerig van commentaar voorzien door Marijke Gijs-wijt, G.H. Können, Ton Korver en Nico Wilterdink. Verder heb ik dankbaar gebruik gemaakt van opmerkingen van Bart van Heerikhuizen, H. Kelder, Maarten Mentzel en Johan Sterk.

1. Zie bijlage.

2. Het Protocol van Montréal van september 1987 reguleerde 8 stoffen verdeeld in twee groepen, met een regeling voor het toevoegen van andere stoffen op de lijst, indien noodzakelijk. De tweede lijst, opgesteld in Londen in 1992 bevatte al 29 stoffen verdeeld in drie groepen (Benedick 1991, 241; 256-257).

3. Benedick (1991, 1-8; 210-211). In Nederland bestond op het Ministerie van VROM na Montréal een euforie over het behaalde resultaat (persoonlijke waarneming).

4. Johnston (1992, 29), een van de eerste topdeskundigen die door Rowland en Molina werden geraadpleegd: 'For the next few years, the industry took the initiative in polarizing the situation and, typically, misrepresented the contents of a scientific article and ridiculed the misrepresented portion.' In een nieuwsbrief aan de leden van 1 november 1976 betitelde de National Academy of Sciences het optreden van DuPont als onwaardig voor een grote instelling die zo belangrijk heeft bijgedragen aan het chemisch

onderzoek en technologische vooruitgang.

5. Men voorspelde afnames van de dikte van de laag van 3 tot 19% in vijftig tot honderd jaar (Benedick 1991, 13).

6. Al in september 1975 had UNEP een wetenschappelijke conferentie over de Amerikaanse bevindingen inzake de ozonlaag. Na 1975 is UNEP zeer actief blijven optreden (Benedick 1991, 40-50). voor de tekst van de raamovereenkomst van Wenen zie idem, 218-229.

7. Japanse onderzoekers hadden al eerder gewezen op lage ozonlaagwaarden boven Antarctica (Chubachi 1985) maar Farman bracht de wetenschappelijke wereld en de publieke opinie in beweging.

8. Zie Gribbin (1992, 83). De metingen vanaf de grond gebeuren met een spectrograaf die een kolom lucht met ozon uitdrukt in alle moleculen ozon bijeengevoegd onder een druk op zeeniveau en bij nul graden Celsius. Eén Dobson-eenheid is dan equivalent met een duizendste centimeter ozon. Tussen 1957 en 1970 maten Farman en zijn ploeg ongeveer 300 Dobson-eenheden in oktober boven Haley Bay in Antarctica. In 1982 waren de metingen laag, maar toen hield men nog rekening met een fout in de waarnemingsapparatuur. In 1983 en 1984 kwam men tot de conclusie dat er wat aan de hand was. In oktober 1987 werd 125 Dobson gemeten.

9. Die eis werd ingegeven door de wens om gezichtsverlies te verminderen voor de hardliners in zijn regering die kort tevoren hun verzet tegen een internationaal verdrag hadden moeten opgeven (Benedick 1991, 89).
10. Gore (1992, 3) vermeldt hoe zijn moeder hem als jongen omstreeks 1963 vertrouwd maakte met de waarschuwingen van Rachel Carsons.
11. Benedick 1991, 115. Jachtenfuchs (1990, 275) vermeldt dat ICI inmiddels productiecapaciteit voor CFK vervangende stoffen had opgebouwd.
12. Voor de tekst van het Protocol van Montreal en de London Revisions zie Benedick 1991, 230-264.
13. Het internationale ozonpanel bundelde in 1994 293 deskundigen uit 36 landen, waarvan liefst 141 uit de VS, 28 uit Duitsland, 26 uit Engeland, 14 uit Frankrijk, 7 uit Noorwegen, 6 uit Japan, 6 uit Nederland en 5 uit Rusland (Scientific Assessment 1994, ii en 13-16).
14. Mededeling van M.D. de Kruik (NIPO-Amsterdam) over de scores op twee kennisvragen. De vragen luiden (Kruik e.a. 1993, XXIX): - in het koel-
- stelsel van koelkasten zitten gassen die schadelijk voor de ozonlaag zijn; - bij het ontdooien van een koelkast komen er CFK's in de lucht.
15. In een beschouwing over emissies van CO₂ spreekt Rayner (1993, 12) van de 'overwhelming inertia of the US political system'.
16. Zie Jaeger (1993) 12 en het hoofdstuk 'Le déterminisme bien tempéré', in Boudon (1984) 165-190.
17. Firor (1990, 106) is hoofd van de onderzoekafdeling van het National Center for Atmospheric Research in Boulder, Colorado. Zijn voornaamste argument is dat de mensheid momenteel met zure regen, aantasting van de ozonlaag en klimaatverandering manipulaties uitvoert die een groter effect hebben dan de grootschalige natuurkrachten. Het feit dat effecten van menselijk handelen elkaar wel eens lijken op te heffen vormt voor deskundigen geen geruststellende gedachte. De persie op het systeem neemt er door toe, zoals bij een patiënt die tegelijk koortsremmende en -opwekkende middelen krijgt toegediend.

Literatuur

- Achterhuis, Hans, *Het rijk van de schaarste. Van Thomas Hobbes tot Michel Foucault*. Baarn, 1988.
- Benedick, Richard Elliot, *Ozone Diplomacy. New Directions in Safeguarding the Planet*. Cambridge, Mass., London, 1991.
- Boudon, Raymond, *La place du désordre. Critique des théories du changement social*. Paris, 1984.
- Caldwell, Lynton K., Beyond Environmental Diplomacy: The Changing Structure of International Cooperation, *Carroll* (1988), 13-28.
- Carroll John E. (ed.), *International Environmental Diplomacy*. Cambridge, 1988.
- Chunbachi, S., A special ozone observation at Syowa Station, Antarctica from February 1982 to January 1983. In: *Atmospheric Ozone: Proceedings of the Quadrennial Symposium Held at Halkidiki, Greece 1984*, edited by C.S. Zerefos & A. Ghazi, Hingham Mass., 1985, 285-289.

- Firor, John, *The Changing Atmosphere. A Global Challenge*. Yale University 1990 (Nederlandse vertaling: *Veranderingen in de atmosfeer*. Amsterdam, 1992).
- Gijswijt, A.J. & M. van der Vliet, Regering en parlement over mondiale milieuproblemen, *Milieu* 8 (1993) 1, 20-27.
- Gore, Al, *Earth in the Balance. Ecology and the Human Spirit*. New York, 1993 (1992).
- Gribbin, John, *Om het behoud van de ozonlaag. De rol van wetenschap, industrie en politiek*. Wageningen, 1992 (met recente gegevens aangevulde vertaling van *The Hole in the Sky: Man's Threat to the Ozone Layer*. Toronto, 1988).
- Gupta, Joyeeta, Gerd Junne & Richard van der Wurf, *Determinants of Regime Formation*. Working Paper I, Dutch National Research Programme 'Global Air Pollution and Climate Change' Universiteit van Amsterdam en Vrije Universiteit, Amsterdam, 1993.
- Gutteling, J.M. & J.F. Caljé, De invloed van het milieu in het nieuws: mondiale risico's en risico's dichterbij huis, *Milieu* 8 (1993) 1, 14-19.
- Haas, Peter M., Policy Responses to Stratospheric Ozone Depletion, *Global Environmental Change* 1 (1991) 3, 224-234.
- Haskell, Thomas L., Capitalism and the Origins of the Humanitarian Sensibility, *American Historical Review*, Part 1, 90 (1985) 2, 339-361; Part 2, 90 (1985) 2, 547-566.
- Hurrell, Andrew and Benedict Kingsbury (eds.), *The International Politics of the Environment*. Oxford 1992.
- Jachtenfuchs, Markus, The European Community and the Protection of the Ozone Layer, *Journal of Common Market Studies*, 28 (1990) 3, 261-277.
- Jaeger, Carlo C., *Theoretical Perspectives on the Consequences of Climate Change*. Paper 88th Annual Meeting of the American Sociological Association, Miami, August 1993.
- Johnston, Harold, S., Atmospheric Ozone, *Annual Review of Physical Chemistry*, 43 (1992) 1, 1-32.
- Kelder, H., Ozon en het ozongat. In: Tennekes & Können (1990) 35-46.
- Kempton, Willet, Lay perspectives on global climate change, *Global Environmental Change*, 1 (1991) 3, 183-208.
- Kruik, M.D. de, F.G.M. Pieters, W.F. van Raaij & H.W. Mentink, *Milieugedragsmonitor. Secundaire analyse van de derde meting*. Rotterdam 1993.
- Liefferink, J.D., P.D. Lowe and A.P.J. Mol (eds.), *European Integration and Environmental Policy*. London/New York 1993.
- Liberatore, Angela, *Beyond the Earth Summit: The European Community Towards Sustainability*. EUI Working Paper No. 93/5, European University Institute, Florence 1993.
- Maxwell, James H. & Sandford L. Weiner, Green Consciousness or Dollar Diplomacy? The British Response to the Threat of Ozone Depletion, *International Environmental Affairs*, 5 (1993) 1, 19-41.
- Mazey, Sonia and Jeremy Richardson, EC Policy Making: an Emerging European Policy Style? in: Liefferink e.a. (1993) 114-25.
- Midden, C.J.H., Milieubedreiging als gedragsmotief: cognitieve en sociale oorzaken van onderwaardering, *Milieu*, 8 (1993) 1, 8-13.

- Roan, Sharon, *Ozone Crisis. The 15-Year Evolution of a Sudden Global Emergency*. New York, 1989.
- Rayner, Steve, Prospects for CO₂ emissions reduction policy in the USA, *Global Environmental Change*, 3 (1993) 1, 12-31.
- Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1994. Executive Summary*. United Nations Environment Programme, World Meteorological Organization, National Aeronautics and Space Administration, National Oceanic and Atmospheric Administration, 19 August 1994.
- Skjaereth, Jon Birger, The 'Successful' Ozone-Layer Negotiations. Are there any lessons to be learned? In: *Global Environmental Change*, 2 (1992) 4, 292-300.
- Spaargaren, G. & A.P.J. Mol, Sociology, Environment and Modernity. Ecological Modernization as a Theory of Social Change, *Society and Natural Resources*, 5 (1992) 323-344.
- Susskind, Lawrence, & Connie Ozawa, Negotiating More Effective International Environmental Agreements. In: Hurrell & Kingsbury (1992) 142-165.
- Tellegen, Egbert & Maarten Wolsink, *Milieu en samenleving. Een sociologische inleiding*. Leiden/Antwerpen 1992.
- Tennekes H. & G.P. Können (eds.), *Aanhoudend warm. Klimaatvoorspellingen vanuit De Bilt*. Baarn, 1990.
- Wheale, Albert, Ecological Modernization and the Integration of European Environmental Policy. In: Liefverink e.a. 1993, 196-216.
- Wynne, Brian, Uncertainty and Environmental Learning. Reconceiving science and policy in the preventative paradigm, *Global Environmental Change*, 2 (1992) 2, 111-127.

Bijlage

CFK's zijn zo stabiel dat ze zonder gevaar door mensen en dieren kunnen worden ingeademd, onontvlambaar zijn, en geen corrosie veroorzaken. Ze zijn zeer geschikt als drijfgas in spuitbussen en vonden na hun uitvinding in 1928 door DuPont-chemicus Thomas Midgley Jr tal van industriële toepassingen. In 1974 werd 800.000 ton CFK's geproduceerd door enkele grote chemische internationale in de Verenigde Staten en in West-Europa. Aan een Amerikaanse universiteit verbonden chemici ontdekten dat CFK's na gebruik grotendeels in de stratosfeer terecht komen. Door de kortgolvlige straling van de zon verliezen de CFK's daar hun inertie en brengen atomair chloor in de stratosfeer. Deze atomen werken als katalysator en kunnen het normale niveau van afbraak van ozon verhogen. Ozon komt overal in de atmosfeer voor, maar relatief veel in de stratosfeer (15 tot 45 kilometer hoogte) en beschermt het leven op aarde tegen ultraviolette straling van de zon en vervult tevens als broeikasgas essentiële functies in het wereldklimaatstelsel. Een procent afname van de ozonlaag geeft een naar verhouding wat grotere toename van UV-straling in schadelijke bandbreedtes.

CFK's bestaan uit atomen koolstof (C), chloor (Cl) en fluor (F). Later is men meer stoffen op het spoor gekomen met een ozonaantastend vermogen, onder andere HCFC's, halonen en stoffen zoals tetrachloorkoolwaterstof, methylchloride en methylchloroform. CFK's zijn koolwaterstofverbindingen waarbij alle waterstofatomen door chloor- en fluoratomen zijn vervangen. Halonen bevatten tevens broom (Br). De levensduur van CFK's, halonen en de genoemde chloorkoolwaterstoffen bedraagt tientallen tot honder-

den jaren. In HCFC's zijn niet alle waterstofatomen vervangen door alkalies. HCFC's hebben een veel kortere levensduur (1,6-41 jaar). Chloor-, broom- en fluoratomen komen in de stratosfeer vrij wanneer de moleculen waarin ze zitten door zonlicht worden afgebroken. In de stratosfeer wordt ozon (O_3) voortdurend gevormd door de inwerking van zonlicht (UV-straling met kleine golflengte) op zuurstof (O_2) en afgebroken door UV-straling met een wat grotere golflengte. Bij dit laatste proces fungeren natuurlijk aanwezige sporestoffen (zoals alkalies) als katalysator. Afbraak en vorming van ozon zijn in een dynamisch evenwicht met elkaar. Chloor- en broomatomen verschuiven dit evenwicht doordat ze als katalysator het afbraakproces van ozon (sterk) te versnellen. In de lente heersen in Antarctica atmosferische condities waarin het afbraakproces tot zeer sterke afname van de ozonlaag leidt. Voor uitvoeriger informatie zie Gribbin (1992) 12-20, *Nationale Milieuverkenning* 2 (1991) 130-143 en Kelder (1990) en met name ook Scientific Assessment (1994). Over de ontdekking van ozon en de wetenschappelijke geschiedenis van atmosferische ozon zie Johnston (1992).

Aan de Universiteit van Thessaloniki worden meetgegevens van ozonconcentraties en UV-straling die de aarde bereikt van over de gehele wereld verzameld en geanalyseerd. Zerefos van het internationale Ozone Trends Panel meldde in mei 1994 dat de ozonlaag in 1992 en 1993 wereldwijd dunner is geworden. Zijn advies is om op zonnige dagen de zon te mijden tussen 1 en 3 ('Sunbathers warned after ozone layer found thinning out fast. Stay out of the sun, urges Thessaloniki University professor', *Athens Greek News*, 4 May 1994, 2.). Mogelijk betreft de door Zerefos geboekstaafde mondiale afname van de ozonlaag een tijdelijk effect dat is veroorzaakt door uitstoot van de vulkaan Pinotuba op de Filipijnen. In 1994 herstelde de ozonlaag zich weer, maar in 1995 trad boven het noordelijk halfrond weer een onverwachte afname op (persoonlijke informatie van H. Kelder en G.P. Können, KNMI, december 1994 en maart 1995).

Een door 226 deskundigen uit 29 landen samengesteld panel schat de afname van de ozonlaag in 1998 op 12-13% in wintertijd boven het Noordelijk Halfrond en een resulterende toename van schadelijke straling van 15% (Scientific Assessment 1994, 11). Eind 1994 is via waarnemingen van de space shuttle Atlantis de mogelijkheid geopperd dat het gat in de ozonlaag boven de Zuidpool (90% afname van de concentratie ozon) niet een (volledig) communicerend vat vormt met de ozonlaag op hogere breedtegraden, waardoor de daar optredende beschadiging (in enige mate) gelokaliseerd blijft. Echter, de zeer lage temperaturen die boven Antarctica een rol spelen in de jaarlijkse sterke ozonafname doen zich blijkens recente waarnemingen ook boven het Noordelijk Halfrond voor. De chloorbelasting van de ozonlaag neemt tot einde deze eeuw toe. Zo is eind 1994 via waarnemingen van de space shuttle Atlantis de mogelijkheid geopperd dat het gat in de ozonlaag boven de Zuidpool (90% afname van de concentratie ozon) niet een (volledig) communicerend vat vormt met de ozonlaag op hogere breedtegraden, waardoor de daar optredende beschadiging (in enige mate) gelokaliseerd blijft. Echter, de zeer lage temperaturen die boven Antarctica een rol spelen in de jaarlijkse sterke ozonafname doen zich blijkens recente waarnemingen ook boven het Noordelijk Halfrond voor. De chloorbelasting van de ozonlaag neemt tot het eind van deze eeuw toe.