



# Onderzoek naar den oorsprong en de scheikundige natuur van eenige Nederlandsche wateren

<https://hdl.handle.net/1874/315661>

14.  
DISQUISITIO CHYMICA INAUGURALIS

DE

**AQUIS NONNULLIS NEERLANDICIS,**

QUAM,

QUOD DEUS BENE VERTAT,

EX AUCTORITATE RECTORIS MAGNIFICI

**GERARDI JOHANNIS MULDER**

MATH. MAG., PHIL. NAT., MED. DOCT. ET PROF. ORD.,

NAC NOM

AMPLISSIMI SENATUS ACADEMICI CONSENSU

ET

NOBILISSIMAE FACULTATIS MATHESIOS ET PHILOSOPHIAE  
NATURALIS DECRETO,

**Pro Gradu Doctoratus**

SUBMISQUE IN

**MATHESI ET PHILOSOPHIA NATURALI**

HONORIBUS AC PRIVILEGIIS

IN ACADEMIA RHENO-TRAJECTINA,

RITE AC LEGITIME CONSEQUENDIS,

ERUDITORUM EXAMINI SUBMITTIT

**JANUS GUILIELMUS GUNNING.**

Flardingâ-Batavus.

Ad Diem XX M. Junii, anni MDCCCLIII, hora II.

TRAJECTI AD RUENUM,

W. C. J. BOLLAAN.

MDCCCLIII.

ADRIAN KUNZLI'S RESEARCHES

OF THE

OF THE

THE

OF THE

ANDERSON'S WATER

THE

THE

W. E. J. BULL

ONDERZOEK

NAAR DEN

OORSPRONG EN DE SCHEIKUNDIGE NATUUR

VAN EENIGE

NEDERLANDSCHE WATEREN.



DUDEKNOEK

DOOR HET KONINKRIJK DER NEDERLANDEN

NEDERLANDSCHE WATEREN

WATEREN

DOOR HET KONINKRIJK DER NEDERLANDEN

WATEREN

NEDERLANDSCHE WATEREN

W. A. B. B. B. B.

W. A. B. B. B. B.

W. A. B. B. B. B.

# ONDERZOEK

NAAR DEN

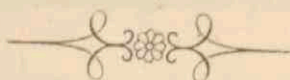
OORSPRONG EN DE SCHEIKUNDIGE NATUUR

VAN EENIGE

# NEDERLANDSCHE WATEREN.

DOOR

J. W. GUNNING,



UTRECHT,

W. J. C. BOLLAAN.

FIRMA : VAN DER MONDE & COMP.

1853.

Der da schrieb, war Mensch und du bist Mensch, der da  
liesest. Er konnte irren und hat vielleicht geirrt. Lasse est  
nicht beim Tadel, sondern bessere und baue weiter.

HERDER.

Toen de met zooveel roem in de wetenschap bekende Dumas aan het hoofd van het Departement van Landbouw en Nijverheid in Frankrijk stond, achtte hij de scheikundige kennis aan de wateren van zijn land van zooveel belang, dat eene commissie door hem werd benoemd, uit de uitstekendste Natuurkundigen zamengesteld, ten einde te verzamelen, wat reeds omtrent de chemische geaardheid dier wateren bekend was en door nieuwe onderzoekingen den weg te banen tot het verkrijgen eener volledige hydrologie van Frankrijk. In het laatst van 1851 maakte deze commissie haren eersten arbeid bekend en opende het *Annuaire des Eaux de la France* met een belangrijk en uitvoerig overzicht van de reeds bekende analyses der rivier- en bronwateren in Frankrijk, voor zoo ver zij den toets der tegenwoordige analytische scheikunde konden doorstaan.

Deze belangrijke arbeid en de overtuiging, dat landbouw, nijverheid en gezondheidsleer in ons vaderland evenzeer belang hebben bij de scheikundige kennis aan het water der rivieren, die den Nederlandschen bodem besproeijen en van de welwateren, waarvan zijne bewoners een zoo veelzijdig gebruik maken, wekten bij mij den lust op, om ter verkrijging van den doctoralen titel in de *Wis- en Natuurkundige Wetenschappen*, het onderzoek van eenige onzer wateren te ondernemen. Mijne Akademische studiën waren voor een aanzienlijk deel aan de Scheikunde gewijd, en sedert vier

jaren in eene vaste betrekking aan het Utrechtsche Laboratorium verbonden, en daardoor in de gelukkige gelegenheid, mij onder het onmiddellijk toezigt van den Hoogleeraar Mulder in de wetenschap mijner keuze te oefenen, was ik als van zelf op een onderwerp gevoerd, waaraan een practisch-chemisch onderzoek ten grondslag lag.

Niemand verwachtte hier een afgeronden arbeid; het is eene eersteling van eigen, zelfstandig onderzoek, die ik mijnen leermeesters en den vrienden der wetenschap aanbied; in dien zin hoop ik, dat de gebreken, die haar aankleven, zullen beoordeeld worden. Waarde ligt er in dit boekje niet meer, dan het aan vaste, onomstootelijke waarheid bevat, maar zooveel toch ook zeker.

In het eerste hoofdstuk heb ik getracht, op eenvoudige wijze voor te stellen, hoe men zich het ontstaan der in de vaste aardkorst voorhandene wateren heeft te denken. Als hun algemeene bron erkennen wij het water, dat uit de atmosfeer aan de aarde wordt toegevoerd. De scheikundige geaardheid van dit water en de veranderingen, die het bij zijn optreden als rivier- en welwater heeft ondergaan, maken het onderwerp van het tweede hoofdstuk uit. In het derde vindt men de scheikundige ontleding van eenige wateren van ons vaderland en de daaruit afgeleide zamenstelling, terwijl het vierde de nadere ontwikkeling bevat van eenige uit het onderzoek voortvloeiende uitkomsten.

Te eeniger tijd hoop ik, zoo de omstandigheden daartoe gunstig zijn, dit onderzoek te vervolgen en door aanvulling en uitbreiding van hetzelfde welligt iets bij te dragen tot de grondslagen eener toekomstige hydrologie van ons vaderland.



## I. OORSPRONG DER BRONNEN, RIVIEREN EN WELLEN.



De vraag naar den oorsprong der wateren, die aan de vaste oppervlakte der aarde voorkomen, schijnt bij den eersten aanblik niet voor ééne, in alle gevallen geldende oplossing vatbaar te zijn.

Inderdaad, wanneer wij een blik slaan op de hoogst verschillende verhoudingen, waaronder water-réservoirs aan en in de oppervlakte der aardkorst zich vertoonen; op de groote verscheidenheid, die ons de bronnen, zoowel in wijze van voorkomen, als in physische en chemische eigenschappen aanbieden; op den loop en den waterrijkdom der rivieren en het tal van verschijnselen, die onmiddellijk daarmede zamenhangen, dan kan de poging gewaagd schijnen, om dat alles uit eene gemeenschappelijke oorzaak af te leiden. Wie toch kan aan de IJslandsche Geisers en aan de beekjes onzer heidevelden, aan de artesische bronnen en aan de uit het zand opborrelende wellen eene zelfde natuurwerking ten grondslag leggen?

Ondertusschen blijkt het alras bij een nader onderzoek, dat ons, indien wij ons aan de geschiedenis der aarde willen blijven aansluiten, zooals zij door de tegenwoordige geologie wordt voorgedragen, slechts twee plaatsen openstaan, vanwaar wij het water, dat de aardkorst oplevert, kunnen afleiden : 1°. de groote Oceaan, die drie vierde gedeelten van onze aardoppervlakte bedekt, de onmetelijke kom, waarin al het stroomende water van het vaste land zich voortdurend verzamelt, en 2°. de atmospheer, waarin eene groote hoeveelheid waterdamp als nimmer ontbrekend be-

standdeel optreedt en eene zoo belangrijke rol speelt in de meteorologische verschijnselen, waarvan zij het schouwtooneel is. En werkelijk zien wij in de geschiedenis der wetenschap den strijd der meeningen omtrent dit punt in meer of minder gelukkige pogingen opgelost, om het ontstaan der wateren, met behulp van verschillende natuurkrachten, uit een van deze water-réservoirs of wel van beide te gelijk af te leiden.

Aan dien langdurigen gevoerden strijd namen de beroemdste natuuronderzoekers deel. Wij noemen onder hen MARIOTTE, HALLEY, LULOFS, DESCARTES, DE LA MÉTHERIE, WOODWARD en DE LUC, ten bewijze, dat het niet gemakkelijk valt, al de bijzonderheden, hiertoe behoorende, onder een algemeen gezigtspunt op eenvoudige wijze te rangschikken en uit ééne gemeenschappelijke natuurwerking te verklaren.

Het ligt voor de hand, dat het gevoelen, hetwelk den oorsprong der bronnen in het atmospherische water zoekt, de grootste waarschijnlijkheid en in vele gevallen volkomen zekerheid aanbiedt; maar in de korte ontwikkeling, die wij thans als inleiding tot het onderzoek, in deze bladen bevat, daarvan wenschen te geven, zal ons genoegzaam blijken, dat er bijzonderheden voorkomen, welke zich voor het tegenwoordige niet dan eenigzins gedwongen door deze theorie laten verklaren; dat het noodig is, hier en daar aan te nemen, wat behoorde bewezen te kunnen worden, en dat derhalve eerst na verloop van tijd eene volkomene ontwikkeling van dit gedeelte der physische geographie te wachten is.

Wanneer het atmospherische water, 't zij vast of vloeibaar of in den staat van daauw, mist enz., op de oppervlakte der aarde wordt nedergeslagen, dan verdwijnt het na eenigen tijd langs verschillende wegen uit ons gezigt. Een gedeelte vloeit langs de helling van het terrein naar de lager gelegen plaatsen, een ander gedeelte verdampt, 't zij onmiddellijk of na eerst zijnen weg door de planten, die de aarde bedekken, genomen te hebben, terwijl eindelijk een derde gedeelte den bodem zelven tot op eene zekere diepte indringt. Het is duidelijk, dat deze hoeveelheden onderling, naar gelang der omstandigheden, zeer kun-



nen verschillen. Zoo zal langs de helling van bergen, uit kristallijne gesteenten bestaande, het grootste gedeelte van het daarop vallende water onmiddellijk afvloeijen en zich in de dalen, die aan hunnen voet zich uitstrekken, verzamelen. Zijn de bergen hoog, dan zijn zij bij uitnemendheid in staat, het dampvormige water uit de atmosfeer tot zich te trekken en in de spleten en openingen, waarmede hunne oppervlakte voorzien is, te verdigten, vooral wanneer zij met planten zijn bekleed. Nog veel meer is dit het geval, wanneer hunne toppen zich boven de sneeuwlinie uitstrekken en dus met aanzienlijke massa's eeuwigdurend ijs zijn bedekt, waarvan aanhoudend door de eigene warmte der aarde en vooral in den zomer een gedeelte afsmelt, terwijl hier en daar nog vervaarlijke ijsklompen als gletschers zich langzamerhand naar de vlakte bewegen en een onophoudelijken toevoer van water afgeven. Het water, dat door de verweerde en door plantengroei en andere oorzaken verdeelde oppervlakte der bergen indringt, stuit op geringe diepte op het ongeschonden kristallijn gedeelte en vloeit daarlangs af, tot dat het hier of daar eene opening vindt en als eene bron te voorschijn treedt. Zoodoende zijn de bergen, naarmate zij hooger zijn en uitgestrekter ketens vormen, des te grooter vergaderplaatsen van water, hetwelk, voortdurend afvloeiend, aan hunnen voet beken vormt, die zich langzamerhand vereenigen en het door geulen in de aardkorst naar den Oceaan voeren. Daarom vinden wij de bronnen der grootste rivieren altijd aan den voet van hooge en uitgestrekte gebergten, waar de natuur een onuitputtelijken voorraad van water heeft verzameld en een van meteorologische invloeden bijna geheel onafhankelijken toevoer daarvan leveren kan. Het Alpengebergte is ons hiervan ten voorbeeld in Europa, maar vooral de groote bergketen, die Amerika van het noorden naar het zuiden doorsnijdt, welke naar evenredigheid van zijne grootere hoogte en uitgestrektheid, een veel grooter aantal stroomen van verbazende uitgebreidheid voeden kan, dan gene.

In de vlakkere streken der aarde ontbreken deze, het ontstaan van groote rivieren bevorderende omstandigheden geheel of ten deele. De geringe hoogte van de uitstekende deelen der oppervlakte verhindert eene zoo ruime condensatie van waterdampen, als in hooge gebergten plaats heeft, zoodat slechts beken en klei-



nere rivieren door de glooijingen van het terrein worden voort-  
 gebracht, die, juist omdat zij uit minder groote water-réservoirs  
 worden gevoed, veel meer onder den invloed staan van de ver-  
 anderlijke hoeveelheden water, die de oppervlakte der aarde ont-  
 vangt. In het algemeen is de hoeveelheid water, die den bodem  
 indringt, hier veel grooter dan in bergachtige streken, maar de  
 physische gesteldheid der oppervlakkige laag, hare mechanische  
 verdeeling en chemische zamenstelling oefenen hierop eenen zeer  
 grooten invloed uit. Een zuivere zandbodem laat het water met  
 zulk eene snelheid door, dat men zelfs korten tijd na een ster-  
 ken regen, den grond hier ter naauwernood meer bevochtigd  
 vindt. Is de zandlaag dik en ontmoet dus het water niet op  
 eene zekere diepte beletselen, die zijn verder doordringen in den  
 weg staan, dan kunnen in zulke streken noch bronnen ontstaan,  
 noch waterputten gegraven worden en een mildere plantengroei  
 kan er alleen dan plaats hebben, wanneer andere toevoegselen  
 den bodem meer waterhoudend maken. Weinig anders verhoudt  
 zich een zuivere kalkbodem, terwijl de klei juist de tegenover-  
 gestelde eigenschappen vertoont en slechts moeilijk aan het re-  
 genwater een doortogt verleent, vooral indien een plasregen  
 de bovenste laag plotseling doet opzwellen en daardoor eene voor  
 het water geheel ondoordringbare korst vormt.

Bijna nimmer komen echter deze gronden onvermengd in de  
 natuur voor en daarom vindt het water van de atmosfeer of  
 van voorbijstroomende rivieren of kanalen in den regel een door-  
 togt naar de lagen, die onder de oppervlakte gelegen zijn en  
 dringt daarin meestal in groote hoeveelheid door. Ontmoet het  
 hier of daar nieuwe aardlagen, die minder gemakkelijk water  
 doorlaten, dan hoopt het zich in de daarboven gelegene in aan-  
 merkelijke mate op. In onze lage streken vindt men in den  
 regel, op geringe diepte onder den grond, zulk eene met wa-  
 ter doortrokkene laag, waarin de oppervlakte van het water,  
 ten gevolge van het capillair vermogen der aarddeeltjes, een  
 weinig hooger staat, dan het niveau van nabij gelegene kanalen.  
 Graaft men een gat tot in deze laag, dan borrelt het water van  
 onderen en van ter zijde te voorschijn en vormt eene wel, die  
 spoedig de geheele ledige ruimte met water vult. Ziedaar den  
 oorsprong onzer gewone wellen, die daarom meestal overvloedig

water opleveren, omdat de gemelde waterhoudende laag doorgaans zeer uitgestrekt is en eene zeer aanzienlijke hoeveelheid water bevat. Hier en daar treft men reeds op zeer geringen afstand onder den beganen grond deze laag aan; dan is de bodem koud en de vochtige ondergrond belet veelal eene goede bebouwing; somwijlen kan men de daaronder geplaatste laag, die het water ophoudt, door mechanisch geweld openen (oerbanken) en door aan dit grondwater een uittogt te verleen, den grond aanmerkelijk vruchtbaarder maken. Moerassen zijn zoodanige streken, waar deze waterhoudende laag tot aan de oppervlakte van den grond reikt, en eene komvormige gedaante van den voor water ondoordringbaren ondergrond de wegvloeiing van het water verhindert.

Heeft de ondoordringbare laag, die de ophooping van het water veroorzaakte, eenige helling, dan vloeit het daar langs af, tot dat de laag aan de oppervlakte te voorschijn komt, en treedt daar met eene aan zijne verkregene snelheid en aan den aandrang van het water evenredige kracht, als eene bron te voorschijn, wier rijkdom aan water des te minder van seizoenen en atmosferische droogte afhangt, naar mate de laag, die haar water verschaft, uitgestrekter is. Vele bronnen van deze soort verminderen echter bij lang aanhoudende droogte zeer en zoo het slechts regenwater is, wat haar voedt, verdroogen zij somwijlen des zomers geheel.

Hier en daar kan het geschieden, dat eene waterhoudende laag tusschen twee ondoordringbare geplaatst is en dus het daarin bevatte water onder eene verhoogde drukking verkeert, zoo de plaats, van waar het zijn oorsprong neemt, hooger ligt. Boort men een gat tot in zulk eene waterhoudende laag, dan wordt het met kracht opgeworpen en vormt eene zoogenaamde artesische bron. Is de drukking minder sterk, dan vormt het eene wel; wisselen meerdere waterdichte en waterhoudende lagen elkander af, dan is het begrijpelijk, dat men op zulk eene plaats, naarmate men dieper graaft, water van verschillenden oorsprong en derhalve van verschillende natuur kan aantreffen.

Ziedaar in korte trekken de theorie geschetst, waarnaar het ontstaan der bronnen en wellen in de natuur wordt verklaard. In beginsel is zij niet van onze dagen, want reeds de oudste



natuuronderzoekers, wier geschriften tot ons zijn gekomen, hebben geene andere verklaring gegeven, dan deze, schoon nu en dan verminkt door de dwaalbegrippen der toenmalige natuurbeschouwing. ARISTOTELES beschouwde de uitstekende punten der aardoppervlakte als de plaatsen, die het water uit den dampkring naar zich trokken en het in hare holen en spleten bewaarden, (waarbij de ter gelijker tijd ingesloten lucht in water werd veranderd) en door het langzaam zijwaarts te doen afvloeijen aan bronnen, beken en rivieren hun oorsprong gaf. Ook SENECA deelt in dit gevoel, doch laat ook de aarde tevens in water veranderd worden. VITRUVIUS voert daarbij aan, dat de steen- en kleilagen onder de oppervlakte der aarde het verder doordringen van water moeten verhinderen en zijnen loop veranderen. PLINIUS beweerde, dat het water verschillend van natuur moest zijn, naar mate het door verschillende aardlagen toog en zijne stelling: »tales sunt aquae, quales terrae per quas fluunt" is nog heden de algemeene uitdrukking voor de oorzaken der verscheidenheid, die de wateren in de natuur aanbieden. Alleen LUCRETIVS CARUS en weinige anderen leidden den oorsprong van het water der beken en rivieren van het zeewater af; op deze meening, die in lateren tijd nog een tijdelijken opgang gemaakt heeft, komen wij straks nog nader terug.

De beroemde fransche natuuronderzoeker MARIOTTE was de eerste, die aan het onderwerp eene wetenschappelijke ontwikkeling gaf, welke hij aan berekening en gezette waarnemingen toetste en met scherpzinnigheid verdedigde (1). Het kan ons doel niet zijn, de verschillende strijdschriften, daaruit voortgesproten, ook slechts oppervlakkig te doorloopen. Wij bepalen ons enkel tot de uiteenzetting van sommige hoofdpunten, tegen welke bezwaren zijn ingebracht en slaan in het voorbijgaan een blik op andere verklaringen, die men met meer of minder goed gevolg, voor de gegevene in de plaats heeft willen stellen.

Eene eerste vraag, die zich voordoet, wanneer wij het atmosferische water als de eenige bron van de natuurlijke wateren der aardkorst aannemen, is deze: valt er genoeg regenwater,

(1) *Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides. Oeuvres de MARIOTTE. Leide, 1717; Tom. II, p. 326.*

om voortdurend de rivieren, die haar doorsnijden, van zooveel water te voorzien, als zij in de zee uitstorten? MARIOTTE trachtte deze vraag bevestigend te beantwoorden, door de jaarlijksche hoeveelheid regen, die het stroomgebied der Seine boven Parijs ontvangt, te vergelijken met de hoeveelheid water, die zij voorbij Parijs heenvoert, en kwam tot het resultaat, dat de laatste hoeveelheid slechts een derde der eerstgenoemde uitmaakte. Het kan echter niet missen, of dergelijke berekeningen moeten ten deele op willekeurige aannamen berusten, zoo als SEDILEAU aantoonde, die voor andere rivieren dezelfde berekening in het werk stellende, tot geheel andere uitkomsten geraakte. Naar zijne meening kon eene dergelijke berekening slechts bij een eiland tot eenige zekerheid leiden, en zoo beeerde hij, dat Groot-Brittannië slechts half zooveel water uit de atmosfeer ontving, als het door zijne rivieren verloor.

De oplossing dezer vraag sluit de kennis aan eenige bijzonderheden in zich, waaromtrent wij tot nog toe tot geene zekerheid kunnen geraken. Zoo is het b. v. overbekend, dat het plantenbkleedsel der aarde de verdigting van eene groote hoeveelheid waterdamp uit de atmosfeer veroorzaakt. Het is de reden, waarom in digte wouden de bodem steeds met water doortrokken en de lucht met waterdamp beladen is. Een sterk sprekend voorbeeld daarvan levert de zoogenaamde Kirchbrunnen aan de badplaats Heilbronn op. Deze wordt namelijk, zoo als uit de plaatselijke omstandigheden af te leiden is, door een naburig terrein gevoed, dat met een bosch bedekt is, en men bemerkt nu, telkens wanneer dit bosch gekapt wordt, dat de bron eene aanzienlijke hoeveelheid water minder dan gewoonlijk aanvoert. Maar zelfs bergen van geringe hoogte en heuvels schijnen, ook zonder dat zij met bosschen bedekt zijn, op dezelfde wijze waterdamp uit den dampkring te condenseren. Ons eigen land levert daarvan bewijzen. LULORS (1) verhaalt, dat op het buitengoed Koxhorn bij Wassenaar het water, dat uit de duinen te voorschijn komt, in een vergaderbak werd geleid, om er fonteinen mede te voeden. Bij eenigzins aanhoudende

(1) Inleiding tot eene nat. en wisk. beschouwinge des aardkloots, 1750, p. 317.



droogte houdt de toevoer van water uit de duinen op, maar vangt weder aan, zoodra het weder regenachtig wordt en nog voor dat er een enkele druppel gevallen is; blijkbaar kan dit water slechts afkomstig zijn van de dampen, waarmede de lucht bezwangerd is en die reeds als zoodanig door de toppen der duinen werden ingezogen. Er zijn vele bronnen, aan de helling van heuvels, boven het niveau van nabijgelegen wateren ontspringende, van welke men om plaatselijke redenen met zekerheid kan aannemen, dat zij niet door een onderaardsch hevelvormig kanaal van elders met water worden voorzien en wier ontstaan dus alleen op deze wijze kan verklaard worden. Zoo verzekert DE LA MÉTHERIE dat b. v. het opwerpen van een bolwerk voldoende kan zijn, om aan deszelfs voet eene wel te doen ontstaan. In hetzelfde geval bevindt zich b. v. de Zijpenberg bij Arnhem, een heuvel aan den linkeroever van den IJssel gelegen, die tot bijna aan zijnen top van de heiplantjes, welke zijne helling bedekken, voortdurend water doet afdruppelen, dat zich aan zijn voet in een beekje verzamelt. Het is zeker, dat de top van dezen heuvel niet zooveel regenwater ontvangt, om voortdurend dit beekje te voeden en er schiet dus geene andere, dan de zoo even genoemde verklaring over.

Een en ander maakt de onmiddellijke bepaling van het water, 't welk het stroomgebied eener rivier uit de atmosfeer ontvangt, geheel onzeker en het is dus onmogelijk, door cijfers aan te toonen, dat de hoeveelheid water, die zij in zee uitstort, geringer is dan gene.

Men vindt een groot aantal bronnen, die zich onder volkomen gelijke omstandigheden bevinden, als de beekjes op den Zijpenberg en de moeilijkheid om zich de wijze van haar ontstaan naar de theorie van MARIOTTE voor te stellen, bragt KIRCHER op het denkbeeld, het ontstaan van alle bronnen uit de infiltratie van het zeewater in de aarde af te leiden, en dezulke, wier oorsprong boven het niveau der zee gelegen is, door de capillaire opvoering van het water te verklaren. Deze meening, die in beginsel reeds door LUCRETIUS CARUS en VAREMIUS was voorgedragen, heeft gedurende eenigen tijd vele aanhangers gevonden, daar KIRCHER schijnbaar afdoende proeven voor hare bestaanbaarheid bijbragt.

Om namelijk te bewijzen, dat de capillariteit in staat is, niet alleen om water tot eene zekere hoogte op te voeren, maar het van daar ook weder langs een anderen weg te doen afvloeijen, plaatste hij een zuiltje van gips, in welks bovenste gedeelte eene verdieping was aangebragt, met zijnen voet in een bak met water en zag nu niet alleen het water in het zuiltje opklimmen, maar zich zelfs in de aangebragte verdieping ophoopen. Denkt men zich dezelfde omstandigheden in de natuur, dan is daarmede de mogelijkheid bewezen, om op die wijze bronnen op hooggelegen plaatsen te doen ontstaan. De proef gelukt intusschen alleen in de handen van eenen KIRCHER : LULOFS verklaarde haar voor onwaar en PERRAULT bewees nader, dat capillariteit niet in staat is, het water in kommen boven het niveau van het réservoir, vanwaar het afkomstig is, te doen verzamelen en dus in geen geval tot het ontstaan van bronnen in de natuur aanleiding kan geven. Hij plaatste eene looden buis, van boven open en van onderen met een lapje gesloten en met zand gevuld, in een bak met water en zag het water tot eene grootere of geringere hoogte opklimmen, naarmate het zand fijner of grover was; maar wanneer hij in de buis beneden het punt, waartoe het water opklom, een schuins geplaatst buisje aanbragt, insgelijks met zand gevuld en met een vloeipapiertje gesloten, met oogmerk om aan het water eene gemakkelijke afvloeijing te verschaffen, dan zag hij wel dit zand en het vloeipapiertje bevochtigd worden, maar nimmer vloeide een enkele druppel water af.

Eene tweede omstandigheid komt hier in aanmerking, die wij nu tevens willen behandelen, omdat zij in verband staat met een ander, niet onbelangrijk vraagstuk, de vorming namelijk van putten, die zoet water opleveren, aan het strand in de nabijheid der zee en op eilanden. De daadzaak zelve is genoegzaam geconstateerd, immers men kan dikwijls aan het strand zoet water verkrijgen, alleen door met een stok in den zachten bodem te boren. Er valt nauwelijks aan te twijfelen, of deze putten staan in verband met de zee, te meer, omdat zij dikwijls de bewegingen van het zeewater bij eb en vloed volgen; althans schijnt het gewaagd, den oorsprong dezer putten van het regenwater af te leiden. Maar is dan eene filtratie door den bodem in staat, om zout water in zoet te veranderen? Dat er chemische



wisselwerking tusschen sommige bestanddeelen van het zeewater en de bestanddeelen van den bodem onder den invloed van organische stoffen, in staat van omzetting verkeerende, kunnen plaats grijpen, is zeker, en welligt kunnen sommige zouten, die in het zeewater voorkomen, maar in den regel in zoet water ontbreken, daardoor worden vastgelegd. Maar met het keukenzout kan dit, naar hetgeen wij tegenwoordig weten, niet plaats hebben. Althans onmiddellijke proeven, door prof. MULDER en HARTING in het werk gesteld en ook door mij herhaald, leeren, dat eene verdunde oplossing van zout, herhaaldelijk door hooge kolommen zand of door klei gefiltreerd, hoegenaamd geene verandering ondergaat. De vraag, op welke wijze die putten ontstaan, blijft derhalve in het duister, maar toch waarschuwen ons eenige daadzaken, om niet overijld het resultaat dezer proeven, in het klein genomen, onveranderd bij de filtratie van zeewater door den bodem toe te passen. Een merkwaardig geval, dat welligt tot de oplossing van deze vraag kan bijdragen, verhaalt ons prof. MULDER (1). Een regenbak in de Foeliestraat te Amsterdam, die slechts een geringen toevoer van regenwater ontving, leverde steeds water genoeg voor vele huisgezinnen, waarvan de smaak en de chemische samenstelling zeer nabij aan die van gewoon welwater kwamen. Blijkbaar is het hier het water van het nabijgelegen IJ, dat den omringenden grond doorweekte, waardoor deze bak het water ontving, wat de regen daarin niet kon aanvoeren. Het IJ-water, dat in samenstelling met het Zuiderzeewater bijna overeenkomt, moest in dit geval bij zijne filtratie door den kleibodem in samenstelling zijn veranderd. Te behartigen is insgelijks een wenk door denzelfden schrijver gegeven (2), de mogelijkheid namelijk, dat bij de filtratie van chloorsodiumhoudend water door klei, onder den invloed van organische stoffen, aluinaarde-silicaten worden ontleed en de vrijgestelde aluinaarde met het chloorsodium eene onoplosbare verbinding vormt, analoog aan de dubbelchloruren van sodium en aluminium, die door DEGEN zijn bereid.

(1) MULDER, over de lucht en wateren van Amsterdam p. 159.

(2) P. HARTING, de bodem onder Amsterdam onderzocht en beschreven. Noot op pag. 224.

Onderscheidene schrijvers hebben zich tegen de algemeene aanwending van MARIOTTE's theorie verklaard, op grond dat met geene zekerheid was aangetoond, dat het regenwater tot op eene eenigzins aanmerkelijke diepte in den bodem indringt, en onmiddellijke proeven van DE LA HIRE en PERRAULT schenen dezen twijfel eenigzins te regtvaardigen. De eerste begroef een bak, waaraan eene buis bevestigd was, die in eenen kelder uitkwam, acht voeten diep onder de aarde en zag in een tijdverloop van 15 jaren geen enkele druppel water uit de buis te voorschijn komen. Andere dergelijke bakken, op geringere diepte onder den grond geplaatst, gaven nu en dan eenig water, doch alleen, wanneer eene groote hoeveelheid sneeuw den bodem bedekte, of nadat het eenige uren sterk geregend had. PERRAULT liet menigmaal na sterke regens aan de helling van bergen, in vlakten en in tuinen graven, zonder ooit den grond dieper dan tot twee voeten bevochtigd te vinden.

Deze waarnemingen zijn van gewigt, maar zij zijn niet geheel onverklaarbaar en kunnen in geen geval de ervaring, die men in het groot in bergwerken en onderaardsche kelders omtrent de doordringbaarheid der aardkorst in het algemeen heeft opgedaan, omverstootten. Vooreerst merken wij op, dat er eene groote hoeveelheid regen noodig is, om in bebouwde landen den bovengrond zoodanig met water te verzadigen, dat het later vallende regenwater naar de diepte doorgelaten kan worden. Het is voornamelijk DALTON, aan wien wij daaromtrent waarnemingen te danken hebben. Naar zijne proeven heeft kunstmatig gedroogde tuinaarde eene kolom van bijna 6 Ned. duim water noodig, om tot eene diepte van 1 palm volkomen met water verzadigd te worden, middelmatig vochtige, eene kolom van 0,8 duim. Bij een middelmatigen vochtigheidstoestand van den grond zal derhalve eerst eene hoeveelheid van 0,8 water moeten vallen, voor men den grond verder dan 1 palm nat kan vinden. Neemt men daarbij in aanmerking, hoe snel het water door de planten kan opgenomen worden en reeds ten deele onmiddellijk onder den invloed der zonnwarmte en winden verdampen kan, dan wordt het duidelijk, dat het zeer wel gebeuren kan, dat men zelfs na een sterken regen, vooral in bebouwde landen, den bodem slechts tot eene geringe diepte bevochtigd vindt, maar dat



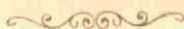
dit daarom nog niet overal en altijd zal gebeuren. En hoe dikwijls leert niet de ondervinding juist het tegendeel? bij het graven in den bodem rondom Utrecht vindt men gewoonlijk den grond vochtig, lang voor dat men tot het niveau van het water der grachten gekomen is.

Een groot aantal waarnemingen bevestigen overigens het reeds à priori zoo waarschijnlijke vermoeden, dat de aardkorst in de meeste gevallen eene aanzienlijke hoeveelheid water doorlaat. MARIOTTE zelf haalt reeds de kelders van het Observatorium te Parijs aan, van wier gewelf steeds waterdruppels nedervallen en wel des te meer, naarmate er meer regen valt. In de bergwerken dringt het water door de wanden en gewelven der gangen heen en vormt zelfs geheele onderaardsche meeren, die dikwerf een zoo grooten toevoer van water hebben, dat dit kunstmatig uit de mijnen moet worden verwijderd. In diep gelegene holen (ook aan de gewelven der kelders onder het Vreeburg te Utrecht) vindt men druipsteenen van aanzienlijke grootte, wier kalk klaarblijkelijk afstamt van den bodem, waardoor het regenwater is gefiltreerd en die daarenboven somwijlen nog door humusachtige stoffen, door het water uit den bebouwden grond opgelost, gekleurd zijn. De goede resultaten voor den landbouw, welke op zoo vele plaatsen het aanleggen van drains oplevert, berusten alleen daarop, dat men aan het overvloedige water, dat den grond indringt, eene gemakkelijke afvloeiing verschaft. Dat zelfs de kristallijne gesteenten, die de primitieve rotssoorten zamenstellen, bijna allen (ook indien zij homogeen van zamenstelling zijn) voor water doordringbaar zijn, daarover heeft BISCHOFF eene menigte waarnemingen verzameld en men kan er zich daarenboven gemakkelijk door eene proef van overtuigen. Brengt men namelijk een stuk van een dergelijk mineraal, in zuur water gedompeld, in eene luchtledige ruimte, dan dringt het zuur in de poriën binnen en men kan de sporen daarvan, na den steen doorgeslagen te hebben, gemakkelijk door een lakmoespapiertje tot op eene zekere diepte vervolgen.

Het ware gemakkelijk geweest, bovenstaande schets met een groot aantal andere theoriën te vermeerderen, waardoor men den oorsprong der bronnen heeft trachten te verklaren. Maar be-

halve dat sommigen ware toonbeelden mogen heeten van eene eenzijdige en fantastische opvatting der natuur, bieden de meesten niets opmerkenswaardigs aan. Ook ligt eene geschiedenis en kritiek der meeningen niet in het plan van dit onderzoek. Voor ons doel, het opsporen van den aard der Nederlandsche wateren, mogt het voldoende heeten, aan te toonen, dat het atmosferische water de algemeene, zoo niet de eenige bron is van de natuurlijke wateren, die in de vaste aardkorst worden aangetroffen. Wij gaan derhalve over tot een nader onderzoek naar de natuur van het regenwater en de wijze, waarop het gedurende zijn verblijf op en in de aardkorst zoodanig wordt veranderd, als wij het in het water onzer rivieren en wellen aantreffen.

## II. HET ATMOSPHERISCHE WATER EN ZIJN INVLOED OP DE BESTANDEELEN DER AARDKORST.



Van de oppervlakte der zeeën, rivieren en van den vochtigen grond stijgt onder den invloed der zonnewarmte voortdurend eene groote hoeveelheid water dampvormig in de atmospheer en hoopt zich daarin op, of wordt door luchtstromingen meer of minder gelijkmatig over de oppervlakte der aarde verspreid. Onderscheidene oorzaken vermeerderen of verminderen de hoeveelheid waterdamp, die in een gegeven tijd van eene bepaalde uitgestrektheid der aardoppervlakte oprijst, wier nadere uiteenzetting voor ons doel onnoodig is. Evenzoo gaan wij de wolken-, regen-, sneeuw- hagel- en daauw-vorming voorbij en bepalen ons tot de korte vermelding van het beginsel, waarop in alle gevallen de afscheiding in zichtbaren toestand van het gasvormige water in de atmospheer berust, onder welke gedaante het zich vertoone, vast, vloeibaar of in den blaasvormigen staat van daauw, mist enz.

Wanneer twee even groote volumina lucht, met waterdamp verzadigd, maar van ongelijke temperatuur en dus van een verschillend watergehalte, te zamen worden vermengd, dan neemt het mengsel de gemiddelde temperatuur van beide aan. Was nu de hoeveelheid waterdamp, die noodig is, om een bepaald volume lucht te verzadigen, regtstreeks evenredig aan de temperatuur, dan zou de verzadigingstoestand van dit mengsel natuurlijk geene verandering ondergaan en er zou geen water kunnen worden afgescheiden. Maar de verhouding is anders. De hoeveelheid waterdamp, die een volume lucht noodig heeft, om verzadigd te



zijn, groeit sneller aan, dan de temperatuur; derhalve is het maximum van waterdamp, dat de lucht bij de gemiddelde temperatuur van het mengsel kan bevatten, geringer, dan het gemiddelde uit de hoeveelheden damp, die in de beide oorspronkelijke luchtvolumina voorhanden waren. Indien derhalve luchtstroomen in den dampkring luchtlagen van ongelijke temperatuur met elkander in aanraking brengen, zal het gebeuren kunnen, zelfs al zijn zij niet geheel met waterdamp verzadigd, dat een gedeelte water zich moet afscheiden in een vorm, die door bijkomende omstandigheden wordt bepaald.

Het water, dat op deze wijze uit de atmosfeer aan de aarde wordt teruggegeven, is, zoo als wij gezien hebben, de bron van de verschillende wateren, die in de natuur worden aangetroffen. De eerste vraag dus, die ons moet bezig houden, is die naar den aard van het regenwater, welken term wij in dit hoofdstuk voor al de atmosferische nederslagen zullen gebruiken.

Door opheffing in dampvorm uit den Oceaan ontstaan, moet het uit den aard der zaak zuiver zijn van de niet-vlugtige deelen, die in het vocht, waaruit het zijnen oorsprong nam, voorhanden waren. En even als bij kunstmatige destillatiën de zuiverheid van het product tevens afhankelijk is van den aard van het medium, waarin de bewerking geschiedt, zoo is het ook hier het geval. De atmosfeer bevat, behalve zijne hoofdbestanddeelen, nevenstoffen, die door verschillende oorzaken daarin geraken. De groote hoeveelheden stoffen, welke door de processen, die in diepere deelen der aardkorst plaats hebben, in de atmosfeer worden gebracht, de uitscheidingen van het dierlijk en plantaardig leven, de talrijke producten der ontledingen van organische stoffen in de bouwbare aarde, in de zee, van de verschillende bedrijven der menschen enz., verontreinigen haar en te gelijker tijd, voor zoo verre zij in water oplosbaar zijn, de nedervallende regendroppels. Fijn verdeelde moleculen van anorganischen en organischen oorsprong, zoogenoemd stof, verdeelt zich in den dampkring en wordt met het regenwater naar beneden gevoerd. Het schuim der golven van den Oceaan, door heilige winden in de lucht verspreid, droogt op en de teruggebleven zoutdeeltjes blijven in hoogst fijn verdeelden toestand zwevende, tot dat het regenwater ze weder oplost en naar de aarde

terugvoert. Hoe groot de hoeveelheid der door den regen medegevoerde stoffen kan zijn, die door mechanisch geweld in den dampkring worden gebragt, bewijzen de menigvuldige, goed geconstateerde verhalen van gekleurde sneeuw, nedergevallen insecten enz.

Daarenboven is de waterdamp, die uit den Oceaan en uit de vochtige aarde oprijst, nimmer zuiver. Scheikundige ontledingen, die plaats grijpen en de nimmer ontbrekende rottende stoffen bedeelelen dien met vreemde stoffen, die ten deele in het regenwater worden teruggevonden.

Koolzuur, stikstof en zuurstof, de hoofdbestanddeelen der dampkringslucht, zijn in water meer of min oplosbaar en bezwangeren dus het nedervallende water. Deze gassoorten zijn echter, althans in den regel, in het regenwater slechts in geringe hoeveelheid aanwezig, zoo als reeds door den flauwen smaak wordt aangeduid. Gewoonlijk namelijk vallen de regendropfels van eene te geringe hoogte, om den tijd te hebben, zich met eene ruime hoeveelheid dier gassen te beladen (1).

Al deze oorzaken, die de atmosfeer op eene voor onze zintuigen wel onmerkbare, maar niettemin zekere wijze verontreinigen, zijn plaatselijk en veranderlijk. De verscheidenheid der lucht is de onmiddellijke oorzaak van de verscheidenheid van het daarin nedervallende regenwater. Na langdurige droogte, ten gevolge waarvan de vreemde stoffen als het ware in den dampkring opgehoopt zijn, is het eerst nedervallende water in hooge mate onzuiver; omgekeerd, na aanhoudenden regen, bij een weinig bewogen dampkring, is het atmospherische water, op het vrije veld en onder behoorlijke voorzorgen opgevangen, met gedestilleerd water bijna gelijk te stellen. Maar in het algemeen is het, naarmate het op verschillende plaatsen en onder verschillende omstandigheden nedervalt, naarmate het een korte-

(1) In de regenrijke maand December van het vorige jaar heb ik meermaalen ruime hoeveelheden versch gevallen regenwater (1 Ned. kan) in eene gesloten flesch met overvloedig barytwater behandeld, zonder troebeling te zien ontstaan, ten bewijze, dat zelfs het gemakkelijk oplosbare koolzuur hier niet in bemerkbare hoeveelheid voorhanden was. Het spreekt van zelf, dat dit slechts een voorbeeld is, geen regel. Heeft het in langen tijd niet geregend, dan zal het eerst nedervallende water, rijkelijk met koolzuur bedeed moeten zijn. Wij komen later hierop uitvoeriger terug.



ren of langeren weg door den dampkring heeft afgelegd, met verschillende stoffen en in verschillende mate verontreinigd.

Dat er altijd onzuiverheden in het regenwater voorkomen, getuigt de dagelijksche ervaring. Bewaart men het, dan geeft het in den regel een bezinksel, of vertoont sporen van vegetatie, ja zelfs sneeuw, van onbewoonde streken verzameld, laat bij smelting steeds eene geringe hoeveelheid stof achter.

Eerst in deze eeuw heeft men aangevangen, de vaste bestanddeelen, die door het regenwater naar de aarde worden gevoerd, aan een gezet onderzoek te onderwerpen. Wel wist men sints langen tijd, dat de meteorowaters nu en dan door sommige reagentia troebel worden gemaakt en dus sporen van vreemde stoffen met zich medevoeren; in 't bijzonder had HERMBSTÄDT (1) de aandacht gevestigd op de roodachtige verkleuring, die eene oplossing van nitras argenti door de meeste meteorowaters onder medewerking van het licht ondergaat en die vooral aan de zee-kusten zeer merkbaar is (2). ZIMMERMANN (3) schreef haar toe aan den invloed eener organische stof, bewees althans, dat zij niet van zoutzuur of chloruren afkomstig is en bij voorkeur aangetroffen wordt in waters, die een koolrijke stof bij verdamping achter laten. Hij hield haar voor eene eigenaardige scheikundige stof, die hij trachtte te isoleren en onder den naam van pyrrhin beschreef. Ook BERGMANN vermeldt, zich met het onderzoek van eene dergelijke stof bezig gehouden te hebben. BRANDES meende in het regenwater daarenboven eene met dierlijk slijm overeenkomstige stof en een harsachtig ligchaam aangetroffen te hebben. Klaarblijkelijk is het eene dwaling, in deze stoffen een goed geconstitueerd ligchaam te zoeken; veeleer zijn het organische, vlugtige of mechanisch medegevoerde stoffen, in een verschillenden staat van omzetting verkeerende. Ondertusschen beweert SALM-HORSTMAR creenzuur en apocreenzuur daarin te hebben gevonden.

(1) SCHWEIGG. Journ. 32. p. 281—291.

(2) Hetzelfde verschijnsel bemerkt men dikwijls in hooge mate bij de bepaling van het chloorgehalte van zeewater door middel van nitras argenti. Somwijlen neemt de geheele vloeistof, waarin de praecipitatie heeft plaats gehad, onder den invloed van het licht eene roode kleur aan.

(3) SCHWEIGG. Journ. 48. p. 157.

De eerste meer bepaalde onderzoeken waren die van DRIESSEN (1), waardoor het aanwezen van zoutzuur in de lucht van Amsterdam en dus ook in het daar nedervallende regenwater werd bewezen, hetwelk later door onderscheidene natuuronderzoekers, VEEHOF, CRAANEN, VAN ROSSEM en MULDER werd bevestigd (2). Giet men zuiver water eenige honderd malen door de lucht van het eene glas in het andere, dan geeft het met nitras argenti eene duidelijke troebeling. Ja, somwijlen kan de hoeveelheid zoutzuur in den dampkring aldaar zoo groot zijn, dat eene verdunde, volkomen heldere oplossing van nitras argenti, een half uur aan de lucht blootgesteld, troebelheid vertoont. Dat deze reactie niet van medegevoerde chloruren, maar van vrij zoutzuur afkomstig is, trachtte men aan te toonen, door de verkleuring van lakmoesvocht, hetwelk met het water in aanraking rood werd. Ook VOGEL, KRÜGER en HERMSTÄDT vonden in de lucht te Dobberan en NICOLLE te Dieppe dezelfde reactie.

De oorzaak dier reactie is blijkbaar te zoeken in de nabijheid der zee en af te leiden van ontleding, die daarin bij de verdamping plaats vinden. Het chloormagnesium (een voornaam bestanddeel des zeewaters) verliest gemakkelijk zoutzuur, onder afscheiding van magnesia, wanneer het in geconcentreerde oplossing wordt verdampt. In het groot ziet men dit in zoutketen, waar gedurende de uitdamping van sterke pekels bij de kookhitte eene groote hoeveelheid zoutzuur ontwijkt. Dezelfde ontleding kan plaats vinden, indien het zeewater op de vlakke en ondiepe kusten aan de zonnehitte blootgesteld is en daardoor meer of min wordt geconcentreerd.

Om echter met nog meerdere zekerheid aan te toonen, dat de chloor-reactie in de lucht niet van medegevoerde chloruren, maar van vrij zoutzuur af te leiden is, heb ik een pekelt van 1,1 sp. gew., met zijn volume water vermengd, in een waterbad bij eene temperatuur van 60 à 70° uit eene ruime retorte gedestilleerd en in den aangelegden ontvanger een weinig zuivere baryt gebragt. Nadat een tiental C. C. vocht waren overgegaan, werd de vloeistof uit den ontvanger met koolzuur, zorgvuldig door

(1) Alg. Konst- en Letterbode. 1803. No. 23.

(2) Zie de verhand. over de wateren en lucht der stad Amsterdam, door Dr. G. J. MULDER. Amst. 1827. p. 177 sqq.



eene oplossing van carb. pot. gewasschen, bedeed, verdampt, gedroogd en het terugblijvende met water weder behandeld, 't geen daaruit eene merkbare hoeveelheid chloorbarium, maar geen spoor van kalk- of magnesia-zouten opnam.

Dat overigens dit vrije zoutzuur voornamelijk aan zeekusten en slechts bij uitzondering binnenlands kan worden aangetroffen, behoeft geen betoog. In Utrecht trof Prof. MULDER het niet aan, evenmin de heer VAN BOSSEM in Groningen. Als sterk zuur heeft het eene zoo groote verwantschap tot andere ligchamen, dat het slechts korten tijd in de atmosfeer in vrijen toestand kan blijven bestaan.

Het voorkomen van sommige zouten in het atmosferische water was reeds vroeger aangetoond. Vele reizigers vermelden zout smakende regens en daauw, voornamelijk in de tropische streken der aarde. Reeds MARGGRAF en BERGMANN (1791) beweren, chloruren en nitraten van kalk in regenwater gevonden te hebben. STARK vond bicarbonas calcis, ZIMMERMANN analyseerde van 1821—1823 onderscheidene soorten van regenwater en wees daarin chloorpotassium, ijzer, mangaan en carb. calcis aan, maar geen chloorsodium. LIEBIG, die hem aan de hoogeschool te Giessen opvolgde, zette dit onderzoek voort, maar trof nimmer ijzer en mangaan, en steeds chloorsodium aan, zonder potaschzouten. SALM-HORSTMAR echter vond ook weder sporen van deze laatste.

Dat het atmosferische water menigmaal chloorsodium met zich medevoert, was reeds aan LEEUWENHOEK in 1703 bekend. SALISBURY (1) vermeldt, in het jaar 1808 te Mill-Hill aan de oostkust van Engeland op de vensterruiten en aan de bladeren en takken van boomen kleine zoutkristallen bemerkt te hebben, door den regen daarop achtergelaten. DALTON heeft het eerst hierover meer uitvoerige waarnemingen gedaan (2). In Dec. 1822 ving hij te Manchester bij een Z. W. t. W. storm het vallende regenwater op en vond daarin  $\frac{1}{10000}$  procent chloorsodium. In het zeewater  $4\%$  aannemende, berekende hij, dat het regenwater met  $\frac{1}{4}$  procent opgespat zeewater was gemengd en over eene

(1) GEHLEN's Journ. T. VII. p. 589.

(2) Edinb. Journ. of Science. N°. III.



uitgestrektheid van 50 à 60 Eng. mijlen, den afstand van Manchester tot het zeestrand in de rigting van den storm, was medegevoerd. Niet zelden echter vond hij het regenwater met de dubbele hoeveelheid chloorsodium bedeeld. In Utrecht vond Prof. MULDER in 1824 0,012 gram. chloorsodium in één kilogramme regenwater.

Dat salpeterzuur in het regenwater kan aangetroffen worden, inzonderheid bij ontladingen van atmosferische electriciteit, was te verwachten, sedert CAVENDISH het eerst had aangetoond, dat electriche vonken, door een vochtig mengsel van stikstof en zuurstof gevoerd, daarin salpeterzuur doen ontstaan. Ook vindt men reeds bij natuuronderzoekers uit het laatst der voorgaande eeuw van salpeterzuurhoudenden regen gewag gemaakt. Maar sedert de onderzoekingen van SCHÖNBEIN, OSANN, BECQUEREL en FRÉMY enz. de ware interpretatie van de proef van CAVENDISH hebben aan het licht gebracht, sedert men namelijk weet, dat de zuurstof onder den invloed van electriciteit in een eigenaardigen allotropischen toestand kan overgaan, die haar in staat stelt, zich onmiddellijk met stikstof te vereenigen, en deze zoogenoemde geëlectriseerde zuurstof als een constant, hoewel in hoeveelheid zeer gering bestanddeel der dampkringslucht is erkend, kon men verwachten, dat al het atmosferische water meer of min salpeterzuurhoudend zou bevonden worden. Maar de ervaring heeft dit niet bevestigd. Omstreeks 1827 onderzocht LIEBIG 77 soorten van regenwater en trof in 17 daarvan, die gedurende of na onweders waren gevallen, salpeterzuur aan, maar onder de 60 overige vond hij slechts twee, die zwakke sporen van dit zuur bevatten. De straks te vermelden onderzoekingen van BARRAL en BINEAU spreken elkander in dit opzigt lijnrecht tegen. De eerste vond te Parijs het regenwater gedurende de maanden Julij tot December 1851 steeds rijkelijk met salpeterzuur bedeeld, de tweede trof geen spoor daarvan in het Lyonsche regenwater van November 1851 tot Februarij 1852 aan. BENCE JONES echter vond den regen te Londen, Melburgh en Clonakelty steeds salpeterzuurhoudend.

De eerste eigenlijke analyses van regenwater waren die van BRANDES in de jaren 1825 en 1826 te Salzuffeln, een

stadje in Lippe-Detmold ondernomen, met het doel, om den aard en de hoeveelheid der vreemde inmengselen, gewoonlijk in de lucht bevat, nader te leeren kennen (1). Een geheel jaar lang werd met de uiterste zorgvuldigheid van al het nedervallende water een gedeelte opgezameld en onmiddellijk aan de inwerking van onderscheidene reactieven blootgesteld. De algemeene resultaten, uit dit onderzoek voortvloeiende, zijn de volgende : het regenwater is van zeer veranderlijke geaardheid; helder en doorzigtig of meer of min troebel en opaliserend door een gehalte aan organische stoffen; dikwijls zet zich een wit, roodachtig bruin of groen bezinksel af, dat meestal eene georganiseerde structuur verraadt. Wanneer het reuk bezit, dan is deze meest onaangenaam en muf, in het voorjaar dikwijls met bloemengeur bedeed. In den herfst en winter nam BRANDES dikwijls een naar chloor gelijkenden reuk waar, nu en dan ook dien van bittere amandelen. Ook de smaak verschilt zeer en houdt gelijken tred met den reuk.

Het regenwater is dus nimmer zuiver en altijd met organische en anorganische stoffen bedeed; in den herfst en den winter zijn deze inmengselen het grootst in hoeveelheid, in den zomer geringer. De anorganische stoffen, die BRANDES geregeld aantrof, waren : zoutzuur, soda, zwavelzuur, kalk, koolzuur en magnesia. Van al het regenwater, gedurende eene maand gevallen, werd telkens eene zekere hoeveelheid in eene platina-schaal verdampt, ten einde het gehalte aan vaste stoffen in verschillende perioden des jaars te kunnen vergelijken. Het resultaat is in de volgende tabel aangegeven. Een kilogramme regenwater bevatte in de maand

Januarij . . . .	0,0065
Februarij . . . .	0,0035
Maart . . . . .	0,0021
April . . . . .	0,0014
Mei . . . . .	0,0008
Junij . . . . .	0,0011
Julij . . . . .	0,0016

(1) SCHWEIGGER's Jahrbuch XVIII. p. 153 sqq.



Augustus . . .	0,0028
September. . .	0,0021
October. . . .	0,0031
November. . .	0,0027
December . . .	0,0035 gr. vaste stof.

De gezamenlijke hoeveelheid vaste stof, in een geheel jaar verkregen, werd nu nog aan een nader onderzoek onderworpen, hetgeen behalve de bovengenoemde stoffen nog sporen van potasch, ijzer- en mangaanoxyde, ammonia en waarschijnlijk salpeterzuur aan den dag bragt. Van den aard der organische stoffen trachtte hij zich nog nader rekenschap te geven, zonder trouwens, zooals te verwachten was, daaromtrent tot eenige zekerheid te geraken.

Ten slotte berekent BRANDES naar deze data nog de hoeveelheid vaste stoffen, die in dat jaar te Salzzuffeln op 1 □ mijl door den regen aangevoerd waren, op niet minder dan 1230166,6 ponden, d. i. op 1 hectare (10000 □ meters) ruim 100 kilogram.

LAMPADIUS kwam (1), na 30 jaren lang voortgezette onderzoekingen omtrent den aard van het meteorische water, in den omtrek van Freiberg verzameld, tot dezelfde resultaten als BRANDES. Hij vond steeds, behalve organische stoffen, voornamelijk chloorcalcium, minder chloorsodium, chloormagnesium en sulfaten. Het geheele gehalte aan vaste stoffen ligt naar zijne ervaring tusschen deze grenzen besloten : 0,0045 gram. als minimum, 0,0208 gramme als maximum per kilogramme. Sneeuw- en hagelwater waren steeds veel zuiverder, dan regenwater. De lucht, in het regenwater bevat, vond hij rijker aan zuurstof dan de atmosferische lucht, ten gevolge van de grootere oplosbaarheid van zuurstof. Maar opmerkelijk was het hoogst geringe koolzuur-gehalte van het regenwater : nooit trof hij regenwater aan, dat door barytwater troebel werd gemaakt; een aftreksel van roode kool was het eenige reactief, waarmede hij nu en dan het aanwezen van een spoor koolzuur kon aantoonen (?). Ziehier twee zijner proeven, die het meest van elkander afwijken. 1 Aug. 1835 : 1000 cub. duim regenwater, gedurende een onweder gevallen, bevatten

(1) Journ. f. pract. Chemie. VI. p. 374. 1835.

Zuurstofgas	9,71 c. duim.
Stikstof	20,49
Koolzuur	0,80
	<hr/>
	31,00.

Dit gasmengsel bestond dus in maat uit 31,29% O, 66,12% N, 2,69% CO<sup>2</sup>. Sneeuw, den 23, 24 en 25 Dec. 1835 gevallen en gesmolten, gaf in 1000 c. duim

Zuurstof	7,50
Stikstof	17,00
Koolzuur	1,00
	<hr/>
	25,50.

Procentisch derhalve zamengesteld uit 29,4 O, 66,6 N en 3,9 CO.

De daauw was steeds aanmerkelijk rijker aan koolzuur.

Deze bepalingen komen overeen met die, welke Prof. MULDER heeft verrigt (1), waar het gehalte aan koolzuur van versch. gevallen regenwater insgelijks ter naauwernood bemerkbaar was.

De regen, bij rustig weder in de nabijheid der Freiburger smelthutten nedergevallen, bevatte soms niet onaanzienlijke hoeveelheden zwavelig- en zwavelzuur en een spoor arsenigzuur, afkomstig van de roosting der zwavel- en arsenicumhoudende ertsen.

BERTELS onderzocht gedurende de jaren 1840 en 41 het te Regenwalde in Achterpommern nedervallende regen- en sneeuwwater en bepaalde afzonderlijk de daarin voorkomende bestanddeelen (2). Het water werd op een geruimen afstand der stad verzameld, en tweemaal 's maands geanalyseerd. Daartoe werden 3 pond (1,56 kilogram.) in eene porceleinen schaal uitgedampt en naar de uitvoerig in zijne verhandeling beschreven wijze onderzocht.

Ik laat hier eene tabel volgen, uit de door BERTELS opgegeven data berekend, die het aantal milligrammen der verschillende vaste stoffen uitdrukt, in 1 kilogram water bevat. In plaats van de maand April 1840, is dezelfde maand van 1841 ingevoegd, daar in de eerste bijna geen sneeuw of regen viel.

(1) Comm. de aquis Rhenotraj. p. 94.

(2) Journ. f. pract. Chemie. XXVI. p. 89.



Jaar.	Maand.	Koolzure kalk.	Koolzure magnesia.	Chloorsodium.	Gips.	IJzeroxyde.	Aluinaarde.	Kiezelzuur.	Organische stikstofhoud. stof.	Potasch (als CO <sup>2</sup> KO berekend)	Verlies. (Carb. ammon. humusz.)	Totaal.
1840	Maart	23,73	20,06	26,36	12,60	1,89	1,89	2,52	15,12	16,38	10,71	131,25
—	—	9,35	7,56	3,78	9,35	1,26	1,68	10,08	5,04	—	0,84	48,93
1841	April	6,30	6,30	9,87	6,30	1,26	2,52	3,78	10,71	5,67	1,26	53,97
—	—	5,67	3,78	15,02	7,56	3,78	3,78	5,67	9,35	—	1,89	56,49
1840	Mei	6,41	3,05	5,57	4,94	1,79	3,05	4,94	3,05	—	1,05	33,81
—	—	5,57	4,73	3,78	4,73	1,89	2,73	5,67	5,67	—	0,95	35,70
—	Junij	6,62	3,78	4,73	3,78	1,89	1,89	2,73	4,73	—	1,89	35,03
—	—	10,29	7,67	3,78	4,73	2,84	2,84	6,62	5,67	—	0,95	45,36
—	Julij	6,20	4,41	2,52	3,78	6,20	3,15	1,07	4,41	1,26	—	42,63
—	—	7,56	5,57	3,78	3,78	5,57	7,56	13,23	18,90	—	1,89	67,83
—	Augustus	2,84	1,89	0,95	1,89	0,95	1,89	2,84	4,73	—	0,84	18,80
—	September	3,73	5,04	2,52	4,62	1,89	3,26	7,51	5,57	—	1,89	36,44
—	—	2,52	1,89	2,21	2,52	0,84	0,63	2,52	1,26	0,95	—	15,12
—	October	2,84	2,84	4,73	4,73	0,95	1,89	2,84	3,78	—	0,84	25,41
—	—	1,84	1,21	1,21	1,84	1,21	1,26	1,26	3,68	0,32	—	13,81
—	November	3,15	1,89	3,78	3,15	1,26	1,89	4,41	7,56	1,37	0,42	28,88
—	December	2,47	3,10	4,99	4,36	1,21	0,58	1,89	8,77	0,95	1,21	29,51
1841	Januarij	5,67	3,78	4,73	3,78	2,84	3,78	4,73	5,67	0,42	0,42	35,81
—	Februarij	6,62	3,78	4,73	4,73	4,73	5,67	15,96	2,73	0,11	1,79	50,82
—	—	13,86	—	26,99	10,08	1,26	2,52	3,78	24,47	10,71	—	04,37
Gemiddeld		6,66	5,15	6,89	5,18	2,27	2,73	5,67	7,54	—	—	45,34

BERTELS was de eerste, die een gehalte van kiezelzuur en aluinaarde aan het regenwater toekende, welke beide echter welligt afstammen van de porceleinen schaal, waarin de verdamping was bewerkstelligd. Uit de tabel blijkt, dat hij de som der vaste stof in 't algemeen hooger vond dan BRANDES, lager dan LAMPADIUS.

De laatste jaren zijn rijk geweest aan onderzoekingen over het gehalte der meteorwaters aan vaste stoffen, vooral van den kant van Fransche scheikundigen. De meeste werden ondernomen met het doel, om meer bepaald deze of gene klasse van stoffen daarin op te sporen en vullen dus elkander in sommige opzichten aan. Daartoe behooren de zoo geruchtmakende onderzoekingen van CHATIN en anderen over het jodiumgehalte der lucht en der natuurlijke wateren, zoowel atmosferische als terrestrische. Wij geven hier een zakelijk overzicht van deze verschillende onderzoekingen, die allen met elkander in een naauw verband staan

en komen dus later, wanneer wij over het jodiumgehalte der bronwateren handelen, daarop niet weder terug.

De Parijsche scheikundige BARRAL heeft sedert Julij 1851 een uitvoerig onderzoek van het te Parijs op het observatorium nedervallende regenwater ondernomen en meer bepaald zijne aandacht gevestigd op de hoeveelheid stikstof, die aan de aarde door het atmosferische water wordt toegevoerd, zoowel als gas, als in den vorm van salpeterzuur en ammonia. Tweemaal 's maands werd het met de meeste zorg verzamelde water geanalyseerd naar eene methode, die niet nader is bekend gemaakt, maar die door eene commissie der Fransche Academie geoordeeld is vrij te zijn van alle aanleiding tot dwaling. Vooraf heeft hij minima van nitras ammoniae bij gedestilleerd water in bepaalde verhoudingen gevoegd en naar zijne methode met bijna mathematische juistheid en het zuur en de basis kunnen bepalen. Van de minerale stoffen zijn alleen chloor, kalk en magnesia in gewigt bepaald. Of de overige zouten, die gewoonlijk worden aangetroffen, niet aanwezig waren, wordt niet vermeld. Meer waarschijnlijk is, dat het onderzoek niet over deze is uitgestrekt, daar de hoeveelheid der stikstofverbindingen en de wisselingen, die daarin voorkomen, meer bijzonder het doel van BARRAL's arbeid waren. Zie hier de gemiddelde uitkomsten van zijne bepalingen gedurende de 6 laatste maanden van 1851 :

1 kubieke meter regenwater bevatte aan grammen de volgende hoeveelheden der verschillende stoffen (1).

In de maanden	Stikstof.	Salpeterz.	Ammonia.	Chloor.	Kalk.	Magnesia.	Totaal.
Julij	4,67	6,01	3,77	3,88	9,02	»	24,80
Augustus	9,44	20,20	4,42	2,89	8,68	»	38,31
September	11,95	36,33	3,04	2,39	7,16	»	51,04
October	4,46	5,82	1,08	1,84	2,43	»	13,29
November	4,64	9,99	2,50	2,64	4,26	»	21,51
December	15,01	36,21	6,85	0,00	7,36	»	52,54
Gemiddeld	8,36	19,09	3,61	2,27	6,48	2,12	33,57

(1) Comptes rendus XXXIV, p. 829. De bijzondere cijfers der magnesia zijn niet opgegeven.



Daar de densiteit van regenwater niet merkbaar van die van zuiver water verschilt (gemiddeld 1,0005 naar ZIMMERMANN), bevat het regenwater te Parijs naar deze bepalingen gemiddeld 0,0335 gram per kilogram. 1 Hectare land ontving aldaar in dat jaar 132,34 kilogr. vaste bestanddeelen door het daarop vallende regenwater. Het zooveel grootere gehalte aan vaste stoffen, dat wij hier aantreffen bij vergelijking met de vroeger vermelde analyses, is blijkbaar het gevolg van den onzuiveren en met vreemde stoffen beladen dampkring, die Parijs bedekt.

Ten gevolge van de aanmoediging, die de arbeid van BARRAL van vele zijden ontving, werd hij in staat gesteld, de gewone udometers van ijzer of zink door platina-instrumenten te vervangen en zijn onderzoek alzoo van vele storende invloeden onafhankelijk te maken. Reeds heeft hij eene analyse van regenwater, op deze wijze verzameld, bekend gemaakt, (Comptes rendus XXXVI. p. 184) die vooral belangrijk is voor de nadere kennis der organische stof, die in het regenwater bevat is; 575 liters water werden in een platinavat gedestilleerd en lieten 183 milligr. achter, bestaande uit

in aether oplosbaar	62	milligr. organische stof,
in alcohol van 36° oplosb.	12	» chloorsodium,
in water oplosbaar	94	» gips,
onoplosbaar	15	» ijzeroxyde.
	<hr/>	
	183	

De aetherische oplossing was geelachtig en liet bij verdamping eene in naaldvormige kristallen aanschietende stof achter, die op platinablik onder verspreiding van een dikken rook verbrandde, en met potasch ammonia ontwikkelde. Het ijzeroxyde houdt BARRAL voor toevallig en leidt het af van de bewerking van het platina, dat bij het solderen met goud met ijzeren instrumenten werd aangeraakt.

Met regt verwacht men belangrijke resultaten van dezen voortgezette arbeid. De Academie en het Bureau des Longitudes hebben beide aan BARRAL een platina-udometer verschaft (één van een  $\square$  meter oppervlakte), die op aanzienlijken afstand van

Parijs in het vrije veld zijn opgesteld, zoodat het nu gemakkelijk zijn zal, zooveel water te verzamelen, dat dit merkwaardige organische bestanddeel van het regenwater aan een nader onderzoek kan onderworpen worden.

Hoogst opmerkelijk in deze proeven van BARRAL is het constant voorkomen van eene aanzienlijke hoeveelheid nitraten, te opmerkelijker, daar BINEAU, die zich omstreeks denzelfden tijd te Lyon met het onderzoek van het regenwater bezig hield, in de maanden December 1851 tot Februarij 1852 geen spoor van salpeterzuur aantrof, terwijl de hoeveelheid ammonia 20 à 30 maal grooter was dan in het Parijsche regenwater. Heeft men hier aan een zoo groot verschil van omstandigheden te denken, of wel aan eene verandering, die het water bij een der scheikundigen voor of gedurende het onderzoek zou hebben kunnen ondergaan? Hoe dit zij, de Fransche Academie heeft de zaak van gewigt genoeg geacht, om BARRAL uit te noodigen, op ruime schaal zijne nasporingen voort te zetten, en het regenwater van de meest verschillende plaatsen aan een naauwkeurig onderzoek te onderwerpen, ten einde met zekerheid te bepalen, in hoeverre en op welke wijze de zamenstelling van het regenwater met de locale omstandigheden zamenhangt.

Ook E. MARCHAND (1) en MEYRAC (2) deelen opmerkingen mede omtrent den aard van het regenwater. De eerste bevestigt het constant voorkomen van salpeterzuur in regenwater. Vervolgens vermeldt hij het menigvuldig voorkomen van zwavelwaterstof en beschouwt dit als eene bron van het zwavelgehalte der cruciferae. Daaruit leidt hij af, dat men, om de lucht van dit schadelijke gas te zuiveren, slechts planten van deze familie behoeft aan te kweeken! Behoeft het nog betoog, dat de charlatannerie nog niet uit de scheikunde is gebannen?

Ziehier overigens eene der analyses van MARCHAND, van regen- en sneeuwwater, gevallen te Fécamp, in Maart 1850. Eén kilogramme bevatte :

(1) Comptes rendus XXXIV p. 54.

(2) Idem, p. 714.



	Sneeuwwater.	Regenwater.
Chloorpotassium	sporen	sporen
Chloorsodium	0,017037 gr.	0,011430 gr.
Chloormagnesium	sporen	sporen
Jodureta en bromureta	dito	dito
Bicarb. ammon.	0,001290	0,001740
Nitras ammon.	0,001447	0,001890
Sulfas sodae	0,015627	0,010070
Sulfas magnesiaë	spoor	spoor
Gips	0,000877	0,000870
Organische stof met ijzer en kalk	0,023846	0,024865
	<hr/> 0,060124	<hr/> 0,050865

MEYRAC onderzocht sinds 1847 voortdurend het regenwater, voornamelijk met betrekking tot de afwisselende hoeveelheden chloorsodium, die daarin voorkomen. Te Dax, 30 kilometers van den Atlantischen Oceaan gelegen (Frankrijk, dép. Landes), vond hij steeds sporen daarvan in het atmosferische water en wel des te meer, naarmate de regen meer aanhoudend en overvloediger was; het maximum, 't geen in den herfst, den winter en het voorjaar zeer dikwijls voorkwam, was 0,020 gr. per liter. Het water, dat te Bayonne, 4 kilometers van zee, op denzelfden tijd viel als te Dax, was bijna altijd veel rijker aan zout, terwijl dat van de meer binnenlands gelegen streken veel minder daarmede bedeeld was. De regen wordt daar steeds aangevoerd door westewinden, die onmiddellijk van den Oceaan komen.

Onder de inmengselen, die in geringe hoeveelheid in de atmosfeer en dien ten gevolge in het daarvan afstammende water worden aangetroffen, is er geen, dat zoo zeer de algemeene belangstelling heeft getrokken, als het jodium. Sedert COURTOIS in 1811 dit ligchaam ontdekte tot aan den eersten arbeid van CHATIN, 1850, was het wel hier en daar in de natuur, voornamelijk in minerale wateren aangetroffen, maar het bleef voor eene spaarzaam verspreide stof gelden, tot dat CHATIN zijne aanwezigheid in alle waterplanten en daarna in de lager georganiseerde waterdieren en amphibiën, zelfs in weegbare hoeveelheid, aan-

toonde, en bij het verder en verder uitbreiden van zijn onderzoek ten slotte tot het resultaat kwam, dat het jodium eene der meest verspreide stoffen in de natuur is, schoon het meestal in hoogst geringe hoeveelheden voorkomt.

De natuurlijke wateren in Frankrijk waren de eerste voorwerpen van zijn onderzoek, waarin hij weldra door een aantal Fransche scheikundigen werd gevolgd. Hij onderzocht bijna 400 watersoorten, gelegen tusschen den Atlantischen Oceaan en de Middellandsche zee, van rivieren, bronnen of putten afkomstig: het algemeene resultaat was, dat te midden der Alpen het jodium in het water ontbreekt en dat het, naarmate men zich meer van de bergen verwijderd, overvloediger voorkomt in de zachte wateren, terwijl die, welke men gewoon is, hard te noemen (die rijk zijn aan aardzouten) in den regel daarvan verstoken blijven.

Vervolgens vond CHATIN het jodium in al die deelen van het vaste land, welke niet voortdurend met vloeiend water in aanraking zijn. In alle onderzochte landplanten, meer dan 100 in getal, in de gewone potaschsoorten en de chemische fabrieksproducten, die daarvan afgeleid zijn; in de asch der steenkolen, anthracit, graphiet, (derhalve ook in de producten der oudere geologische formatiën), in de bouwbare aarde (waarvan 1 à 2 gram. dikwijls reeds voldoende zijn, om eene duidelijke jodiumreactie voort te brengen), in alle voedingsmiddelen, in melk, wijn, bier enz., in onderscheidene ertsen, ijzer en koper, in zwavel, overal trof hij jodium aan.

Bij deze algemeene verspreiding van het jodium was het te verwachten, dat het ook in de dampkringslucht aangetroffen zou worden en werkelijk gelukte het CHATIN, 2000 — 8000 liters lucht door een systeem van Liebigsche boltoestellen, met volkomen zuivere potasch gevuld, drijvende, daarin jodium aan te toonen. In onderscheidene proeven in het voorjaar van 1851 te Parijs genomen, vond hij tusschen  $\frac{1}{30}$  en  $\frac{1}{350}$  milligr. jodium in 40,000 liters lucht. Ook dit onderzoek breidde hij weldra over de geheele uitgestrektheid van Frankrijk tusschen de Alpen en Parijs uit. In de Alpen zelve vond hij geen jodium, maar des te meer, naar mate hij zich verder van daar verwijderde en het terrein lager werd. De oorzaak daarvan vindt hij in de zwaarte en de geringe elasticiteit der jodiumdampen, die hen verhinderen, zich hoog in de lucht te verspreiden. Het komt ons echter tamelijk ge-



waagd voor, aan te nemen, dat het jodium ongebonden, als gas, in de atmosfeer aanwezig zou zijn. Schoon minder krachtig op andere ligchamen inwerkend dan het chloor, deelt het toch in zoodanige mate de eigenschappen van laatstgenoemd element, dat zijn vrij bestaan in de natuur als eene onmogelijkheid mag beschouwd worden.

Natuurlijk volgt uit het bestaan van jodium in de lucht, onder welken vorm dan ook, tevens, dat het een nimmer ontbrekend bestanddeel van het regenwater zijn moet. Ook dit bevestigde CHATIN: 10 liters regenwater gaven hem van  $\frac{1}{5}$  tot  $\frac{1}{2}$  milligram jodium.

NIEPCE, geneesheer aan de badinrigting te Allevard, MARCHAND, MEYRAC en een groot aantal andere Fransche natuuronderzoekers bevestigden in deze of gene rigting den arbeid van CHATIN. Zoo werd in vele bronwateren behalve jodium nog bromium aangetroffen, daarenboven nog in het ammoniakale product der destillatie van steenkolen enz.

De algemeene verspreiding van een element, dat, zelfs in geringe hoeveelheid een zoo gewigtigen invloed op het levend organisme heeft, als het jodium, is ongetwijfeld eene zaak van het hoogste belang en in dit opzigt heeft CHATIN eene aanmerkelijke dienst aan de wetenschap bewezen. Toch schijnt het ons toe, dat de uitbreiding en afgerondheid, die de Fransche scheikundigen aan dit onderzoek hebben weten te geven, en de stoutheid, waarmede zij eene reeks van gevolgen, voor hygiëne en geneeskundige statistiek even belangrijk, daaruit hebben afgeleid, grooter zijn, dan bestaanbaar is met den experimentelen grondslag, waarop het berust. Zonder ons nog te verdiepen in den samenhang, dien CHATIN en anderen zien in de verspreiding der kropziekten en van het cretinisme met het grooter of geringer gehalte aan jodium van lucht en water, gelooven wij, dat het gewaagd is, op de tot nog toe gedane vergelijkende analyses eene verdeeling van Frankrijk in kreitsen te vestigen, die van de Alpen tot aan de zee een regelmatig opklimmend gehalte aan jodium vertoonen en in diezelfde mate meerder of minder gunstige voorwaarden voor de gezondheid der inwoners zouden aanbieden. Al nemen wij de proeven van CHATIN voor de uitdrukking der waarheid aan, dan zijn nog de hoeveelheden gevonden jodium zoo onaanzienlijk, de

wijzen van opsporing bevatten nog zoo vele bronnen van onzekerheid en daarenboven zijn de verzamelde feiten nog te gering in aantal, om met zekerheid te kunnen aantonen, hoeveel jodium door respiratie, door dranken en vast voedsel den mensch wordt toegevoerd. Uit de thans bekende data een ander besluit te trekken dan dit, dat het jodium veel algemeener verspreid is, dan men tot nog toe had geloofd, schijnt ons gewaagd toe en ongeoorloofd.

Vestigen wij verder de aandacht op hetgeen in dit opzigt buiten Frankrijk is geschied, dan worden wij nog meer in deze overtuiging bevestigd. Wel is in het algemeen de ruime verspreiding van het jodium bevestigd; in Duitschland, zoo wel als in Engeland is in zeer vele wateren jodium en bromium, in eene groote menigte planten jodium gevonden. Ook in ons land zijn beide elementen in onderscheidene waters aangetoond en in meerdere soorten van ruwe potasch en in kaustieke potasch, van chemische fabrieken afkomstig, heb ik jodium aangetroffen. Maar de onderzoekingen omtrent het jodiumgehalte van lucht en regenwater zijn nog in geenen deele in voldoende mate bevestigd geworden. Een Engelsch scheikundige, MACADAM, heeft de meest uitvoerige proeven daaromtrent genomen; met behulp van den blaastoestel eener ijzergieterij liet hij niet minder dan 4000 cub. voeten (113200 liters) lucht achtereenvolgens door eene buis met amy-lumpapier gevuld, door eene condensatiebuis, in een koudmakend mengsel geplaatst, door een toestel met asbest en vochtig ijzer-vijlsel, door een dergelijken toestel met asbest, loodsnippers en water en ten slotte door een tweeden condensatietoestel strijken. Bij het zorgvuldigst onderzoek was met geen dezer reactieven eenig spoor van jodium te ontdekken.

Evenmin kon hij in het regenwater van Edinburg en van de Shetlandseilanden jodium ontdekken, schoon hij herhaaldelijk eene hoeveelheid van 3 gallons (ongeveer 13,5 liter) op verschillende wijzen onderzocht (1).

Zonder CHATIN's proeven te kort te doen, zijn wij toch na het medegedeelde gerechtigd, eerst eene nadere bevestiging en uitbreiding van dezelve van de toekomst te verwachten, voor wij de fraaigebouwde, maar op luchtige grondslagen berustende theoriën

(1) Journal f. pract. Ch. 57. p. 260.



voor waarheid erkennen, die daarvan door de Fransche natuuronderzoekers zijn afgeleid.

Wij hebben thans een zoo beknopt mogelijk overzicht gegeven van de verschillende chemische onderzoekingen, zoowel algemeene als meer bijzondere, waarvan de meteorwaters het voorwerp zijn geweest. Een blik op de medegedeelde resultaten, in verband met de omstandigheden, die de vorming van het regenwater in de natuur vergezellen, overtuigt ons onmiddellijk, dat eene gemiddelde samenstelling van hetzelfde daaruit af te leiden, volkomen doelloos zijn zou. Het moge voldoende zijn, te hebben aangetoond, dat het vooreerst met de gassoorten, die de dampkringslucht samenstellen, in meerdere of mindere mate moet bezwangerd zijn, en daarenboven van de in de atmosfeer verdeelde organische en anorganische stoffen eene hoeveelheid opneemt, die geheel van tijd en plaatselijke omstandigheden afhankelijk is, maar nimmer geheel ontbreekt.

Deze daadzaken zijn van hoog belang. Vooreerst volgt al dadelijk daaruit, dat geen der natuurlijke wateren, zelfs al ontmoette het in de aardkorst geene andere stoffen, dan dezulke, die daarvoor geheel onaantastbaar zijn, volkomen vrij van vreemde bestanddeelen zijn kan, dat dus het voorkomen van zuiver water in de natuur eene onmogelijkheid is. Maar ten andere zijn het koolzuur en de zuurstof, in het regenwater aanwezig, de agentia eener in de aardkorst plaats grijpende chemische werking, die, hoe gering ook in intensiteit in een bepaalden tijd, door haren nimmer rustenden duur diep ingrijpende veranderingen in dezelve heeft te weeg gebracht. De geologie leert de magtige uitgestrektheid kennen van den invloed van het water, wanneer zij aantoon, dat aan de vorming der sedimentaire lagen uit de primaire gesteenten geene andere oorzaken ten grondslag liggen, dan die, welke nog voortdurend de deltavorming aan den mond onzer rivieren en de aanslibbing en wegspoeling van land aan onze zeestranden bewerken. De aardoppervlakte heeft hare tegenwoordige gedaante voor een aanzienlijk deel aan den invloed van het water te danken en deze blijft voortdurend storend daarop inwerken, ja, bereidt in den loop der eeuwen eene geheele nivellering der aardkorst voor.

Vergeeten wij niet, dat de mechanische werking van het water

immer van chemische verschijnselen gepaard gaat, door de opgeloste gassen bepaald, waarbij de aard zoowel der gesteenten, als van het water zelf, wordt veranderd. Oplossing en uitspoeling gaan met verbrokkeling en mechanische wegvoering zoodanig hand aan hand, dat de eene te gelijk oorzaak en gevolg van de andere is.

Het is dit verschijnsel, dat wij, met betrekking tot afzonderlijke mineralen en aardlagen *verweering* noemen en waaraan wij eene groote rol in de huishouding der natuur toekennen; zij toch maakt den grond voor vegetatie en landbouw geschikt, terwijl zij tevens den aard der wateren, die den bodem doorsnijden, bepaalt.

Met betrekking tot dit laatste punt willen wij thans een vlugtigen blik op het verschijnsel in het algemeen werpen, om daaruit het verband te kunnen afleiden dat er tusschen den bodem en de wateren van ons vaderland bestaat.

De aardkorst bestaat, afgezien van de organische stoffen, hoofdzakelijk uit onoplosbare gesteenten, door wier geheele massa ondertusschen bestanddeelen verspreid liggen, 't zij eenvoudig gemengd of chemisch verbonden, die door water in meerdere of mindere mate kunnen worden opgenomen. Deze laatsten treden echter tegenover de eerstgenoemden in hoeveelheid zeer op den achtergrond, schoon sommige zouten, chloorsodium, gips en enkele andere, hier en daar in aanzienlijke hoeveelheden opgehoopt aan de oppervlakte voorkomen. Waar dit het geval is, staan zij aan het doordringende regenwater eene ruime hoeveelheid af en doen alzoo zoute bronnen en minerale wateren ontstaan, wier gehalte aan vaste stoffen derhalve zeer aanmerkelijk zijn kan. Maar in het algemeen kan het door de aardkorst zich bewegende water niet dan met geringe hoeveelheden dezer oplosbare zouten zich bedeelelen, grooter, naarmate zij in ruimer hoeveelheden en langer met het water in aanraking zijn.

Wij hebben ondertusschen het begrip van oplosbaarheid hier verder uit te strekken, dan gewoonlijk geschiedt. Inderdaad is geen enkel ligchaam in eigenlijken zin geheel onoplosbaar te noemen, en schoon wij in het klein volkomen geregtigd zijn, zwaarspaath, apatit enz. onoplosbaar te heeten, omdat wij hunne oplosbaarheid bij onze proeven op beperkten maatstaf niet waarnemen, in het groot verliest deze regel zijne geheele toepasse-



lijkheid. De werking van het water bij de verweering is slechts minder sprekend, omdat zij hier meer dan elders, aan massa en tijd is gebonden.

Duidelijker spreekt het oplossend vermogen van het regenwater, wanneer het in aanraking komt met stoffen, die door bemiddeling van koolzuur meer of min oplosbaar kunnen worden, zoo als het geval is met protoxyde-ijzerverbindingen, phosphorzuren kalk, fluorcalcium en dergelijke en vooral met de carbonaten van kalk en magnesia, die in koolzuurhoudend water zeer gemakkelijk oplosbaar zijn.

Maar de inwerking van het water op de bestanddeelen der aardkorst bepaalt zich in geenen deele tot de wegspoeling van de min of meer oplosbare stoffen, die daarin voorkomen. Ook die, welke wij gewoon zijn onoplosbaar te heeten, ondergaan onder den invloed van het water veranderingen, die gedeeltelijk op de vorming van oplosbare stoffen uitloopen.

Het kiezelzuur, hoe gering zijne verwantschap tot andere stoffen schijne, speelt in de chemische processen, die de wording onzer planeet hebben vergezeld, eene hoofdrol. Vrij of in de meest verschillende verhoudingen met aluinaarde en ijzeroxyde, met kalk en magnesia, potasch en soda of met meerdere dezer bases te gelijk verbonden, vormt het de hoofdmassa der in water onoplosbare bestanddeelen onzer aardkorst. Eigenaardig door de twee vormen, waaronder het zich voordoet, onoplosbaar als zand, bergkristalenz., en oplosbaar, zoo als het door sterkere zuren uit vele zijner verbindingen kan afgescheiden worden, gekenmerkt door de gemakkelijheid, waarmede het zich in zeer verschillende verhoudingen met bases vereenigt, heerscht er eene oneindige verscheidenheid in de verbindingen, waarin het voorkomt. In de eerste plaats bieden deze alle graden van gemakkelijke of moeilijke ontleedbaarheid aan. Sommigen zijn in minerale zuren geheel oplosbaar, andere staan daaraan hare bases af en laten het kiezelzuur onder den vorm van een oplosbaar gelei achter, wederom andere ondergaan schijnbaar in het geheel geene verandering. Deze zelfde wijze van ontleding, die wij spoedig en volkomen door middel van sterke zuren kunnen te weeg brengen, kan ook door het slappe koolzuur, maar in veel geringer hoeveelheid en eerst in een veel langer tijdsverloop, worden bewerkt, en de verschillende mate,



waarin zij door sterke zuren worden aangedaan, is te gelijk de maatstaf voor de grootere of geringere gemakkelijke, waarmede zij onder den invloed van het koolzuurhoudende regenwater worden ontleed.

Elk mineraal, dat langen tijd aan den invloed van lucht en water is blootgesteld geweest, vertoont in meerdere of mindere mate de sporen dier verweering aan zijne oppervlakte. Terwijl de ijzeroxydule-verbindingen, die daarin mogten voorkomen, zich door de zuurstof der lucht of van het water hooger oxyderen, de sulfureten in sulfaten veranderd worden, scheiden zich de gemakkelijker ontleedbare silicaten van potasch of soda, onder den invloed van het koolzuur, in fijn verdeeld oplosbaar kiezelzuur en in basische oplosbare silicaten, en in carbonaten, soms onder teruglating van het geheele gehalte aan kiezelzuur. Het oplosbare wordt door het water medegevoerd en het alkalische water brengt op zijne beurt weder nieuwe chemische veranderingen te weeg. De oppervlakte wordt ruw en oneffen en vertoont holten, wier wanden door de moeilijker voor verweering vatbare silicaten zijn gevormd. Doch ook deze wijken ten slotte voor de voortdurende inwerking van het water. Het grootste gedeelte der kalk- en magnesiaverbindingen wordt als carbonaten of als oplosbare silicaten medegevoerd: de aluinaarde en het ijzeroxyde blijven in de grootste hoeveelheid het langst terug. Zoo wordt voortdurend de chemische samenstelling dier gesteenten veranderd, hunne kleur, vastheid en samenhang gaan verloren, zij verbrossen meer en meer en verdwijnen ten slotte geheel, opgelost in het water of mechanisch in zijnen loop medegevoerd. Wat de natuur langs dezen weg in den loop van eeuwen bereikt, bewerkt de kunst in korten tijd, door sterke zuren in de plaats van het koolzuur aan te wenden, maar de chemische ontleding is in beide gevallen in de hoofdzaak dezelfde.

Het eenvoudigste voorbeeld, dat zich van deze decompositie van zamengestelde silicaten door water aan ons voordoet, is de welbekende wijze waarop het glas, aan de voortdurende inwerking van het water blootgesteld, daaraan een gedeelte zijner alcaliën en van zijn kalkgehalte afstaat. Het dagelijksche leven bestempelt met de gelijkkluidende uitdrukking: »het weder in het glas” hetzelfde verschijnsel, dat de wetenschap onder den naam

	Onveranderde basalt.	1 <sup>e</sup> periode van verweering.	2 <sup>e</sup> periode
Water . . . .	4,4	9,5	20,4
Kiezelzuur . .	43,4	43,0	42,5
Aluinaarde . .	12,2	13,9	17,9
Kalk . . . .	11,3	12,1	2,5
Magnesia . .	9,1	7,3	3,3
IJzeroxyde . .	3,5	5,4	11,5
IJzeroxydule .	12,1	8,3	0,
Potasch . . .	0,8	{ 0,5	0,2
Soda . . . .	2,7		
	99,5	100,0	98,3

Al dadelijk valt hier eene voortgaande hydratering in het oog, als het verschijnsel, waarmede de verweering van zamengestelde gesteenten steeds een aanvang neemt. De relatieve verhouding, waarin de verschillende bestanddeelen zijn weggevoerd, zal ons duidelijker in het oog vallen, indien wij de analyses zoodanig omrekenen, dat het watervrij gedachte mengsel op eene zelfde hoeveelheid aluinaarde (100 b. v.) betrekking heeft. De hoeveelheid van dit bestanddeel toch is, ten gevolge van zijn chemisch karakter, het minst aan verandering onderhevig. De analyses verkrijgen dan dezen vorm :

	Onveranderde basalt.	1 <sup>e</sup> periode van verweering.	2 <sup>e</sup> periode
Aluinaarde	100	100	100
Kiezelzuur	355,8	309,6	238,0
Kalk	92,6	87,1	14,0
Magnesia	74,6	52,5	18,4
IJzer (als Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ber.)	137,7	104,4	64,4
Alcaliën	28,7	3,6	1,1

Het valt in het oog, dat de basalt in de eerste periode bijna het geheele gehalte aan alcaliën, eene ruime hoeveelheid magnesia benevens kalk, kiezelzuur en ijzer heeft verloren, terwijl de grootste hoeveelheid kalk eerst later is weggespoeld, onder achter-



lating van een mengsel, hoofdzakelijk bestaande uit kiezelzure aluinaarde, ijzeroxyde-hydraat en water (1).

De verhouding, waarin de verschillende stoffen in de beide perioden van ontleding zijn weggevoerd geworden, kan door de volgende cijfers worden voorgesteld, het gehalte aan aluinaarde constant stellende :

	Alkaliën.	Kieselzuur.	Kalk.	Magnesia.	Ijzeroxyde.
in de eerste periode	87	: 13	: 6	: 29	: 24
» » tweede »	9	: 20	: 79	: 46	: 29

Blijkbaar heeft het koolzuur van het regenwater het eerst gediend, om de alcalische silicaten te ontleden, onder gelijktijdige oxydatie van het ijzeroxydule, terwijl eerst later de moeilijker te ontleden verbindingen der alcalische aarden, door het voorafgegane proces in een zekeren graad van verdeling gebragt, werden aangetast.

De wegvoering van het kiezelzuur is niet, zoo als men wel eens gemeend heeft, aan de aanwezigheid van alcaliën gebonden. EBELMEN heeft door analyses van potasch- en sodavrije mineralen, in zekeren graad van verweering verkeerende, vergeleken met de oorspronkelijke samenstelling, aangetoond, dat ook deze hun kiezelzuur even zoo gemakkelijk en volkomen verliezen, als alcalihoudende mineralen.

De verweering van veldspaat is slechts een bijzonder geval van het hierboven aangevoerde algemeene schema der ontleding van zamengestelde mineralen. Uit eene dubbelverbinding van aluinaarde-silicaat met een silicaat van potasch of soda bestaande, vervalt het onder den invloed van koolzuurhoudend water langzamerhand in alcalische carbonaten en oplosbare alcalische silicaten met een afwisselend gehalte aan kiezelzuur, welke alle door

(1) Tevens kan hier opgemerkt worden, dat de soda veel sneller en in veel grooter hoeveelheid wordt opgelost, dan de potasch. Deze bijzonderheid hangt te zamen met de omstandigheid, dat de sodahoudende mineralen veel gemakkelijker verweeren, dan de potaschhoudende. Dit schijnbaar zoo onbeduidende onderscheid is de oorzaak van het overwigt, dat de sodazouten in de natuurlijke wateren steeds boven de potaschzouten bezitten.



van verweering begrijpt. Het door het regenwater weggevoerde alcali laat het afgescheiden kiezelzuur achter en beneemt daardoor aan het glas zijne doorzigtigheid. Elk scheikundige weet, dat door uitkoking met water of met een verdund zuur glas of verglaasde voorwerpen niet van hunne oplosbare bestanddeelen kunnen worden bevrijd; want bij de voortgezette inwerking van water, gaan de silicaten immer voort met ontleed te worden, schoon natuurlijk in steeds afnemende hoeveelheid, en de oplossing eindigt eerst met de volkomen ontleding der chemische verbindingen, waarmede het oorspronkelijk in aanraking kwam.

Een algemeene blik op de zamenstelling der primitieve rotsen, vergeleken met de daaruit ontstane secundaire formatiën, overtuigt ons gemakkelijk van de uitgebreide schaal, waarop dat chemische proces in de natuur plaats grijpt en van den magtigen invloed, dien het heeft gehad en nog heeft op de vervormingen onzer aardoppervlakte. In de eerste vinden wij kwarts en zamengestelde silicaten, die als bases, potasch en soda, kalk en magnesia, aluinaarde en ijzer, het laatste meestal in den vorm van oxydule bevatten, en daarmede niet alleen in verschillende verhoudingen, maar ook met verschillende mate van verwantschap verbonden zijn.

In de secundaire formatiën vinden wij geene andere elementen, dan deze, maar zij zijn op geheel andere wijzen gegroepeerd en in relatieve hoeveelheid zeer veranderd. Het kiezelzuur vinden wij terug als kwarts en zandsteenen, maar ook in den oplosbaren toestand, zooals het uit zijne verbindingen door andere zuren wordt afgescheiden; de aluinaarde is met kiezelzuur verbonden gebleven en maakt, in chemische verbinding met water, de hoofdstoffe der kleisoorten uit. Kalk en magnesia vinden wij als carbonaten terug, elk op zich zelf, of met elkander verbonden in kristallijnen of amorphen staat, of in verschillende verhoudingen met klei gemengd de mergelachtige lagen zamenstellend. IJzer komt als gehydrateerd deutoxyde voor, door al de voorgaande stoffen in verschillende hoeveelheden verspreid. De alcaliën treden als ondergeschikte bestanddeelen in de zamenstelling der door water gevormde formatiën op.

Die stoffen, welke in relatieve hoeveelheid zijn verminderd,

vinden wij in de natuurlijke wateren in verschillende verbindingen terug; deels zijn deze de onmiddellijke producten der verweering, deels zijn zij door chemische wisselwerking tusschen de stoffen, uit verschillende mineralen opgelost, op secundaire wijze ontstaan. Voortdurend voeren de rivieren de opgeloste stoffen naar den Oceaan, de algemeene verzamelplaats van het uitspoelsel der aarde, dat zich door onophoudelijken toevoer concentreert. Naar de wetten der chemische verwantschap geordend, vindt men hier al de stoffen terug, die in den loop der eeuwen uit de aardkorst in oplosbaren vorm zijn weggevoerd geworden.

Vergeten wij niet, dat het organische rijk en de producten, die het in den bodem achterlaat, op krachtige wijze dit verweeringsproces bevorderen. Mechanische verdeeling is het eerste en meest algemeene gevolg van plantengroei en van de bedrijven der menschen. Maar daarenboven roepen de door verschillende omstandigheden gewijzigde verrottingsprocessen en de daardoor ontstane producten, koolzuur, ammonia en organische zuren, eigene wijzen van ontleding in de aangrenzende stoffen te voorschijn, wier uitgebreide invloed sterk genoeg spreekt in het grooter gehalte aan opgeloste stoffen van de wateren der bewoonde en bebouwde streken, al is het voor het tegenwoordige niet mogelijk, de nadere bijzonderheden daarvan volledig te ontwikkelen.

Het valt overigens gemakkelijk, om voor bijzondere gevallen den invloed en den voortgang der verweering door de chemische analyse bij verschillende mineralen na te gaan. Van de talrijke onderzoekingen, met dit doel ondernomen, zullen wij eene enkele van EBELMEN over de decompositie van basalten in bijzonderheden beschouwen. Hij analyseerde een Boheemschen basalt in nog ongeschonden toestand en in twee verschillende perioden van verweering.

Zie hier de uitkomsten van dit onderzoek :



het water worden weggespoeld, terwijl het silicaat van aluinaarde in verdeelden en gehydrateerden toestand, met veranderlijke hoeveelheden niet gebonden kiezelzuur gemengd, terugblijft. De kaolin, een silicaat van aluinaarde van eenvoudige zamenstelling, is het eindproduct dezer op de plaats zelve voleindigde ontleding, terwijl de plastische klei, wat hare hoofdbestanddeelen aangaat, de verschillende tusschenstadia vertegenwoordigt. In de laatste komen nog grootere of geringere hoeveelheden alcaliën voor, die in de eerste bijna geheel zijn verdwenen.

Sommige vindplaatsen van kaolin, waar zij te gelijk met de mineralen, waaruit zij ontstaan is, voorkomt, bieden eene uitstekende gelegenheid aan, om het proces der verweering in zijne verschillende tijdperken nader in bijzonderheden te bestuderen. Zoo is het geval met de nu bijna uitgeputte kaolinlaag van Aue bij Schneeberg in Saxen, die het materiaal voor de beroemde porceleinfabriek te Meissen leverde. Men vindt daar al de verschillende trappen van ontleding van veldspath vereenigd, ja niet zelden vindt men kwartsstukken, die verweerde veldspath in de oorspronkelijke vormen der ongeschonden kristallen bevatten. De aan de lucht blootgestelde oppervlakte der laag is zuivere kaolin, maar hoe dieper men in dezelve doordringt, des te harder en vaster wordt de laag en gaat weldra in zuivere veldspath over. Deze wijze van voorkomen licht geheel en al de verweering der veldspathen toe en dien ten gevolge ook die van andere zamengestelde mineralen. Geene wateren uit de diepte, sterk met koolzuur bezwangerd, doorboren de laag en het is dus de geringe hoeveelheid koolzuur, in het regenwater bevat, die de ontleding van het gesteente van de oppervlakte af veroorzaakt.

Het valt thans gemakkelijk, zich rekenschap te geven van de minerale stoffen, die alle natuurlijke wateren in meerdere of mindere mate bezitten. Want indien men de zouten, die het regenwater als toevallige en veranderlijke inmengselen bevat, buiten rekening laat, dan moet toch overal, waar lucht en koolzuur houdend water met de bestanddeelen der aardkorst in aanraking komt, verweering van het gesteente plaats hebben en elk water, dat zich langs of door de oppervlakte der aarde heen beweegt, moet met de producten van dit chemische proces zijn bedeed. De er-

varing wijst in dit opzigt eene zeer groote verscheidenheid aan, waarvan de geognosie echter voldoende rekenschap aflegt; want de aard en de hoeveelheid der opgeloste stoffen hangt van onderscheidene elementen af. Niet alleen moet hier de chemische zamenstelling der gesteenten, hun physische toestand, die grootere of geringere hinderpalen aan de verweering in den weg stelt, in aanmerking worden genomen, maar ook de hoeveelheid water en de snelheid, waarmede het zich voortbeweegt. Komt het water achtereenvolgens met verschillende verweerende steensoorten in aanraking, dan grijpen er tusschen de stoffen van verschillenden oorsprong menigmaal chemische wisselwerkingen plaats, waardoor nieuwe verbindingen kunnen ontstaan, die zich soms in onoplosbaren of kristallijnen staat afzetten en dikwijls de vorming van geheel nieuwe lagen veroorzaken.

Somwijlen is het verband tusschen de zamenstelling van het verweerende gesteente en het daaruit te voorschijn dringende water onmiddellijk door de chemische analyse aan te wijzen, namelijk bij minerale bronnen, die uit eene bekende laag ontspringen, vooral indien eene verhoogde temperatuur en ruime hoeveelheden koolzuur, uit de diepte te voorschijn dringende, het verweeringsproces aanmerkelijk sneller doen plaats hebben. Uitvoerige onderzoekingen van BISCHOFF en anderen toonen dit met de daad aan, maar geen arbeid is in dit opzigt leerrijker geweest en heeft tevens meer gestrekt, om de chemische bijzonderheden der verweering nader in het licht te stellen, dan die van STRUVE omtrent de bereiding van kunstmatige minerale wateren. Het gelukte hem, bij aanwending van eene verhoogde drukking, met koolzuurhoudend water de chemische processen, die tot het ontstaan der natuurlijke minerale wateren aanleiding geven, volkomen na te bootsen. Het volgende voorbeeld moge daarvan ten bewijze strekken. De klingstein van Bilin, die de laag vormt, waaruit het welbekende minerale water van dien naam ontspruit, werd in een daartoe ingerigten toestel met koolzuurwater onder eene drukking van drie atmosferen behandeld en zodoende eene oplossing verkregen, die, wat de relatieve hoeveelheid der verschillende opgeloste zouten aangaat, met het natuurlijke minerale water volkomen overeenstemt, zoo als blijkt uit het volgende vergelijkend overzicht.



	Kunstmatig mineraalwater.	Natuurlijk
Koolzure soda	21,974	22,732
Chloorsodium	1,936	2,884
Zwavelzure potasch	1,670	1,735
Zwavelzure soda	4,859	6,171
Kiezelzuur	0,512	0,355
Koolzure kalk	4,480	3,066
Koolzure magnesia	1,126	1,196

De sporen van koolzure strontiaan, van phosphorzuur en metaaloxiden, die in het Biliner water worden aangetroffen, vond hij insgelijks in de kunstmatig verkregene oplossing terug. Volkomen op gelijke wijze verkreeg hij uit den mergel van Said-schütz en Püllna, uit den basalt van den Plattenberg bij Eger en van Padhora bij Mariënhad, uit den veldspaatporphyer van Töplitz oplossingen, die in samenstelling analoog waren aan de natuurlijke wateren dier plaatsen.

Ziedaar door de wetenschap bewezen en toegelicht, wat reeds PLINIUS uitsprak in zijne bekende stelling, dat de aard van den bodem de natuur der wateren bepaalt. De kennis van de eene levert derhalve belangrijke bijdragen tot de kennis der andere, en schoon het slechts zelden mogelijk is, door de chemische analyse het onmiddellijk verband tusschen beiden aan te toonen, omdat de oorsprong en het verloop eener bron zich zelden tot eene enkele laag bepaalt, heeft de geognosie toch menige opheldering aan de kennis der natuurlijke wateren te danken.

De zouten, welke in de natuurlijke wateren worden aangetroffen, zijn dezelfde, die door de geheele natuur verspreid zijn. Zoo als uit het voorgaande blijkt, zijn het deels gemakkelijk oplosbare zouten, die door alle lagen heen in geringe hoeveelheid worden aangetroffen (chloorsodium, chloormagnesium, chloorcalcium, sulfaten der alcaliën), deels dezulke, die door verweering uit de bestanddeelen van den bodem eerst zijn ontstaan (carbonaten en silicaten van alcaliën, koolzure kalk en koolzure magnesia), deels zouten uit de chemische wisselwerking tusschen stoffen van verschillenden oorsprong ontstaan (gips, door de ontleding van chloorcalcium en chloormagnesium of koolzure

kalk met alcalische sulfaten gevormd, zwavelzure magnesia, uit de wisselwerking tusschen gips en koolzure magnesia geboren), deels eindelijk diegene, welke uit de inwerking van organische stoffen op de voorgaande zijn ontstaan (bases met organische zuren verbonden, nitraten).

Algemeene wetten voor het voorkomen dezer verschillende zouten laten zich niet opstellen, daar te veelvuldige en te veranderlijke oorzaken hierop invloed uitoefenen. Toch ligt het voor de hand, dat het water der bronnen aan haren oorsprong veel rijker moet zijn aan de meer onmiddellijke producten der verweering, dan de wateren der sedimentaire lagen, waar verschillende oorzaken hebben zamengewerkt, om hunne zamenstelling te wijzigen. De eersten kenmerken zich als zoodanige vooral door een groot gehalte aan koolzure alcaliën (in den regel koolzure soda om de boven gemelde reden, p. 39, noot), wier hoeveelheid zich echter weldra tot geringe sporen vermindert, daar zij door de meeste zouten der alcalische aarden worden ontleed. In de rivierwateren treft men slechts sporen van dezelve aan, en zoo men ze in het water onzer geboorde putten nu en dan terugvindt, dan hebben zij hier hun ontstaan aan de verrotting van organische stoffen of aan een nieuw verweeringsproces te danken.

Het is bekend, dat de wateren onzer geboorde putten in het algemeen rijk zijn aan minerale bestanddeelen, in vergelijking van het aan vaste stoffen arme rivierwater of het regenwater, waaruit zij ontstaan zijn, en dat dus de bodem van ons vaderland op die plaatsen rijkelijk met stoffen bedeeld is, welke zich aan het water kunnen mededeelen. De vraag kan opgeworpen worden, van waar deze stoffen oorspronkelijk zijn. Ten aanzien van die zouten, welke als de onmiddellijke producten der verweering kunnen aangenomen worden, kan daaromtrent geen twijfel bestaan. Immers is ons alluvium nog rijk aan fijn verdeelde verweerbare mineralen, en zelfs het hoofdzakelijk uit onverweerbare kwarts-korrels bestaande diluvium bevat daarvan nog eene genoegzame hoeveelheid, om aan het doordringende water eene zekere hoeveelheid zouten mede te deelen. Maar van de gemakkelijk oplosbare zouten, chloorsodium, sulfas magnesiæ, enz., die slechts bij uitzondering als producten der verweering optreden en gewoonlijk als zoodanig door de kristallijne gesteenten zijn



den bodem onder de gegravene putten b. v. van Utrecht, waar klaarblijkelijk door het water van den Krommen Rijn en den Vaartschen Rijn, die zich in verscheidene takken in en om de stad verdeelen, en door het indringende regenwater worden gevoed, moeten nu al de stoffen aangetroffen worden, die het water dezer putten meer bevat dan het rivierwater, waarvan het zijn oorsprong nam. Dit laatste bevat niet meer dan 0,2 gram. vaste bestanddeelen per kilogramme, terwijl men in dezelfde hoeveelheid putwater dezer stad gemiddeld van 0,8 tot 1,2 gr. dier stoffen aantreft. Men kan dus stellen, dat elk kilogramme rivierwater bij zijn doortogt door den bodem 0,8 gr. vaste stoffen daaruit opneemt. Daar de stad 50,000 inwoners telt, en wij het dagelijksch verbruik voor elk individu gemiddeld op 2 kilogr. mogen berekenen (in aanmerking nemende de groote hoeveelheden, die naar elders verzonden worden en tot andere doeleinden worden gebruikt), zoo kunnen wij aannemen, dat de geheele hoeveelheid vaste bestanddeelen, die jaarlijks aan den bodem van Utrecht worden onttrokken  $50,000 \times 2 \times 365 \times 0,8$  gr. = 29,200 kilogr. bedraagt. Was het niet te verwachten, dat, bij dit aanzienlijk verlies, de bodem zijn geheele gehalte aan zouten moest hebben verloren, of dat ten minste het zoutgehalte der putwateren eene aanzienlijke vermindering moest hebben ondergaan? En toch heeft sedert onheugelijke tijden het Utrechtsche water zijnen roem behouden, waaruit mag afgeleid worden, dat, zijne samenstelling niet merkbaar is veranderd. Maar wanneer wij nu het bovengezegde in aanmerking nemen, dat de mineralen, waaruit de bodem bestaat, slechts langzamerhand en bij kleine gedeelten hunne bestanddeelen aan het doordringende water afstaan, dat het verweeringsproces voortdurend en gelijkmatig onderhouden wordt, daar het gehalte aan koolzuur van het grachtwater aan weinig afwisselingen onderhevig is, dan leidt men daaruit gemakkelijk het besluit af, dat eeuwen tijds noodig zouden zijn, om aanmerkelijke veranderingen in de samenstelling dier wateren te brengen. Men moet echter hierbij in het oog houden, dat voortdurend eene ruime hoeveelheid vreemde stoffen van het organische leven afkomstig, excreta enz., producten van handwerken en bedrijven, den bodem wordt ingevoerd, en het is duidelijk, dat haar gehalte aan minerale stoffen, hoezeer

het bovengemelde bedrag niet bereikende, echter ongetwijfeld eene bijdrage daartoe levert. Zeker bepalen zij ook eenigermate het verschil, dat tusschen de wateren in verschillende streken der stad bespeurd wordt.

Dat overigens bij de verhoudingen, waaronder de Utrechtsche wateren verkeerren, eenige, schoon onbeduidende, veranderingen in hunne zamenstelling moeten plaats grijpen, is even duidelijk als de daadzaak, dat verschillende punten der stad niet hetzelfde water behoeven op te leveren. De rijzingen en dalingen van het buitenwater deelen zich ook mede aan het water, dat den bodem doorweekt, zoodat nu en dan het pompwater door een ruimen aanvoer van buiten kan worden verdund. De chemische zamenstelling van den grond is niet overal dezelfde, en staat daarenboven nog onder den invloed van nabijzijnde riolen en vergaderplaatsen van vuil, die de oplosbare zouten der urine, faeces enz. onmiddellijk den bodem invoeren. In het kort, vele omstandigheden, waarvan geene bijzondere rekenschap te geven is, kunnen de zamenstelling der wateren wijzigen, en daar alle plaatselijk zijn, is eene bredere ontwikkeling hiervan thans overbodig.





verspreid, schijnt men te mogen verwachten, dat zij bij de afzetting dezer lagen uit water volkomen zouden zijn uitgespoeld.

Feitelijk is deze vraag voldoende beslist, want in elke door water gevormde laag toont de analyse ze nog, meest in geringe hoeveelheid, maar algemeen verspreid aan. Om zich hun voorkomen daarin te verklaren, heeft men slechts in het oog te houden, dat de kristallijne gesteenten, waarin zij in geringe hoeveelheid steeds verspreid zijn, volstrekt niet in staat zijn, ze bij de mechanische verdeeling door water en bij eene aanvangende verweering geheel te verliezen. Mogelijk is het, dat sommige dier zouten zich met de overige bestanddeelen der rotssoort in eene chemische verbinding bevinden, bij wier ontleding zij eerst vrijgesteld en oplosbaar gemaakt worden (1); zeker is het althans, dat eene eenvoudige uitlooling met water volstrekt niet voldoende is, ze daaruit geheel weg te nemen, en dat voorafgaande verweering meestal noodzakelijk is, om ze in oplosbare vormen te doen overgaan. Als STRUVE fijnverdeelde mineralen achtereenvolgens met water en daarna met koolzuur-water onder verhoogde drukking behandelde, vond hij niet alleen in het laatste geval die zouten, welke als de onmiddellijke verweeringsproducten te beschouwen zijn, in hoeveelheid vermeerderd, maar ook de in water gemakkelijk oplosbare zouten. Blijkbaar moeten dus de sedimentaire lagen, zoodra zij nog met onverweerde stukken van het oorspronkelijke materiaal gemengd zijn, nog grootere of geringere hoeveelheden daarvan bevatten en bij voortgaande verweering aan het water, dat ze doordringt, afstaan.

In sterk bewoonde en bebouwde streken bestaan daarenboven nog andere oorzaken, die het gehalte der wateren aan minerale stoffen helpen vergrooten. De organische stoffen van het plantaardig en dierlijk leven of van verschillende bedrijven afkomstig, de van elders aangebrachte meststoffen enz., brengen een nieuwen toevoer van anorganische stoffen met zich mede, welke na de verrotting in meestal gemakkelijker oplosbare vormen achterblijven, en bespoedigen, door de chemische processen, die de verrotting vergezellen, de verweering der reeds voorhandene. Duidelijk blijkt dit uit de samenstelling van het water der geboorde putten

(1) Zie pag. 10.

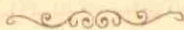
onzer steden, zoo als wij in het volgende hoofdstuk nader zien zullen. Deze wateren bevatten gemiddeld vijfmaal meer anorganische zouten, dan de nabij gelegen gracht- of rivierwaters, waaruit zij hun oorsprong nemen, terwijl toch meestal de afstand tusschen de putten zelve en de plaats, van waar zij haar water ontleenen, gering is. Overvloedig koolzuur, uit de verrotting van organische stoffen ontstaan, bespoedigt in hooge mate de verweering. Welligt zal men hier, afgaande op het geringe koolzuurgehalte van het regen- en rivierwater, de vraag opwerpen, van waar die groote hoeveelheid koolzuur afkomstig is. Immers aan het atmosferische koolzuur is de toegang tot de diepte, waarop die wateren zich bevinden, bijna geheel afgesloten, en daar ook de zuurstof slechts door het water opgelost kan toegevoerd worden, schijnt ook de vorming van koolzuur door de verrotting van organische stoffen zeer beperkt te zijn. Maar wij merken hier in de eerste plaats op, dat de verrotting van organische lichamen, zelfs bij belemmerden toevoer van lucht, tot de vorming van koolzuur aanleiding geeft, daar de zuurstof der organische stoffen zelve een gedeelte harer koolstof in koolzuur kan veranderen. Het optreden van koolzuur in het moerasgas der slooten en stilstaande wateren en in de ontploffende gasmengsels in steenkolenmijnen bewijst dit voldoende, en daarenboven heeft Prof. MULDER op theoretischen weg (1) aangetoond, dat bij den overgang in elkander der verschillende zuren, die zich bij de verrotting van organische stoffen onder de oppervlakte van den bodem vormen, groote hoeveelheden koolzuur kunnen worden afgescheiden. Bedenkt men daarbij, dat de ondiepe en met allerhande afval van organische stoffen gevulde grachten, die onze steden doorsnijden, een rijkelijk met koolzuur bezwangerd water den bodem inpersen, dan vervallen grootendeels de moeilijkheden, die deze vraag bij den eersten oogopslag schijnt aan te bieden.

De straks vermelde wijze, waarop men zich de bestanddeelen van het put- en welwater in den bodem verspreid te denken heeft, geeft ons nog opheldering omtrent eene omstandigheid, die anders tamelijk onverklaarbaar schijnen moet, namelijk de genoegzaam zich gelijkblijvende samenstelling van dit water. In

(1) Zie Scheik. Onderz. II<sup>e</sup> deel. p. 121 sqq.



### III. SCHEIKUNDIG ONDERZOEK VAN EENIGE NEDERLANDSCHE WATEREN.



Nadat wij in het voorgaande den oorsprong der vaste bestanddeelen, die in de natuurlijke wateren worden aangetroffen en de wijze, waarop zij in oplossing komen, hebben nagegaan, gaan wij thans over tot de mededeeling van analyses van eenige Nederlandsche wateren, waardoor de aard en de verscheidenheid der natuurlijke wateren nader in het licht kan worden gesteld, en te gelijk in algemeene trekken een beeld kan gegeven worden van de samenstelling der wateren, die de bodem van ons vaderland oplevert.

Vooraf echter een woord over de wijze, waarop een dergelijk onderzoek in het werk behoort te worden gesteld; van den graad van nauwkeurigheid toch, waarmede de afzonderlijke bestanddeelen in weegbare vormen van elkander worden gescheiden, hangt de kennis, die wij door de chemische analyse aan de samenstelling eener watersoort verkrijgen, geheel af. Deze tak der analytische scheikunde is nog niet zeer oud en de eischen, die de tegenwoordige wetenschap daaraan stelt, zijn niet gering. Sedert de samenstelling der wateren, zoowel uit een hygiënisch en industrieel, als uit een zuiver chemisch standpunt, eene zaak van algemeene belangstelling is geworden, is de aandacht vooral gevestigd op die bestanddeelen, welke slechts in hoogst geringe hoeveelheden worden aangetroffen, en in verreweg de meeste gevallen aan het onderzoek ontsnappen, indien men het water in zijn natuurlijken graad van verdunning aan het onderzoek onderwerpt. Daartoe behooren b. v. het kiezelzuur in zijne verschillende verbindingen, jodium, bromium, arsenicum, koolzure

magnesia en de carbonaten der alcaliën. Daarenboven zijn ook de overige bestanddeelen der wateren gewoonlijk slechts in zoo geringe hoeveelheid voorhanden, dat men, door het water in zijn natuurlijken toestand te onderzoeken, te veel afhankelijk wordt van de oplosbaarheid der verbindingen, waarin men deze verschillende bestanddeelen weegt; de zekerheid, die de chemische analyse aanbieden kan, daalt, naarmate de hoeveelheden der zelfstandigheden, wier gewigt men bepalen wil, geringer zijn, of zich in een grooteren staat van verdeeling bevinden. Zoo doende is het onvermijdelijk, het water in een bekenden staat van concentratie te brengen, voor men het onderzoekt, en door rekening de zamenstelling van het oorspronkelijke water uit de data der analyse af te leiden.

Ik laat thans de beschrijving volgen van de wijze, waarop ik getracht heb aan de voorwaarden, die aan eene goede waterontleding gesteld kunnen worden, te voldoen.

Nieuwe aarden kruiken, van 12 à 14 liters inhoud, werden met zorg gereinigd en herhaaldelijk met het te onderzoeken water gevuld, eenigen tijd aan zich zelve overgelaten, weder geleidigd, ten slotte voor goed gevuld en, met kurk zorgvuldig gesloten, mij toegezonden.

Voor zoo verre de omstandigheden het toelieten, werd de kruik niet op eenmaal gevuld, maar dagelijks een gedeelte daarin uitgestort, ten einde van dagelijksche variatiën in zamenstelling, indien die mogten voorkomen, zoo veel mogelijk onafhankelijk te zijn. Ik trachtte zoo veel doenlijk, mij water van de meest van elkan- der verwijderde plaatsen van ons vaderland te verschaffen, maar was natuurlijk in mijne keuze eenigermate afhankelijk van betrekkingen, die mij veroorloofden, het verzamelen van het water aan personen op te dragen, op wier zorgvuldigheid en naauwgezetheid in het nemen der noodige voorzorgen ik mij verlaten kon.

Tot mijn spijt ben ik niet in de mogelijkheid, van de verschillende welputten, waaruit ik water ontving, de diepte op te geven, noch ook de verschillende lagen, waardoor de wel heen geboord was. Welligt is het mogelijk, bij een later voortzetten van dit onderzoek, mijn arbeid in dit opzigt vollediger te maken. Het rivierwater werd bij een lagen waterstand verzameld, door de ledige kruiken een paar voet onder den waterspiegel te dompelen.



De omstandigheid, dat het water niet op de plaats zelve kon onderzocht worden en in de meeste gevallen eene meer of min langdurige reis moest afleggen, heeft mij genoopt de bepaling der in hetzelfde opgeloste gassoorten achterwege te laten. Deze zijn trouwens in allen dezelfde en in weinig afwijkende hoeveelheden voorhanden; hare bepaling in gewigt is van te minder belang, daar de smaak in bijna alle gevallen genoegzaam beslist, of zij al dan niet in voldoende hoeveelheid aanwezig zijn, om het water tot een goed drinkwater te maken. Voor de overige toepassingen is de kennis aan hare hoeveelheid nog minder belangrijk, en voor zoo ver het koolzuur noodig is, om de carbonaten der aarden in oplossing te houden, kan zijne hoeveelheid gemakkelijk uit de analyse worden afgeleid.

Het water werd onmiddellijk door de welbekende reactieven op zware metalen en zwavelwaterstof onderzocht en zoo deze afwezig waren, werd de noodige hoeveelheid, voor de pompwaters in den regel 4 kilogr., voor het rivierwater 12 kilogr., zorgvuldig afgewogen en zoo noodig gefiltreerd.

Deze hoeveelheid werd in eene platina schaal van ongeveer  $\frac{3}{4}$  liter inhoud in een stofvrij lokaal boven eene spirituslamp, beneden de kookhitte, tot bijna droogwordens verdampt en daarna met koolzuurvrij water behandeld, ten einde het onoplosbare gedeelte van het oplosbare te scheiden, welke beide afzonderlijk werden geanalyseerd.

Het is volstrekt noodig, de verdamping van zulke groote hoeveelheden water in platina vaten te bewerkstelligen. Geene enkele soort van glas toch of van porcelein is volkomen onaanastbaar voor de inwerking van het water, vooral bij verhoogde temperatuur; allen staan oplosbare silicaten van potasch, soda, kalk en magnesia af, die zich tot de bestanddeelen van het water voegen en de analyse onjuist maken. Wie er zich van overtuigen wil, verdampe een droppel zuiver water op eene glazen plaat, steeds zal men eene bemerkbare vlek bespeuren, ten bewijze, dat gedeeltelijke oplossing van het glas heeft plaats gehad. BARRAL heeft onlangs bij zijn onderzoek van het Parijsche regenwater aangetoond, dat door zevenmalige destillatie van 4 liters regenwater uit dezelfde retorte, zoo dat er nooit minder dan  $\frac{1}{2}$  liter in de retorte terugbleef, het glas meer dan 2 gram-

men kalk, 1 gr. kiezelzuur en een half gr. potasch en soda aan het water had afgestaan. Bevatte de vloeistof een weinig carb. potassae of zwavelzuur (1 à 2 gr. op 4 liters), dan werd het glas nog veel meer aangetast.

Het in water onoplosbare gedeelte van het vaste zoutmengsel werd nu op een van twee even zware (vooraf gedroogde) en in denzelfden trechter geplaatste filtra gebragt en volkomen uitgespoeld. Hierbij begaat men eene fout; basisch koolzure magnesia, die in den regel in het onoplosbare zoutmengsel voorkomt, is niet geheel onoplosbaar in water. Deze fout is onvermijdelijk, maar gering; welligt is de magnesia, die men bij de analyses hier en daar aan organische stoffen gebonden opgegeven zal vinden, voor een gedeelte van deze fout afkomstig.

Dikwijls gebeurde het, dat een gedeelte zich zoo vast aan het vat gehecht had, dat het door mechanische middelen niet te verwijderen was. In dat geval werd dit gedeelte, nadat de geheele massa volkomen was uitgespoeld, met behulp van een weinig verdund salpeterzuur van de wanden losgemaakt, daarop koolzure ammonia toegevoegd, verdampt, in een luchtbad gedroogd, met zuiver water behandeld en ten slotte op het filtrum bij het overige gedeelte gebragt. Het doorlopende vocht werd natuurlijk afzonderlijk opgevangen en weggeworpen. De filtra werden daarop gezamenlijk in een luchtbad op 120° gedroogd, en het verschil in gewigt gaf nu de hoeveelheid onoplosbare stoffen aan, die zich gedurende de verdamping uit het water hadden afgezet.

Deze massa werd nu geheel of gedeeltelijk met verdund zoutzuur behandeld en onder de behoorlijke voorzorgen tot droogwordens verdampt, met verdund zuur uitgetrokken en door hetzelfde filtrum het kiezelzuur afgescheiden, dat, na verbranding en aftrekking der bekende hoeveelheid asch van het filtrum, in gewigt bekend werd.

De doorgelopen vloeistof werd met koolzuurvrije ammonia in hoogst geringe overmaat, onder afsluiting der lucht, vermengd, het afgescheiden mengsel van ijzeroxyde en aluinaarde gefiltreerd, gebrand en gewogen.

Uit het vocht werden de kalk en magnesia achtereenvolgens



door oxalas ammoniae en chlorammonium, en door phosphas sodae en ammonia afgezonderd, gebrand en gewogen.

De vloeistof, die de oplosbare bestanddeelen bevatte, werd, zoo zij niet geheel helder was, nogmaals door hetzelfde filtrum gedreven en daarna tot het gewigt van 1 kilogramme gebragt. Daarvan werden telkens hoeveelheden van 100 grammen afgewogen, waarin (gewoonlijk door dubbele proeven) op de volgende wijze de verschillende bestanddeelen werden bepaald.

1. Door chloorvrije acetabarytae het zwavelzuur en daarop door nitras argenti het chloor.

2. Door ammonia de aluinaarde, zoo zij nog aanwezig was ('t geen bijna nimmer het geval was); daarop achtereenvolgens de kalk en de magnesia op de welbekende wijzen.

3. Door barytwater werden  $\text{SO}^*$ , en  $\text{MgO}$  afgescheiden, in het filtraat door carb. amm. de overvloedige baryt en de kalk weggenomen, het vocht onder toevoeging van een weinig chloorammonium verdampt en de terugblijvende zoutmassa gegloeid, nogmaals met water behandeld en gefiltreerd, ten einde de laatste sporen van baryt en kalk terug te houden. Het verdampte vocht gaf nu het geheele gehalte aan alcaliën in den vorm van chloruren, en deze werden ten slotte door verdamping met chloorplatinaoplossing en behandeling met alcohol van elkander afgescheiden.

Het is uiterst moeilijk, zich kaustieke baryt, volkomen vrij van alcaliën te verschaffen. Uit de chemische fabrieken verkrijgt men ze nimmer zuiver, daar de kool, die gebruikt is, om den zwaarspaath in bariumsulfuur te veranderen, haar gehalte aan alcaliën in het praeparaat achterlaat. Daarom heb ik mij veelal van kaustieken kalk bediend, die met eenige wijzigingen even goed als baryt ter afscheiding der alcaliën kan gebruikt worden. Zie hier de wijze van bereiding en aanwending.

Een stuk zoo veel mogelijk zuivere gebrande kalk wordt gebluscht en het poeder in een gesloten trechter met kokend water uitgespoeld, daar dit minder kalk oplost, dan water van de gewone temperatuur. Het is voordeelig, ten einde niet in de noodzakelijkheid te zijn, al het gips, in den kalk bevat, uit te spoelen, het poeder eerst met eene verdunde oplossing van chloorbarium

af te wrijven en zodoende het gips te ontleden. Men spoelt zoo lang, tot al het chloorbarium verwijderd is en eene ruime hoeveelheid van het doorgeloopte vocht, met carb. ammoniae en ammonia vermengd en gefiltreerd, bij verdamping geen overschot achterlaat. Daarop bewaart men de nog vochtige massa in eene flesch ten gebruike.

Bij aanwending van kalk wordt het zwavelzuur niet afgescheiden, maar bevindt zich gedeeltelijk als gips in de vloeistof. Voegt men later carb. amm. toe, om de kalkzouten af te zonderen, dan wordt een gedeelte van het gips niet ontleed en de vloeistof blijft kalkhoudend. Ik zal later deze moeilijke ontleedbaarheid van gips door alcalische carbonaten nader behandelen. Ten einde dit bezwaar te voorkomen, slaat men uit het water, waarin de alcaliën zullen bepaald worden, eerst door een weinig chloorbarium al het  $\text{SO}^3$  neder en brengt vervolgens daarin zoo veel van den kalk, tot dat het vocht sterk alcalisch is. Het verdere beloop der bewerking blijft hetzelfde.

4. Ter bepaling van het geheele gehalte aan vaste stoffen werden tweemaal 100 gr. water in gewogen porceleinen kroesjes in een luchtbad geplaatst, verdampt en vervolgens op  $120^\circ$  aanhoudend gedroogd, tot dat zij geen verlies in gewigt meer ondergingen en daarop weder gewogen. Ter opsporing van alcalische carbonaten werd het teruggebleven zoutmengsel van eene der proeven met eene geringe hoeveelheid water overgoten en met een curcuma-papiertje onderzocht. Waren zij aanwezig, dan werd de massa in water opgelost, gefiltreerd en in eene gesloten flesch met een mengsel van chloorcalcium-oplossing en koolzuurvrije ammonia behandeld, het bezonken nederslag van koolzuren kalk in de flesch met uitgekookt water gewasschen, op een filtrum verzameld en na gloeiing gewogen.

Het andere zoutmengsel diende, om het gloeiverlies te bepalen en daarna, door verdamping met zoutzuur, filtratie, spoeling enz. ter bepaling van het kiezelzuur, dat als oplosbaar silicaat in de vloeistof aanwezig was geweest.

De overige 200 gram werden in goed gesloten flesschen bewaard, ten einde, zoo noodig, eene proef te kunnen herhalen en dienden verder ter opsporing van stoffen, die in zoo geringe hoeveelheid voorkomen, dat zij slechts zelden voor eene quantitative bepaling vatbaar zijn.



In de eerste plaats behoort daartoe het phosphorzuur, hetgeen in den regel in geringe hoeveelheid in onze drinkwaters wordt aangetroffen. De proef, waarvan ik mij bediende, om het aan te wijzen, bestond in het gebruik van eene salpeterzure oplossing van molybdaenzure ammonia, een reactief, dat eerst onlangs door SONNENSCHNEIDER is aangegeven en dat bij onderzoekingen als deze de beste diensten bewijst. Ziehier, waarop zijne aanwending berust. Molybdaenzuur, ammonia en phosphorzuur kunnen zich te zamen tot een geel gekleurd ligchaam verbinden, dat in zuren geheel onoplosbaar is. De hoeveelheid phosphorzuur, die daarin voorkomt, is hoogst gering en veranderlijk, weshalve deze reactie niet onmiddellijk ter bepaling van dit zuur kan worden aangewend. Op welke wijze het phosphorzuur daarin voorkomt, is voor alsnog onbekend. Ter bereiding van eene vloeistof, die als reactief op  $\text{PhO}^3$  kan gebruikt worden, gaat men op de volgende wijze te werk. Molybdaenzuur wordt in overvloedige ammonia opgelost, zoo noodig gefiltreerd, en daarop met salpeterzuur sterk zuur gemaakt. Het eerst nedervallende molybdaenzuur wordt weldra door het overvloedige zuur weder tot eene heldere vloeistof opgelost. De verhouding van molybdaenzuur, ammonia en salpeterzuur moet zoodanig genomen worden, dat de vloeistof ongekleurd is en bij koking noch geel gekleurd wordt, noch een praecipitaat (basisch zout) afzet. Gebruikt men zoutzuur in de plaats van salpeterzuur, dan is dit veel moeilijker te bereiken.

Wordt deze vloeistof met eene hoogst geringe hoeveelheid van phosphorzuur of van eenig in zuren oplosbaar phosphaat gemengd, dan ontstaat er reeds bij de gewone temperatuur, maar bij voorkeur bij de kookhitte, een kristallijn geel praecipitaat van bovengenoemde zamenstelling. (Behalve arsenikzuur vertoont geen ander ligchaam deze reactie.) Ook in gekleurde vloeistoffen is dit nederslag door zijne eigenaardige kleur en door de eigenschap, om tamelijk vast aan de wanden van het vat te kleven, gemakkelijk te onderscheiden.

Het groote voordeel, dat dit reactief aanbiedt, bestaat, behalve in zijne verrassende gevoeligheid (die inderdaad de reactie op chloor door zilverzouten nabijkomt) in de omstandigheid, dat men door middel van hetzelfde het  $\text{PhO}^3$  in zure vloeistoffen kan op-

sporen. Om de reactie van  $\text{PhO}^3$  met magnesia-zouten te voorschijn te roepen, moet men hetzelfde, zooals bekend is, in ammoniakale oplossing brengen, hetgeen bij tegenwoordigheid van aluinaarde en ijzeroxyde (het bij de analyses van gronden, asschen, mineralen en waters steeds voorkomende geval) eene omslagtige en moeilijke bewerking vereischt. Bij de aanwending van het molybdaenzuur echter heeft men de verbinding slechts in salpeterzuur op te lossen en, met het reactief vermengd, tot de kookhitte te brengen. Somwijlen blijft het praecipitaat een tijdlang uit, maar na 24 uur heeft het zich, ook bij de kleinste hoeveelheid phosphorzuur, afgezet. Het is steeds noodig, een ruimen overvloed van het reactief aan te wenden, daar het gele praecipitaat in phosphorzuur houdende vloeistoffen oplosbaar is, eene omstandigheid, waarop men wel te letten heeft, daar zij aanleiding kan geven, dat groote hoeveelheden phosphorzuur worden over het hoofd gezien, terwijl geringe sporen zich gemakkelijk verraden.

Om het phosphorzuur in de onderzochte watersoorten op te sporen, heb ik het gemengde praecipitaat van  $\text{Fe}^2\text{O}^3$  en  $\text{Al}^3\text{O}^3$ , bij de analyse van het onoplosbare afzetsel verkregen, in salpeterzuur opgelost en aan de inwerking van de molybdaenzuuroplossing blootgesteld.

Zooals molybdaenzuur en ammonia een reactief op phosphorzuur leveren, zoo geven omgekeerd phosphorzuur en molybdaenzuur een reactief op ammonia. Ook dit bewijst, bij de moeilijkheid, om op de tot nog toe gebruikelijke wijzen sporen van ammoniazouten aan te toonen, door zijne gemakkelijke toepassingen en groote gevoeligheid, uitstekende diensten bij een kwalitatief onderzoek. De daartoe dienende vloeistof bereidt men op de volgende wijze. Het bovengenoemde gele nederslag, uit molybdaenzuur, phosphorzuur en ammonia bestaande, wordt ter verdrijving van de ammonia gegloeid, waarbij het zich door eene gedeeltelijke reductie blaauw kleurt. Het overblijvende wordt in eene oplossing van carb. sodae tot eene blaauwe vloeistof opgelost, die na oververzadiging met salpeterzuur helder geel van kleur wordt. Brengt men in deze vloeistof eenige droppels eener verdunde oplossing van eenig ammoniazout en verhit men het



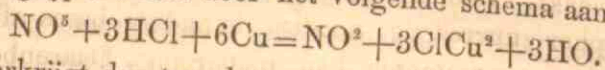
vocht tot de kookhitte, dan ontstaat na korter of langer tijd een overvloedig geel nederslag, wederom uit molybdaenzuur, phosphorzuur en ammonia bestaande. Men moet deze vloeistof in eene zorgvuldig gesloten flesch bewaren, daar zij reeds door de ammonia, in de lucht van een Laboratorium bevat, wordt troebel gemaakt. Zoo als men ziet, is het hier, evenmin als bij de phosphor-zuurreactie, noodig, de andere bases af te scheiden, voor men op ammonia kan reageren. Daarenboven laat het alle andere reactieven op ammonia in gevoeligheid verre achter zich. Tot het opsporen van ammoniazouten in de onderzochte wateren heb ik mij steeds van hetzelfde bediend. Dikwijls was het reeds voldoende, het water in zijnen oorspronkelijken staat van verdunning aan te wenden, om ammonia te kunnen aanduiden, maar was dit niet het geval, dan vertoonde zich de reactie steeds, indien een gedeelte onder toevoeging van een weinig zoutzuur werd geconcentreerd. In den regel was de ammonia als koolzuur zout in het water bevat, immers het zonder toevoeging van een zuur verdampte water bevatte slechts in enkele gevallen sporen daarvan.

Men heeft aangegeven, dat potaschzouten dezelfde reactie met dit mengsel geven, als ammonia. En werkelijk is dit bij sterke oplossingen het geval. De vloeistof, welke ik aanwendde, werd door eene sterke potaschloog, na oververzadiging met salpeterzuur, nedergeslagen, maar niet door eene oplossing van carb. potassae, noch van andere potaschzouten. Daaruit blijkt voldoende, dat alleen bij een groote concentratie potaschzouten met die van ammonia zouden kunnen verward worden en dat dus in het onderhavige onderzoek, daar slechts geringe hoeveelheden potaschzouten in de wateren voorkomen, gemeld reactief zonder bezwaar mogt worden aangewend.

Om het aanwezen van salpeterzuur op te sporen, heb ik mij steeds van eene versch bereide oplossing van narcotine in zwavelzuur bediend, die door hare gevoeligheid en gemakkelijke wijze van aanwending boven andere de voorkeur verdient.

Waar mij de hoeveelheid salpeterzuur groot genoeg scheen, om eene quantitative bepaling daarvan mogelijk te maken, werd eene afgewogen hoeveelheid geconcentreerd water in een kolfje,

dat gesloten kon worden en met de vloeistof bijna geheel aangevuld was, naar de door ROSE aangegeven wijze (1), met een stukje gewogen zuiver koper en zoutzuur behandeld. Men digereert een geruimen tijd bij eene zachte warmte, onder inachtneming der voorzorgen, die ROSE daarvoor opgeeft. De reactie, die plaats grijpt, wordt door het volgende schema aangeduid :



Men verkrijgt dus ten slotte eene oplossing van koperchloruur in zoutzuur. Overigens duidt, zooals men ziet, de oplossing van 6 aeq. koper 1 aeq. salpeterzuur aan.

In sommige gevallen, waar het water sterk met organische stoffen was bedeed, heb ik naar de welbekende wijze van BERZELIUS, door middel van eene oplossing van acetate cupri, creenzuur en apocreeenzuur trachten op te sporen, maar zonder gevolg.

Gelijk men ziet, komt dus de wijze, waarop de chemische ontleding der watersoorten is bewerkstelligd, daarop neder, dat de bestanddeelen door verdamping in twee klassen zijn gesplitst, in die, welke bij de verdamping onoplosbaar zijn geworden en dus slechts door overvloedig koolzuur in oplossing werden gehouden, en in diegene, welke oplosbaar zijn gebleven. Van beide zijn de bestanddeelen afzonderlijk bepaald en in de analyse opgegeven. Deze methode is noodzakelijk, omdat op geene andere wijze de kalk, die als bicarbonas in het water voorhanden is, van het gips kan worden gescheiden, maar zij heeft nog daarenboven het voordeel, dat zij de zamenstelling van den ketelsteen, die zich bij sommige toepassingen van het water vormt, doet vooruitzien. Het geheele gehalte aan vaste stoffen der waters is uit de summatie der afzonderlijke bestanddeelen, voor een zelfde gewigt water berekend, afgeleid.

Voor wij thans overgaan tot de mededeeling van een overzicht der in het werk gestelde analyses, willen wij nog de wijze aangeven, waarop eenige andere bestanddeelen in de wateren werden opgespoord, bepaaldelijk : jodium, bromium en arsenicum.

(1) Handbuch der Anal. Chemie, p. 846.



Ten gevolge van de uitgebreide schaal, waarop tegenwoordig jodium en bromium in de stoffen, die aan de aardoppervlakte voorkomen, worden opgespoord en gevonden, is de analytische chemie in den laatsten tijd overstroemd geworden met een aantal verschillende wijzen, om deze halogenen tot in de kleinste hoeveelheden aan te toonen, de eene nog aanlokkelijker dan de andere, door gemakkelijker van aanwending en overgrootte gevoeligheid. Ik heb onderscheidene dezer methoden, die bepaaldelijk door Fransche scheikundigen zijn aangegeven, om zonder voorafgegane verdamping jodium en bromium in natuurlijke wateren te kunnen aanwijzen en van elkander te kunnen onderscheiden, op Utrechtsche wateren aangewend, maar ik ben er nimmer in geslaagd, langs die wegen andere dan twijfelachtige reactieën te voorschijn te roepen. Het is doelloos, ze hier te doorloopen, te meer, daar toch zoowel in Frankrijk als in Duitschland descheikundigen in het algemeen tot de oudere methoden van opsporing (de kleuring van amyllum door jodium, van aether door bromium) als de beste en zekerste beginnen terug te keeren.

Ziehier de wijze, die ik gevolgd ben, om te gelijker tijd jodium, bromium en arsenicum in natuurlijke wateren op te sporen en tevens fosporzuur daaruit in weegbare hoeveelheid te kunnen afzonderen. Zij is eenigzins omslagtig en kon derhalve slechts op een gering aantal wateren worden toegepast, maar het scheen doelmatiger, hier de uitbreiding van het onderzoek aan de zekerheid der resultaten op te offeren.

Het is bekend, dat alcalische bases in het algemeen (potasch alleen uitgezonderd) het jodium met weinig kracht binden, zoodat bij verdamping van oplossingen, die het jodium niet als jodkalium bevatten, de mogelijkheid bestaat, dat het geheel of gedeeltelijk met de waterdampen wordt vervluchtigd. Vooral is dit het geval bij aanwezigheid van kalk- en ijzerzouten, en het is daarom steeds noodig, indien men jodium in het zoutmengsel, dat na de verdamping van natuurlijke wateren overblijft, wil opsporen, voor de verdamping eene genoegzame hoeveelheid koolzure potasch (of kaustische) toe te voegen, om het jodium, indien het aanwezig is, aan kalium te binden. Het is niet aan te raden, in de plaats daarvan koolzure soda aan te wenden, waartoe men

door de veel grootere zuiverheid van dit praeparaat ligtelijk verleid zou kunnen worden, daar het sodium het jodium reeds veel minder innig bindt, dan het potassium, en bij aanwezigheid van sommige andere zouten laat vervlugtigen.

Geene der in den handel voorkomende soorten van koolzure potasch kan men voor dit doel aanwenden, daar zij niet zeldzaam (welligt altijd) sporen van jodium bevatten. Maar men bereidt zich gemakkelijk eene volkomen jodiumvrije potasch, door wijnsteen herhaaldelijk om te kristalliseren, de kristallen een geruimen tijd op een filtrum met water van de gewone temperatuur te spoelen, de overgebleven zoutmassa in een platina kroes te gloeijen, met water uit te trekken en de vloeistof weder te verdampen of wel als zoodanig te gebruiken.

Van deze koolzure potasch werd eene genoegzame hoeveelheid bij 30 à 40 kilogrammen van het te onderzoeken water gevoegd en door toetsing van eene even groote hoeveelheid van dit reactief met amyllum en salpeterzuur de overtuiging erlangd, dat op deze wijze geen jodium in de vloeistof was gebragt. Het vocht werd nu bij eene zachte hitte verdampt in eene vlakke koperen schaal, van binnen vertind, voor welk vertinsel een metaal was aangewend, dat bij een opzettelijk onderzoek was gebleken, vrij te zijn van arsenicum. De verdamping geschiedde in een lokaal, afgezonderd van het laboratorium, zoodat de mogelijkheid van verontreiniging met vreemde dampen was afgesneden.

Het drooge zoutmengsel, na verdamping terug gebleven, werd onmiddellijk met absoluten alcohol herhaaldelijk uitgekookt, de gefiltreerde, gekleurde vloeistof verdampt en het terugblijvende gegloeid, om alle organische stoffen te verjagen. Daarop werd het in weinig water opgelost en een klein gedeelte der vloeistof met amyllum en salpeterzuur op jodium onderzocht. Bleek dit in eenigzins ruime hoeveelheid voorhanden te zijn, dan werd de overgeblevene vloeistof met chloorpalladium gemengd, na eenige uren rust het jodpalladium gefiltreerd, gespoeld, gedroogd en gewogen. De gefiltreerde vloeistof werd met zuivere koolzure potasch van palladium bevrijd (1), gefiltreerd, weder verdampt,

(1) Het is niet geraden, het palladium door middel van zwavelwaterstof uit deze vloeistof te verwijderen. Het vocht wordt daarbij zuur van zoutzuur en bij de volgende verdamping kan dus ligt het bromium verdreven worden;



gegloeid, in water opgelost, met azijnzuur onzijdig gemaakt, en in een gesloten fleschje met aether en eenige droppels verdund chloorwater geschud, om de bromiumreactie te voorschijn te roepen.

Op deze wijze is het mij gelukt, in verscheidene wateren jodium of bromium of beide op te sporen. Behalve in de hierna te vermelden, vond ik jodium in het water uit den singel te Utrecht, en bromium (geen jodium) in het water van twee publieke pompen uit dezelfde stad.

Het met alcohol uitgekookte zoutmengsel, dat na de verdamping van het water was overgebleven, werd nu met zoutzuur een geruimen tijd gekookt, daarop met water verdund en gefiltreerd. Het heldere vocht werd met zwavelwaterstof verzadigd en in eene gesloten flesch aan zich zelf overgelaten. Na 24 uur werd het gevormde praecipitaat, voornamelijk uit vrije zwavel, benevens tinsulfuur bestaande, afgefiltreerd, gespoeld en op het filtrum herhaaldelijk met ammonia behandeld. Het ammoniakale vocht werd verdampt en het terugblijvende met salpeterzuur overgoten, weder verdampt, deze bewerking eenige malen herhaald en ten slotte met eene oplossing van zwaveligzuur overgoten en nogmaals verdampt. De waterige oplossing van hetgeen terugbleef, werd nu in een toestel van MARSH gebragt, om ringen of vlekken van arsenicum te verkrijgen, zoo dit in het water voorhanden mogt geweest zijn.

Ik heb deze arsenikproef met groote zorgvuldigheid bij de volgende wateren in het werk gesteld: water uit den Rijn te Arnhem, uit den singel te Utrecht, uit de Mariapomp en nog eene andere publieke pomp te Utrecht en met het water uit eene publieke pomp te Leeuwarden, waarbij ik opmerk, dat geen dezer wateren vooraf zijn gefiltreerd en dat dus de mechanisch verdeelde stoffen van het rivier- en grachtwater mede in het onderzoek begrepen zijn geweest. In geen van allen heb ik sporen van arsenik aangetroffen. Wel gaf het water uit Leeuwarden (sterk met organische stoffen bedeed) vlekjes op porcelein, maar deze waren door hunne kleur en door hunne onoplosbaarheid in

wilde men eerst met potasch neutraliseren, dan scheidt zich later bij de toevoeging van chloorwater zwavel af en stoort de bromiumreactie.

chlorure de soude en in salpeterzuur spoedig voor koolvlekken te herkennen.

De vloeistof, die van het met zwavelwaterstof verkregen praecipitaat was gefiltreerd, werd een weinig ingedampt en daarop met ammonia neergeslagen. Het praecipitaat, uit ijzeroxyde, aluinaarde (benevens eene geringe hoeveelheid kalk) bestaande en dat al het phosphorzuur bevatte, wat in het water was voorhanden geweest, werd gefiltreerd, uitgespoeld en daarop in zoo weinig mogelijk zoutzuur opgelost, met eene ruime hoeveelheid neutralen tartras potassae en daarop met acetas sodae gemengd en nu met oxalas ammoniae de geringe hoeveelheid kalk neergeslagen, die daarin voorhanden was. De verwijdering van dien kalk is natuurlijk noodzakelijk, om eene ammoniakale solutie te kunnen verkrijgen, waaruit men het phosphorzuur met een magnesia-zout neerslaan kan; de hier gevolgde wijze voert spoedig en met voldoende nauwkeurigheid tot het doel, want de oxalas calcis is bijna geheel onoplosbaar in verdund azijnzuur en de fout, die mogelijker wijze daaruit ontstaan zoude, kan men nog aanmerkelijk verminderen, door in de vloeistof slechts eene zeer geringe hoeveelheid vrij azijnzuur te laten. Na de verwijdering van den kalk voegt men ammonia in overmaat toe, waardoor geen praecipitaat van ijzeroxyde of aluinaarde mag ontstaan, in welk geval er te weinig wijnsteen-zuur voorhanden blijkt te zijn. Er kan een kristallijn praecipitaat van phosphorzure ammoniakmagnesia ontstaan, zoo het oorspronkelijke nederslag magnesia heeft bevat, 't geen echter meestal het geval niet is. Door toevoeging van een magnesia-zout wordt nu al het phosphorzuur neergeslagen en op de bekende wijze verzameld. Zoo werd uit 40 kilogram water uit de Mariapomp te Utrecht 0,1677 gr. Phosphas magnes. verzameld, 't geen een gehalte van 0,0027  $\text{PhO}^3$  per kilogramme voorstelt. De verdere numerische resultaten dezer bepalingen zullen bij de analyses worden opgegeven.

SONNENSCHIEIN en CRAW hebben de reactie van phosphorzuur tegenover molybdaenzuur met goed gevolg ter bepaling van deszelfs hoeveelheid aangewend en een aantal proeven medegedeeld, die veel vertrouwen op deze methode schijnen in te boezemen. De veeltijds omslagtige bewerkingen, die men gewoonlijk bij deze



bepaling moet in het werk stellen, verkrijgen daardoor eene verrassende eenvoudigheid. Inderdaad, men behoeft slechts het gele phosphorzuurboudende praecipitaat (zie pag. 54), door spoeling van bases bevrijd, in ammonia op te lossen en de vloeistof met een magnesiazout neder te slaan. Ondertusschen is het mij al spoedig gebleken, dat de phosphorzure ammoniak-magnesia, die men op deze wijze verkrijgt, bij gloeiing steeds eene graauwe kleur aanneemt, het gevolg van eene ingemengde molybdaenverbinding, die zelfs door langdurig spoelen van het praecipitaat met ammoniakhoudend water niet te verwijderen is. Dit bezwaar is echter gemakkelijk te voorkomen, want indien men ter oplossing van het gele praecipitaat, in de plaats van ammonia, sulfur. amm. gebruikt en de vloeistof daarop, warm gemaakt, met zoutzuur nederslaat, wordt het molybdaen volkomen als sulfid afgescheiden, terwijl al het phosphorzuur als phosphas amm. in de oplossing blijft. Een grooter bezwaar vond ik er in, om gemelde gele verbinding volkomen uit de vloeistof af te scheiden. Inderdaad, indien ik eene zure, phosphaten bevattende vloeistof met eene zure oplossing van molybdaenas ammoniae vermengde, verwarmde, liet bekoelen en filtreerde, dan zette het heldere vocht bij herhaalde verwarming steeds nieuwe hoeveelheden van het gele praecipitaat af en zelfs verdamping tot droogwordens en uittrekking met een verdund zuur was onvoldoende, om al het phosphorzuur op die wijze af te scheiden. Onder de menigvuldige proeven, met allerhande wijzigingen (gebruik van andere zuren, lang voortgezette verwarming enz.) ondernomen, is het mij slechts enkele malen gelukt, uitkomsten te verkrijgen, die de waarheid naderden, weshalve ik deze methode bij het onderhavige onderzoek niet heb aangewend.

Het is verre van mij, proeven van mannen tegen te spreken, die in de scheikunde met roem bekend staan, en veeleer schrijf ik het mislukken mijner proeven toe aan het over het hoofd zien van deze of gene bijzonderheid, die in de verhandelingen van SONNENSCHNEIDER en CRAW niet opzettelijk vermeld is. Maar ik mag toch niet nalaten te verwijzen naar hetgeen in het Handwört. van LIEBIG en WÖHLER in het artikel molybdaenzuur p. 364 wordt vermeld. Men vindt daar opgegeven, dat molybdaenzuur in tegenwoordigheid van phosphorzuur *in eene andere wijziging*

*overgaat*, wier ammoniakzout geel en in zuren niet oplosbaar is. Is deze voorstelling de waarheid, dan is het phosphorzuur slechts een bijkomend, toevallig bestanddeel van het meergemelde gele praecipitaat en is het duidelijk, dat de geheele hoeveelheid phosphorzuur daarmede niet altijd zal worden nedergeslagen. Ik hoop dit punt nader te onderzoeken.

De bekende wijze van ROSE, steunende op de onoplosbaarheid van phosphas protox. hydrarg. in water, kan bij het onderzoek van wateren niet worden aangewend. Zij stelt op den voorgrond, dat de aanwezige bases met salpeterzuur tot neutrale nitraten kunnen worden verbonden, welke tegen de hitte van een waterbad (ter verdrijving van het overvloedige salpeterzuur) bestand zijn. Men weet, dat dit noch bij ijzer, noch bij aluin-aarde, beide bestanddeelen der natuurlijke wateren, het geval is.

Nog veel minder kan er sprake zijn van de aanwending eener methode, onlangs door ALVARO REIJNOSO ter bepaling van phosphorzuur voorgeslagen. Uitgaande van de onoplosbaarheid van phosphas stanni in salpeterzuur, brengt hij in de salpeterzure oplossing van een phosphaat, welks hoeveelheid hij bepalen wil, eene afgewogen hoeveelheid tindraaisel, verhit en weegt het afgescheiden tinoxyde: de toename in gewigt, die het tin heeft ondergaan, bestaat uit de bekende hoeveelheid zuurstof, die het tin noodig had, om in oxyde veranderd te worden en de gezochte hoeveelheid phosphorzuur, in het vocht aanwezig. Ter toetsing dezer methode heb ik eene afgewogen hoeveelheid phosphas sodae, in salpeterzuur opgelost, met 4 aeq. tin, derhalve een ruimen overvloed, gemengd, zacht verhit, tot droogwordens toe verdampt en met water uitgetrokken. Het gefiltreerde vocht bevatte nog eene zeer aanzienlijke hoeveelheid phosphorzuur. De methode schijnt derhalve geheel onbruikbaar. Dit resultaat was trouwens te verwachten. Want men kan zich moeilijk voorstellen, dat het tinoxyde, hetwelk gedurende de bewerking geen enkel oogenblik in oplossing is, uit die deelen der vloeistof, waarmede het als vast ligchaam niet in aanraking kan komen, het phosphorzuur volkomen afscheiden zal. Men zal hiertegen aanvoeren, dat toch ijzeroxydehydraat uit eene oplossing van acid. arsenicosum al het zuur wegneemt, maar men bedenke, dat hier het zuur in vrijen



toestand aanwezig is, terwijl in het andere geval het tinoxide het phosphorzuur uit zijne verbinding met soda moet afscheiden, daar het salpeterzuur niet in staat is, het phosphorzuur te verplaatsen.

Tot de stoffen, die in sommige wateren en in vele mineralen zijn aangetoond, en die vermoedelijk meer verspreid in de natuur voorkomen, dan men vroeger dacht, behoort ook het fluor. Ik heb een ketelsteen, afkomstig van water uit de Mariepomp te Utrecht, op de volgende door WILSON aangegeven wijze daarop onderzocht. Honderd grammen fijn gewreven ketelsteen werden met een weinig zand gemengd (zoo het daarin bevatte kiezelzuur niet voldoende mogt wezen) en in de gewone temperatuur met sterk zwavelzuur overgoten. Nadat het koolzuur ontweken was, werd de brijachtige massa in eene retorte gebragt, een ontvanger aangelegd, waarin zoo veel water was, dat de hals der retorte onder de oppervlakte reikte en door verwarming het fluor, zoo het aanwezig was, als fluorkiesel uitgedreven en als acid. hydrofluosilicicum in het water opgelost. Deze oplossing werd met ammonia neutraal gemaakt, verdampt, met water uitgetrokken, gefiltreerd en weder verdampt. Het terugblijvende zoutmengsel moest nu al het fluor als fluorammonium bevatten. Het werd in een horologieglaasje gebragt en dit met een ander bedekt, welks binnenvlakte met was bekleed was en waarin eenige strepen waren aangebragt. Na overgieting van het zout met zwavelzuur en zachte verwarming werd echter geene etsing van het glas bespeurd. De methode is echter niet zoo boven alle aanmerking verheven, dat men uit deze proef tot de geheele afwezigheid van fluor mag besluiten.

Ik heb in mijne analyses de vermindering in gewigt, die de gewogen hoeveelheid vaste stoffen, na de verdamping van het water verkregen, door branding onderging, eenvoudig als gloeiverlies opgegeven en niet onder de overige bestanddeelen als organische stoffen opgevoerd. Immers, het is in de laatste jaren met voldoende zekerheid bekend geworden, dat bij de gloeiing van een mengsel van anorganische zouten met organische stoffen, het gloeiverlies in het algemeen niet kan geacht worden, het gehalte aan organische stoffen uit te drukken, daar bij de hooge

temperatuur de kool zoodanige veranderingen in het zoutmengsel teweeg brengt, dat daardoor niet alleen zijne samenstelling, maar ook zijn gewigt aanzienlijk kan gewijzigd worden. Deze bezwaren vertoonen zich in geene geringe mate bij het wit branden van de gemengde stoffen, in natuurlijke wateren bevat, want in den regel zijn het hier humusachtige, moeilijk te verbranden stoffen, die door het alcalihoudend en dus gemakkelijk smeltbare zoutmengsel worden omhuld en aan de inwerking der zuurstof onttrokken. Zoodoende behoeft men in den regel een langen tijd, om het zoutmengsel wit te branden en in dezelfde mate worden de nadeelen grooter, die daaruit ontstaan kunnen. Ammoniazouten vervlugtigen zich natuurlijk onmiddellijk, sulfas magnesiae verliest, vooral bij aanwezigheid van kool, gemakkelijk zwavelzuur, andere sulfaten worden in sulfuren veranderd, chloorsodium kan in een open kroes zich gemakkelijk voor een gedeelte vervlugtigen en ten slotte blijven de bases, die met organische stoffen of met salpeterzuur verbonden zijn, als carbonaten of in vrijen toestand terug. Door al die veranderingen wordt natuurlijk in meerdere of mindere mate het gewigt der massa veranderd en bijna nimmer stelt het terugblijvende zoutmengsel den aard en de hoeveelheid der anorganische zouten voor, die in het water voorhanden waren.

De analytische bijzonderheden en oorspronkelijke cijfers der analyses worden in eene bijlage medegedeeld. Ik geef hier thans een overzicht der analyses en vermeld nog, dat de aequivalentgetallen der elementen, die aan de berekeningen ten grondslag liggen, ontleend zijn aan ERDMANN's Journal für pract. Chemie XXXIX. 7. 8. Voor het kiezelzuur echter heb ik, naar BERZELIUS, de formule  $\text{SiO}^2$  en het aeq. 577,3 aangenomen.

#### A. RIVIERWATEREN.

Uit de twee hoofdrievieren, die de zuidelijke provinciën van ons land doorsnijden en dus de hoofdbron zijn, waaruit niet alleen onze kanalen en slooten, maar ook middellijk onze putten en pompen ten deele worden gevoed, de Rijn en de Maas, is water aan het onderzoek onderworpen, uit de eerste te Arnhem geschep, uit de tweede te Grave. De hier mede te deelen ana-



lysen zijn geheel onvoldoende, om tot eene volledige kennis te geraken van het water dezer rivieren. Deze toch moet de kennis aan de variatiën, die in hunne zamenstelling plaats grijpen, omvatten, en de mate waarin verschillende omstandigheden daarop invloed uitoefenen. Men behoeft daartoe een groot aantal analyses van verschillende plaatsen, in verschillende seizoenen en met inachtneming van de omstandigheden, waarvan de grootere of geringere toevoer van water afhankelijk is. Wanneer men den oorsprong en loop dezer rivieren nagaat, de verschillende lagen, welke vooral de Rijn doorsnijdt (1), het groot aantal steden en dorpen aan haren oever gelegen, de menigte andere rivieren, wier water zij ontvangt, de veranderlijke hoeveelheden water, die hare bronnen opleveren en het regenwater, dat daarin valt, al welke omstandigheden even zoo vele aanleidingen zijn, waardoor de zamenstelling van het water veranderen kan, dan zal men gemakkelijk kunnen nagaan, dat de volledige kennis aan het water dezer rivieren een veel uitgebreider onderzoek vordert, dan hier is kunnen geleverd worden.

Het water, in Februarij 1852 uit het midden der rivier voor Arnhem geput, bevatte, na gefiltreerd te zijn, per kilogramme de volgende stoffen :

Bestanddeelen, die zich bij de verdamping afzetten.	Kiezelzuur . . . .	0,0019
	IJzeroxyde . . . .	0,0007
	Koolzure kalk . . . .	0,0875
	Koolzure magnesia . . . .	0,0029
Oplosbaar blijvende stoffen.	Chloorsodium . . . .	0,0183
	Gips . . . . .	0,0199
	Zwavelzure magnesia . . . .	0,0064
	Koolzure potasch . . . .	0,0029
	Kiezelzure » . . . .	0,0080
Met organische zuren en sporen van NO <sup>5</sup> verbonden.	Aluinaarde . . . .	0,0007
	Magnesia . . . .	0,0065
	Soda . . . . .	0,0036
		<hr/> 0,1593

(1) Men zie hierover : De Rijn en zijn stroomgebied, door Dr. J. R. E. van Laer.

Wij laten hiernevens ter vergelijking twee andere analyses van Rijnwater volgen, te Basel en te Straatsburg geschept, de eene van PAGENST (1837), de andere van DEVILLE (1846).

	Basel (1837)	Straatsburg (1846)
Kiezelzuur . . . . .	0,0021	0,0488
Aluinaarde . . . . .		0,0025
IJzeroxyde . . . . .		0,0058
Koolzure kalk . . . . .	0,1279	0,1356
» magnesia . . . . .	0,0135	0,0051
Zwavelzure kalk . . . . .	0,0154	0,0147
» magnesia . . . . .	0,0039	
» soda . . . . .	0,0018	0,0135
Chloorsodium . . . . .	0,0015	0,0020
Salpeterzure potasch . . . . .		0,0038
	<hr/> 0,1661	<hr/> 0,2318

Men ziet, dat in deze verschillende analyses, schoon de gezamenlijke hoeveelheid der vaste stoffen tamelijk onderscheiden is, de aard der stoffen, die in de grootste hoeveelheden voorkomen, dezelfde is. Maar hare relatieve hoeveelheid is aanzienlijk veranderd. Vooral geldt dit van het chloorsodium, welks hoeveelheid van Basel tot Arnhem aanzienlijk is gestegen, zooals reeds kon opgemaakt worden uit de algemeene verspreiding van dit zout, vooral door de bewoonde streken, die de Rijn doorloopt. Terwijl het te Basel en te Straatsburg nauwelijks 1% der geheele zoutmassa bedraagt, is het te Arnhem op 13% gestegen.

Jodium en bromium zijn beide in dit water aangetroffen, schoon van het laatste uiterst zwakke sporen. Uit veertig kilogrammen werden aan jodur. palladii verkregen 0,0075 gr., gelijk staande met 0,0053 gr. jodium, hetwelk een jodiumgehalte van ruim één tienmiljoenste aanduidt. Aan phosphorzuur gaf dezelfde hoeveelheid 0,0076 gr.  $\text{PhO}^2\text{MgO}$ , dus eene uiterst geringe hoeveelheid.



De analyse van water uit de rivier de Maas, te Grave geschept en insgelijks gefiltreerd, gaf:

Stoffen, die zich bij de verdamping afzetten.	Kiezelzuur . . . .	0,0022
	Aluinaarde, ijzeroxyde	0,0005
	Koolzure kalk . . . .	0,0720
	» magnesia . . . .	0,0005
Oplosbaar blijvende bestanddeelen.	Chloorsodium . . . .	0,0235
	Gips . . . . .	0,0061
	Zwavelzure magnesia .	0,0072
Met organische zuren en een spoor van CO <sup>2</sup> verbonden.	Kiezelzure potasch . .	0,0090
	Potasch . . . . .	0,0059
		<u>0,1272</u>

Ook in dit water is jodium aangetroffen.

Onder de bestanddeelen van beide rivierwateren zien wij een koolzuur alcali optreden, schoon in dat der Maas in hoogst geringe hoeveelheid. DÉVILLE ontkent bepaald het reeds a priori waarschijnlijk bestaan van koolzuur alcali in rivier- en welwateren; het blijkt echter, dat zij bij het onderzoek van eenigzins ruime hoeveelheden gemakkelijk aangetoond kunnen worden. Wij merken hierbij nog op, hetgeen tevens voor al de volgende analyses geldt, dat hare hoeveelheid welligt grooter is, dan de analyse aangeeft, want het is waarschijnlijk, dat gedurende de verdamping een gedeelte van het gips door de koolzure potasch of soda is ontleed geworden en alzoo de hoeveelheid van deze heeft verminderd, van gene vergroot.

Deze analyses geven ons een beeld van de samenstelling van rivierwater in 't algemeen. Meer dan  $\frac{1}{5000}$  vaste bestanddeelen zullen waarschijnlijk nimmer daarin worden aangetroffen (1); de zouten, die daarin voorkomen, zijn geene andere dan de algemeen verspreide, die welke ook in alle natuurwateren worden aangetroffen.

(1) Hoe gering dit gehalte wezen moge, de gezamenlijke hoeveelheid vaste stoffen, die de rivieren in opgelosten staat naar de zee voeren, is toch zeer aanzienlijk. Stellen wij b. v. dat de Rijn een geheel jaar lang 500 cub. meters water per seconde voorbij Arnhem voert (\*), dan zijn er in dien tijd toch niet minder dan ruim 2 $\frac{1}{2}$  millioen kilogr. vaste stoffen in oplossing medegevoerd.

(\*) De Nederlandsche hoofdrievieren enz., door een Oud Soldaat. 1850. p. 82.

## B. WELWATEREN.

Voor dit onderzoek zijn steeds die wateren aangewend, welke als de beste en smakelijkste drinkwaters bekend staan.

I. Water uit de pomp op de Grootte Markt te Vlissingen (Maart 1852). Helder, ligt geel van kleur, aangenaam van smaak.

Zamenstelling per kilogramme:

Stoffen, die zich bij de verdamping afzetten.	Kiezelzuur . . . . .	0,0210	
	IJzeroxyde, aluinaarde, met sporen van $\text{PhO}^5$ . . . . .	0,0086	
Oplosbaar blijvende stoffen.	Koolzure kalk . . . . .	0,3986	
	» magnesia . . . . .	0,0314	
	Chloorsodium . . . . .	0,6245	
	Gips . . . . .	0,2495	
	Kiezelzure potasch . . . . .	0,0102	
	Koolzure » . . . . .	0,0895	
	Salpeterzure magnesia . . . . .	0,1890	
	» potasch . . . . .	0,0548	
	Met organische zuren verbonden.	Soda . . . . .	0,0095
		Potasch . . . . .	0,0480
		<u>1,7346</u>	

II. Water uit de pomp aan het Stadhuis te Leiden (Mei 1852). Kleurloos, helder, aangenaam van smaak (1).

(1) Van ditzelfde water vindt men eene analyse in de dissertatie van den heer G. M. PERK (de aquis Leidensibus, Leiden 1849) p. 95. Het water bevatte per kilogramme:

Chloorsodium . . . . .	0,1996
Gips . . . . .	0,2081
Zwavelzure magnesia . . . . .	0,1728
Koolzure kalk . . . . .	0,1548
Organische stoffen . . . . .	0,0801
	<u>0,8154</u>

Oogenschijnlijk bestaat er weinig overeenkomst tusschen deze twee analyses van hetzelfde water; maar vergelijken wij de oorspronkelijke cijfers, die de



## Zamenstelling per kilogramme:

Stoffen, die zich bij de verdamping afzetten.	Kiezelzuur . . . . .	0,0232
	IJzeroxyde, aluinaarde, met sporen van $\text{PhO}^5$ .	0,0103
	Koolzure kalk . . . . .	0,3188
	» magnesia . . . . .	0,0056
Oplosbaar blijvende bestanddeelen.	Chloorsodium . . . . .	0,2174
	Gips . . . . .	0,0832
	Zwavelzure magnesia . . . . .	0,1384
	» soda . . . . .	0,0567
	» potasch . . . . .	0,0725
Met organ. zuren, salpeterzuur (sporen) verbonden.	Kiezelzure » . . . . .	0,0166
	Potasch . . . . .	0,0504
		<u>0,9931</u>

hoeveelheden der hoofdbestanddeelen uitdrukken, dan vinden wij, dat 1000 deelen water naar den heer PERK en naar mij (zie de bijlage) bevatten:

	PERK.	G.
Chloorsodium . . . . .	0,1996	0,2174
Magnesia . . . . .	0,0688	0,0489
Kalk . . . . .	0,172	0,2127
Zwavelzuur . . . . .	0,226	0,206

Houdt men nu in het oog, dat de zamenstelling der drinkwateren aan kleine wisselingen onderhevig moet zijn, dan ziet men onmiddellijk, dat deze analyses zoo veel overeenstemming aanbieden, als van dergelijke onderzoekingen, drie jaren na elkander en naar verschillende methoden in het werk gesteld, verwacht kan worden. Dat niettegenstaande deze overeenstemming de zamenstelling van dit water op zoo geheel verschillende wijzen opgegeven wordt, is eenvoudig het gevolg van de wijze, waarop de heer PERK zijne berekening heeft in het werk gesteld. Eerst werd al de gevonden magnesia tot zwavelzure magnesia gemaakt, het nu overschietende zwavelzuur aan kalk gebonden en als gips in rekening gebracht, en de ten slotte overblijvende kalk maakt den opgevoerden carb. calcis uit. Dat deze wijze geheel willekeurig is, behoeft nauwelijks aangemerkt te worden. Kunnen er dan geene andere sulfaten in het water voorkomen, dan die van kalk en magnesia, zoo als de heer PERK onderstelt? Integendeel, het is zeker, dat die van potasch en soda insgelijks menigmaal worden aangetroffen. Het is onmogelijk, de zamenstelling van een welwater behoorlijk aan te geven, indien niet afzonderlijk die hoeveelheden  $\text{CaO}$  en  $\text{MgO}$ , die als bicarbonaten in het water voorhanden zijn, worden bepaald. Wat er meer aan deze bestanddeelen voorkomt, is nu ongetwijfeld aan zwavelzuur gebonden, en van de gevonden hoeveelheid van dit laatste hangt het af, of, behalve sulfaten der alcalische aarden, ook nog die der alcaliën voorkomen.

Ik meen om die reden, dat uit de analyses van den heer PERK, voor zoo ver zij naar deze methode zijn verrigt, de zamenstelling der Leidsche wateren niet met juistheid kan worden afgeleid.

III. Water uit de pomp op de Groote Markt te 's Hertogenbosch (April 1852). Lichtgele tint, helder, aange-naam van smaak.

Zamenstelling per kilogramme:

Bestanddeelen, die bij de verdamping onoplosbaar worden.	Kiezelzuur . . . . .	0,0022
	IJzeroxyde, aluinaarde, met sporen van $\text{PhO}^s$	0,0073
	Koolzure kalk . . . . .	0,4244
	» magnesia . . . . .	0,0389
Oplosbaar blijvende stoffen.	Chloorsodium . . . . .	0,4150
	Gips . . . . .	0,0249
	Zwavelzure magnesia . .	0,0599
	» soda . . . . .	0,1126
Met organische stoffen en salpeterzuur verbonden.	Kiezelzure potasch . . .	0,0196
	Soda . . . . .	0,0255
	Potasch . . . . .	0,1707
		<u>1,3010</u>

IV. Water uit de put op den Amerongschen berg (Augustus 1852). Zeer helder, kleurloos, aangenaam van smaak.

Zamenstelling per kilogramme:

Stoffen, die zich bij de verdamping afzetten.	Kiezelzuur . . . . .	0,0027
	Koolzure kalk . . . . .	0,0244
	Koolzure magnesia	0,0018
Oplosbaar blijvende stoffen.	Chloorsodium . . . . .	0,0636
	Gips . . . . .	0,0140
	Kiezelzure potasch	0,0170
		<u>0,1235</u>

Dit water kenmerkt zich vooral door een uiterst gering gehalte aan vaste stoffen (niet meer dan in rivierwater voorkomen) en door zijne uiterst eenvoudige zamenstelling. De ligging der put maakt het meer dan waarschijnlijk, dat zij door regenwater, dat den bodem ingedrongen is en door eene waterdichte laag wordt



opgehouden, gevoed wordt. Phosphorzuur en alcalische carbonaten ontbreken hier geheel. Evenzoo is het gehalte aan organische stoffen hoogst gering. Van salpeterzuur werd slechts eene onbeduidende reactie waargenomen (1).

V. Water uit de pomp op de Groote Markt te Middelburg. (Maart 1852). Helder, kleurloos, aangenaam van smaak.

Zamenstelling per kilogramme:

Stoffen, die zich bij de verdamping afzetten.	Kiezelzuur . . . . .	0,0184
	IJzeroxyde en aluin- aarde, met sporen van $\text{PhO}^5$ . . . . .	0,0089
	Koolzure kalk . . . . .	0,3111
Oplosbaar blijvende bestand- deelen.	Koolzure magnesia . . . . .	0,0212
	Chloorsodium . . . . .	0,1326
	Gips . . . . .	0,0122
	Zwavelz. magnesia . . . . .	0,0142
	» soda . . . . .	0,0363
	Kiezelzure potasch . . . . .	0,0256
	Koolzure » . . . . .	0,0690
Met organische zuren verbonden.	Salpeterzure » . . . . .	0,0070
	Soda . . . . .	0,0135
	Potasch . . . . .	0,0317
		<hr/> 0,7017

(1) Naauw met dit water verwant zijn vier watersoorten uit den omtrek van het dorp Zeijst, door Prof. MULDER in 1835 onderzocht. Zij bevatten per kilogramme (Scheik. Onderz. D. I. 525) :

	I.	II.	III.	IV.
Silica . . . . .	0,014	0,017	0,005	0,012
Koolzure kalk en magnesia . . . . .	0,039	0,022	0,012	0,030
Sulf. calcis, magnesia, chloorsodium en carb. sodae . . . . .	0,057	0,115	0,055	0,109
	<hr/> 0,110	<hr/> 0,154	<hr/> 0,072	<hr/> 0,151

Het voornaamste verschil bestaat hierin, dat deze wateren een koolzuur alcali bevatten en eene veel geringere hoeveelheid chloorsodium, dan het in den tekst vermelde. Het water I. was van eene diepte van 516 voeten afkomstig.

VI. Water uit eene pomp op het Binnenhof te 's Hage. (Februarij 1852). Helder, kleurloos, aangenaam van smaak.

Zamenstelling per kilogramme.

Stoffen, die zich onoplosbaar afzetten bij verdamping.	Kiezelzuur. . . . .	0,0046
	IJzeroxyde, aluinaarde, met sporen van $\text{PhO}^2$	0,0031
	Koolzure kalk . . . . .	0,2347
	Koolzure magnesia . . . . .	0,0038
Oplosbaar blijvende stoffen.	Chloorsodium . . . . .	0,2080
	Gips. . . . .	0,0930
	Kiezelzure potasch . . . . .	0,0312
	Koolzure » . . . . .	0,0220
	Salpeterz. magnesia . . . . .	0,0090
Met org. zuren verbonden.	Potasch . . . . .	0,0225
	Soda . . . . .	0,0290
	Magnesia . . . . .	0,0146
		<hr/> 0,6755

VII. Water uit de pomp op de Nieuwe Markt te Zwolle. Bijna ongekleurd, helder, aangenaam van smaak.

Zamenstelling per kilogramme.

Bestanddeelen, die zich bij de verdamping afzetten.	Kiezelzuur. . . . .	0,0089
	IJzeroxyde, aluinaarde, met phosphorzuur . . . . .	0,0234
	Koolzure kalk . . . . .	0,4340
	» magnesia . . . . .	0,0184
Oplosbaar blijvende stoffen.	Chloorsodium . . . . .	0,3422
	Gips. . . . .	0,1057
	Zwavelzure magnesia . . . . .	0,0420
	Koolzure potasch . . . . .	0,0432
	Kiezelzure » . . . . .	0,0090
Met organ. zuren verbonden.	Salpeterzure » . . . . .	0,1587
	» magnesia . . . . .	0,0590
	Soda . . . . .	0,0162
		<hr/> 1,2607



VIII. Water uit de pomp van een particulier huis, een half uur ten noorden van Amersfoort gelegen. Helder, maar geel van kleur, overigens niet onsmakelijk (December 1852).

Zamenstelling per kilogramme :

Stoffen, die zich bij de verdamping afzetten.	Kiezelsuur . . . . .	0,0052
	IJzeroxyde, aluinaarde, met sporen van $\text{PhO}^5$ . . . . .	0,0033
Oplosbaar blijvende bestanddeelen.	Koolzure kalk . . . . .	0,1698
	» magnesia . . . . .	0,0269
	Choorsodium . . . . .	0,5155
	Gips . . . . .	0,1610
	Zwavelzure magnesia . . . . .	0,0210
	Kiezelsure potasch . . . . .	0,0230
Met organische zuren en sporen van koolzuur verbonden.	Chloorpotassium . . . . .	0,0373
	Salpeterzure magnesia . . . . .	0,0165
	Magnesia . . . . .	0,0100
	Potasch . . . . .	0,2085
		<hr/> 1,1980

IX. Water uit de pomp aan het Geregts-hof te Leeuwarden. (Julij 1852). Een geliefkoosd drinkwater, dat echter nu en dan een zwakken reuk naar zwavelwaterstof ver-raadt, vooral in de zomerhitte. Ook nu was dit in geringe mate het geval. Het was overigens helder en zeer weinig gekleurd.

Zamenstelling per kilogramme :

Bestanddeelen, die zich bij de verdamping afzetten.	Kiezelsuur . . . . .	0,0839
	Aluinaarde, ijzeroxyde, met phosphorzuur. . . . .	0,0125
	Koolzure kalk . . . . .	0,5114
	» magnesia . . . . .	0,2311

Oplosbaar blijvende stoffen.	Chloorsodium . . . . .	0,9269
	Zwavelzure magnesia . . . . .	0,0349
	» soda . . . . .	0,5779
	Koolzure potasch . . . . .	0,1402
	Kiezelzure » . . . . .	0,0562
Met org. zuren verbonden.	Potasch . . . . .	0,0264
		<hr/>
		2,6014

Dit water was het eenigste, waarin geen spoor van salpeterzuur te ontdekken was. Opmerkelijk is echter, dat eenige maanden later, toen het water volkomen vrij was van elke reactie op zwavelwaterstof, duidelijke sporen van dat zuur werden waargenomen. Wij komen op deze bijzonderheid later terug.

Geen der onderzochte wateren bevatte zooveel jodium, als dit. Veertig kilogrammen leverden mij 0,0140 gr. joduret. palladii, hetwelk een jodiumgehalte van bijna 0,00025 gr. per kilogram uitmaakt, d. i.  $\frac{1}{4}$  millioenste.

Dezelfde hoeveelheid water gaf  $0,1865 \text{ PhO}^s 2\text{MgO} = 0,1196 \text{ PhO}^s$  of 0,00299 per kilogramme.

Van bromium werd slechts eene twijfelachtige reactie waargenomen.

Voor wij thans overgaan, om door onderlinge vergelijking de resultaten, uit dit onderzoek voortvloeiende, op te maken, is het noodig, de beginselen uiteen te zetten, waardoor men zich laat leiden bij het opmaken van de zamenstelling eener watersoort uit de data der analyse, met andere woorden, de vraag te beantwoorden: waarom men de afzonderlijk gevonden bases en zuren op deze of die wijze en op geene andere met elkander tot zouten verbindt en of men regt heeft, zich deze zouten aldus nevens elkander in het water te denken.

In vroegeren tijd meende men, dat de verschillende zouten, die in de natuurlijke wateren als zoodanig voorkomen, van elkander konden afgezonderd worden door het na de verdamping van het water terugblijvende zoutmengsel achtereenvolgens met alcohol van onderscheidene sterkte en daarna met water te behandelen. Van daar, dat men deze wijze van scheiding steeds bij het onderzoek der wateren aanwendde, en achtereenvolgens chloormag-



nesium en chloorcalcium, de chloruren der alcali-metalen en ten slotte de sulfaten door verschillende solventia daaruit afzonderde. Maar sedert men weet, dat de wijze, waarop de zuren en bases, die zich in eene zelfde oplossing bevinden, met elkander zijn gegroepeerd, geheel van den aard van het menstruum afhankelijk is en zich bij voorkeur die zouten vormen, welke daarin het gemakkelijkst worden opgelost — zoodat b. v. uit eene verdampte oplossing in water van sulfas magnesiae en chloorsodium, alcohol bij voorkeur chloormagnesium oplost, onder achterlating van sulfas sodae — is deze wijze, die daarenboven geene naauwkeurige scheiding der afzonderlijke bestanddeelen toelaat, geheel verlaten (1).

De analyse zelve kan geene uitspraak doen over de wijze, waarop de zuren en bases, in het water voorhanden, tot zouten zijn gegroepeerd, en wij moeten derhalve elders de beantwoording der gestelde vraag zoeken.

Wat gebeurt er, wanneer oplossingen van verschillende zouten in eenig menstruum met elkander worden vermengd? Bestaan zij als zoodanig nevens elkander, of heeft er wederzijdsche uitwisseling van bestanddeelen plaats? Er is slechts één geval, waarin zich met zekerheid hieromtrent iets beslissen laat, dat namelijk, wanneer uit de aanwezige bases en zuren zich eene moeilijk oplosbare of gemakkelijk vlugtige verbinding vormen kan. Indien

(1) In het Tijdschr. voor wetensch. Pharm. 1852 No. 1, vindt men nog eene analyse van een welwater uit 's Hage, door den heer RAS, naar deze methode verrigt. Onder de samenstellende bestanddeelen van dit water vindt men onder anderen chloorcalcium opgegeven, hetgeen noch door anderen, noch door mij in de wateren van ons vaderland is aangetroffen: maar ook de heer RAS zoude het niet gevonden hebben, indien zijne analyse naar eene andere methode was ingerigt geweest. Uit het verdampte water (dat meer  $\text{SO}^3$  bevat, dan noodig is, om al den  $\text{CaO}$  te verzadigen) werd door absoluten alcohol  $\text{ClCa}$  verkregen en als zoodanig in rekening gebragt. Maar heeft men regt, dit  $\text{ClCa}$  zich als zoodanig in het water te denken?

Indien men 1 aeq.  $\text{ClCa}$  met een weinig meer dan 1 aeq.  $\text{SO}^3\text{KO}$ , beide in water opgelost, vermengt en verdampt, verkrijgt men een zoutmengsel, dat aan de lucht blootgesteld, niet vochtig wordt, derhalve geen chloorcalcium bevat. Wel is waar, trekt alcohol daaruit  $\text{ClCa}$ , maar dit zout wordt klaarblijkelijk eerst door den alcohol gevormd, omdat het daarin zoo veel gemakkelijker oplosbaar is, dan gips of chloorkalium. Ten overvloede blijkt dit nog daaruit, dat de hoeveelheid  $\text{ClCa}$ , die men verkrijgt, verschillend is, naarmate men sterkeren of slapperen alcohol aanwendt.

sulfas sodae en acetas plumbi, beide in water opgelost, met elkander worden gemengd, heeft er eene geheele dubbele ontleding plaats, waarvan onoplosbare sulfas plumbi en oplosbare acetas sodae de producten zijn. Even zoo vormt zich, althans bij verhitting, koolzure ammonia en chloorpotassium, indien men koolzure potasch en chloorammonium in oplossing bij elkander voegt.

Maar indien er geene onoplosbare verbinding kan ontstaan, ontwaren wij geen enkel teeken van plaats hebbende ontleding. Noch proeven, noch inductie kunnen iets beslissen over de wijze, waarop in eene vloeistof, die verschillende zuren en bases bevat, de bestanddeelen in dit geval zich tot zouten groeperen.

Daarom is de wijze, waarop men bij het opmaken van de zamenstelling eener watersoort de bases en zuren door rekening tot zouten vereenigt, eene zuiver conventionele. De vraag is slechts, welke ordening de waarschijnlijkste is.

Zoo als bekend is, schreef BERTHOLLET de wisselwerking, die bestanddeelen van in een zelfde menstroom opgeloste zouten op elkander uitoefenen, niet aan den invloed der chemische verwantschap toe. Zuren en bases verdeelen zich naar hem onder elkander in de verhouding hunner massa, en heeft er totale ontleding plaats, dan is deze alleen door nevenomstandigheden te voorschijn geroepen (onoplosbaarheid of vlugtigheid van eene verbinding, wier elementen aanwezig zijn). Een mengsel van sulfas sodae en nitras potassae, in water opgelost, bevat derhalve 4 zouten:  $\text{SO}^3, \text{NaO} - \text{SO}^3, \text{KO} - \text{NO}^3, \text{NaO} - \text{NO}^3, \text{KO}$ . De nadere ontwikkeling van dit beginsel en de wijze, waarop BERTHOLLET daaruit de verschijnselen der enkelvoudige en dubbele ontleding afleidt, laten wij hier gevoegelijk achterwege.

Passen wij het toe op de zamenstelling der natuurlijke wateren, dan zouden wij daarin alle zouten moeten aannemen, die door de vereeniging van elk der gevonden zuren met elke der gevonden bases kunnen ontstaan. Dat deze voorstelling echter de ware niet zijn kan, bewijst eene waarneming van Dr. STRUVE. Deze bemerkte bij zijn uitvoerigen arbeid over de kunstmatige minerale wateren, dat het voor den smaak van het product volstrekt niet onverschillig is, in welke verbinding men de verschillende zuren en bases daarin brengt; met andere woorden en om een voorbeeld te noemen, twee oplossingen, waarvan



de eene chloorsodium en sulfas magnesiae, de andere chloormagnesium en sulfas sodae bevat, en zoodanig bereid, dat beide vloeistoffen evenveel  $\text{SO}^3$ ,  $\text{NaO}$ ,  $\text{ClH}$  en  $\text{MgO}$  bevatten, bezitten niet denzelfden smaak, waaruit onmiddellijk volgt, dat de verdeling der bases en zuren in den zin, zooals BERTHOLLET zich voorstelt, niet plaats heeft.

Beter is het, bij de keuze der verschillende zouten, wier bestanddeelen aanwezig zijn, het hierboven gemelde beginsel, waardoor de dubbele ontleding van opgeloste zouten bij de vorming van eene onoplosbare verbinding bepaald wordt, algemeen te maken en derhalve aan te nemen, dat in een mengsel van verschillende opgeloste zouten zich de grootst mogelijke hoeveelheid van de minst oplosbare verbindingen vormt. Dit oogpunt is meer praktisch, dan dat van BERTHOLLET, schoon het evenmin de waarheid uitdrukt, want de opmerking van STRUVE beslist evenzeer tegen beide; maar het geeft eene meer eenvoudige uitdrukking aan de zamenstelling der wateren en duidt daarenboven aan, in welke orde de verschillende zouten zich zullen afzetten, indien het bedoelde water bij de gewone temperatuur wordt verdampt. Zoo neemt men tegenwoordig in het zeewater, dat  $\text{SO}^3$ ,  $\text{NaO}$ ,  $\text{ClH}$  en  $\text{MgO}$  bevat, niet meer zooals vroeger, sulfas sodae aan, maar chloorsodium en sulfas magnesiae, omdat gedurende de verdamping bij de gewone temperatuur zich achtereenvolgens deze twee zouten afzetten. *Bij gewone temperatuur*, want bij veranderde temperatuur is de orde van oplosbaarheid, waarin de zouten elkander opvolgen, dikwijls tevens eene andere. In een vocht, dat  $\text{SO}^3$ ,  $\text{NaO}$ ,  $\text{ClH}$  en  $\text{MgO}$  bevat, rangschikken zich deze stoffen gedurende de verdamping bij gewone temperatuur tot chloorsodium en sulfas magnesiae, maar bij blootstelling aan eene sterke koude of bij verdamping boven  $50^\circ$ , scheidt zich sulfas sodae af, terwijl chloormagnesium in het vocht blijft, omdat het waterrijke  $\text{SO}^3\text{NaO}$  bij  $50^\circ$  minder oplosbaar is en het waterhoudende minder bij sterke koude, dan sulfas magnesiae of chloorsodium (1).

Bij het opmaken van de zamenstelling eener watersoort uit

(1) Dat de verhouding tusschen de oplosbaarheid der verschillende zouten tevens veranderen kan, wanneer de vloeistof bij verdamping meer geconcentreerd wordt, is duidelijk, maar wij kunnen dit gerust buiten rekening laten.

de data der analyse, voegt men derhalve de zuren en bases op die wijze bij elkander, dat men achtereenvolgens de grootst mogelijke hoeveelheden van de minst oplosbare zouten samenstelt en zodoende tot de gemakkelijkst oplosbare afdaalt. Is de oplosbaarheid van eenige verbindingen niet met juistheid bekend (alcalische silicaten), of is het verschil tusschen hare oplosbaarheid te gering, dan vergenoegt men zich met de zuren en bases in de orde hunner chemische verwantschap zamen te voegen en vereenigt dus de sterkste zuren met de sterkste bases enz. Langs dezen weg geraakt men het gemakkelijkst tot eene vergelijkbare uitdrukking van de samenstelling der verschillende wateren, hetgeen natuurlijk een voornaam doel van het onderzoek uitmaakt.

Eene tweede vraag doet zich thans op, wier beantwoording ons nog moet bezig houden. In de medegedeelde analyses vindt men menigmaal koolzure potasch opgegeven, nevens gips en zwavelzure magnesia. Beide zouten ontleden elkander naar de gewone chemische wetten en men heeft dus schijnbaar geen regt, ze als bestanddeelen eener zelfde vloeistof op te voeren.

Inderdaad, vele schrijvers (waaronder BISCHOFF (1) en de Commissie van het *Annuaire des Eaux de la France* (2)) vermelden uitdrukkelijk, dat oplosbare aardzouten niet te gelijk met alcalische carbonaten kunnen voorkomen. In een groot aantal wateranalyses echter, door verschillende scheikundigen verrigt, vindt men beide nevens elkander opgegeven (3); maar het bewijs voor de mogelijkheid daarvan is, zoo ver mij bekend is, door geen dier schrijvers geleverd.

Feitelijk is die mogelijkheid reeds bewezen, immers de analyse toont in onderscheidene wateren beide bestanddeelen met zekerheid aan. De volgende bijzonderheden mogen dienen, om van deze anomalie nader rekenschap te geven.

Reeds is op pag. 53 ter loops vermeld, dat, indien men bij de scheiding van de alcaliën van magnesia enz., kalkhydraat wil aanwenden, het zwavelzuur vooraf door chloorbarium moet

(1) Lehrbuch der chem. u. phys. Geol. I. p. 451.

(2) Pag. 7.

(3) Men zie de tabel der bekende analyses van minerale wateren in het Handwörterb. van L. en W., V. 3<sup>e</sup> Lief.



worden verwijderd. Verzuimt men deze voorzorg, dan vindt men steeds het terugblijvende mengsel van chloorkalium en chloornatrium kalkhoudend. De reden daarvan is geene andere, dan dat het gips, in de vloeistof na de behandeling met kalk achtergebleven, door den carb. amm., dien men later ter verwijdering der kalkzouten heeft toegevoegd, niet of niet geheel wordt ontleed. Eenmaal op het spoor dezer bijzonderheid, was het gemakkelijk, haar door nadere proeven te toetsen.

Indien men eene gipsoplossing met overvloedigen carb. amm. vermengt, wordt er koolzure kalk neêrgeslagen, maar nimmer wordt al de kalk op die wijze afgescheiden en zelfs indien men de vloeistof kokend verdampt, tot dat de overvloedige carb. amm. weder geheel verdreven is, toont oxalas ammon. in het gefiltreerde vocht nog eene merkbare hoeveelheid kalk aan.

Stelt men dezelfde proef in het werk met carb. sodae of potassae, dan vindt men, dat wel bij overvloedig alcali en voortgezette koking al de kalk kan worden afgescheiden, maar dat bij de gewone temperatuur en zelfs bij zachte verwarming de ontleding nooit volkomen is. De volgende proeven mogen zulks bewijzen.

Indien men eene gipsoplossing met overvloedigen carb. pot. vermengt, onder toevoeging van een weinig ammonia (om zeker te zijn, dat er zich geen bicarbonaat kan vormen) en na eenigen tijd filtreert, vindt men de doorloopende vloeistof altijd een weinig kalkhoudend. Zelfs indien men een mengsel van 1 aeq. gips met ruim 1 aeq. carb. pot. (2 gr.  $\text{SO}^3, \text{CaO}$  en 2,5 gr.  $\text{CO}^2, \text{KaO}$ ) met eene genoegzame hoeveelheid water overgiet en bij eene zeer zachte warmte, onder herhaald omroeren, tot droogwordens verdampt, lost zuiver water uit het terugblijvende nog merkbare sporen van niet ontleed gips op.

Als men omgekeerd in eene zeer verdunde oplossing van koolzure potasch eene overvloedige hoeveelheid gips brengt, blijft de vloeistof, ook na herhaaldelijk geschud te zijn, alcalisch en men kan haar op een waterbad tot droogwordens verdampen, zonder dat zij deze reactie verliest.

Wanneer men eene volkomen neutrale oplossing van sulfas potassae met zuiveren carbonas calcis vermengt en eenigen tijd beide stoffen in aanraking laat, vindt men de heldere, gefiltreerde



## ZAMENSTELLING VAN EENIGE NEDERLANDSCHE WATEREN.

De cijfers drukken in grammen de hoeveelheid der verschillende bestanddeelen uit, in een kilogramme water bevat.

BESTANDDEELN.	RIJN te ARNHEM.	MAAS te GRAVE.	POMP te VLISSINGEN.	POMP te LEIDEN.	POMP te 's HERTO- GENBOSCH.	PUT op den Amerongschen Berg.	POMP te MIDDELBURG.	POMP te 's HAGE.	POMP te ZWOLLE.	POMP bij AMERSFOORT.	POMP te LEEWARDEN.	MARIEPOMP te URECHT.	POMP op het Vreeburg te UTRECHT.	POMP op de Breedstraat te UTRECHT.
Kiezelzuur . . . . .	0,0019	0,0022	0,0210	0,0232	0,0022	0,0027	0,0184	0,0045	0,0089	0,0052	0,0839			
IJzeroxyde en aluinaarde . . . . .	0,0014	0,0005	0,0086 a)	0,0103 a)	0,0073 a)		0,0089 a)	0,0031 a)	0,0234 a)	0,0033 a)	0,0125 a)	0,0084	0,0072	0,0180
Koolzure kalk . . . . .	0,0875	0,0720	0,3986	0,3188	0,4244	0,0244	0,3111	0,2347	0,4340	0,1698	0,5114	0,4646	0,3900	0,3912
Koolzure magnesia . . . . .	0,0029	0,0005	0,0314	0,0056	0,0389	0,0018	0,0212	0,0038	0,0184	0,0269	0,2311	0,0224	0,0478	0,0199
Chloorsodium . . . . .	0,0183	0,0235	0,6245	0,2174	0,4150	0,0636	0,1326	0,2080	0,3422	0,5155	0,9269	0,3452	0,2116	0,2410
Gips . . . . .	0,0199	0,0061	0,2495	0,0832	0,0249	0,0140	0,0122	0,0930	0,1057	0,1610		0,0663	0,0269	0,0180
Zwavelzure magnesia . . . . .	0,0064	0,0072		0,1384	0,0599		0,0142		0,0420	0,0210	0,0349	0,1078	0,0838	0,0449
Zwavelzure potasch . . . . .				0,0725									0,0826	0,0707
Zwavelzure soda . . . . .				0,0567	0,1126		0,0363				0,5779			
Kiezelzure potasch . . . . .	0,0080	0,0090	0,0102	0,0166	0,0196	0,0170	0,0256	0,0312	0,0090	0,0230	0,0562	0,0405	0,0194	0,0134
Koolzure potasch . . . . .	0,0029	sporen	0,0895	onweegbaar	onweegbaar		0,0690	0,0220	0,0432	onweegbaar	0,1402	0,1177	0,0644	0,0587
Salpeterzure magnesia . . . . .			0,1890					0,0090	0,0590	0,0165				
Salpeterzure potasch . . . . .			0,0548				0,0070		0,1587					
Chloorpotassium . . . . .										0,0373				
Magnesia . . . . .	0,0065 b)							0,0146		0,0100				
Soda . . . . .	0,0036		0,0095		0,0255		0,0135	0,0290	0,0162			0,0336		
Potasch . . . . .		0,0059 b)	0,0480	0,0504 b)	0,1707 b)		0,0317	0,0225		0,2085	0,0264	0,0980	0,0290	0,0100
Som der onoplosbare bestanddeelen .	0,0930	0,0752	0,4596	0,3579	0,4728	0,0289	0,3596	0,2462	0,4847	0,2052	0,8389	0,4954	0,4450	0,4291
» » oplosbare bestanddeelen . .	0,0663	0,0520	1,2750	0,6352	0,8282	0,0946	0,3421	0,4293	0,7760	0,9928	1,7625	0,8091	0,5177	0,4567
Totale som . . . . .	0,1593	0,1272	1,7346	0,9931	1,3010	0,1235	0,7017	0,6755	1,2607	1,1980	2,6014	1,3045	0,9627	0,8858

Best. van den ketelst.

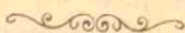
Bij de verdamping oplosbaar blijvende stoffen.

Met organ. zuren verb.

a) met sporen van phosphorzuur.    b) met sporen van salpeterzuur.



#### IV. NADERE BIJZONDERHEDEN, UIT HET SCHEIKUNDIG ONDERZOEK VOORTVLOEIJENDE.



Werpen wij thans een blik op de nevensgaande tabel, die een vergelijkend overzicht van het chemisch onderzoek geeft, dan vinden wij daar de bevestiging van menige in de voorgaande hoofdstukken behandelde bijzonderheid. De anorganische bestanddeelen der wateren zijn dezelfde zouten, die bijna overal in het mineraalrijk verspreid voorkomen en allen, met uitzondering der aluinaarde, als de nimmer falende en onontbeerlijke bestanddeelen van het levend organisme, onder de anorganische stoffen eene uitstekende plaats bekleeden. Het zijn : kiezelzuur in minstens twee verbindingen, aluinaarde (sporen van phosphorzuur bevattende), koolzure zouten van ijzeroxydule (waarschijnlijk altijd met mangaanoxydule in geringe hoeveelheid vermengd), van kalk en magnesia, sulfaten der zelfde bases en van alcaliën, chloorsodium, nitraten en carbonaten van alcaliën. De meeste van deze verbindingen komen in alle wateren zonder onderscheid voor; de sulfaten der alcaliën ontbreken somwijlen, eene enkele maal ook gips. Nitraten en alcalische carbonaten worden waarschijnlijk zonder uitzondering altijd aangetroffen. Koolzure kalk en chloorsodium zijn altijd in de grootste hoeveelheid aanwezig.

De hoegrootheid van het geheele gehalte aan vaste bestanddeelen hangt, indien wij de zouten van het regenwater buiten rekening laten, blijkbaar af van den tijd, gedurende welchen het water met de aardkorst in aanraking is geweest, en van den aard van den bodem, waarin het zich beweegt. Zagen wij, dat het regenwater zelden meer dan  $\frac{1}{500}\%$  vaste stoffen bevat, in het

rivierwater klimt dat gehalte reeds tot  $\frac{1}{50}^0\%$  en zoodra het water zich door de aardkorst zelve een weg baant en zich in putten verzamelt, kan het tot  $\frac{1}{10}$  à  $\frac{1}{5}^0\%$  bereiken.

Verschil van bodem bepaalt eene onderscheidene samenstelling der wateren. Daarom zijn niet alleen de wateren der verschillende geologische formatiën onderscheiden, maar er heerscht tusschen de wateren eener zelfde laag nog zooveel verschil, als locale omstandigheden, bebouwing enz. den aard van den bodem kunnen wijzigen. Vergelijken wij de samenstelling van het water uit de put op den Amerongschen berg, een diluvialen zandheuvel, met een bosch bedekt, dat niet wordt bemest, met die onzer stadswellen, allen in alluviaal terrein gelegen, dan valt de groote rijkdom aan verweerbare mineralen dezer laatste formatie en de invloed van sterk bevolkte steden op den aard van den bodem in het oog. Het terrein om Amersfoort is het zelfde, als dat van den Amerongschen berg, met dit onderscheid, dat het jaren lang is bebouwd. Hoezeer de rijkdom van den bodem aan zouten, die in het water kunnen overgaan, daardoor is vergroot, blijkt uit de vergelijking van het water dier twee plaatsen. De nabijheid van zeewater is duidelijk zichtbaar in het water van Vlissingen, dat van alle onderzochte wateren het rijkst is aan chloorsodium (met betrekking tot het geheele zoutgehalte). Evenzoo is het buitengewoon hooge zoutgehalte (vooral chloorsodium) van het water te Leeuwarden welligt daarvan het gevolg, dat nog in historischen tijd deze bodem uit de zee is afgezet. Hoeveel verscheidenheid er overigens heerscht in de relatieve hoeveelheid der verschillende zouten, in de wateren van verschillende plaatsen opgelost, blijkt genoegzaam uit het gegeven overzicht, schoon in de samenstelling der welwateren eener zelfde stad tamelijk veel overeenkomst te bespeuren is.

Naar de gevolgde methode van analyse zijn de bestanddeelen der onderzochte wateren in twee groepen gesplitst: onoplosbare en oplosbare, en deze onderscheiding is ook practisch van veel gewigt. De eerstgenoemde stoffen, welke door overvloedig koolzuur in oplossing worden gehouden, scheiden zich uit het water af, zoodra het onder omstandigheden komt, waarbij het koolzuur kan verliezen, zoo als bij het staan aan de lucht en bij verwarming. In de technische inrigtingen, waar men groote hoeveelheden



water moet verwarmen en slechts over water, wat met kalkzouten bedeed is, te beschikken heeft, zetten zich deze onoplosbare stoffen, met gips gemengd, aan de wanden van het vat af en vormen de zoozeer gevreesde ketelsteen. Wij kunnen hier niet de verschillende wijzen doorloopen, die men heeft aangegeven, om hunne vorming te voorkomen en vergenoegen ons met de volgende opmerking. Het schijnt uitgemaakt, dat de hoofdoorzaak der ketelsteenvorming gelegen is in het gips, dat bij de voortgaande concentratie van het water zich kristallijn afzet, en als bindmiddel de tegelijker tijd nedergeslagen deeltjes koolzure kalk tot eene vaste, compacte massa te zamen voegt (1). De koolzure kalk alleen zet zich als vormlooze korrels af, die zich niet aaneenvoegen en eene brijachtige massa, geen eigenlijk gezegden ketelsteen vormen. Het ligt dus voor de hand, dat het eenvoudigste middel, om de vorming van ketelsteen te voorkomen, daarin bestaat, dat men het gips ontleedt door toevoeging eener aequivalente hoeveelheid koolzure soda, die, althans bij voortgezette koking, het gips in koolzuren kalk verandert (2).

De koolzure magnesia treedt in de samenstelling van het onoplosbare zoutmengsel zeer op den achtergrond, hier en daar echter is hare hoeveelheid niet onaanzienlijk en in het water te Leeuwarden bedraagt zij zelfs de helft van den koolzuren kalk. Men heeft haar algemeen voorkomen in de wateren wel in twijfel willen trekken, en inderdaad ontsnapt zij bij het onderzoek van minder ruime hoeveelheden water gemakkelijk aan de analyse. Daar zij echter in de natuur zeer dikwerf den koolzuren kalk vergezelt, was haar voorkomen in het water *a priori* reeds hoogst waarschijnlijk.

Kiezelzuur, aluinaarde en ijzeroxyde komen altijd in ketelsteen-

(1) Zie onder anderen FRESSENIUS in ERDMANN'S Journal für pract. Ch. 58, p. 65.

(2) Het mag, bij het theoretisch volkomen voldoende van dit eenvoudige middel, verwondering baren, dat de hoeveelheid nieuwe middelen, die men gedurig ter voorkoming van den ketelsteen ziet aanbevelen, nog steeds toeneemt. Men zou geneigd zijn, daarnit af te leiden, dat het in de praktijk niet voldoende was bevonden; zou welligt de moeilijke ontleedbaarheid van gips door alcalische carbonaten hier van eenigen invloed zijn, zoodat onder deze omstandigheden niet al het gips door den carb. sodae in koolzuren kalk veranderd wordt?

nen voor. Onder welken vorm de eerstgemelde in oplossing zijn geweest, is moeilijk te bepalen. Zeker is het kiezelzuur hier in eene andere verbinding geweest, dan die, welke wij als silicas potassae onder de oplosbare bestanddeelen hebben opgevoerd. Het ijzeroxyde is als koolzuur-ijzeroxydule in oplossing geweest.

De hoeveelheid der onoplosbare zouten bedraagt een zeer aanzienlijk gedeelte van het geheele zoutgehalte der wateren, meestal  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{4}$ , zelden minder, bij sommigen, b. v. twee uit Utrecht, ongeveer de helft, bij het Amerongsche water slechts  $\frac{1}{5}$  der geheele zoutmassa. In enkele gevallen vinden wij hare hoeveelheid grooter, dan die der oplosbaar blijvende, hetwelk b. v. bij het Middelburgsche water en bij de twee onderzochte rivierwateren voorkomt. Deze laatste bijzonderheid, die men bij alle rivierwateren bijna zonder uitzondering ontmoet, vindt gereedelijk hare verklaring in de omstandigheid, dat de oplossing van koolzure aardzouten door koolzuurhoudend water veel gemakkelijker plaats heeft, dan de ontleding van silicaten, zoodat het snel zich bewegende rivierwater, gedurende den korten tijd, dien het met de aardkorst in aanraking is, veel meer gelegenheid heeft, zich met koolzuren kalk te beladen, dan met de producten der eigenlijk gezegde verweering.

Eene bijzonderheid, waarop wij reeds pag. 68 ter loops hebben gewezen, verdient hier nog nader behandeld te worden, dat namelijk bij de door ons gevolgde methode van analyse de gevonden hoeveelheid koolzure aardzouten niet altijd volkomen het juiste gehalte der wateren in hun natuurlijken staat voorstelt. Immers, schoon in het voorgaande hoofdstuk bewezen is, dat gips en een koolzuur alcali nevens elkander in oplossing bij de gewone temperatuur en zelfs bij eene zachte verwarming kunnen bestaan, is het toch mogelijk en zelfs waarschijnlijk, dat bij de concentratie van het voor de analyse benoodigde water een gedeelte van het gips door het alcalisch carbonaat, zoo dit aanwezig was, is ontleed geworden, waarbij de hoeveelheid van het gips en koolzuur alcali is verminderd, terwijl die van den koolzuren kalk en van de sulfaten der alcaliën is vermeerderd. De analyses zelve en de aangehaalde proeven toonen genoegzaam aan, dat de ontleding niet volkomen kan hebben plaats gehad en het is waarschijnlijk, dat bij de zachte warmte, waarbij de



verdamping is geschied, haar invloed gering is geweest. Eenige onzekerheid blijft ondertusschen altijd hier bestaan, die door de analyse niet op te heffen is, daar wij de middelen niet kennen, om zonder verdamping het koolzuur, dat de koolzure aarden opgelost houdt, uit de vloeistof te verwijderen. Zoo is het mogelijk, dat het water van Leeuwarden, waarin wij geene weegbare hoeveelheid gips hebben aangetroffen, terwijl de overige wateren meestal aanzienlijke hoeveelheden van dit zout bevatten, in zijn oorspronkelijken staat niet geheel vrij daarvan is. Juist dit water bevat eene zeer aanzienlijke hoeveelheid koolzuur alcali, die welligt voldoende geweest is, om eene kleine hoeveelheid gips te ontleden. Bij overvloed van alcali toch, zoo als hier plaats vindt, wordt het gips veel gemakkelijker ontleed, dan koolzuur alcali bij overvloed van gips. Immers wij zagen, dat eene verdunde oplossing van carb. pot. met overvloedig gips tot droogwordens kon verdampt worden, zonder hare alcalische reactie te verliezen. Dit laatste geval treft men bij de andere wateren aan.

Het gips is in de meeste gevallen het schadelijkste bestanddeel der wateren. Aan dit zout is, nevens den koolzuren kalk, de hardheid van het water toe te schrijven, d. i. de eigenschap, om zeep te ontleden en derhalve voor wassching onbruikbaar te zijn, en de weefsels van weeke organische stoffen (groenten enz.) welke daarin gekookt worden, meer of min te verharden en door afzetting van kleine kristallen op hunne wanden de inwerking van het water te verhinderen.

Wat de ontleding van zeep aangaat, deze wordt zoo wel door magnesia-, als door kalkzouten bewerkt, want beide bases vormen met de vetzuren onoplosbare zouten. Overigens is de moeilijkheid, om welwater voor wassching te gebruiken, niet alleen van de kalk- en magnesia-zouten afhankelijk, want in het algemeen wordt de oplosbaarheid van zeep in water door het aanwezig van vele andere zouten grootelijks verminderd.

De hardheid van het water kan aanzienlijk verminderd worden door koking, waarbij de koolzure kalk grootendeels wordt afgescheiden, beter nog door koking met een weinig carbonas sodae, waardoor tegelijk de grootste hoeveelheid gips wordt nederge-slagen. Ook kan men het harde water met zooveel zeepoplossing

vermengen, dat al de kalk- en magnesia-zouten als onoplosbare vetzure zouten zijn nedergeslagen. Het helder bezonken water zal dan zijne hardheid hebben verloren en zeep, zonder troebeling te vertoonen, oplossen.

Men heeft in den laatsten tijd hierop eene methode gegrond, om de hardheid van verschillende wateren onderling te kunnen vergelijken (1), daarin bestaande, dat men van eene zelfde zeep-oplossing droppelsgewijze bij de te onderzoeken wateren voegt en, telkens de vloeistof schuddende, onderzocht, hoeveel in maat of gewigt van de zeepoplossing noodig is, om al den kalk en de magnesia neder te slaan. Men heeft dit punt bereikt, zoodra de vloeistof bij het omschudden een blijvend schuim vormt, hetgeen niet kan gebeuren, zoolang er nog aardzouten zijn opgelost, die de zeep onmiddellijk ontleden. De verbruikte hoeveelheid zeep-oplossing is dan evenredig aan de hardheid.

Deze wijze kan in vele gevallen met voordeel aangewend worden, waar het te doen is, om de bruikbaarheid van verschillende wateren voor technische doeleinden te vergelijken. Wij hebben haar echter niet toegepast, omdat eene volledige analyse het zekerste middel is, om ze in dat opzigt te vergelijken. Daarenboven is het gehalte aan aardzouten van de welwateren onzer steden in 't algemeen zoo groot, dat zij voor het wasschen en gaarkoken van spijzen toch geheel onbruikbaar zijn, zoodat eene vergelijking in dit opzigt geheel overbodig is.

Regen- en rivierwater (en sommige welwateren) zijn alleen voor de zoo even gemelde diensten geschikt. Het gehalte aan kalk en magnesia is hier te klein, om eenig bezwaar op te leveren. Van daar heeten zij, in tegenoverstelling van de welwateren, zacht (2).

Onder de oplosbare zouten verdient er nog een onze bijzondere opmerkzaamheid, namelijk het koolzuur alcali (potasch of soda). In de meeste der onderzochte wateren is dit zout aangetroffen, somwijlen, zoo als in het water te Leeuwarden, in ruime mate.

(1) Zie onder anderen Polytechn. Centralbl. Sept. 1852.

(2) Uit een industriëel en huishoudelijk oogpunt knopen zich nog eene menigte bijzonderheden vast aan de zamenstelling der wateren, wier nadere beschouwing wij thans, terwijl wij ons zoo veel mogelijk op het zuiver chemisch standpunt houden, gevocelijk achterwege laten.



Zijn voorkomen in het water van rivieren en gegraven putten is dikwijls ontkend en het is in der tijd als eene opmerkenswaardige bijzonderheid vermeld, dat het water der artesische bron te Grenelle er eene merkbare hoeveelheid van bevatte. Ondertuschen is eene eenvoudige proef voldoende, om de aanwezigheid van koolzure alcaliën in de meeste rivier- en welwateren aan te toonen. Men behoeft slechts eene ruime hoeveelheid water bij eene zachte temperatuur te verdampen en het overblijvende met curcumapapier te onderzoeken, om in de meeste gevallen eene alcalische reactie waar te nemen (1).

Het is als zeker te stellen, dat alle wateren, die in de natuur voorkomen, (het regenwater alleen uitgezonderd) koolzure potasch of soda bevatten, zelfs al wijst de analyse het niet aan. Reeds in het voorgaande hoofdstuk is aangetoond, dat koolzure alcaliën altijd als de producten der verweering van alcalihoudende mineralen optreden, en daar deze in geen bodem geheel

(1) Men hoede zich, bij deze proef rood lakmoespapier te gebruiken, hetwelk hier, en in vele andere gevallen, tot het trekken van verkeerde resultaten aanleiding zou geven.

Immers het wordt niet alleen door alcaliën verkleurd, maar ook door die neutrale zouten, wier zuur vlugtig is en zwakker dan dat, hetgeen gebruikt is, om het blaauwe lakmoesvocht rood te kleuren. Daar hiertoe nu meestal zwavelzuur wordt aangewend, kan dit geval veelvuldig voorkomen. B. v. indien men een lakmoespapiertje, met zwavelzuur rood gemaakt, dompelt in eene oplossing van volkomen neutrale azijnzure potasch, dan verzadigt zich het zwavelzuur, in het papier bevat, met de potasch; wacht men nu met de reactie waar te nemen, tot het papier gedroogd is, dan vervlugtigt zich het azijnzuur en de oorzaak, waardoor het papiertje rood gekleurd was, daarmede weggenomen zijnde, treedt het lakmoes met zijne oorspronkelijke kleur te voorschijn; het zout schijnt dus ten onrechte alcalisch. Hetzelfde is het geval met eene oplossing van bicarbonas calcis. De kalk verzadigt het zwavelzuur, het koolzuur ontwijkt en het papiertje wordt zeer spoedig blaauw, ook bij afwezigheid van elk alcali. Daarom kan dit reactief bij het onderzoek van natuurlijke wateren niet aangewend worden, daar zij allen, voor zoo ver zij bicarb. calcis bevatten, het verkleuren.

Men heeft wel aangegeven, dat de bicarbonaten van potasch en soda in oplossing niet neutraal kunnen verkregen worden. Het is eene dwaling, veroorzaakt door het gebruik van rood lakmoespapier. Indien men eene oplossing van carb. pot. met koolzuur verzadigt, reageert zij volkomen neutraal tegenover curcuma, en men kan zelfs onder de luchtpomp het overtollige koolzuur verjagen, zonder de neutraliteit in het minst te verstoren.

ontbreken, is het ontstaan dier zouten aan geen twijfel onderhevig. In groote hoeveelheid kunnen zij zich echter niet ophoopen, daar zij door de zouten der aarden in geconcentreerde oplossing worden ontleed.

Eene tweede, niet minder voorname bron van de vorming van koolzure alcaliën is de verrotting. Wij kunnen dit proces op eene algemeene en voor ons doel volkomen voldoende wijze kenmerken als eene voortgaande oxydatie van de organische stoffen, die als overblijfselen van het plantaardig en dierlijk leven in den bodem geraken. De daartoe benoodigde zuurstof wordt of door den dampkring geleverd of, wanneer de verrotting bij beperkten of geheel belemmerden toevoer van lucht plaats heeft, aan de omringende minerale stoffen ontnomen. Zodoende kunnen de chemische processen, die in den bodem, met organische stoffen bedeed en van water doorweekt, plaats hebben, op oxydatie der organische stoffen uitloopen, ten koste van de zuurstof der minerale bestanddeelen. In de eerste plaats staan de sulfaten en het ijzeroxyde daaraan bloot, getuige het zoo menigvuldig optreden van ijzersulfuur onder deze omstandigheden. De gevormde sulfuren worden door koolzuur en water weder ontleed, onder vorming van hydrog. sulf. en koolzure zouten. Het is de welbekende reden, waarom brakke en stilstaande wateren, waarin zich eene ruime hoeveelheid overblijfselen van planten of dieren hebben verzameld, den reuk van hydrog. sulf. dikwijls in aanzienlijke mate kunnen verspreiden, vooral wanneer de zomerhitte de ontbinding der organische stoffen bespoedigt.

Het salpeterzuur is een onder normale omstandigheden nimmer ontbrekend bestanddeel der welwateren, en zoo als uit de tabel blijkt, hebben wij in sommige zelfs aanzienlijke hoeveelheden van hetzelfde aangetroffen. Het gehalte aan nitraten kan tot 5 à 8% der geheele zoutmassa klimmen, zoo als uit de analyse van het welwater uit 's Hage door den heer RAS (zie pag. 76, noot) en uit sommige onzer analyses blijkt.

Van waar is dit salpeterzuur afkomstig? en op welke wijze heeft het zich gevormd? Wij kennen geene andere bron van salpeterzuur, dan de oxydatie van ammonia in tegenwoordigheid van sterke bases, of hare koolzure en kiezelzure zouten, die gevallen alleen uitgezonderd, waar geëlectriseerde zuurstof onmiddellijk met



stikstof zich verbinden kan (in de atmosfeer). Men zou welligt geneigd zijn, de nitraten der wateren van het in den dampkring aanwezige  $\text{NO}^5$  af te leiden en het is niet te ontkennen dat, indien de onderzoekingen van BARRAL aangaande het salpeterzuurgehalte van regenwater (zie pag. 25) op ruime schaal bevestigd worden, eene niet onaanzienlijke hoeveelheid van dit zuur uit den dampkring aan de aarde wordt toegevoerd. Maar niet in overeenstemming daarmede is de door vele scheikundigen (LIEBIG, SMITH) en ook door ons gemaakte opmerking, dat de vorming van  $\text{NO}^5$  met het aanwezen van eene ruime hoeveelheid organische stoffen, vooral dierlijke, zamenhangt en derhalve, althans grootendeels, in den bodem plaats heeft. Allen vonden in de welwateren van steden veel grootere hoeveelheden nitraten, dan in de putten op het land. In het water van den Amerongschen berg en in de beide rivierwateren vonden wij slechts sporen van salpeterzuur.

Het salpeterzuur in den bodem kan geen anderen oorsprong hebben, dan den zoo even genoemden, namelijk de oxydatie van ammonia, en van daar heeft de nitrificatie in de bovenste aardlagen, waar de zuurstof der lucht onbelemmerd kan toetreden, niets opvallends. Maar in de een weinig dieper gelegen lagen, waar immer eene neiging tot reductie der organische stoffen te bespeuren is, kan geen salpeterzuur bestaan, noch gevormd worden. Vorming van salpeterzuur, die eene krachtige oxydatie onderstelt, en verrotting bij belemmerden toevoer van lucht, kunnen niet te gelijkertijd en in dezelfde ruimte plaats hebben. Ammonia oxydeert zich veel moeilijker, dan de rottende organische stoffen; al de beschikbare zuurstof wordt derhalve voor dit proces verbruikt. Waren er nitraten aanwezig, dan zouden deze spoediger gereduceerd worden dan sulfaten (1).

Deze voorstelling, wier waarheid trouwens reeds uit algemeene scheikundige beginselen volgt, kan nog door eene proef worden opgehelderd. Ik mengde fijn gesneden roode kool met water in verschillende fleschjes met sulfaten (van kalk en potasch) en

(1) In overeenstemming daarmede is, dat in Bengalen en de overige streken, waar natuurlijk salpeter voorkomt, dit zout slechts in de bovenste laag tot eene geringe diepte wordt aangetroffen.

met nitraten (van potasch, ammonia en magnesia) en klemde in de doorboorde kurken een loodpapiertje en een rood lakmoes-papiertje. Daarneven waren fleschjes gesteld, die alleen organische stof en sulfaten, maar geene nitraten bevatten, insgelijks met papiertjes voorzien. In alle fleschjes was dezelfde hoeveelheid der verschillende stoffen gebragt. Op eene warme plaats gesteld, ving de rotting weldra aan. Maar terwijl in de twee laatstgenoemde fleschjes (geene nitraten bevattende) weldra de loodpapiertjes zwart werden door het ontwijkende hydrog. sulfur., was daarvan in de overige zelfs na  $\frac{1}{2}$  jaar geen spoor te ontdekken. Na verloop van dien tijd werd de inhoud der fleschjes met zwavelzuur zacht gedestilleerd en het destillaat op salpeterzuur onderzocht. Noch door sulfas ferri, noch door sulfas narcotini was het geringste spoor meer hiervan te ontdekken. Blijkbaar geschiedde dus hier de oxydatie der organische stof ten koste van de zuurstof van het salpeterzuur, terwijl in de andere fleschjes daartoe sulfaten moesten ontleed worden.

Beide processen moeten derhalve in den bodem elkander opvolgen.

Trachten wij dit punt een weinig nader te ontwikkelen.

Dat er eene krachtige en snelle oxydatie in den bodem plaats heeft, op welke wijze dan ook, is gemakkelijk te bewijzen. Men moet zich inderdaad verwonderen, hoe het mogelijk is, dat water door een zoo met organische stoffen vervulden bodem, als die van eene stad is, dringende, weinige voeten onder de oppervlakte reeds zoodanig van organische stoffen is beroofd, dat het een bruikbaar, smakelijk en reukloos drinkwater oplevert. Hoe menigmaal zijn in eene stad zinkputten en andere vergaderplaatsen van vuil in de onmiddellijke nabijheid van welputten gelegen, die zuiver water opleveren? Graaft men in een veenachtigen bodem, dan ontmoet men in de bovenste lagen een sterk gekleurd water, maar hoe dieper men komt des te zuiverder wordt het water, dat is hier, vrij van organische stoffen. Aan mechanische absorbtie der producten van het ontledingsproces door de klei heeft men hier niet te denken, want bij den eeuwenlang voortgezette duur van dit proces zou deze reeds lang daarmede moeten verzadigd zijn en haar absorberend



vermogen hebben verloren. De organische stof wordt vernietigd, dat is, geoxydeerd.

SMITH filtreerde, om dit nader te bewijzen, een aftreksel van rottende gist en andere dergelijke stoffen, door zand, en vond in het filtraat eene ruime hoeveelheid salpeterzuur. Water met zwavelwaterstof bedeed en verdund sulfur. amm., gaven na filtratie door zand geene verkleuring meer met loodzouten, maar bevatten sulfaten (1). Door kool kon deze oxydatie niet worden voortgebracht, een nieuw bewijs, dat men bij deze werking niet, althans niet hoofdzakelijk aan absorbtie te denken hebbe.

Hoedanig nu deze oxydatie geschiedt, of zij eene werking van oppervlakte is, of niet, is ons voor het oogenblik onverschillig. Genoeg, dat zij bestaat, en dat wij ons haar ook in den bodem, schoon waarschijnlijk minder krachtig, werkzaam mogen denken.

Op die wijze verklaren wij derhalve, dat de verrottingsproducten in den bodem zoo snel verdwijnen en de wateren, weinige voeten onder de oppervlakte, reeds bijna geheel vrij daarvan kunnen zijn. Het is oxydatie, maar gedurende die oxydatie kan uit de aanwezige ammonia nog geen salpeterzuur ontstaan. Deze vorming kan eerst plaats hebben, wanneer de organische stoffen geheel zijn veranderd in koolzuur, water en ammonia, of wanneer zij in stoffen zijn veranderd, die niet meer aan omzetting onderhevig zijn, althans niet meer zoo geneigd zijn, zuurstof op te nemen, dat zij geacht kunnen worden, reducerend op de omgevende minerale stoffen te werken. Het is begrijpelijk, dat in dit geval de oxyderende invloed van den bodem zich over de ammonia kan uitstrekken en deze in salpeterzuur kan veranderd worden. Zoo-danige stoffen treffen wij aan in de organische zuren, die de reeks der verrottingsproducten der organische stoffen sluiten, geïnezuur, creenzuur, apocreenzuur, welligt ook azijnzuur. Deze allen bezitten eene veel grootere stabiliiteit, dan de stoffen, waaruit zij zijn ontstaan, de neiging tot oxydatie is hier zoo gering, dat in hunne tegenwoordigheid de oxydatie van ammonia tot salpeterzuur kan plaats hebben.

Mogen wij deze daadzaken aannemen, dan is de nitrificatie

(1) Report of the eighteenth meeting of the Brit. Assoc. for the advanc. of science. p. 24.

in den bodem gemakkelijk te begrijpen. Het water, dat den bodem indringt, belaadt zich in de bovenste aardlaag met de producten der ontleding van de aanwezige organische stoffen. Bij het verder doorzippelen worden deze steeds meer en meer geoxydeerd, totdat zij in zouten der straks genoemde zuren zijn veranderd. Van dit oogenblik dient de oxyderende invloed van den bodem niet meer uitsluitend voor het verrottingsproces, maar voor de nitrificatie. Deze heeft derhalve haren zetel eerst op eenige diepte onder den bodem. Het salpeterzuur, dat in de bovenste aardlaag reeds gevormd mogt zijn, of door den regen daarop was gebracht, wordt zoodra het in de daarondergelegen lagen komt, ter oxydatie der organische stoffen gebruikt.

Een en ander zien wij bevestigd, door hetgeen wij bij het water uit Leeuwarden opmerkten, en waarvan reeds op pag. 75 melding is gemaakt. In Julij 1852, gedurende warme zomerdagen, bevatte het hydrog. sulf. en geene nitraten, eenigen tijd later was het vrij van zwavelwaterstof en bevatte eene ruime hoeveelheid nitraten. Ziehier de verklaring, uit de voorgaande beschouwingen afgeleid.

Gedurende de verhoogde zomertemperatuur is de decompositie der organische stoffen versneld, de producten van dit proces ontwikkelen zich in zoo groote hoeveelheid, dat zij niet allen geoxydeerd kunnen worden, voor het water ze in de welput heeft gevoerd. Dat hierbij geen salpeterzuur kan ontstaan, of het reeds gevormde weder moet vernietigd worden, is duidelijk, want het hydrog. sulf. is uit de reductie van sulfaten ontstaan, een proces, dat niet in tegenwoordigheid van nitraten kan geschieden. (Zie pag. 91.)

Hebben de normale verhoudingen zich weder hersteld, bevat het water, wanneer het tot zekere diepte ingedrongen is, geene andere organische stoffen meer, dan crenaten, enz. dan kan weder de nitrificatie plaats hebben en salpeterzuur treedt wederom als bestanddeel van het water op.

Hebben wij regt de gegevene verklaring van de nitrificatie in den bodem aan te kleven, dan leiden wij daaruit nog eene belangrijke gevolgtrekking af. Zij is deze, dat de aanwezigheid van nitraten in een drinkwater bewijst, dat de organische stoffen die zich in hetzelfde bevinden, zoover zijn geoxydeerd, dat zij ir



crenaten, apocrenaten enz. zijn veranderd. Van deze zuren nu is het bekend, dat zij, althans in kleine hoeveelheden, geenenadeelige werking op het organisme hebben, terwijl de producten der vroegere verrottingsstadia voor de zintuigen onaangenaam en voor de gezondheid hoogst schadelijk kunnen zijn. In een water, dat salpeterzure zouten bevat, kunnen de organische stoffen niet meer in dien staat van voortdurende omzetting verkeeren, gedurende welken zij als de geduchtste vijanden van het organisme optreden, en de reactie op dat zuur is een der herkenningmiddelen, waardoor men een goed drinkbaar water als zoodanig erkent (namelijk voor zoo ver de organische stoffen aangaat) (1).

Wij hebben thans de voornaamste gevolgen uit ons onderzoek voortvloeiende doorloopen, en nadere rekenschap gegeven van den oorsprong van sommige der in het water voorkomende bestanddeelen. Een woord over de algemeene beteekenis dezer stoffen in het water moge dit hoofdstuk besluiten.

De wateren zijn de ware representanten van wat de bodem, waarin zij voorkomen, aan oplosbare stoffen bevat: de planten kunnen geene andere minerale voedingsstoffen ontvangen, dan die, welke in opgelosten staat door het water aan de wortels worden aangeboden; op zijne beurt ontleent het dierenrijk de anorganische zouten, die het met zich ronddraagt, (een deel van het  $\text{ClNa}$  uitgezonderd) en voor zijne stofwisseling noodig heeft, aan het plantenrijk en aan het drinkwater, dat het nuttigt. Al wat de levende natuur aan anorganische zouten bevat, is derhalve door de natuurlijke wateren aangebragt. Zij zijn voedingstoffen voor den mensch, het dier en de plant, even onmisbaar, als die, welke de organische stoffen aanvoeren, want het organisme kan zonder anorganische stoffen zich niet ontwikkelen, niet leven.

De zouten, die als de bestanddeelen der natuurlijke wateren optreden, zijn dezelfde, die in den werkkring der geheele orga-

(1) Het behoeft nauwelijks aangemerkt te worden, dat het ontbreken van salpeterzuur alleen dan op de schadelijkheid van dit water kan wijzen, indien het overigens eene zekere hoeveelheid organische stoffen bevat. Zijn deze geheel afwezig, dan kan men in hetzelfde ook geen salpeterzuur verwachten.

nische natuur zijn opgenomen. Maar zij zijn niet gelijkelijk door dezelve verdeeld, noch wat den aard, noch wat de hoeveelheid aangaat. Het organisme doet eene keuze uit datgene, wat aan hetzelve als anorganische voedingsmiddelen toegevoerd wordt. Wij wenschen trouwens aan dien term geene andere beteekenis te hechten, dan om daarmede de experimentele waarheid aan te duiden, dat de zamenstelling van de asch der planten in het algemeen niet overeenkomt met de zamenstelling der zoutmassa, die in de natuurlijke wateren voorkomt en dat de asch van verschillende planten meer verschil aanbiedt, dan van de verschillende geaardheid van den bodem, dat is hier, wat het water daaruit trekt, af te leiden is. Terwijl in de wateren van onzen bodem kalkcarbonaat en chloorsodium als hoofdbestanddeelen optreden, vinden wij het laatste slechts spaarzaam in de planten verspreid, het eerste gewoonlijk in veel geringere relatieve hoeveelheid, dan in de wateren. Toch worden die kleine hoeveelheden chloorsodium door de plantetende dieren, die als drank regen- of rivierwater gebruiken, geconcentreerd, want het maakt een hoofdbestanddeel der bloedasch uit en in veel ruimer mate nog de kalkzouten. Potaschzouten treden in de zamenstelling der wateren op den achtergrond, en phosphorzuur is nauwelijks in dezelve te bespeuren en toch is het eerste een hoofdbestanddeel van de asch der landplanten, en het phosphorzuur, dat eene zoo overwegende rol speelt in het organisme van dieren en planten, is uit de sporen, die daarvan in het water voorkomen, opgezameld.

Daarmede moge het bewijs geleverd zijn, dat de minerale stoffen der wateren een niet onverschillig en onbeduidend bestanddeel daarvan uitmaken, en dat wij ook uit een agronomisch en physiologisch oogpunt even veel belang hebben bij de kennis der wateren, als aan goede analyses der vaste voedingsstoffen, die mensch en dier gebruiken en van de meststoffen, waarmede wij de planten voeden.

De mensch put zijne anorganische voedingsmiddelen uit de beide rijken der levende natuur en, voor zoo verre hij geen regen- of rivierwater nuttigt, uit het welwater. Hier kan dus de vraag opgeworpen worden, of niet de minerale stoffen, in de vaste voedingsmiddelen bevat, voldoende zijn, om in de stofwisseling te



voorzien, of dus de zouten der welwateren niet ten minsten als overbodig, welligt als schadelijk mogen worden beschouwd.

Te oordeelen naar den strijd, die daarover is gevoerd, schijnt de wetenschap geene gegevens genoeg aan de hand te doen, om die vraag beslissend te beantwoorden. De gevoelens, die daaromtrent heerschen, verraden door de zwakke verdediging, die zij van den kant hunner voorstanders ondervinden, de ongenoegzaamheid onzer kennis aangaande dit punt.

Inderdaad zal dit genoegzaam blijken, wanneer wij in het kort nagaan, wat er gevorderd wordt, om hier eene beslissende uitspraak te kunnen doen.

Het is ongetwijfeld zeker, dat de vaste voedingsmiddelen, die de mensch gebruikt, genoegzame hoeveelheden van al die minerale stoffen bevatten, om in de behoeften der stofwisseling te voorzien: de zouten, in het drinkwater bevat, maken slechts eene fractie daarvan uit, en komen derhalve, naar het oordeel der voorstanders van het gebruik van een zoo zuiver mogelijk water, hierbij in het geheel niet in aanmerking. Men steunt zich hier voornamelijk op de omstandigheid, dat in vele landstrecken, waar de algemeene gezondheidstoestand niets te wenschen schijnt over te laten, uitsluitend regenwater als drank wordt gebruikt, en op proeven van BARRAL, die de hoeveelheid anorganische stoffen bepaalde, welke hij in een tijdsverloop van 5 dagen, zoowel in het vaste voedsel als in het water tot zich nam. In de eerste waren 195,39 gr. aanwezig, in het laatste 0,141 gr.; de laatste hoeveelheid bedraagt nog geen duizendste van de eerste. Maar indien BARRAL te Utrecht had gewoond en Mariewater gedronken had, dan had deze hoeveelheid minstens 10 gr. bedragen, dus meer dan 5% en het kan de vraag zijn, of deze te veronachtzamen zijn zoude. Daarenboven bedenke men, dat het regenwater, in gemetselde bakken of in tonnen bewaard, volstrekt niet geacht mag worden, gelijk te staan met het regenwater, zooals het de aarde bereikt. Althans in eenige proeven, door den heer DE GRIJS alhier op mijn verzoek in het werk gesteld, bleek, dat eenige soorten van regenwater van particuliere huizen binnen en buiten de stad afkomstig, in bakken en in tonnen vergaderd, 80 à 100 milligr. vaste stof per liter bevatten. Uit de medege-  
deelde feiten blijkt alleenlijk, dat door een geringen toevoer van

zouten door middel van het drinkwater de stofwisseling *kan* onderhouden worden. Niemand zal intusschen voorbij zien, dat ter juiste beoordeeling van de gevolgen, die men uit dezelve afleiden mag, de geheele voeding mede in aanmerking moet genomen worden, dat, zooals de heer VON BAUMHAUER zich uitdrukt, de waarde van goed drinkwater eene geheel andere is voor hen, die goed en overvloedig voedsel gebruiken, dan voor hen, die uit het water moeten halen hetgeen het schamele voedsel hun niet geeft. Duidelijk blijkt het, dat dikwijls het water moet aanvoeren, wat het vaste voedsel niet bevat, uit de proeven van BOUSSINGAULT. Deze natuuronderzoeker vond, dat een jong varken in een tijdsverloop van 93 dagen 52 grammen kalk (in de beenderenmassa) meer had opgenomen, dan in het vaste voedsel, dat het nuttigde, voorhanden was. Deze 52 grammen waren door het water geleverd. Ook schijnen de verdedigers van het zuivere water geneigd te zijn, omtrent de kalkzouten, die in het ligchaam eene zoo gewichtige rol spelen, en in de meeste onzer overige voedingsmiddelen (de melk uitgezonderd) in ondergeschikte hoeveelheden voorkomen, eene uitzondering te maken en zijne noodzakelijkheid in drinkwateren te willen erkennen.

Maar al geven wij toe, dat al de zouten, die het organisme behoeft, in de vaste voedsels in voldoende hoeveelheid voorkomen, dan nog is het de vraag, of men hunne waarde voor het voedingsproces gelijk mag stellen met die van de zouten in het drinkwater. Wij zijn genoegzaam geheel in het onzekere omtrent de wijze waarop, en de aard der verbindingen waarin de minerale stoffen in de planten- en dierenstoffen bevat zijn, maar zeker is het, dat zij er op geheel andere wijze in voorkomen, dan in de drinkwateren. Is het dan wel waarschijnlijk, dat zij eene gelijke beteekenis voor het organisme hebben?

Men ziet, eerst na de oplossing dezer vraag, kan eene juiste kennis van het voedingsproces, in zijn geheel genomen, wat de minerale stoffen aangaat, tot eene voldoende beslissing leiden, of de mensch al dan niet zouten in het drinkwater behoeft.

Van geheel anderen aard wordt de vraag, indien men aan sommige zouten eene specifieke werking op het organisme toekent, en op dien grond hunne aanwezigheid in het water wenschelijk of schadelijk acht, zooals door velen omtrent de magne-



siazouten, het gips en het jodium is geschied. Hier wordt de beslissing nog veel moeilijker : de werking van kleine hoeveelheden bijna indifferente stoffen op het organisme uit het groote geheel te isoleren en afzonderlijk te beoordeelen, behoort tot de moeilijkste, meestal tot de geheel onoplosbare vraagstukken der wetenschap (1).

Gelukkig is de vraag, waarmede wij ons bezig houden, voor de praktijk van weinig belang. Men kiest een drinkwater, dat voor de zintuigen aangenaam is en bekreunt zich in den regel weinig om hetgeen daarin voor het oog van den onkundige verborgen is, indien slechts niet eene al te groote hoeveelheid zich door den smaak verraadt. Gewoonte en smaak beslissen hier veel, en, zooals de ervaring in het groot genoegzaam bewijst, zonder nadeel voor de gezondheid, zoolang namelijk geene bepaald schadelijke stoffen in hetzelfde aanwezig zijn. Het organisme schijnt eene groote speelruimte hier toe te laten, want niettegenstaande het Congres te Brussel heeft voorgesteld, elk drinkwater te verwerpen, dat meer dan 0,1 vaste stoffen bevat, bevinden zich de bewoners onzer steden bij uitnemendheid wel bij het gebruik van wateren die van 0,8 tot 2,6 gr. per kilogramme bevatten.

Het was ons doel niet, eenige bijdrage te leveren tot de oplossing van het vraagstuk omtrent de al of niet noodzakelijkheid van zouten in drinkwateren, maar alleen om door eene nadere omschrijving van hetzelfde aan te toonen, dat de wetenschap vooralsnog niet bij magte is, hier eene beslissende uitspraak te doen. Zoolang wij in die periode verkeeren, achten wij elke vermeerdering onzer kennis aan de samenstelling der wateren als eene bijdrage tot de toekomstige oplossing der gestelde vraag, zelfs al heeft zij met dezelve geen onmiddellijk regtstreeksch verband. Ook uit dit oogpunt hopen wij dus het mogelijke nut van dit onderzoek ook voor hen, die de samenstelling der drinkwateren als eene wetenschappelijk onverschillige zaak beschouwen, verdedigd te hebben.

(1) Men zie nadere bijzonderheden omtrent al deze punten in het Tijdschrift der Ned. Maatschappij ter bevordering der Geneesk. 1852, Mei, April en December.



## B I J L A G E.

### A. RIVIERWATEREN.

#### I. Water uit den Rijn te Arnhem.

Het water was geschept in Februarij 1852 uit het midden der rivier, 2 voet onder de oppervlakte, bij vallend water en een stand van 2,57 el. Het had in de laatste 16 uren niet geregend.

Twaalf kilogrammen van dit water werden gefiltreerd en in eene platina schaal verdampt. Aan onoplosbare stof werd verzameld 1,2046 gram, bestaande uit :

In zoutzuur onoplosbare stof	0,0231
IJzeroxyde. . . . .	0,0083
Koolzure kalk. . . . .	1,0502
Phosph. magnesiaë . . . .	0,0470 = 0,0352 CO <sup>2</sup> , MgO

Het doorgelooopen vocht gaf, tot het gewigt van één kilogramme gebracht \*), in 100 gram :

	dat is :
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> . . . . .	0,0050—0,0042      0,0046 Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>
SO <sup>3</sup> , BaO . . . . .	0,0565—0,0549      0,0191 SO <sup>3</sup>
ClAg . . . . .	0,0526—0,0550      0,0133 Cl
CO <sup>2</sup> , CaO . . . . .	0,0175      0,0098 CaO
SiO <sup>3</sup> . . . . .	0,0048—0,0047      0,0104 MgO
PhO <sup>3</sup> , 2MgO . . . . .	0,0289      0,0011 CO <sup>2</sup>
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> +CO <sup>2</sup> CaO . . . . .	0,0070 (voor het koolzuur) 0,0300 ClNa
ClK+ClNa . . . . .	0,0401      0,0101 ClK = 0,0064 KO
PtCl <sup>2</sup> , ClK . . . . .	0,0331
Vaste stof . . . . .	0,1114—0,1091
Gloeiverlies . . . . .	0,0310

\*) Dit is bij alle analyses geschied (behalve bij het water uit Leeuwarden); korthedshalve herhalen wij het dus niet meer.



De onmiddellijke bepaling heeft gegeven aan vaste stoffen per kilogram . . . . .	
De som der berekende zouten maakt uit . . . . .	0,1924
Water, koolzuur, ammonia, organische stof . . . . .	0,1593
Veertig kilogrammen van dit water leverden . . . . .	0,0331
	0,0076 $\text{PhO}^s 2\text{MgO}$

## II. Water uit de Maas te Grave.

Dit water was bij vallend water in de maand April 1852 voor de stad Grave verzameld.

Twaalf kilogrammen gefiltreerd water gaven bij verdamping aan onoplosbare stoffen 0,9654 gram bestaande uit :

In zoutzuur onoplosbare stof	0,0268
IJzeroxyde, aluinaarde . . . . .	0,0056
Koolzure kalk . . . . .	0,8645
Phosphorzure magnesia . . . . .	0,0085 = 0,0030 $\text{MgO}$ = 0,0063 $\text{CO}^2$ , $\text{MgO}$

De vloeistof gaf in 100 deelen :

Vaste stoffen	0,0663—0,0664	of :	
Gloeiverlies	0,0147		0,0100 $\text{SO}^3$
$\text{SiO}^3$	0,0054		0,0198 $\text{ClK}$
$\text{SO}^3$ , $\text{BaO}$	0,0277—0,0305		0,0275 $\text{ClNa}$
$\text{CO}^2$ , $\text{CaO}$	0,0054—0,0051		0,0171 $\text{Cl}$
$\text{PhO}^s$ , $2\text{MgO}$	0,0110—0,0121		0,0038 $\text{CaO}$
$\text{ClK} + \text{ClNa}$	0,0468—0,0477		0,0042 $\text{MgO}$
$\text{ClK}$ , $\text{Cl}^s \text{Pt}$	0,0638—0,0656		
$\text{ClAg}$	0,0700—0,0680		
$\text{CO}^2$ spoor			

De onmiddellijke bepaling gaf per kilo. . . . . 0,1358

De som der gevonden zuren en bases is . . . . . 0,1272

Organische stof, koolzuur, ammonia, water . . . . . 0,0086

## B. WELWATEREN.

I. Water uit de pomp op de Groote Markt te Vlissingen, verzameld in Maart 1852.

4 Kilogrammen leverden 1,917 gram onoplosbare stof, waarin gevonden werd :

In zoutzuur onoplosbare stof	0,0840
IJzeroxyde en aluinaarde . . . . .	0,0342
Koolzure kalk . . . . .	1,5921
Phosphorzure magnesia . . . . .	0,1696 = 0,1255 $\text{CO}^2$ , $\text{MgO}$

De vloeistof gaf per 100 gram :		
SO <sup>3</sup> , BaO	0,1720—0,1703	of : 0,0587 SO <sup>3</sup>
ClAg	0,6136—0,6138	0,1517 Cl
CO <sup>2</sup> , CaO	0,0730—0,0725	0,0408 CaO
PhO <sup>5</sup> , 2MgO	0,0580—0,0564	0,0205 MgO
Vaste stof	0,5548—0,5544	0,0886 ClKa = 0,0560 KaO
Gloeiverlies	0,0496	0,2570 ClNa
CO <sup>2</sup> , CaO	0,0260 (voor het CO <sup>2</sup> )	0,0114 CO <sup>2</sup>
Silica	0,0021	0,0668 NO <sup>5</sup>
ClK + ClNa	0,3456	
ClK, Cl <sup>2</sup> Pt	0,2900	
Verlies aan Cu	0,2354 (voor de bepaling van het NO <sup>5</sup> )	

De onmiddellijke bepaling der bestanddeelen gaf per kilo	1,8658
De som der gevonden bases en zuren is	1,7346
Water, koolzuur, ammonia, organische stof	0,1312

## II. Water uit de pomp aan het Stadhuis te Leiden, verzameld in Mei 1852.

4 Kilogram gaven bij verdamping 1,6835 gram onoplosbare stof, daarvan was :

Onoplosbaar in zoutzuur	0,0927
IJzeroxyde en aluinaarde	0,0412
Koolzure kalk	1,2753
Phosph. magnesia	0,0297 = 0,0106 MgO = 0,0222 CO <sup>2</sup> , MgO

De vloeistof bevatte per 100 gram :		
SO <sup>3</sup> , BaO	0,2409—0,2391	of : 0,0823 SO <sup>3</sup>
CO <sup>2</sup> , CaO	0,0247—0,0239	0,0137 CaO
ClAg	0,2140—0,2134	0,0528 Cl
PhO <sup>5</sup> , 2MgO	0,0517	0,0185 MgO
Vaste stof	0,2619—0,2621	0,1676 ClK + ClNa
Gloeiverlies	0,0180	0,0620 ClK = 0,0392 KO
ClK + ClNa	0,1763—0,1588	0,1056 ClNa
ClK, Cl <sup>2</sup> Pt	0,2020—0,2040	0,0033 SiO <sup>3</sup>
Silica	0,0033	

CO <sup>2</sup> onweegbaar	
De onmiddellijke bepaling gaf per kilo	1,0759
Som der gevonden stoffen	0,9931
Water, koolzuur, organ. zuren, ammonia	0,0828



III. Water uit de pomp op de Groote Markt te 's Hertogenbosch, verzameld in April 1852.

4 Kilogram gaven bij verdamping 1,924 gr. onoplosbare stof, bestaande uit :

In zoutzuur onoplosbare stof 0,0088  
 Aluinaarde en ijzeroxyde . 0,0291  
 Koolzure kalk . . . . 1,6975  
 Phosph. magnesia . . . 0,2075 = 0,1557 CO<sup>2</sup>, MgO

100 Grammen der vloeistof gaven :

SO <sup>3</sup> , BaO	0,1394—0,1351	of :	0,0471 SO <sup>3</sup>
CaO, CO <sup>2</sup>	0,0074—0,0074		0,0041 CaO
PhO <sup>5</sup> , 2MgO	0,0202—0,0246		0,0080 MgO
ClAg	0,4066—0,4086		0,1008 Cl
Vaste stof	0,3564—0,3598		0,3366 ClNa+ClKa
ClK+ClNa	0,3366		0,2223 ClNa
ClK, Cl <sup>2</sup> Pt	0,3740		0,1143 ClK = 0,0722 KO
SiO <sup>3</sup>	0,0039		0,0039 SiO <sup>3</sup>
Gloeiverlies	0,0350		

CO<sup>2</sup> onweegbaar

De onmiddellijke bepaling der vaste bestanddeelen gaf 1,3763

Som der gevonden stoffen . . . . . 1,3010

Water, koolzuur, ammonia, organische zuren . . . 0,0753

IV. Water uit de put op den Amerongschen berg, verzameld in Augustus 1852.

Vier kilogr. van dit water gaven 0,1260 gr. onoplosbare stof, waarvan

Onoplosbaar in zoutzuur 0,0110

Koolzure kalk . . . . 0,0977

Phosphorzure magnesia . 0,0095 = 0,0070 CO<sup>2</sup>, MgO

De vloeistof, gaf per 100 gram :

CO <sup>2</sup> , CaO	0,0050—0,0052	of :	0,0070 SO <sup>3</sup>
ClAg	0,0622		0,0040 CaO
ClK+ClNa	0,0310—0,0305		0,0154 Cl
ClK, Cl <sup>2</sup> Pt	0,0260—0,0236		0,0076 ClK = 0,0048 KO
SO <sup>3</sup> , BaO	0,0081		0,0231 ClNa
SiO <sup>3</sup>	0,0034		
Vaste stof	0,0412—0,0442		
Gloeiverlies	0,0080		

Onmiddellijke bepaling . . . . . 0,1380

Gevonden stoffen . . . . . 0,1235

Ammonia, water, organische stof. 0,0145

V. Water uit de pomp op de Groote Markt te Middelburg, verzameld in Maart 1852.

Vier kilogr. water lieten 1,5640 onopl. stoffen over, waaruit

Onoplosbaar in zoutzuur 0,0736

IJzeroxyde en aluinaarde 0,0357

Koolzure kalk . . . 1,2442

Phosphorzure magnesia . 0,1130 = 0,0847 CO<sup>2</sup>, MgO

De vloeistof, gaf per 100 gram :

ClAg	0,1296—0,1310	of	0,0322 Cl
SO <sup>3</sup> , BaO	0,0427—0,0437		0,0148 SO <sup>3</sup>
CO <sup>2</sup> , CaO	0,0033—0,0039		0,0020 CaO
PhO <sup>5</sup> , 2MgO	0,0055—0,0051		0,0019 MgO
Vaste stof	0,1624—0,1621		0,0051 SiO <sup>3</sup>
Gloeiverlies	0,0260		0,0088 CO <sup>2</sup>
SiO <sup>3</sup>	0,0051		0,0750 ClNa
CO <sup>2</sup> , CaO	0,0200 (voor het CO <sup>2</sup> )		0,0369 KO
ClK+ClNa	0,1363—0,1306		0,0014 NO <sup>5</sup>
ClK, Cl <sup>2</sup> Pt	0,2024—0,1800		
Verlies aan koper	0,0054		
Onmiddellijke bepaling . . . . .			0,7965
Gevonden stoffen . . . . .			<u>0,7017</u>
Water, koolzuur, ammonia, organische stoffen			0,0948

VI. Water uit eene pomp op het Binnenhof te 's Hage, verzameld in Februarij 1852.

3 Kilogram water werden verdampt en aan onoplosbare stof verkregen : 0,7595, waarvan

Onoplosbaar in zoutzuur 0,0139

IJzeroxyde, aluinaarde 0,0092

Koolzure kalk . . . 0,7043

Phosphorzure magnesia . 0,0155 = 0,0055 MgO = 0,0115 CO<sup>2</sup>, MgO

Het vocht gaf per 100 gram :

Vaste stof	0,1495—0,1497	of :	0,0047 SiO <sup>3</sup>
Gloeiverlies	0,0184		0,0164 SO <sup>3</sup>
Silica	0,0049—0,0045		0,0379 Cl
SO <sup>3</sup> , BaO	0,0475—0,0483		0,0115 CaO
ClAg	0,1536—0,1532		0,0051 MgO
CO <sup>2</sup> , CaO	0,0215—0,0200		0,0021 CO <sup>2</sup>
PhO <sup>5</sup> , 2MgO	0,0142		0,0310 Na = 0,0418 NaC
CO <sup>2</sup> , CaO	0,0047 (voor het CO <sup>2</sup> )		0,0159 KO



ClK+ClNa	0,1039	0,0019 NO <sup>5</sup>
ClK, Cl <sup>2</sup> Pt	0,0822	
Verlies aan koper	0,0066	
Onmiddellijke bepaling		0,7519
Gevonden stoffen		0,6755
Organische stoffen, enz.		0,0764

VII. Water uit de pomp op de Nieuwe Markt te Zwolle, verzameld in Mei 1852.

4 Kilogr. verdampt lieten 1,998 onoplosbare stof achter; daarin waren:

Onoplosbaar in zoutzuur	0,0357
IJzeroxyde en aluinaarde	0,0937
Koolzure kalk	1,7362
Phosph. magn.	0,0983 = 0,0352 MgO = 0,0737 CO <sup>2</sup> , MgO

De vloeistof gaf per 100 gram:

Vaste stof	0,3079—0,2064	of: 0,0361 SO <sup>3</sup>
Gloeiverlies	0,0353	0,0018 SiO <sup>3</sup>
SO <sup>3</sup> , BaO	0,1051—0,1053	0,0831 Cl
SiO <sup>3</sup>	0,0017—0,0019	0,0174 CaO
ClAg	0,3340—0,3380	0,0120 MgO
CO <sup>2</sup> , CaO	0,0311—0,0312	0,0055 CO <sup>2</sup>
PhO <sup>5</sup> , 2MgO	0,0335	0,0669 ClK = 0,0423 KO
CO <sup>2</sup> , CaO	0,0124 (voor het CO <sup>2</sup> )	0,1492 ClNa
ClK+ClNa	0,2161	0,0468 NO <sup>5</sup>
ClK, Cl <sup>2</sup> Pt	0,2188	
Verlies aan koper	0,1648	

Onmiddellijke bepalingen der vaste bestanddeelen 1,2675

Som der gevonden bases en zuren . . . . . 1,2607

Ammonia, koolzuur, water, org. stoffen . . . . . 0,0068

VIII. Water uit de pomp van een particulier huis, een half uur ten noorden van Amersfoort gelegen, verzameld in Dec. 1852.

4 Kilogram lieten aan onoplosbare stof achter 0,8496. Ter analyse werd daarvan gebruikt 0,5536 gr. en daarin gevonden:

In zoutzuur onoplosbaar . 0,0135

IJzeroxyde en aluinaarde . 0,0093

Koolzure kalk . . . . . 0,4441

Phosphorzure magnesia . 0,0937 = 0,0702 CO<sup>2</sup>, MgO

De vloeistof, 1 kilogram bedragende, gaf per 100 gram :

CO <sup>2</sup> ,CaO	0,0467—0,0469	of :	0,0262	CaO
PhO <sup>5</sup> ,2MgO	0,0247—0,0233		0,0086	MgO
SO <sup>3</sup> ,BaO	0,1259—0,1275		0,0435	SO <sup>3</sup>
ClAg	0,5350—0,5345		0,1322	Cl
Vaste stof	0,5024—0,5042		0,1542	ClK
Gloeiverlies	0,0866		0,2062	ClNa
ClK+ClNa	0,3607—0,3600		0,0046	SiO <sup>3</sup>
ClK,Cl <sup>2</sup> Pt	0,5067—0,5026		0,0048	NO <sup>5</sup>
SiO <sup>3</sup>	0,0040			
CO <sup>2</sup> onweegbaar				
Verlies aan koper	0,0172			

Onmiddellijke bepaling . . . . . 1,4707

Gevonden stoffen . . . . . 1,1980

Organische stoffen, enz. . . . . 0,2727

IX. Water uit de pomp aan het Gerechtshof te Leeuwarden, verzameld in Julij 1852.

4 Kilogram gaven 3,71 gram afzetsel. Uit 0,3103 gram van hetzelfde werden verkregen :

In zoutzuur onoplosbare stof 0,0281

Aluinaarde en ijzeroxyde . . . . . 0,0041

Koolzure kalk . . . . . 0,1711

Phosphorzure magnesia . . . . . 0,1032 = 0,0369 MgO

Het spoelwater, 1257,5 gram wegende, werd, om de groote hoeveelheid opgeloste zouten, niet weder verdampt, maar als zoodanig onderzocht; 100 gram van hetzelfde gaven :

CO<sup>2</sup>,CaO onweegbaar of : 0,1110 SO<sup>3</sup>

SO<sup>3</sup>,BaO 0,3250—0,3227 0,0037 MgO

PhO<sup>5</sup>,2MgO 0,0103—0,0103 0,1790 Cl

ClAg 0,7250—0,7235 0,0756 ClK

ClK+ClNa 0,5240—0,5176 0,4452 ClNa

ClK,Cl<sup>2</sup>Pt 0,2469—0,2480 0,0142 CO<sup>2</sup>

CO<sup>2</sup>,CaO 0,0328 (voor het CO<sup>2</sup>)

Vaste stof 0,5597

Gloeiverlies 0,0558

SiO<sup>3</sup> 0,0089

Onmiddellijke bepaling . . . . . 2,6865

Som der gevonden stoffen . . . . . 2,6014

Koolzuur, ammonia, water, org. stoffen, 0,0851



## T H E S E S.



1.

Aan de studie der natuur behoort een grooter aandeel in de volksopvoeding toegekend te worden, dan tot nog toe geschiedt.

2.

Het lichten van sommige zeedieren kan niet aan eene langzame verbranding toegeschreven worden.

3.

Kracht is de gedachte oorzaak van waargenomen verschijnselen, wanneer deze tot hun eenvoudigsten vorm zijn teruggebracht.

4.

Gips en anhydrit zijn uit water gevormd.

5.

Het uittreden van chloor bij de electrolyse van chloorkalium

en dergelijke zouten is eene directe, geene secundair chemische werking van den stroom.

6.

CONNELL's voorstelling, dat bij de electrolyse van mengsels van zoutzuur, jodwaterstofzuur en bromwaterstofzuur het water alleen direct ontleed wordt en het watervrije zuur slechts secundair, is niet te verkiezen.

7.

De verdeeling der voedingsmiddelen in plastische en respiratiemiddelen is onjuist.

8.

Het »gutta cavat lapidem, non vi, sed saepe cadendo» is meer in chemischen, dan in mechanischen zin waar.

9.

Er is overgang tusschen leven en niet leven, zoo als er een overgang is tusschen organische en anorganische lichamen.

10.

De wet, waarnaar zich het smeltpunt der metaalmengsels regelt, zou het beste beginsel zijn voor de vervaardiging van een deugdelijken pyrometer.

11.

Eene geringe hoeveelheid zouten in het drinkwater is eer voordelig dan nadeelig.

12.

De proef van LEHNERDT, om door zwavelzuur linnen van boomwol te onderscheiden, is onvoldoende.



13.

Wij bezitten geene gegevens om uit de samenstelling der brandbare lichamen tot hun lichtgevend vermogen te besluiten.

14.

De overvoering van zuur van de eene pool naar de andere bij de electrolyse van zwavelzuur getuigt voor de formule  $\text{SO}^+\text{H}$ .

15.

De methode om suiker te bepalen door middel van het Scheik. Onderz. Dl. V bld. 394 beschreven proefvocht is ook bij het onderzoek van diabetische urine aan te wenden.

16.

De benoeming der planten naar de geologische geaardheid van den bodem, waarop zij voorkomen, is onjuist.

17.

Ter verklaring der koraaleilanden moet eene daling van den bodem aangenomen worden.

18.

De theorie van SCHÖNBEIN, die de electromotorische kracht aan het streven naar chemische verbinding toeschrijft, heeft de meeste waarschijnlijkheid voor zich.

19.

Kieming kan ook bij niet volkomen rijpe zaden plaats hebben.

20.

De sodazouten in de zee- en strandplanten zijn van den sulfas sodae des zeewaters af te leiden.

CHOOR.

Broeders! zoeken wij naar 't Wezen,  
Naar den Geest van 't scheppingsrond;  
Waarheid woont in 's harten grond,  
Dáár is 's Hoogsten naam te lezen.

Waarheid is 't, als trouwe vrienden  
Broederhanden zamenslaan;  
Waarheid, als de zielsbeminden  
Zamentreën op 's levens baan;  
Waarheid troont, waar manlijk streven  
Aan de deugd en 't regt zich wijdt;  
Waarheid, waar de jeugd haar leven  
Offert in den heilgen strijd.

CHOOR.

Broeders uit de schoonste dagen!  
Eeuwig blijv' ons bond in stand;  
Vriendschap, Regt en Vaderland  
Willen wij te zamen schragen.

Broeder! daar na rustloos trachten  
Thans u d'eerekroon verbeidt;  
Daar g' uw jeugdig frissche krachten  
Aan het heil der menschheid wijdt;  
Daar g' in teedren band gesloten,  
Treedt op 's levens rozenbaan;  
Denk aan uwe bondgenooten,  
Laat ons trouw te zamen staan.

CHOOR.

Broeders, broeders! trouw gezworen!  
Sluit den hechten vriendenband;  
Eeuwig houde Kosmos stand;  
GUNNING blijft ons toebehooren.