

546.49.02

## Boerhaave en Zwaar kwik

In het Chemisch Weekblad no. 32 van dit jaar geeft *Blanksma* een artikel over kwik en zijn verbindingen<sup>1)</sup> en haalt daarbij het onderzoek aan door *Boerhaave* in de 18de eeuw met Hg verricht (blz. 457 e.v.). Hij wijst daar op het feit dat *Boerhaave* voor eenmaal gedestilleerd Hg een s.g. vond van 13.56 en voor 511 maal gedestilleerd Hg een s.g. van 14.11 en knoopt daaraan de beschouwing vast dat *Boerhaave* „zwaar kwik” in handen zou hebben gehad.

Dit leek me toe niet juist te kunnen zijn want *Boerhaave* destilleerde geen 2.7 liter om tenslotte 0.2 cm<sup>3</sup> over te houden zoals *Brönsted* en *Hevesy* in 1921 deden (dus 1 deel op 13500 delen), maar *Boerhaave* ging uit van 18 ons en hield na 500 destillaties 9 ons en 5 drachme over (dus 1 deel op circa 2 delen) en destilleerde daarna nog 11 maal om bij 511 te eindigen<sup>2)</sup>. *Boerhaave* merkt daarbij op: „Deze statistische wegingen zijn met de uiterste behoedzaamheid verricht met onberispelijke instrumenten.”

In het 3de deel zijner verhandelingen voor de Royal Society, 2 jaar later geschreven, wijst hij op de twijfel welke anderen geuit hebben aangaande de nauwkeurigheid der toegepaste s.g. bepaling en om absoluut zeker van zijn zaak te zijn herhaalde hij zijn proeven waarbij nu echter liefst 877 maal hetzelfde Hg werd gedestilleerd, steeds het destillaat weer in de destilleerkolf terugdoende, evenals bij zijn vroegere proeven en dus ook niet rectificerende. *Boerhaave* schrijft: „Het kwik, dat ik nu 877 herhaalde malen zo had verhit, woog ik met kunst en vlijt in de hydrostatische weegschaal van mijn besten vriend, de beroemde professor 's Gravenzande. Het gewicht stond tot dat van zuiver water als 13.5 tot 1.—zodat het kwik door zo grote krachtsinspanning zijn dichtheid in het geheel niet heeft veranderd en van geen enkel lichter bestanddeel is bevrijd.” (blz. 149). Daar-

mede is m.i. het bewijs geleverd dat bij *Boerhaave's* destillaties van Hg, geen isotopenscheiding van betekenis heeft plaats gevonden.

W. F. Alewijn.

San. Zonnegloren, November 1948.

1) *Blanksma*, J. J., Chem. Weekblad 44, 456—464 (1948), Over kwik, kwikoxyden, kwiksulfiden, cinnaber en vermiljoen.

2) *Herman Boerhaave* en zijn beteekenis voor de chemie, door Dr. *Ernst Cohen*, met een vertaling van *Boerhaave's* Natuurwetenschappelijke Redevoeringen en Verhandelingen. 1ste deel der Verhandeling in 1733 aangeboden aan de Royal Society in Engeland, blz. 122—130.

546.49.02

## Boerhaave en Zwaar kwik

Naar aanleiding van bovenstaande mededeling van de heer *W. F. Alewijn* over „*Boerhaave* en zwaar kwik” moge het volgende worden opgemerkt. Door de welwillendheid van de Redactie ben ik daardoor in de gelegenheid de betekenis van *Boerhaave* voor de chemie en zijn proeven over kwik nog iets nader toe te lichten en de uitleg door de heer *Alewijn* daarvan gegeven te verbeteren.

*Boerhaave* bestrijdt met zijn proeven over kwik de mening der alchimisten, die beweerden, dat zij kwik in goud konden omzetten.

Hij past daarbij twee verschillende werkwijzen toe:

1e. Mengt hij kwik met goud, zilver of lood en destilleert daarna het kwik geheel uit de gevormde amalgama's af. Al het overgehaalde kwik voegt hij dan opnieuw aan het goud, zilver of lood toe en destilleert het weer geheel af. Dit herhaalt hij honderden malen (verhandeling II, 130), bij het goud ter controle van zijn eerste onderzoekingen wederom zelfs 877 maal (verhandeling III, 149). Telkens bepaalt hij de dichtheid van het overgehaalde kwik, dat ook na 877 destillaties 13.5 is gebleven. Het betreft dus hier een volledige overhaling

en geen gefractioneerde destillatie, en als het kwik daarbij niet in goud wordt omgezet, wat in de tijd van *Boerhaave* niet als zeker werd verondersteld, — daarover ging het juist bij zijn proeven — dan mogen wij hier geen verhoging van de dichtheid van het kwik verwachten.

2e. De andere werkwijze van *Boerhaave* is deze, dat hij kwik zonder toevoeging van metalen, gefractioneerd destilleert, de voorloop en naloop van elkaar gescheiden houdt en deze bewerking 511 maal herhaalt. Uitgaande van 18 ons kwik (13.55) houdt hij na 511 destillaties 2 ons kwik over. (pg. 124) en vindt dan voor de naloop van het 511 maal gerectificeerde kwik een dichtheid van 14.11.

N. J. Brönsted en G. Hevesy (Z. physik. chem. 99, 198 (1921)) verrichtten hun destillatie van kwik slechts een maal, hadden zij dit, zoals *Boerhaave* deed, honderden malen herhaald, dan zouden zij een grotere hoeveelheid zwaar kwik in handen hebben kunnen krijgen.

Dat *Boerhaave* deze twee verschillende werkwijzen heeft toegepast is aan de heer *Alewijn* ontgaan. Bij de destillatie van kwik over goud wordt al het kwik telkens teruggewonnen, de dichtheid blijft 13.5. Hier bestaat dus geen aanleiding om aan een scheiding van licht en zwaar kwik te denken. *Boerhaave* verheugt zich over dit succes, omdat hij geen verhoging van de dichtheid van het kwik heeft gevonden. Wanneer de heer *Alewijn* meent, dit als een bewijs te moeten aanhalen, dat hier geen isotopenscheiding van betekenis heeft plaats gehad, dan is hem daarbij ontgaan, dat *Boerhaave* dit hier ook juist niet bedoelt, doch dat hij het resultaat van deze 877 maal herhaalde destillatie van kwik over goud beschouwt als een bevestiging van zijn vroeger uitgevoerde proeven, waarbij hij kwik reeds honderden malen over goud had gedestilleerd. Daarom kan dit resultaat ook niet worden beschouwd als een weerlegging van de uitkomst van de geheel andere proeven van *Boerhaave*, waarbij deze door rectificatie van kwik het zware kwik heeft verkregen. Daarbij had *Boerhaave* door gefractioneerde destillatie van 18 ons kwik (13.55) na 511 destillaties twee ons kwik ( $\frac{1}{50}$  deel) „zwaar kwik” overgehouden met een dichtheid van 14.11 (pg. 124 en 130). Tot hoever zal deze verhoging der dichtheid kunnen geschieden? vraagt hij. Hier is dus voor hem wel reden om aan het bestaan van zwaar kwik te denken en voor ons om een isotopenscheiding te veronderstellen van Hg, 198, 199, 200, 201, 202 en 204 met toenemende dichtheid.

De verhandelingen van *Boerhaave* over zijn proeven met kwik, waarmee hij zich 20 jaar heeft bezig gehouden, zijn verschenen in de Transactions of the Philosophical Society of London in 1733, zij werden in 1918 in het Nederlands vertaald door *Margareta Renkema* en toegelicht door *Ernst Cohen*<sup>1)</sup>.

Deze schrijven pg. 51:

„*Boerhaave* weerlegt hierin de dwalingen der alchimisten langs experimentele weg door langdurig onderzoek. Zijn opvattingen in de Philosophical Transactions hebben echter slechts een klein publiek kunnen bereiken.”

Het is echter daarbij aan *Cohen* ontgaan, dat deze proeven over kwik ook nog in 1735 te Utrecht zijn verschenen als *Hermann Boerhaave* „de Mercurio Experimenta”. Deze onderzoekingen werden ook nog vermeld in zijn leerboek der scheikunde *Elementa Chymiae*, dat in het Latijn (1732), Engels (1742), Frans (1752) en Duits (1762) over geheel Europa werd verbreid en dat op de weerlegging der alchimistische denkbeelden een grote invloed heeft gehad. Op blz. 149 van het aangehaalde werk van *E. Cohen* en *M. Renkema* vindt men daarover het volgende:

Van kwik, dat ik 877 maal uit goud had overgedestilleerd, bepaalde ik het soortelijk gewicht, het stond tot dat van water als 13.5 tot 1, zodat het zijn dichtheid niet had veranderd.

Kwik met goud vermengd, en door het vuur daaruit gedreven, verandert gedeeltelijk in een zwart poeder ( $Hg_2O$ ) en dit gebeurt steeds tot 877 maal toe. Goud en verhitting scheiden geen andere bestanddeelen uit het kwik af. De hoop om kwik met goud in vasten toestand te brengen, te fixeren, is ijdel. Ik waarschuw (pg. 132) hen, die belang stellen in de chemie, dat zij zich niet laten misleiden door de alchimisten, die anderen in de waan trachten te brengen, dat zij de ware methode bezitten om goud te maken. Zuiver goud heeft (pg. 130) een s.g. 19.11, kwik eenmaal gedestilleerd s.g. 13.57, met het zuiverste goud gesmolten en daaruit eenige honderden malen gedestilleerd 13.55, op dezelfde wijze met zilver behandeld 13.58, met lood gemengd en daaruit over gedestilleerd 13.55. Kwik 511 maal gedestilleerd s.g. 14.11. Kwik kan dus dichter gemaakt worden door het zooveel mogelijk te destilleeren. Is dit de beste weg om het te zuiveren? Door het 511 maal te destilleeren vermeerderd het zwaarste deel. Tot hoever zal deze verhoging van de dichtheid kunnen geschieden? Quo usque ic poterit fieri? Laten de bevoegde beoordeelaars het onderzoeken.

Examinant judices idonei.

Vif Argent est le plus pesant (13.55) de tous les corps après l'Or (19.11), il l'est d'autant plus qu'il est plus purifié (14.11), I, 42 (1752).

J'ai distillé un très grand nombre de fois avec l'Or le Mercure, mais toujours il est resté le même (13.55). J'ai eu la patience d'en faire autant avec l'Argent et ça toujours été aussi le même succès.”

*Herman Boerhaave*, *Elémens de Chymie* II, 667 (1752).

Hij vermeldt dus hier 1e. dat hij door gefractioneerde destillatie van kwik zwaar kwik heeft verkregen, wat in 1921 door *Brönsted* en *Hevesy* te Kopenhagen is bevestigd en 2e, bestaat zijn succes hierin, dat kwik door destillatie over goud of zilver daarin niet wordt omgezet, waardoor hij de mening der alchimisten heeft weerlegd, die beweerden op deze wijze kwik in goud of zilver te kunnen omzetten. De invloed van *Boerhaave* op het denken der scheikundigen van zijn tijd en later is buitengewoon groot geweest. Hij schrijft (pg. 135):

„Goud of zilver te maken uit kwik door middel van het vuur is niet mogelijk. Kwik blijft kwik.”

Hij heeft hiermee het oude tijdperk der goudmakerij der alchemie, voor goed afgesloten. Doch bovendien stuwt hij de chemie in een geheel andere richting, waardoor een nieuw tijdperk wordt ingeluid<sup>2)</sup>. In zijn door geheel Europa verbreid leerboek der scheikunde *Elementa Chymiae* I. 500 (1732) schrijft hij:

„de lucht bevat een bestanddeel, dat voor de ademhaling noodig is, wat dat is, hoe het werkt, is nog onbekend; laten de scheikundigen dit onderzoeken. Gelukkig hij, die dit ontdekt.”

Zelf had hij toen reeds aangetoond, dat kwik door schudden of zachte verwarming aan de lucht met een zwart poeder wordt bedekt ( $Hg_2O$ ) terwijl bij verhitting op 600° Fahrenheit een rood poeder ( $HgO$ ) ontstaat, onder toeneming van gewicht, dat  $Hg_2O$  en  $HgO$  beide bij hogere temperatuur weer kwik teruggeven.

*Joseph Priestley* hiermee bekend, ontdekt niet lang daarna (Aug. 1774), dat daarbij niet alleen kwik terug ontstaat, maar dat ook zuurstof ontwijkt, dat de verbranding sterk bevordert:

„it is a kind of air in which a candle burns much better than in common air.”

*Priestley* deelt deze ontdekking in October 1774, bij een maaltijd in Parijs, mee aan *Lavoisier* en zijn medewerkers, die daarmee toen nog onbekend waren.

„At this all the company expressed great surprise.”

Zo begint dan een geheel nieuw tijdperk der chemie, de leer der verbranding.

Ingeleid door *Boerhaave* met zijn proeven over  $Hg$ ,  $Hg_2O$  en  $HgO$ , voortgezet door *Priestley*,  $HgO \rightarrow Hg + O$ , uitgebreid door *Lavoisier* en zijn medewerkers, daarna voltooid door samenwerking van geleerden van alle landen, heeft dit onderwerp de scheikundigen vele jaren bezig gehouden. Nog zijn de proeven van *Boerhaave* over kwik niet voltooid.

Men kan van kwik (13.55), het zwaarste deel in dichtheid vermeerderen tot 14.11, door het 511 maal te rectificeren. Tot hoever zal men deze verhoging van de dichtheid kunnen voortzetten? Laten de deskundigen het onderzoeken, schrijft hij, pg. 131.

---

<sup>1)</sup> *Ernst Cohen en Margareta Renkema, Herman Boerhaave en zijn beteekenis voor de chemie, 1918, uitgegeven door de Nederlandsche Chemische Vereeniging, ook Janus 23, 223 (1918).*

Laat men alsnog aan zijn verzoek voldoen; er zijn thans genoeg onderzoekers, die daartoe in staat zijn.

J. J. Blanksma.

*Leiden, November 1948.*

<sup>2)</sup> *H. J. Backer, Van Zosimos tot Boerhaave, Groningen 1918, 62; J. J. Blanksma, Over kwik en kwikoxyden, Chem. Weekbl. 44, 459 (1948).*