OORSPRONG VAN DE SUBSTITUTIE-THEORIE.

Ieder, die iets van scheikunde weet, heeft ook van de substitutie-theorie gehoord, die sedert een menschengeslacht bij 't verklaren van chemische verschijnselen onophoudelijk te hulp wordt geroepen.

De eigenschappen eener chemische verbinding worden niet alleen bepaald door den aard en de hoeveelheid der elementen, welke haar samenstellen, maar hangen mede af van de wijze waarop deze daarin voorkomen, m. a. w. van de rangschikking, de groepeering der elementaire stofdeeltjes (atomen). Dat dit zoo is, kan blijken door substitutie, door vervanging van een element door een ander. Zoo laat zich — om een bekend voorbeeld te herinneren — in azijnzuur $^1/_4$, $^2/_4$ en $^3/_4$ van de totaal daarin voorhandene hoeveelheid waterstof resp. vervangen door hoeveelheden chloor, die telkens 35,4 maal zooveel wegen als de verplaatste waterstof, en men zal gewijzigde azijnzuren verkrijgen (mono-, di- en trichloorazijnzuur) die in hoofdtrekken het karakter van 't oorspronkelijk zuur behouden hebben. Toch zijn waterstof en chloor twee grondstoffen, die in vrijen staat hemelsbreed van elkander verschillen.

Aangezien één gewichtsdeel waterstof steeds vervangen wordt door 35,4 gewichtsdeelen chloor, (d. i. juist in de verhouding van de atoomgewichten) zegt men dat deze elementen elkander atoom voor atoom vervangen, en wanneer voorts, gelijk in 't gegeven voorbeeld, het karakter der verbinding niet verandert, dan stelt men zich die substitutie in dier voege voor, dat de atomen waterstof worden uitgestooten en hare plaatsen onmiddelijk bezet door evenveel atomen chloor, zonder dat de bouw, de wijze van samenhang van de verbinding daardoor gewijzigd wordt.

Het goed recht van deze theorie is sedert lang zoo overtuigend gebleken, men trekt zooveel nut van haar bij de verklaring van chemische omzettingen, dat thans niemand zich meer verbaast over de mogelijkheid, dat zulke uiteenloopende elementen als chloor en waterstof elkanders plaats kunnen innemen, zonder den aard van de stof belangrijk te wijzigen. Maar voor eene halve eeuw, toen de theorie voor het eerst verkondigd werd, was dat anders. De theoretische voorstellingen, die destijds de denkbeelden der scheikundigen beheerschten, waren met de geschetste substitutie oogenschijnlijk onverzoenbaar, en 't heeft dan ook een twintigtal jaren geduurd, voor dat men slaagde om de oude electro-chemische theorie van BERZELIUS en deze nieuwe leer, beide eerst gezuiverd van hare eenzijdigheden en overdrijvingen, te doen samensmelten tot eene nieuwe theorie, juister en meer omvattend dan hare voorgangsters.

De opvatting van de substitutie-theorie was alleen mogelijk in het brein van een oorspronkelijken denker en onbevooroordeelden natuuronderzoeker. 't Is van algemeene bekendheid dat die man JEAN BAPTISTE ANDRÉ DUMAS heette, en Franschman was gelijk zoovelen, waaraan wij nieuwe, vruchtbare denkbeelden in de natuurwetenschap te danken hebben. Men weet ook dat het eerste onderzoek, waarvan DUMAS uitging, de werking betrof van chloor op bijenwas, maar het was tot dusverre slechts aan enkelen bekend wat aanleiding gegeven had tot deze proefnemingen. Tot die enkelen behoorde de vermaarde Berlijnsche scheikundige A. W. HOFMANN, die onlangs in de *Berichte der Deutschen Chem. Gesellschaft* eene belangrijke levensbeschrijving van DUMAS (geb. 1800, gest. 1884) gaf en daarin o. a. het volgende verhaalt, dat hij uit den eigen mond van den ontslapen ambtgenoot gehoord had:

»Op eene hofpartij in de zalen der Tuilerieën, werden de gasten van KAREL X door zure, tot hoesten prikkelende dampen gekweld, die kennelijk door de walmende, met rossige vlam brandende waskaarsen ontwikkeld werden. ALEXANDER BROGNIART, de bekende geoloog, die als directeur van de porseleinfabriek te Sèvres veel met het hof in aanraking kwam, werd over de mogelijke oorzaak van deze onaangename stoornis ondervraagd. Ten gevolge daarvan droeg BROGNIART aan zijn schoonzoon DUMAS het onderzoek van de verdachte kaarsen op, en deze was te eer bereid om aan dit verzoek te voldoen, omdat hij toevallig onlangs van een fabrikant bijenwas ontvangen had, dat op de gewone wijze niet gebleekt kon worden en daardoor onver-

koopbaar was.[1] Ook viel het aan DUMAS niet moeilijk eene verklaring van de verstikkende dampen in de Tuilerieën te geven. Deze bestonden uit zoutzuur (chloor-waterstof) en er viel niet aan te twijfelen of de fabrikant, die de kaarsen aan het hof leverde, had was gebezigd dat, met chloor gebleekt, dit element had opgeslorpt en vast gelegd, totdat het uit de brandende kaarsen in verbinding met waterstof weder als zoutzuur ontwikkeld werd. De onaangename nevels in de balzalen van KAREL X waren hierdoor voldoende verklaard, maar tevens stond DUMAS nu voor het destijds volkomen raadselachtige feit, dat een bewerktuigde stof, zooals bijenwas, zonder in uiterlijk voorkomen te veranderen, chloor opnam, en wel in zulke overvloedige hoeveelheden dat aan eene toevallige verontreiniging niet te denken viel.

HOFMANN besluit dit verhaal met de opmerking, dat derhalve aan de Tuilerieën, evenals aan het »Palais du Luxembourg", behalve belangrijke historische, nu ook wetenschappelijke herinneringen verbonden zijn. »Hoe toevallig! Een zonnestraal, teruggekaatst door een der ramen van het »Luxembourg" en door MALUS waargenomen door een plaatje dubbelspaat, brengt dezen op het spoor van de polarisatieverschijnselen, die een nieuw veld openen voor de physica, en zure dampen, die uit mat brandende kaarsen in de balzalen der Tuilerieën opstijgen, geven DUMAS aanleiding de werking van chloor op bewerktuigde stoffen te bestudeeren, en voeren tot beschouwingen, die gedurende vele jaren de chemie beheerschten en nog heden ten dage een gewichtigen invloed op hare ontwikkeling uitoefenen."

[1] De gewone wijze om was te blecken is blootstellen aan 't zonnelicht. Is de oppervlakte ontkleurd, dan worden de op linnen uitgespreide dunne strooken was omgesmolten, op nieuw aan het licht blootgesteld, enz. Dat de fabrikant op zijn voorraad, die aldus niet gebleekt kon worden, de chloor-bleek beproefde is begrijpelijk. Had wellicht DUMAS zelf dien raad gegeven? Uit 't verhaal van HOFMANN blijkt daarvan niets, en 't is daarom waarschijnlijker dat de fabrikant, alvorens een scheikundige te raadplegen, tot dit middel zijn toevlucht had genomen, maar daarbij op verschijnselen gestuit was, die hem achterna aan de doelmatigheid zijner handelwijze deden twijfelen, nadat hij reeds een partij van het met chloor ontkleurde product had afgezet.

R. S. Tj. M.