

Peter Bultjes

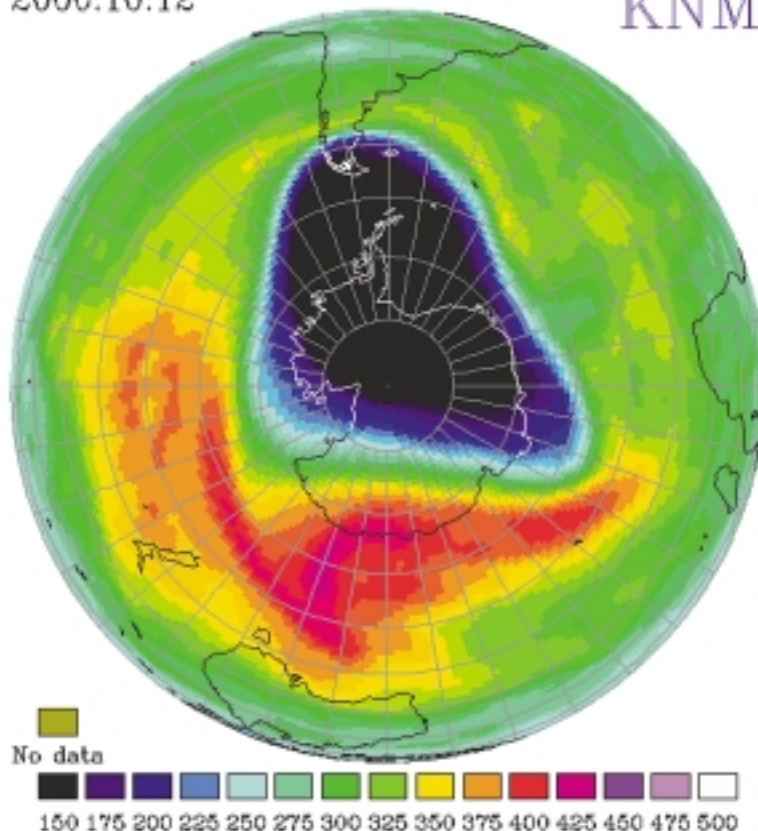
## CRUTZEN EN DE OZONLAAG

### ZONLICHT

In ons zonnestelsel is de aarde de enige planeet met een ozonlaag. Ook is de aarde de enige met leven. Deze twee feiten zijn met elkaar verbonden.

Zo'n 3 miljard jaar geleden ontstond er leven op aarde. Dat was anaëroob, zonder zuurstof, plantaardig en produceerde zuurstof als afvalproduct. Leven was toen alleen mogelijk in de oceaan, op een diepte van ongeveer 10 meter. Dit komt omdat de zonnestraling veel harde ultraviolet straling bevat, die schadelijk is voor levende organismen.

Langzaam steeg de concentratie van het afvalproduct zuurstof. Door ontleding daarvan onder invloed van zonlicht ontstond ozon. Dit absorbeert de schadelijke ultraviolet (UV-B) straling. Het ontstaan van ozon, en daarmee de stratosferische ozonlaag (met een maximum van ozon op zo'n 25 km hoogte), is noodzakelijk voor leven op het oppervlak van de aarde. Dat zuurstof de bron is van stratosferisch ozon werd voor het eerst in 1930 beschreven. Maar hoewel de theorie de verdeling van de ozonconcentratie vanaf het aardoppervlak goed beschreef, gaven de metingen een veel lagere concentratie aan. Er ontbrak iets aan de theorie.



1. Satellietopname van het ozongat van oktober 2000. De ozonwaarden zijn weergegeven in Dobson eenheden.

### AFBRAAKREACTIE

De jonge Nederlander Paul Crutzen, werkzaam als programmeur, aan de universiteit van Stockholm, was gefascineerd door dit probleem. Hij berekende dat de oorzaak zou moeten liggen in een afbraakreactie door een stof die van nature in de stratosfeer voorkomt. Hij identificeerde NO, afkomstig van  $N_2O$ , lachgas, als de schuldige. In 1970 publiceerde Crutzen een zes pagina's lang artikel met de titel 'The

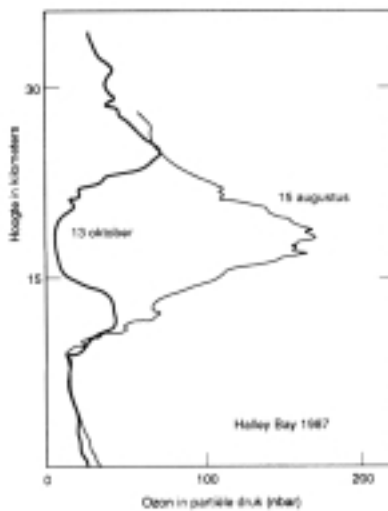
influence of nitrogen oxides on the atmospheric ozone content'. De resultaten van deze nieuwe theorie kwamen wel goed met de waarnemingen overeen. Een artikel dat ook een goed voorbeeld was van de manier van werken en wetenschap bedrijven in het nog jonge vakgebied van de atmosferische chemie, waarin nog veel ruimte is voor intuïtie en verrassingen. Het artikel toonde aan dat geringe concentraties van NO tot een aanzienlijke lagere evenwichtsconcentratie van ozon

2. Paul Crutzen in 1996.



kunnen leiden. Deze gedachte leidde er in 1974 toe dat Molina en Rowland opperden dat chloorafkomstig van CFK's, chloorfluorkoolwaterstoffen, op vergelijkbare wijze als NO ozon zou kunnen afbreken. Het verschil is dat NO voor meer dan 90% van natuurlijke oorsprong is, terwijl chloor voor meer dan 90% door de mens in de atmosfeer wordt gebracht.

Dit alles leidde tot wetenschappelijke aandacht voor stratosferisch ozon en tot heftige politieke discussies. Die kwamen in een stroomversnelling na de ontdekking van het zogenoemde ozongat boven de zuidpool. Hoewel dit ozongat volkomen onverwacht was, leidden analyses van Crutzen e.a. tot min of meer sluitende verklaringen.



3. Het ozongat: verloop van de partiële ozondruk als functie van de hoogte op twee data

## CHLOOR

De afbraak door chloor wordt versterkt door chemische processen die zich af spelen op de druppeltjes van poolwolken, die gevormd worden bij zeer lage temperaturen. Bij het begin van de poollente, wanneer de zon opgaat, treedt een zeer plotselinge afbraak van ozon op (zie fig. 3). Dit dramatische verschijnsel, en het identificeren van chloor als oorzaak, leidde tot een versnelling van de politieke besluitvorming en het verbieden van de verdere productie van CFK's. Het werk van Crutzen, en Molina en Rowland heeft aan het begin gestaan van veel baanbrekend onderzoek. In 1995 ontvingen Crutzen, Molina en Rowland de Nobelprijs voor chemie.

4.

