

# CLARKE'S STATISTIEK DER ELEMENTEN

## EN DE ONTGINNING DER METALEN

DOOR

Dr. R. S. TJADEN MODDERMAN.

De hoogleeraar in de aardkunde te Washington, F. W. CLARKE, heeft eenige jaren geleden een overzicht van de betrekkelijke hoeveelheden der elementen gegeven, die de atmosfeer, den oceaan en tot op eene diepte van omstreeks 10 Eng. mijlen ( $\pm$  18 kilometer) de vaste aardkorst uitmaken. Hij ging daarbij van de veronderstelling uit, dat de dichtheid dezer laatste niet lager dan 2,5 en niet hooger dan 2,7 is en hare samenstelling zóó, als wij die uit het chemisch onderzoek van oppervlakte en onder gelegen lagen tot aan de onderzochte diepten kennen. Voor de ruimte, die de vaste en vloeibare aardschors met inbegrip van de verheffingen boven den zeespiegel inneemt, berekent hij 1935 millioen kub. Eng. mijlen. Daarvan worden 302 millioen door den oceaan gevormd en komen 1633 millioen op de vaste stoffen. De massa der atmosfeer komt overeen met die van 1,268,000 kub. mijlen water. Stelt men nu nog het soort. gewicht van het zeewater = 1,03, dan volgt hieruit in gewichtshoeveelheden de procentische samenstelling van de bekende deelen der aarde:

Atmosfeer.....	0,03....	0,03
Oceaan.....	7,08....	6,58
Vaste korst.....	92,89....	93,39 ;

al naardat voor het soort. gew. van de laatste 2,5 of 2,7 wordt aangenomen.

De chemische samenstelling van de atmosfeer is goed bekend<sup>1</sup> en wat die van het zeewater betreft werd van de door DITTMAR uit 77 analyses berekende cijfers gebruik gemaakt. Voor de vaste aardkorst kon de samenstelling afgeleid worden uit de berekende gemiddelden van 880 analyses van plutonische en kristallijne gesteenten, waaruit de uit water bezonken lagen immers gevormd zijn en die in 't algemeen uit vrij gelijksoortige bestanddeelen bleken te bestaan. Op deze wijze vond CLARKE de procentische samenstelling van de 10 mijlen dikke schors van den aardbol:

	vaste aardkorst 93 pct.	Oceaan 7 pct.	vaste aardkorst, oceaan en lucht:
Zuurstof. ....	47,29	85,79	49,98
Kiezel. ....	27,21	—	25,30
Aluminium. ....	7,81	—	7,26
IJzer. ....	5,46	—	5,08
Calcium. ....	3,77	0,05	3,51
Magnesium. ....	2,68	0,14	2,50
Natrium. ....	2,36	1,14	2,28
Kalium. ....	2,40	0,04	2,23
Waterstof. ....	0,21	10,67	0,94
Titanium. ....	0,33	—	0,30
Koolstof. ....	0,22	0,002	0,21
Chloor. ....	0,01	2,07	0,15
Broom. ....	—	0,008	
Phosphorus. ....	0,10	—	0,09
Mangaan. ....	0,08	—	0,07
Zwavel. ....	0,03	0,09	0,04
Baryum. ....	0,03	—	0,03
Stikstof. ....	—	—	0,02
Chromium. ....	0,01	—	0,01
	100,00	100,00	100,00

Van de ruim 70 bekende elementen bevat deze tabel er slechts 19: de overigen komen betrekkelijk in te geringe hoeveelheden voor, om in deze natuurlijk ruwe schatting te worden opgenomen. Buiten rekening bleven de delfstoffen, die in aderen en spleten van de kristallijne gesteenten voorkomen, de planten- en dierenwereld, de

<sup>1</sup> De verrassende ontdekking van prof. RAMSAY en Lord RAYLEIGH, dat wat tot nu toe in de atmosfeer voor stikstof doorging slechts voor omstreeks 99 pct. uit dit gas bestaat en voor 1 pct. uit een 1½ maal zwaardere luchtsoort, brengt in de volgende opgaven geene wijziging, die hier in aanmerking kan komen.

meeren en rivieren en het tal van elementen, die in sporen in het zeewater zijn aangetoond. De hoeveelheden daarvan zinken geheel in 't niet bij de ontzaglijke massa's, waarin de in de tabel opgenomene elementen de hoofdbestanddeelen van atmosfeer, oceaen en vooral van de aardkorst uitmaken. Niettemin is dit globale overzicht zeer leerzaam. In de eerste plaats is het opmerkelijk, dat de zuurstof bijna de helft uitmaakt van 't gewicht der ons bekende aardschors, evenwel niet in vrijen staat, maar gebonden aan kiezel, aluminium, waterstof, enz. Het gewicht toch der vrije zuurstof in de atmosfeer is, overeenkomstig het stikstofgehalte, slechts  $0,02 \times \frac{23}{77} = 0,006$  pct. Deze laatste hoeveelheid, hoe gering ook, vervult in de aardsche huishouding een veel belangrijker rol dan de gebondene. Dat het voor de beteekenis van een element veel meer aankomt op zijne eigenschappen en den vorm waarin het voorhanden is, dan op de betrekkelijke hoeveelheid, kan ook blijken uit het geringe stikstofgehalte, in vergelijking b. v. met het 15 maal hooger cijfer voor titanium, dat vroeger voor een tamelijk zeldzaam element doorging. Schijnt de hoeveelheid daarvan groot, kleiner dan men verwachten zou zijn de cijfers voor koolstof en zwavel. Voor eene billijke vergelijking, dient overigens ook op de atoom-, of, juister gezegd, op de aequivalentgewichten der elementen gelet te worden. Zoo staan b. v. in chemisch bindingsvermogen 12 gewichtsdeelen kool gelijk met 50 gewichtsdeelen titanium en één gewichtsdeel waterstof met 23 gewichtsdeelen natrium en 39 gewichtsdeelen kalium. En evenmin mag men uit het oog verliezen, dat de cijfers alleen opgeven hoeveel van 't eene element voorkomt in de ons bekende aardschors in vergelijking met de andere: de absolute hoeveelheden stikstof, kool en zwavel zijn toch altijd nog zeer groot.

Uit eene aandachtige beschouwing der cijfers is veel te leeren. Zoo ziet men b. v., dat in de vaste aardschors iets meer aan kalium dan aan natrium voorhanden is; maar de oceaen bevat betrekkelijk zoveel meer van het laatstgenoemd element (als chloornatrium of keukenzout), dat dit het per slot van rekening van het kalium wint. Het magnesium is ruimer in het zeewater voorhanden dan het calcium, maar niet genoeg om op te wegen tegen hetgeen de vaste aardkorst daarvan minder bevat. Zeer in het ooglopend is voorts, dat 9 elementen te zamen 99 pct. van de bekende aardschors uitmaken, (waarvan zuurstof en kiezel alleen reeds 75 pct.) zoodat er slechts 1 pct. voor de 10 in de tabel nog opgenomene elementen overblijft. De ongeveer

50 niet genoemde elementen, waarvan de hoeveelheden te gering zijn om bij deze berekening in aanmerking te komen, kan men dus in geologischen zin zeldzaam noemen. Men begrijpt dat ze dit niet alle in gelijke mate zijn. Zoo is men b. v. in de scheikunde niet gewoon lithium en strontium, arsenik, fluor, koper, lood en zink dien naam te geven, en tin en zilver, cadmium en antimonium, ofschoon reeds spaarzamer, zijn toch niet zoo zeldzaam als caesium en germanium, goud en platina. Doch al kan men eenigszins onderscheiden tusschen zeldzame, zeer zeldzame, enz. elementen, nauwkeurig laat zich dit 50-tal naar hunne betrekkelijke hoeveelheden op aarde toch niet indeelen.

CLARKE bespreekt in zijne verhandeling uitvoerig de vraag, of wellicht het binnenste van den aardbol rijker aan de elementen is, die in de buitenste lagen zoo spaarzaam vertegenwoordigd zijn, dan wel of ze wellicht bij het ontstaan van ons zonnestelsel in de kern (de zon) zijn achter gebleven en brengt die vragen in verband met de ontwikkelingshypothese der elementen.<sup>1</sup>

Het lust mij niet hem op dit zeer onzeker terrein te volgen. Liever wil ik aan zijne statistiek eenige beschouwingen vastknoopen, die wel is waar ook min of meer speculatief zijn, doch tevens eene praktische kern hebben, althans voor ieder die het niet eens is met het: après nous le déluge."

Men zal hebben opgemerkt, dat van de metalen die in de maatschappij belangrijke toepassingen vinden, slechts twee in de lijst voorkomen: het ijzer en het aluminium. Het rijkelijk voorkomen van 't eerste was overbekend, hoewel niet, dat de hoeveelheid daarvan die van het calcium overtreft, ja dat zij zelfs niet zoo heel ver ten achteren is bij die van het aluminium. Nu is het zeker geruststellend dat het voorshands nuttigste van alle metalen en het »metaal der toekomst" ons niet licht zullen ontbreken, maar hoe staat het met de overige metalen? Let men op de groote hoeveelheden, die, jaar uit jaar in, vooral in onze eeuw, aan de mijnen onttrokken worden en die steeds klimmende zijn, dan is de vrees niet hersenschimmig

<sup>1</sup> Deze schijnt het eerste duidelijk uiteengezet door GUSTAV WENDT, die in zijne brochure *Die Entwicklung der Elemente*, Berlin 1891, de grondstoffen op aarde onder gewone verhoudingen onveranderlijk aanneemt, maar niet in de wereldruimte op andere hemellichamen, onder geheel verschillende verhoudingen van temperatuur en drukking. Hij meent dat alle elementen met elkander in een genetisch verband staan, in dier voege, dat die met de hoogste atoomgewichten ontstaan zijn uit die met de kleinste.

dat er eens een tijd komen kan, waarop zij den mensch ontbreken zullen. Het is waar dat de opgaven uit de medegedeelde lijst slechts betrekkelijk zijn en dat de volstreckte hoeveelheden koper, lood, enz. die in aderen de kristallijne gesteenten doortrekken, daarom nog wel zeer groot kunnen wezen — doch hunne totale afwezigheid in de lijst is toch eene vingerwijzing dat de voorraden niet om zoo te zeggen onuitputtelijk zijn en zooals het Engelsch spreekwoord zegt: »always taking out of the mealtub and never putting in, soon comes to the bottom.”

Tot nu toe heeft dit punt nog weinig of niet de aandacht getrokken en schijnt men alleen van de steenkool te vreezen, dat zij ons vroeg of laat zal begeven.<sup>1</sup> Toch zou deze ramp<sup>2</sup> niet zoo groot zijn als 't gemis van zink, koper, lood, kwik en de edele metalen. Steenkolen toch dienen bijna uitsluitend alleen ter verkrijging van de energie, die zij bij de verbranding ontwikkelen en deze kunnen wij ook aan vele andere bronnen ontleenen, die, dank zij de electriciteit, thans rijkelijker voor ons beschikbaar worden. De metalen daarentegen kunnen in hunne veelvuldige toepassingen niet altijd door andere stoffen, zelfs niet altijd door andere metalen vervangen worden. Wat b.v. zou men in de nijverheid in de plaats van het licht smeltbare lood of tin, in de natuurwetenschappen ter vervanging van het vloeibare kwik gebruiken?

Doch een gewichtige tegenwerping ligt voor de hand. Men zal zeggen: er gaat geen stof verloren en de aan den schoot der aarde ontwoekerde metalen zijn blijvende bestanddeelen onzer planeet. Terwijl de steenkool in koolzuurgas omgezet in de atmosfeer door diffusie wijd en zijd verspreid wordt, zullen de metalen niet eens de bovenste aardlagen kunnen verlaten. Maar ze zijn aan slijting onderhevig, door 't gebruik worden ze in onzichtbaar kleine stoffdeeltjes naar alle winden verstrooid. Gelijk ik elders heb aangetoond,<sup>3</sup> gaat door slijtaadje van het goud als munt alleen reeds ongeveer 1000 kilo jaarlijks voor ons verloren, afgezien van het stellig nog grooter verlies aan dit metaal door de toepassingen in de nijverheid. Van andere metalen, koper, lood, het aan de lucht verdam-

<sup>1</sup> In den allerlaatsten tijd zijn sommigen evenwel ook beducht voor goud-schaarschte.

<sup>2</sup> Volgens de jongste berekeuingen, zouden, bij niet al te snel klimmend verbruik, de Belgische en Fransche mijnen nog 5, de Deutsche en Engelsche nog 8—10 eeuwen lang kolen kunnen leveren.

<sup>3</sup> *Album der Natuur*, 1894, blz. 124.

pend kwikzilver, enz., waarvan veel grootere hoeveelheden gebruikt worden en waarmede men niet zoo voorzichtig en behoedzaam omgaat, is stellig het jaarlijksch verlies nog zeer veel grooter. De zaak is dus deze: de metaalschatten, in het verloop van geologische tijdperken (men weet wat duizend jaar in de aardkunde beteekent) door de langzaam maar rusteloos werkende natuurkrachten met vlijt bijeengebracht en zorgzaam tusschen de kristallijne gesteenten ingebed, worden in eene spanne tijds gretig door den mensch opgedolven en per slot van rekening over de geheele aarde verspreid. Hoe roekeloos men daarbij te werk gaat, in 't geheel niet denkend aan de nooden van volgende geslachten, blijkt reeds hieruit, dat hebzucht en hoop op rijkdommen veeleer de ontginning regelen, dan gebleken behoeften. Is er weinig of geen navraag naar eenig metaal, dan wordt reclame gemaakt en zoekt men behoeften te scheppen, gelijk met het nikkel gebeurd is en als men tijdelijk eens de ontginning van een mijn matigt, dan is het noodgedrongen of uit berekening om door tijdelijke intooming nog grootere winsten te behalen. Alle middelen zijn goed genoeg om, tegen den normalen loop der dingen in, veel te produceeren en toch de prijzen hoog te houden, getuige de Parijsche koper-→ring" en de Amerikaansche Bland-bill.<sup>1</sup> Wat te veel is schaadt en de eene fout moet weer goed gemaakt worden door de andere. Omdat men te veel zilver heeft uitgedolven en dit daardoor gedeprecieerde witte metaal als waardemeter in het wereldverkeer onbruikbaar heeft gemaakt, moet er ook weer meer goud zijn. In geen nijverheidstak is overproductie zoo duidelijk zichtbaar als in de mijnontginning. Zelfs van het spaarzame tin wordt thans zooveel uitgegraven, dat de prijs tot een ongekend peil gedaald is.

Ongetwijfeld zal men nog geruimen tijd zoo kunnen voortgaan. Al is er bijna geen »terra incognita" meer, hier en daar zal men nog wel eens onverwachte metaalschatten vinden en ook moet men voor sommige reeds bekende voorloopig nog wachten op gemakkelijker gemeenschap met de beschaafde wereld. Zoo bergt o. a. Siberië nog veel koper, lood, zilver en vooral goud, nu betrekkelijk nog spaarzaam

<sup>1</sup> Deze wet, doorgedreven door eigenaren van Amerikaansche zilverbijlen, legde aan de regeering der Vereenigde Staten de verplichting op om, ten koste natuurlijk der belastingplichtigen, maandelijks voor minstens 2 millioen dollar zilver aan te munten, dat als onnoodig voor het verkeer in de schatkist liggen bleef.

ontgonnen; <sup>1</sup> maar als over eenige jaren de reuzenspoorweg voltooid zal zijn, die Europa over Rusland met China en Japan in verbinding zal brengen, dan zullen ongetwijfeld deze schatten vlijtig worden aangesproken.

Noodgedrongen, naarmate de rijke ertschaarscher worden, zal men zich er meer en meer op toeleggen ook de armere mijnen te ontginnen en uit allerlei producten en afval nog op ruimer schaal de geringe hoeveelheden metaal afzonderen, dan dit tegenwoordig loonend, bijgevolg gebruikelijk is. Voor de edele metalen geschiedt zulks reeds geruimen tijd in bepaalde gevallen en is dit langzaam toenemend.

Zoo scheidt men reeds lang de geringe hoeveelheden zilver af, die in het loodglans plegen voor te komen en steeds op vollediger wijze; zoo moeten de pyrieten, die hoofdzakelijk uit ijzer en zwavel bestaan, nadat ze laatstgenoemd element door roosten als zwaveligzuur voor de zwavelzuurfabricage hebben afgegeven, doch vóórdát ze in de hoogovens tot gietijzer versmolten worden, niet alleen hun 2—3 pct. gehalte aan koper afgeven, maar sedert een 20-tal jaren ook hun uiterst gering zilvergehalte, dat op zijn beurt (even als ook het zilver uit loodglans) weer zijn spoor goud moet afstaan. <sup>2</sup> Als men bedenkt, dat de pyrieten per 1000 kilo niet meer dan 11<sup>1</sup>/<sub>2</sub> gram zilver opleveren, dan zal men toestemmen dat hier althans op de kleintjes gepast wordt.

Doch zoo gaat het niet overal en altijd. Integendeel; de bepaalde gevallen, waarin ik boven zeide dat men voor de edele metalen zuinig te werk ging, zijn meer uitzondering dan regel. Het goudwasschen, nog altijd de meest gebruikelijke wijze om het gele metaal uit zand en gesteenten te verkrijgen (de laatste worden vooraf verbrijzeld en fijn gemalen) is niet zonder groot verlies uitvoerbaar.

Gemiddeld kan men het veilig op 50—60 pct. schatten. Vooral wanneer het goud niet in fijne dichte korreltjes voorhanden is, maar

<sup>1</sup> In 1890 was volgens officiële opgaven de opbrengst van Siberië in duizende kilo's: goud 30,4; zilver 13,2; lood 266,8; koper 316,3. Vooral de hoeveelheid goud vindt men veel te weinig. Want — zegt men — de opbrengst (ongeveer <sup>1</sup>/<sub>5</sub> van de geheele wereld) is in de Vereenigde Staten 50 pct. en in Australië 20 pct. hooger, niettegenstaande de oppervlakte der Siberische goudvelden veel grooter is dan die van deze beide landen te zamen. In de provinciën Amoer en Jakoetsk blijft goudzand, dat 4 gram per 100 pud (1638 kilo) bevat, nu nog ongewasschen, terwijl men elders zand verwerkt, dat 5—10 keer armer is. Dit mag natuurlijk niet zoo blijven!

<sup>2</sup> Dit geschiedde, althans hier en daar, vóór het dalen der zilverprijzen. De »Lancaster Metal extracting Company» verkreeg alleen in 1871 op deze wijze voor eene waarde van £ 3700 aan goud en zilver, zijnde 2 sh. per 1000 kilo pyrieten.

eene bladerige structuur heeft, ongeveer zooals snippertjes goudblad, dan zal het stroomende water veel meesleuren, in weerwil dat het soort. gewicht van het metaal (15—19, al naar de zuiverheid) in vergelijking van dat van zand (2,5—2,8) bijzonder hoog is. Natuurlijk klimt het verlies nog, wanneer het wasschen uitgevoerd wordt met gebrekkige toestellen en door weinig bedrevene arbeiders, zooals dikwerf het geval is.<sup>1</sup> Bedenkt men, dat verreweg het meeste goud der wereld door wasschen verkregen is, dan begrijpt men welke verliezen daarop moeten geleden zijn, hoeveel er vermorst is.

Eerst langzaam komt hierin verbetering. Zoo wordt in de Westelijke Staten van Noord-Amerika sedert een tiental jaren het goud direct uitgetrokken door in de stampmolens aan het te vermalen gesteente kwikzilver toe te voegen en de brij onder de bewerking tegen geamalgameerde koperplaten te drijven, die zoowel het gevormd goud-amalgama als het nog vrije goud vastleggen. Zoo trekt men aan goud arm zand tegenwoordig hier en daar uit met vochten, die vrij chloor of broom bevatten en slaat het goud uit de gevormde chloor- of broomverbinding met ijzervitriool of met houtskool neer. Nog vollediger verkrijgt men het gele metaal door omgekeerd het zand op chemischen weg te verwijderen. Naar men weet wordt gietijzer uit de ertsen verkregen door deze, na de noodige voorbereiding, met coaks of steenkolen in hoogovens te verhitten, onder bijvoeging van zoogenoemden toeslag. Deze laatste, gewoonlijk kalksteen met of zonder kwarts of zand, wordt zoodanig gekozen, dat hij met de vreemde stoffen, die de ijzerertsen aanhangen, een in de hitte vloeibare massa vormt, die later tot eene donkere soort van glas (slakken) bekoelt. Dit neemt de verontreinigingen van het erts op en behoedt het door de kool herleide ijzer, dat sneller naar beneden zakt, voor verbranding. Smelt men nu ijzerertsen in den hoogoven met kalksteen en met goudhoudend zand, dan zal het edel metaal door zijn hoog soortelijk gewicht in het gietijzer overgaan. Overgiet men nu het laatste na de bekoeling

---

<sup>1</sup> De goudwasschers bestaan veelal uit een samenraapsel van avonturiers, die het toeval bijeenbrengt en in 't gunstigste geval in dienst treden van haastig opgerichte maatschappijen, die gewoonlijk over te gering kapitaal beschikken en wier bestuurders zelve lang niet altijd op de hoogte zijn. Tegenwoordig heerscht er — door de uitkomsten in sommige Zuid-Afrikaansche goudmijnen verkregen — weer een koortsachtige overspanning in de goudstreken van Westelijk Australië. Nieuwe maatschappijen springen als paddestoelen uit den grond op. Te Londen werden in den loop van dit jaar niet minder dan 80 dier maatschappijen opgericht, (waarvan alleen in October 36) met aandeel-kapitalen, afwisselend tusschen £ 1000 en £ 700,000. (*Vaderland* van 25/26 Nov. 1894.)



met verdund zwavelzuur, dan lost het ijzer, onder ontwikkeling van waterstof en koolwaterstoffen, als ijzervitriool op, terwijl het goud als fijn poeder volledig achterblijft, vermengd met eenige kool, die gemakkelijk te verwijderen is.

Men overdrijft stellig niet door aan te nemen, dat door de vroeger gebrekkige wijze van goudwinning en voorts door de onvermijdelijke slijtaadje en de verliezen<sup>1</sup> ruim zooveel door 's menschen toedoen over den ganschen aardbol verstrooid is, als de hoeveelheid goud bedraagt waarover hij thans beschikt. Dat goud moet zich, in weerwil van alle hinderpalen die het tijdelijk tot rust doemen, door de werking der rusteloos van de bergen naar zee stroomende wateren, met allerlei andere stoffen op weg bevinden naar den oceaan en een goed deel moet daarin reeds zijn aangekomen en afgezet. Een breukdeel van dit laatste, zoo kan men verder vermoeden, moet door de voortdurende aanraking met het zeewater, dat alles op den duur aantast, in oplossing zijn gekomen. En zoo als van zelf spreekt, geldt dit niet alleen van het goud, maar van alle metalen, die wij afzonderen en gebruiken. Men heeft reden om te vermoeden, dat zij, ofschoon natuurlijk in minimale hoeveelheden, noodzakelijk in het zeewater voorhanden moeten zijn. Het is evenwel meer dan een vermoeden. Want ofschoon in de boven medegedeelde lijst voor de samenstelling van zeewater in 't geheel slechts 10 elementen voorkomen, zoo heeft men daarin toch in 't geheel reeds verreweg de grootste helft van alle bekende elementen aangetoond en daaronder verscheidene zware metalen, die in de nijverheid toepassing vinden. Vooreerst het ijzer, dat zich als dubbel koolzuur-zout in oplossing bevindt en zelfs gemakkelijk is aan te toonen, vervolgens — maar in veel kleinere hoeveelheden — koper, lood, zilver en goud. Waarschijnlijk zijn zij voorhanden als chloormetalen. Men is ze het eerst op het spoor gekomen door het onderzoek van het ijzeren en koperen beslag van zeeschepen. Volgens eene bekende galvanische werking moeten de meer electro-negatieve metalen, zoo deze in oplossing zijn, zich daarop afzetten.<sup>2</sup> Van sommige heeft men zelfs eenigermate de hoeveelheden geschat, ofschoon uit den aard der zaak dergelijke bepalingen

<sup>1</sup> Men denke aan het vergaan van schepen en het begraven van schatten in oorlogstijden, die later niet weergevonden zijn, enz.

<sup>2</sup> Zoo zet zich op ijzer of zink, in eene oplossing van kopervitriool gedompeld, koper af en op dit laatste metaal kwik, zilver of goud, als men het in oplossingen brengt, die de chloorverbindingen dezer metalen bevatten.

niet zeer nauwkeurig kunnen zijn. Zoo zou volgens SARZEAUD één deel lood voorkomen in 18 millioen en één deel zilver in 100 millioen gewichtsdeelen zeewater. SONNSTADT, die het eerst goud in zeewater aantoonde, schat de hoeveelheid daarvan op één grein in een ton zeewater, wat ongeveer 1 op 15 millioen zijn zou en dus veel te hoog schijnt. In weerwil dat de zware metalen altijd slechts in hoogst geringe sporen voorhanden zijn, komt men toch tot eerbiedwaardige cijfers, als men de totale hoeveelheden in den geheelen oceaan daarnaar berekent. Zoo becijferde MAURY, bekend wegens zijne verdienstelijke onderzoekingen over de zee- en luchtstroomen, het zilveragehalte van den geheelen oceaan op 200 millioen ton, ter waarde van 21 biljoen gulden. Nu is wel is waar aan zulk een cijfer natuurlijk geen groote waarde te hechten, maar er blijkt toch uit, dat het geen hersenschimmig denkbeeld is uit deze metaalbron te willen putten. Dit is dan ook werkelijk reeds voorgesteld en in een Noorsch tijdschrift is het vorig jaar door C. A. MUNSTER een plan ontworpen, dat waard schijnt overwogen te worden.

Om zich door eigen onderzoek een oordeel te vormen over het goud- en zilveragehalte, de twee meest waardige metalen,<sup>1</sup> liet hij 100 liter water uit de Christiania-fjord tot droog verdampen. De achtergeblevene zoutmassa, die 1830 gram woog,<sup>2</sup> werd gemalen, in porties van 300 gram verdeeld en daaruit werden, volgens niet nader aangegeven methoden, de edele metalen afgezonderd. De geheele opbrengst bedroeg, per ton van 1000 kilo berekend, 19 milligram zilver en 6 milligram goud. Gelijk te verwachten was, is dit veel te weinig om een bewerking van zeewater in vaten, reservoirs of kunstmatige bekkens te beproeven. Volgens MUNSTER is dan ook het eenig praktisch uitvoerbare om in de zee zelve het water, dat door eene natuurlijke maar zachte strooming voortdurend vernieuwd wordt, een neerslag te doen afzetten, dat de edele metalen bevat. Daartoe

<sup>1</sup> Platina schijnt in 't zeewater nog niet te zijn aangetoond: het zal daarin niet kunnen ontbreken en vermoedelijk in het zilver gevonden worden, als dit in grootere hoeveelheden uit het zeewater verkregen is. Wat de minwaardige metalen koper, lood, enz. betreft, MUNSTER maakt er geen melding van, maar zooals men zien zal, moeten zij naar zijne methode gelijktijdig worden afgescheiden.

<sup>2</sup> Gemiddeld bevat het zeewater  $3\frac{1}{2}$  pct. zouten, doch aan de kusten en in zeeboezems, met name aan de oppervlakte, dikwerf aanmerkelijk minder. In zoo verre schijnt de plaats slecht gekozen, maar men bedenke dat voor de winning het zeewater rustig zijn moet.

wil hij twee kleine rotsachtige eilandjes, gelijk die aan de Noorsche kust veel voorkomen, zoo uitzoeken, dat het tusschen liggend kanaal, ter breedte van ongeveer 60 meter, een stroomsnelheid van 4 M. per minuut heeft. De ligging moet zoodanig zijn, dat golfslag en winden daarin slechts geringe wijzigingen kunnen brengen. Boven dit kanaal zou de ondernemer zestig stuks gegalvaniseerde ijzeren platen, elk ter breedte van 2 M., in dier voege moeten plaatsen, dat zij met de richting van den stroom een hoek van 30° vormen. Op deze platen moet nu het zeewater door middel van een zwakken electrischen stroom gedwongen worden de edele metalen af te zetten, in 't algemeen alle metalen, die meer electro-negatief zijn dan het ijzer. Om dien zwakken stroom te verkrijgen, acht MUNSTER eenige paardekrachten voldoende en deze zou men hetzij aan het water of aan den wind kunnen ontleenen, of op thermo-electrischen weg, door van de temperatuur-verschillen tusschen zeewater en lucht gebruik te maken. Het groote raamwerk daarvoor benoodigd zou met weinig kosten van gecarboniseerd hout te maken zijn, dat men door bestrijken met teer en graphiet het geleidingsvermogen kon geven, dat voor zulk een zwakken stroom als hier vereischt wordt niet groot behoeft te zijn. Hij meent, dat men bij behoorlijke inrichting op deze wijze jaarlijks voor 1 $\frac{1}{2}$  millioen speciedaolder (à f 2.70) aan goud en zilver zou winnen. De kosten zouden zoo gering zijn, dat men zelfs nog bij eene honderd- of duizendmaal kleinere opbrengst rekening zoude maken.

Wat hiervan zij, zal de tijd leeren. In elk geval is het waarschijnlijk, dat men vroeg of laat er toe zal overgaan om op deze of soortgelijke wijze uit het zeewater de metalen te winnen, die daarin door allerlei werkingen, niet het minst door toedoen van den mensch, gebracht worden, en uit deze wel niet rijke, maar onmetelijke bron zal men altijd door kunnen putten. Men mag dus de hoop koesteren, dat het nageslacht ons de tegenwoordige metaal-verkwisting niet al te zwaar zal toerekenen.

December 1894.