

# NOBELPRIJSWINNAAR OVER HOGERE SFEREN

Al jarenlang werkt hij bij het Duitse *Max Planck Instituut*, maar sinds *prof.dr. Paul Crutzen* afgelopen najaar de chemie-Nobelprijs kreeg is hij weer een beetje van Nederland. Eind januari hield de wereldburger —zoals Crutzen zichzelf graag beschouwt— een 'Studium Generale Actueel' lezing aan de TU Eindhoven.

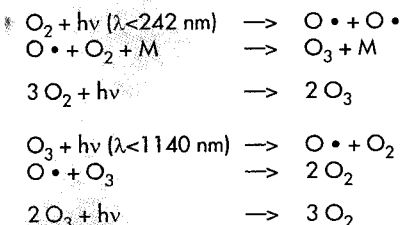
Crutzen behandelde tijdens zijn voordracht de chemische processen in de atmosfeer. De nadruk lag op de aanwezigheid (of beter de afwezigheid) van ozon in de stratosfeer, de luchtlag op ongeveer 15 tot 50 kilometer hoogte. Daarbij beperkte hij zich grotendeels tot het prijswinnende onderzoek van de laatste 25 jaar, omdat er vóór 1970 nog nauwelijks aandacht werd besteed aan de chemie van de atmosfeer.

Voor een beter begrip eerst een stukje geschiedenis. In de jaren dertig stelde *Chapman* een aantal vergelijkingen op die de natuurlijke vorming en ontleding van ozon beschreven. Dat was in de tijd dat men nog dacht dat de hoeveelheid ozon in de stratosfeer niet door eigen handelen aangetast kon worden. Nog geen dertig jaar later stelden *Crutzen* en andere atmosfeerchemici echter vergelijkingen op voor de katalytische ontleding van ozon (zie kader 'ozonreacties'). Deze vergelijkingen beschreven zowel kwalitatief als kwantitatief de ozon-waarnemingen. In

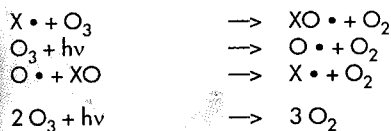
1974 ontdekten *Crutzen* en mede-Nobelprijswinnaars *Molina* en *Rowland* dat chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) in de stratosfeer een groot probleem veroorzaken.

**Meer onderzoek.** Na deze vondst ging men meer onderzoek verrichten naar de gevolgen van CFK's in de stratosfeer. De metingen van de hoeveelheden CFK en chloormonoxide bleken in overeenstemming met het opgestelde model boven de dertig kilometer. De voorspellingen voor het gebied rond de twintig kilometer bleken echter niet te kloppen. Dit werd veroorzaakt door de combinatie van chloormonoxide en stikstofdioxide in de stratosfeer. Door een *antagonistisch* effect wordt een gedeelte van het chloor en stikstofdioxide omgezet in produkten als waterstofchloride en chloornitraat, die niet betrokken zijn bij de ozonafbraak.

In de volgende jaren zijn veel metingen verricht en vooral boven Antarctica is een grote daling van het ozongehalte waargenomen. De oorzaak



Dertig jaar later stelden *Crutzen* en andere atmosfeerchemici vergelijkingen op voor de katalytische ontleding van ozon onder invloed van chloor- en stikstofverbindingen:



X = NO uit O · en N<sub>2</sub>O, of X = Cl uit CFCl<sub>3</sub>/CF<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> en licht.

daarvan zijn ijskristalletjes in de polaire stratosferische wolken, die 's winters de niet-reactieve produkten 'invangen'. Op het moment dat de zon zich in het voorjaar weer laat zien worden deze verbindingen weer omgezet in onder andere chloormonoxide, dat wél ozon afbreekt. Verder zorgen de sterke winden rond Antarctica ervoor dat deze polaire wolken zich niet kunnen mengen met andere luchtlagen.

Via herhaaldelijke metingen rond Antarctica heeft men de afbraak van ozon goed kunnen bestuderen. Men weet dat de ozon-concentratie met bijna 70% is gedaald en dat het Ant-

arctisch 'ozongat' is gegroeid tot een gebied ter grootte van Noord-Amerika.

**Noordelijk ozongat?** De vraag is of ook op het Noordelijk halfrond een ozongat kan ontstaan. Door de mildere winters in vergelijking met Antarctica loopt het hier zo'n vaart niet, maar sinds 1980 is wel een daling van de ozonconcentratie waargenomen. Ondanks het feit dat de productie van CFK's in de industrielanden al aan banden is gelegd, zal het nog circa 70 jaar duren voordat het gat in de ozonlaag echt verdwenen is en het chloorgehalte in de stratosfeer gedaald is onder het niveau van 2 ppb.

Crutzen eindigde zijn verhaal met een waarschuwing. Hij stelde dat wij geluk hebben gehad dat chloor niet zo reactief is als broom, want dan hadden we nu al zonder ozonlaag gezeten. Zijn advies is dan ook het milieu zo min mogelijk te belasten met door de mens gemaakte chemicaliën, omdat we slechts gedeeltelijk weten wat er daar precies mee gebeurt.

**Henk van Breukelen en  
Martien Haanepen**

Drs. H.F.W.J. van Breukelen en drs. M.J. Haanepen zijn als aio verbonden aan de vakgroep Anorganische Chemie en Katalyse van de TU Eindhoven.



Technische Universiteit Eindhoven

Nobelprijswinnaar *prof. dr. Paul Crutzen*: "We hebben geluk gehad. Als chloor net zo reactief zou zijn als broom hadden we nu al geen ozonlaag meer."