

DE OORSPRONG DES LEVENS.

DOOR

Dr. H. HARTOGH HEYS VAN ZOUTEVEEN.

(Vervolg van blz. 210).

Met de tweede helft van het jaar 1872 begint een nieuw tijdvak voor het vraagstuk van de abiogenesis door de verschijning van het veel besproken werk van den Engelschen geneesheer Dr. CHARLTON BASTIAN, M. A., M. D., F. R. S., getiteld: "*The Beginnings of Life; being some account of the nature, modes of origin and transformations of lower organisms, in Two Volumes*, London, MACMILLAN and Co. 1872" ¹. Behalve de proeven en waarnemingen van BASTIAN, op welke wij later terugkomen, bevat dit werk ook eenige theoretische beschouwingen, die wij eerst kort bespreken willen.

BASTIAN gaat als eenigen grondslag uit van de stof en de krachten, welke, als eigenschappen van die stof, daarmede verbonden zijn. De stof komt volgens hem voor in twee hoofdtoestanden, een kristalliseerbare en een organiseerbare. Als type van den laatsten toestand neemt hij de colloïden aan. De colloïden onderscheiden zich van de kristalloïden door een groote veranderlijkheid, die waarschijnlijk op de meerdere grootte en

¹ Zijn eerste proefnemingen en beschouwingen omtrent abiogenesis (door hem archebiosis genoemd) publiceerde BASTIAN reeds in 1871 in een werk onder den titel: "*The Modes of Origin of lowest Organisms*" te Londen verscheen,

ingewikkelder samenstelling van haar moleculen berust; de voortdurende omzetting, waaraan de meeste colloïden onderworpen zijn, de geringe kracht, die ze in haar waterige oplossingen vasthoudt, haar geringe scheikundige activiteit wijzen reeds op een nauwe verwantschap met de georganiseerde stof, en feitelijk bestaan de meeste en gewichtigste vormbestanddeelen der organismen dan ook uit colloïden. Dat het onderscheid tusschen kristalloïden en colloïden niet scherp is, blijkt echter reeds daaruit, dat een en dezelfde stof nu eens in den eenen, dan weder in den anderen toestand voorkomen kan, waarvan het kiezelzuur een bekend voorbeeld oplevert, en dat men soms bij dergelijke stoffen overgangen tusschen beide toestanden aantreft. Zoo zou de gewone vuursteen volgens BASTIAN een overgangstoestand zijn tusschen geleïachtig (amorph, colloïd) kiezelzuur, waaruit hij waarschijnlijk ontstaan is, en gekristalliseerd kiezelzuur (kwarts). Bij chemische reacties worden onoplosbare stoffen gewoonlijk als amorphe praecipitaten neêr-geslagen, terwijl dezelfde verbindingen dikwijls niet slechts in de natuur gekristalliseerd voorkomen, maar ook, als men de reactie zeer langzaam (door dialyse of door eên zeer zwakke electrolyse) laat plaats hebben, kunstmatig in goedbegrensde kristallen verkregen kunnen worden. Voorbeelden hiervan leveren de zwavelzure baryt (zwaarspaat), het zwavelzuur loodoxyde (vitrioollood), vele zwavelmetalen enz.

Volgens BASTIAN nu bevinden zich de moleculen bij de kristallen in een *statischen*, bij de colloïden in een *dynamischen* toestand. Terwijl een kristal slechts ten gevolge van uitwendige invloeden in vorm en samenstelling veranderd of verdeeld kan worden, en alleen uit daartoe geschikte vloeistoffen gelijksoortige deeltjes aantrekken en daarmede zijne massa vermeederen kan, veranderen de moleculen van een colloïde stof voortdurend ten opzichte van elkander haar plaats en betrekkingen; er kunnen zoo ingewikkelder aaneenschakelingen van moleculen ontstaan, dan oorspronkelijk voorhanden waren, en zoo kan eindelijk het hoogst samengestelde gebouw ontstaan, dat in het organisme ¹ zijn eerste doel bereikt. Ook dan rust echter de aggregatie van de atomen en moleculen nog niet, er ontstaan wisselwerkingen met de buitenwereld en door stofwisseling neemt het organisme in grootte toe, groeit, verandert van vorm en brengt eindelijk door voortplanting, waarvan

¹ Natuurlijk is hier een zeer eenvoudig organisme, een cel of eenvoudige protoplasmaklompje, bedoeld.

deeling van het in grootte toegenomen organisme de eenvoudigste vorm is, gelijksoortige organismen voort, uit welke zich in den loop der eeuwen volgens de door DARWIN, WALLACE, WAGNER enz. uiteengezette beginselen door voortdurende differentiatie een hooger en vormrijker levende wereld ontwikkelen kan.

Niet alle colloïden kunnen echter tot een zoo hoogen ontwikkelingsgraad harer samengestelde moleculen opklimmen. Ook al had de praktijk niet geleerd, dat koolstof, waterstof, stikstof en zuurstof de hoofdbestanddeelen van alle organismen zijn, dan zou het toch theoretisch waarschijnlijk geweest zijn, dat juist die stoffen het geschiktste waren om organiseerbare colloïden te vormen, daar tusschen hare eigenschappen een zoo scherpe tegenstelling bestaat, dat men reeds *a priori* zou kunnen vermoeden, dat een verbinding, uit zulke elementen bestaande, geschikt zou zijn tot de meest menigvuldige, onbestendige en ingewikkelde samenvoeging harer afzonderlijke bestanddeelen. Die tegenstelling is uitgesproken in de chemische activiteit van waterstof en zuurstof tegenover de chemische traagheid van koolstof en stikstof, in de vuurbestendigheid van de koolstof, welke bij de hoogste temperaturen, welke wij voort kunnen brengen, niet vervluchtigd, ja niet eens gesmolten kan worden, tegenover den gasvormigen toestand der waterstof, stikstof en zuurstof, die zelfs bij de grootste afkoeling en drukking, welke wij kunnen voortbrengen, niet in den vloeibaren of vasten staat kunnen overgebracht worden ¹. De groote samengesteldheid van sommige door synthese in het chemisch laboratorium uit hare elementen kunstmatig opgebouwde organische stoffen, b. v. isoboterzuur dimethylamine ($[C(CH_3)(CH_3)HCOOH]N(CH_3)(CH_3)H$), en de wijze waarop die syntheses bewerkstelligd worden door eenvoudige verbindingen, door herhaalde substituties, hoe langer hoe samengestelder te maken, werpt eenig licht op de wijze, waarop ook in de natuur de moleculen der colloïden tot een voortdurend ingewikkelder samenstelling kunnen opklimmen. De natuurlijke colloïden, waaruit zich door abiogenese levende wezens zouden kunnen ontwikkelen, de

¹ De waterstof wijkt zelfs in negatieven zin van de wet van Mariotte af (d. i. wordt minder samengedrukt, dan volgens die wet het geval zou moeten zijn) en is het eenige bekende gas dat zulk een negatieve afwijking vertoont. Verreweg de meeste gassen wijken niet slechts in positieven zin van die wet af, maar zijn ook door drukking en afkoeling tot den vloeibaren staat te brengen.

eiwitachtige lichamen namelijk, zijn van nog veel ingewikkelder samenstelling dan de meest samengestelde organische verbindingen, welke men tot dusver door synthese in het laboratorium uit hare elementen kunstmatig heeft weten op te bouwen. De scheikundige formule van de eiwitachtige lichamen is zoo ingewikkeld, dat voor elk hunner minstens duizend isomeren denkbaar zijn. Of nu van al die eiwitachtige lichamen en hun isomeren allen of velen of slechts een enkel daarvan (en in dit laatste geval welk) geschikt is om levend-organische eigenschappen aan te nemen, weten wij niet. Wij weten slechts, dat er een of meer organische lichamen bestaan, op soortgelijke, maar veel ingewikkelder wijze samengesteld dan die welke wij kunstmatig in ons laboratorium bereid hebben, welke dragers worden kunnen van die eigenschappen, welke wij in het woord leven samenvatten. Heeft zulk een stof die eigenschappen verkregen, dan stelt zij den colloïden toestand der stof voor, opgeklommen tot den hoogst mogelijken trap van moleculaire volkomenheid, even als zulks het kristal den kristalloïden toestand der stof doet; zij bevindt zich echter niet, gelijk het kristal, in een *statischen*, maar in een *dynamischen* toestand, waarin de krachten, die haar tot de eigenschappen des levens hebben doen opklimmen, er in voort werken en aanleiding geven tot een voortdurend sterkere differentieering.

Dit verstaat Dr. BASTIAN onder organiseerbare stof. Wanneer is nu deze stof georganiseerd, wanneer verkrijgt zij leven? Uitgaande van de monistische wereldbeschouwing, bestaat er geen bijzondere levenskracht, zijn de physico-chemische krachten slechts eigenschappen der stof en is de zoogenaamde "levenskracht" slechts een resultante, een omzetting van de in het levende lichaam werkende physico-chemische krachten. Niet ten onrechte is de hypothese van de levenskracht wel eens vergeleken met het vooronderstellen van een "veldslagkracht", die iemand in een veldslag als oorzaak van het afschieten der vuurwapenen, het bewegen der troepen, het slaan der sabels, het steken der bajonetten enz. zou willen aannemen. Uit de wet van het behoud van arbeidsvermogen volgt, dat de krachten, de eigenschappen der stof, evenmin vernietigd kunnen worden als de stof zelf. De omzetting van drukking in warmte, van warmte in elektriciteit enz., beteekent slechts veranderingen in de wijze, waarop de krachten naar buiten werkzaam optreden. Het begrip "leven" is in het afgetrokkenene hoogst onbestemd, en het is beter een definitie te zoeken van de stof,

waarvan dat leven een eigenschap is, van een levend voorwerp derhalve. Een levend voorwerp nu is volgens BASTIAN een *onbestendige* op-eenhooping van stof, welke het vermogen bezit om nieuwe stoffen uit te kiezen en de moleculen daarvan tusschen hare eigene op te nemen (interstitiaal op te nemen), waarbij die nieuwe stoffen dezelfde eigenschappen als de reeds voorhandene verkrijgen, en op die wijze te groeien; om hare samenstelling, in overeenstemming met de veranderingen van het medium, waarin zij leeft, voortdurend te veranderen, en zich door loslating van gedeelten van haar eigen zelfstandigheid uit zich zelve te vermeerderen.

De dynamische toestand van zulk een levende stof tegenover den statischen toestand der kristallen blijkt zeer in 't ooglopend daardoor, dat bij het ontstaan van een colloïde stof, bij den groei, en waarschijnlijk ook bij de voortplanting warmte gebonden wordt, terwijl bij de kristalschieting warmte vrij wordt.

De wijzen van groei en vermeerdering van de laagste levende wezens, de plasmaklompjes der zoogenaamde protisten, naderen tot die der kristallen. Zij voeden zich en groeien aan in vloeistoffen, die de voor hun leven noodige stoffen bevatten, evenals kristallen, maar terwijl bij deze laatsten de groei slechts berust op uitwendige aantrekking en nederlegging op hunne oppervlakte (*justapositie*) van gelijksoortige deeltjes, wordt bij de eenvoudigste organismen evengoed als bij de hogere het voedsel in het inwendige van het lichaam opgenomen, in een georganiseerde stof omgezet en als zoodanig tusschen de bestaande moleculen afgezet (*intussusceptie*). De vermeerdering door deeling, de reproductie van verloren ledematen, het genezen van wonden, berusten allen op hetzelfde beginsel. Bij het genezen eener wond wordt b. v. een soortgelijk weefsel als de reeds voorhanden huid uit de door de voeding opgenomen en door den bloedsomloop naar de verwonde plaats gevoerde stof gevormd. Hoe meer gedifferentieerd, hoe hooger ontwikkeld een organisme is, hoe moeilijker verloren deelen gereproduceerd worden; bij warmbloedige dieren worden slechts gekwetste gedeelten der huid, van het vleesch en der beenderen genezen; bij de meeste kruipende dieren worden reeds verloren ledematen en oogen op nieuw gevormd; bij de laagste klassen van het dierenrijk groeit elk afgescheiden stuk van een individu tot een nieuw, aan het oorspronkelijke volkomen gelijk individu aan — evenals een stuk van een kristal in een oplossing van dezelfde stof tot een volkomen kristal aangroeit.

Terwijl in de groeiverschijnselen derhalve een soort van overgang tusschen de kristallen en de hoogere organismen door de lagere organismen gevormd wordt, is de functie der voortplanting, de spontane vermeerdering, hetzij door deeling, knopvorming of seksueele werkzaamheid, volstrekt bij uitsluiting aan de organismen eigen, en spreken zich hierin weder de dynamische eigenschappen van dezen toestand van de stof in tegenstelling van de statische van het kristal uit.

Wanneer de ontwikkeling van georganiseerde stof uit organiseerbare stof slechts de uitwerking is van de omzetting van physico-chemische krachten, het product van scheikundige combinaties, dan moet eens het leven op onze aarde spontaan ontstaan zijn, ja dan moet er nog heden op onze aarde spontaan leven ontstaan kunnen en wellicht werkelijk op de uitgebreidste schaal voortdurend ontstaan, zeggen nu de voorstanders der abiogenese. Zij vergeten echter, dat de ontwikkeling van georganiseerde stof het bestaan van organiseerbare vooronderstelt, en dat de eiwitstoffen, waartoe de vooronderstelde organiseerbare stof zou behooren, voor zoover wij weten, in de natuur nooit ergens anders gevormd worden, dan in reeds bestaande organismen; ook al leerden wij dergelijke eiwitstoffen later in onze laboratoria kunstmatig bereiden, dan laat zich uit onze tegenwoordige kennis reeds opmaken, dat de scheikundige voorwaarden dier synthese zoo ingewikkeld en van dien aard zijn zouden, dat zij op aarde *in de natuur* nergens dan juist in de organismen voorkomen; men kan die organismen vergelijken bij kunstige chemische toestellen, waarin dezelfde chemische krachten, welke ook buiten hen werkzaam zijn, door de inrichting dier toestellen zelve, op bepaalde wijzen werken, welke buiten die toestellen in het afgetrokken mogelijk blijven, maar feitelijk, wegens het ontbreken der geschikte voorwaarden, onmogelijk zijn. Ook al ware dus de abiogenese, het voortbrengen van levende wezens uit organiseerbare stof, bewezen, dan zouden wij nog geen schrede verder zijn om den oorsprong des levens te verklaren, daar de organiseerbare stof, waarvan BASTIAN en HUIZINGA uitgaan, zelve een product van het leven is. Tusschen organiseerbare stof en georganiseerde stof bestaat o. i. daarenboven een soortgelijk verschil als tusschen eenige ruwe klompen metaal en een uit dat metaal vervaardigde stoommachine. Beide bestaan uit dezelfde stof, en toch kan een stoommachine, met water en brandstof voorzien, geheel andere uitwerkselen doen geboren worden, dan de klompen metaal, wanneer men daar water

en brandstof bij doet. In het metaal, het water en de brandstof zijn echter in beide gevallen volkomen dezelfde krachten aanwezig.

Meer juistheid heeft de stelling, dat wij, wanneer het mogelijk blijkt uit gegeven organiseerbare stof (het product van een vroeger leven) op nieuw levende wezens te doen ontstaan, alleen noodig hebben de wetten te kennen volgens welke de organiseerbare stof zich individualiseert, om verschillende soorten van lagere organismen, waaronder ongetwijfeld ook in de natuur niet bestaande, in ons laboratorium voort te brengen met evenveel gemak, als wij in dat laboratorium verschillende soorten van kristallen hebben doen ontstaan, waaronder eveneens vele, die in de natuur op aarde niet voorkomen.

Eens het bestaan van lagere organismen op aarde gegeven zijnde, leert ons de theorie van DARWIN, dat zich uit die organismen voortdurend hogere in steeds toenemende vormverscheidenheid hebben moeten ontwikkelen, geheel in overeenstemming met BASTIAN's hypothese omtrent den dynamischen toestand der organische stof en met de getuigenis der gesteenten, die ons in de aardlagen over het algemeen steeds rijkeren overvloed van levensvormen en daaronder steeds hoger ontwikkelde doet aanschouwen, naarmate die aardlagen jonger zijn. De gesteenten getuigen echter ook, dat *nevens* de hogere organismen steeds lagere zijn blijven voortbestaan, en juist die lagere organismen wijken in de verschillende aardlagen het minst van elkander af. Nu is de kracht der erfelijkheid, waarop de relatieve onveranderlijkheid der soort berust, juist bij de lagere organismen het geringst. Dit feit zou zich laten verklaren, als men aannam, dat die lagere organismen voortdurend op nieuw uit organiseerbare stof ontstaan zijn en nog ontstaan. En daar, eens het leven daar zijnde, ook voortdurend eiwitachtige stoffen gevormd en gedeeltelijk door de levende wezens uitgescheiden werden, gedeeltelijk na hun dood beschikbaar kwamen, kan hier de abiogenese een verklaring geven. Den *eersten oorsprong* des levens echter verklaren kan zij o. i. niet.

Wij zullen hier het historisch en bespiegelend of theoretisch gedeelte onzer verhandeling eindigen en overgaan tot een eenigzins uitvoeriger beschouwing van de methoden, volgens welke de allerlaatste verdedigers der abiogenese, Dr. BASTIAN en Professor HUIZINGA, de realiteit daarvan practisch, d. w. z. proefondervindelijk hebben trachten te bewijzen, en van de bedenkingen en tegenproeven, waardoor anderen, zooals de Engelschen HARTLEY, Dr. BURDON-SANDERSON, Directeur van

het Brown-Institution te Londen, E. RAY LANKESTER van Exeter College te Oxford en WM. ROBERTS, de Duitschers PAUL SAMUELSON uit Koningsbergen en RICHARD GSCHIEDLER, en de Belg Dr. FELIX PUTZEY uit Luik de bewijskracht van de proeven van BASTIAN en HUIZINGA hebben trachten te ontzenuwen.

Eerst willen wij echter de min of meer bevreemdende houding der Fransche panspermisten tegenover de proeven van Dr. CHILD en Dr. BASTIAN vermelden. PASTEUR vergenoegt zich met eenvoudig weg te beweren, dat zijne proeven en de daaruit door hem getrokken besluiten daardoor in geenen deele krachteloos gemaakt kunnen worden ¹. Dit gevoelen wordt gedeeld door de heeren BALARD en EMILE BLANCHARD ² en natuurlijk ook door den abt MOIGNO, uitgever van de "Mondes" (in zijn qualiteit van geestelijke kon dit in dezen tijd wel niet an ders!) Daarentegen grepen de heeren FRÉMY en TRÉCUL in de zittingen der Fransche Academie van 18 December 1871 tot 19 Februari 1872 de panspermisten aan. Deze debatten bleven echter voor de beslissing van de gewichtige strijdvraag tamelijk onvruchtbaar!

De proeven, welke het spontane ontstaan van vroeger niet aanwezig organisch leven bewijzen zullen, zijn aan twee noodzakelijke voorwaarden gebonden. In de eerste plaats behooren de tot die proeven gebruikte stoffen geen levende organismen noch kiemen daarvan te bevatten; in de tweede plaats moet men zorg dragen, dat gedurende de proeven zelve dergelijke organismen of kiemen niet van buiten af met die stoffen vermengd worden. Aan de eerste voorwaarde kan door mikroskopisch onderzoek moeilijk voldaan worden, daar de door de panspermatische theorie vooronderstelde kiemen te klein kunnen zijn om zelfs langs dien weg ontdekt te worden. Het is ook onmogelijk de stoffen zoo te kiezen, dat door die keus de zekerheid bestaan zou, dat geen organismen of kiemen daarvan aanwezig waren. BASTIAN vond zelfs in kunstmatig vervaardigde kristallen van neutrale wijnsteenzure ammoniak myceliumdraden van zwammen met sporen en eiwitachtige korrels (volgens hem wellicht in het uitgescheiden kristalwater spontaan ontstaan). Versch bereide kristallen vertoonden er geen, kristallen, die dagen en weken bewaard waren, wel; het talrijkste waren zij in

¹ Les Mondes, XXVII, Nr. 4, p. 161.

² Ibid. XXVII, Nr. 5, p. 214.

kristallen, die tien jaar en langer in de apotheek van University College Hospital bewaard waren.

Men kan echter aan de eerste voorwaarde voldoen, door positief te vooronderstellen, dat organismen of kiemen in de stoffen aanwezig zijn, maar voor den aanvang van de proef maatregelen te nemen, die alle in de stoffen aanwezig leven vernietigen. Het zekerste en steeds door alle proefnemers daartoe gebruikte middel is verhitting.

Tot dusverre werd algemeen aangenomen, dat geen organisme noch kiem van een organisme hoegenaamd eene zelfs maar korte verhitting tot 100°C verdragen kon zonder te sterven. Reeds SPALLANZANI was door vele nauwkeurige proeven tot het besluit gekomen, dat alle eieren oogenblikkelijk gedood worden door eene verhitting tot omstreeks 60°C ; de dieren, waarvan zij afkomstig waren, stierven reeds bij omstreeks 44°C . Zoo bevond hij, dat van kikvorscheieren, als zij tot 44°C verhit geweest waren, slechts zeer weinige uitkwamen, en als zij tot 68°C of meer verhit geweest waren, geen een uitkwam. Eieren van zijdewormen en van een andere vlindersoort werden allen bij $62\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ en meestal reeds bij lagere temperatuur gedood. Van eieren van de gewone vleeschvlieg ontwikkelden zich slechts weinigen na tot de temperatuur van 57°C , en geen enkel na tot die van 60°C verhit te zijn geweest. Larven van kikvorschen, volwassen kikvorschen, watersalamanders en visschen stierven bij 44°C , zijdewormen, een andere soort van rupsen, larven van vleeschvliegen bij $42\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$, bloedzuigers en andere wormen bij 44°C , de kleine Nematoiden, die men "azijn-aaltjes" noemt, bij 55°C , watervlooien reeds bij 42°C . Wat planten aangaat, experimenteerde SPALLANZANI eerst met cicererwtten, linzen, tarwe, lijnzaad en klaverzaad. Verhitte hij deze zaden langzaam in water tot 88°C , dan hadden velen hun kiemvermogen verloren; na verhitting tot 94°C brachten weinigen, en tot 100°C bracht geen enkele jonge planten meer voort. Jonge planten van dezelfde soorten, 13 dagen oud, werden met de wortels in water geplaatst, dat insgelijks langzaam verhit werd. Die, wier wortels op die wijze tot 69°C verhit geweest waren, bleven, na weder geplant te zijn, in leven; waren de wortels echter tot 75°C en hooger verhit geweest, dan verdroogden allen en stierven. SPALLANZANI verhitte ook roomsche boonen, gerst, maïskorrels, wikken, spinaziezaad, zaad van bieten, knollen en maluwe en vele andere soorten van zaden, in droog zand gepakt, tot 100°C , en van al die zaden kiemden later slechts

vier. Planten en plantenzaden kunnen derhalve hogere temperaturen verdragen dan dieren en dierencieren, maar door *vochtige* hitte van 100° C worden allen gedood. Ook *drooge* hitte heeft waarschijnlijk dezelfde uitwerking; de eenige vier zaden toch, die van zoovele tot die temperatuur verhit, hun kiemvermogen behouden hadden, zijn waarschijnlijk wel inwendig niet volkomen tot die temperatuur verhit geweest; want bij *vochtige* verhitting kan de warmte zich gemakkelijker voortplanten. Nu waren de resultaten van SPALLANZANI's onderzoekingen omtrent de generatio spontanea van dien aard, dat hij alleen de onmogelijkheid der generatio spontanea volhouden kon door aan te nemen, dat de vooronderstelde kiemen van de door hem bij zijn proeven verkregen organismen toch den invloed van de kookhitte konde doorstaan. Dit neemt niet weg, dat later PASTEUR bij zijn proeven toch aannam, dat kookhitte alle kiemen doodt, en alle voor- en tegenstanders der abiogenese in deze eeuw van hetzelfde beginsel uitgingen. Na de positieve resultaten van BASTIAN en HUIZINGA hebben echter hun bestrijders zich weder verschanst achter de bewering, dat niet bewezen was, dat kookhitte de kiemen der, naar men meende, door abiogenese voortgebrachte organismen steeds doodde.

De tweede voorwaarde, waarop bij proeven omtrent abiogenese gelat moet worden, is om te zorgen, dat gedurende de proeven geen organismen of kiemen van organismen van buitenaf in de stoffen, die men gebruikt, kunnen geraken. Het gevaar hiervoor schijnt wel is waar minder groot te zijn dan men vroeger meende, daar BASTIAN de vloeistof van PASTEUR (bestaande uit wijnsteenzure ammoniak, suiker, asch van gist en water) en de vloeistof, welke hij zelf gewoonlijk gebruikte (een mengsel van neutrale wijnsteenzure ammoniak, neutrale zwavelzure soda en water), in welke beide vloeistoffen Bacteriën zich voortreffelijk voeden en vermenigvuldigen, in flesschen met korten nauwen hals kookte, en daarna in die flesschen dagen, ja weken lang bewaarde zonder de flesschen te sluiten, en desniettemin geen Bacteriën optraden en Dr. BURDON SANDERSON zelfs door een zoo behandelde flesch met vloeistof van PASTEUR dagelijks lucht blies, zonder dat zulks tot ontwikkeling van Bacteriën aanleiding gaf; maar toch is geen proef met positief resultaat beslissend, tenzij elke mogelijkheid, hoe zwak ook, van het van buitenaf indringen van organismen buitengesloten zij. De vroegere proeven schenen te bewijzen, dat het gevaar hiervoor zeer groot was. GRUITHUIZEN bevond in het begin dezer eeuw, dat afgiet-

sels, waarin zich gewoonlijk tal van mikroskopische wezens ontwikkelden, onvruchtbaar bleven, als men ze kookte en daarna een kurk zoo diep in den hals der flesch duwde, dat deze de oppervlakte der vloeistof aanraakte; SCHROEDER en VON DUSCH bevonden, dat afgietsels minder vruchtbaar werden als men de flesschen, waarin zij zich bevonden, met een prop katoen sloot, PASTEUR had geen levende wezens verkregen in afgietsels, waarbij slechts lucht kon toetreden, die door een prop schietkatoen gefiltreerd was; loste hij dit schietkatoen op in aether, filtreerde hij de oplossing en wierp hij hetgeen op het filtrum achterbleef bij de oplossing, dan krioelde deze weldra van organismen; en ook TYNDALL heeft de aanwezigheid in de lucht van zeer kleine organische deeltjes, waaronder waarschijnlijk ook kiemen van organismen, onwederlegbaar aangetoond. De methode om levensmiddelen te conserveren, door ze na koking in toegesoldeerde blikken bussen te bewaren, scheen ook te bewijzen, dat de lucht de kiemen van de bij de ontbinding dier levensmiddelen optredende organismen aanvoert. BASTIAN brengt hiertegen in, dat wellicht die levensmiddelen in de bussen niet verrotten, omdat de bussen geheel gevuld en ondoorschijnend zijn, waardoor de chemische werking van het licht belet wordt en de gassen, die zich in de bussen mochten ontwikkelen, dadelijk een te groote spanning veroorzaken.

Om aan de tweede voorwaarde te voldoen, kookt BASTIAN zijne stoffen in flesschen met dun uitgetrokken hals, smelt gedurende het koken dien hals dicht en neemt de flesschen tegelijkertijd van het vuur om het springen er van te verhinderen. Bij de bekoeling ontstaat nu in de flesch een bijna luchtledige ruimte.

Men heeft wel eens beweerd, dat de door BASTIAN bij zijn proeven voor levende Bacteriën gehouden lichaampjes, wellicht slechts overblijfselen van doode Bacteriën, Vibrionen enz. of zelfs eenvoudig anorganische stoffes geweest waren, en dat hij de slingerende bewegingen, die zeer kleine, in vloeistoffen gesuspendeerde voorwerpen onder het mikroskoop steeds vertoonen, de zoogenaamde *Brownian movements*, ten onrechte voor een bewijs van leven gehouden had. Deze tegenwerping is echter onjuist, daar BASTIAN voor eenig criterium van werkelijk leven de voortplanting, de vermenigvuldiging der door hem verkregen organismen aannam, en deze nooit lang op zich wachten liet.

De stoffen, waarmede BASTIAN experimenteerde, waren van zeer verschillende aard. Wij noemen daaronder afgietsels van hooi, rapen,

vleesch en urine, van koolzure, wijnsteenzure, zuringzure, en azijnzure ammoniak, soms met phosphorzure soda gemengd. Met de meesten daarvan kreeg hij positieve resultaten; na eenige dagen of weken werden de vloeistoffen troebel; op de oppervlakte er van vormden zich huidjes en op den bodem afzetsels, en in die huidjes vond hij bij mikroskopisch onderzoek verschillende soorten van lagere zwammen, als Bacteriën (*Bacterium termo*), Vibrionen, Leptothrixvezels en *Torulæ* ¹. Hij onderwierp hierop de vloeistoffen, die bij de gewone kookhitte positieve resultaten gegeven hadden, aan nog sterker hittegraden, en verkreeg nog organismen in afgietsels, die twintig minuten lang op 132°—135° C, ja zelfs vier uren lang op 146°—153° C verhit gebleven waren. Vier uren lange verhitting op 164° of één uur lange blootstelling aan een temperatuur van 240° verhinderde het later optreden van leven, maar dit kon toegeschreven worden aan de chemische alteratie van de vloeistof door die hooge temperaturen, die aan kleurverandering en troebele afzetsels duidelijk merkbaar was.

BASTIAN beproefde ook door abiogenesis organismen te verkrijgen, waarin de koolstof gedeeltelijk door een ander element vervangen was. Met chroom, ijzer, aluminium en borium waren de resultaten steeds negatief, met silicium echter positief. Het silicium schijnt dus ook in het organisme de koolstof te kunnen vervangen. Reeds vroeger was aangetoond, dat het silicium met waterstof, zuurstof en andere elementen verbindingen aangaat, welke zeer op de zoogenaamd organische verbindingen van de koolstof gelijken, en dat het in deze laatste verbindingen de koolstof geheel of gedeeltelijk vervangen kan ².

Hoogst belangrijk zijn de resultaten van een reeks proeven, welke spoedig na het verschijnen van de "Beginnings of Life" door BASTIAN en Dr. BURDON SANDERSON, die als zijn tegenstander was opgetreden, gezamenlijk genomen werden. Zij gebruikten afgietsels van hooi en rapen, het eerste van 1,005, het tweede van 1,012 specifiek gewicht. Het aftreksel van rapen reageerde duidelijk zuur; het werd in twee deelen verdeeld, waarvan het eene met koolzure potasch geneutraliseerd werd. Bij de helft van elk dezer beide deelen werd een

¹ De *Torulæ* behoorende tot de Coniomyceten (Stofzwammen), de overigen tot de Schizomyceten (Splitzwammen).

² Silicononylalcohol, Siliciumjodoform enz.

stukje kaas (new Cheddar cheese ¹) gevoegd en een ander gedeelte met een even groot volumen water verdund. Het neutraal reageerende aftreksel van hooi werd gedeeltelijk onverdund, gedeeltelijk verdund gebruikt. Men kookte de vloeistoffen in retorten, waarvan de hals nauw uitgetrokken was en gedurende het koken dichtgesmolten werd. Men hield de retorten daarop in een waterbad drie dagen achtereen en langer op een constante temperatuur van 30° en opende ze daarna. Mikroskopisch onderzoek leerde, dat zich na drie dagen in het geneutraliseerde aftreksel van rapen (dat reeds den vorigen dag troebel geworden was) eene groote menigte zich levendig bewegende Bacteriën en Leptotrixdraden bevonden. De niet geneutraliseerde aftreksels van rapen met en zonder kaas, en de geneutraliseerde zonder kaas bevatten zelfs 14 dagen later nog geen organismen. Het onverdunde hooiaftreksel begon na drie dagen troebel te worden en was na zes dagen vol kleine, zich levendig bewegende Bacteriën en enkele andere dergelijke mikroskopische plantjes. In onverdund hooiaftreksel, dat bij het staan zuur geworden was, vertoonden zich slechts weinig organismen. De retort met verdund hooiaftreksel bleek gebarsten te zijn, waarom door BASTIAN aan de daarin aanwezige organismen alle bewijskracht voor de abiogenesis ontzegd werd.

Hoe overtuigend en positief deze resultaten ongetwijfeld aan de meesten onzer lezers zullen toeschijnen, zoo was BASTIAN er echter niet mede tevreden, daar hij op grond van zijn vroegere proeven verwacht had, dat zich in al de aftreksels van rapen, zuur of neutraal, met of zonder kaas, Bacteriën zouden ontwikkeld hebben. Hij schreef dit daaraan toe, dat hij ook de schors der rapen gebruikt had, wat hij vroeger niet gedaan had. Daarom begon hij een nieuwe reeks proeven, waarbij alleen het vleesch der rapen voor de aftreksels gebruikt werd, doch die overigens geheel met de eerste overeenkwam. Ditmaal gaven *alle* aftreksels Bacteriën, sommige ook Leptothrixdraden. Dr. SANDERSON wenschte zich nu nog te overtuigen, of men bij zoo sterke voorafgaande verhitting der retorten, dat het glas daarvan er door aangegrepen werd, eveneens positieve resultaten zou verkrijgen. Met dit doel werd een derde reeks proeven genomen, van de eerste alleen verschillende doordat de retorten voor het gebruik een half uur lang verhit en op een constante temperatuur van 25° C gehouden werden. Toch verkreeg men

¹ Nature 1873, Nr. 171.

even positieve resultaten, zoodat Dr BURDON SANDERSON in zijn referaat over deze proeven van BASTIAN ¹ tot het volgende belangrijke besluit komt: "Het doet mij genoegen, vooral met het oog op mijn persoonlijke ondervinding, thans te weten, dat volkomen bewezen is, dat volgens BASTIAN's aanwijzingen vloeistoffen bereid kunnen worden, die door een vijf tot tien minuten lang koken niet beroofd worden van het vermogen om die scheikundige veranderingen te ondergaan, welke door de aanwezigheid van Bacteriën gekenmerkt worden; en dat de ontwikkeling van Bacteriën met de grootste levendigheid plaats hebben kan in hermetisch gesloten glazen flesschen, waaruit te voren door koken alle lucht uitgedreven geworden is."

Intusschen waren de proeven van BASTIAN door een ander Engelsman, HARTLEY, herhaald geworden ², alleen met dit verschil, dat BASTIAN de toegesmolten glazen kolfjes eenvoudig opende en den inhoud zonder bijzondere voorzorgsmaatregelen onder het mikroskoop onderzocht, terwijl HARTLEY ze in een met waterstof gevulde klok, (waarin wegens het gering specifiek gewicht van dat gas geen organische voorwerpen, hoe klein ook, kunnen zweven), opende en onderzocht. HARTLEY's resultaten waren steeds *negatief*, naar hij beweert, wanneer hij dezen voorzorgsmaatregel gebruikte, steeds *positief* daarentegen, wanneer hij dien verzuimde. Het komt mij voor, dat aan de juistheid dezer resultaten getwijfeld mag worden, daar niet aanneembaar is, dat een zoo groote massa Bacteriën, als bij BASTIAN's proeven optrad, zoodat daardoor *voor* het openen der huisjes de vloeistof troebel werd en huisjes ontstonden, eerst *na* het openen der buisjes uit de lucht in de vloeistof zou gevallen zijn.

Terwijl op Britschen bodem de strijd tusschen de voor- en tegenstanders der abiogenesis in vollen gang was, trad in ons vaderland een bondgenoot van BASTIAN op, wiens hoogst nauwkeurige en belangrijke proeven het vraagstuk een nieuwe phase deden introden, namelijk Professor HUIZINGA uit Groningen. Hij begon met BASTIAN's proeven met goed gevolg te herhalen, en deed daarna pogingen om het aftreksel van rapen en de kaas van BASTIAN, door hem niet ten onrechte een misch-masch genoemd, door goed bekende scheikundige verbindingen in bepaalde verhoudingen vermengd, te vervangen. In plaats van kaas

¹ *Nature*, 1873, N^o 167.

² *Proceedings of the Royal Society*, Vol. XX. No. 132.

gebruikte hij scheikundig zuiver peptoon, door hem bereid door behandeling van eiwit met een mengsel van pepsine-extract en verdund zoutzuur, en een vrij ingewikkelde scheikundige behandeling der zoo verkregen oplossing. Dit peptoon gaf, met rapenaftreksel vermengd, dezelfde resultaten als kaas.

Om nu te bewijzen, dat noch in het gebruikte glazen kolfje, noch in het rapenaftreksel, noch in het peptoon Bacteriënkiemen aanwezig geweest waren, deed HUIZINGA contrôle-proeven met de door CONN aanbevolen voedingszoutoplossing (1 deel phosphorzure potasch, 1 deel zwavelzure magnesia, 0,1 deel phosphorzure kalk en 2 deelen wijnsteenzure ammoniak, opgelost in 200 deelen water), in welke vloeistof van zelve geen Bacteriën ontstaan, maar die tot voeding van aanwezige Bacteriën volkomen voldoende is. Deze oplossing, vermengd met een aftreksel van rapen en daarna 5 tot 10 minuten lang in een kolfje gekookt, welk kolfje gedurende het koken dichtgesmolten werd, werd daarna bestendig op een temperatuur van 30° C gehouden, maar bleef volkomen helder en vertoonde na 10 dagen geen spoor van Bacteriën. Even negatief viel de proef uit met een mengsel van de voedingszoutoplossing met peptoon, op dezelfde wijze behandeld. Hieruit blijkt, dat de bij de eerste proef waargenomen Bacteriën noch uit in het kolfje, noch uit aftreksel van rapen, noch uit in het peptoon aanwezige kiemen ontstaan waren.

Bij een volgende reeks proeven werd in plaats van het aftreksel van rapen een oplossing van druivensuiker (glycose) gebruikt. Het resultaat was ditmaal negatief, wanneer de dampkringslucht geen toegang had. HUIZINGA richtte daarom de proef zoo in, dat nadat het mengsel van peptoon, glycose en voedingszoutoplossing in het kolfje gekookt was, lucht door een geschikt filter (om haar van organismen te zuiveren) toetreden kon. Als filter werd aanvankelijk filtreerpapier gebruikt. Het resultaat positief zijnde, deed HUIZINGA, om te bewijzen dat het filter werkelijk het binnendringen van organismen of kiemen van buitenaf belette, contrôleproeven met de voedingszoutoplossing, met een mengsel van voedingszoutoplossing en glycose en met een mengsel van voedingszoutoplossing en peptoon. Bij geen dezer proeven ontwikkelden zich Bacteriën, hoewel de vloeistoffen tot voeding daarvan en de ontwikkeling van aanwezige kiemen volkomen geschikt zijn. Hierdoor was volkomen bewezen, dat het filtreerpapier geen Bacteriën of kiemen daarvan doorlaat.

Om ook de tegenwerping te wederleggen, dat er Bacteriënkiemen in het papier of aan de ondervlakte er van aanwezig geweest waren, herhaalde HUIZINGA zijn proeven met die wijziging, dat hij in plaats van filtreerpapier platen van poreus aardewerk gebruikte, die hij onmiddellijk vóór het gebruik, terwijl de proefvloeistof kookte, in een Bunsensche vlam verhitte en er daarna opdrukte. De resultaten van de hoofdproef en de contrôleproeven bleven volkomen dezelfde. Door een nieuwe contrôleproef werd direct aangetoond dat zulk een plaat van poreus aardewerk geen Bacteriën en kiemen doorlaat. Daar derhalve bewezen is, dat de bij de proeven gevonden organismen niet afstammen kunnen van in de aanwezige stoffen aanwezige kiemen en ook niet van later ingedrongen kiemen, besluit HUIZINGA terecht, dat er geen andere uitweg tot verklaring verblijft, dan *dat de Bacteriën uit de gebruikte stoffen zonder praëxisterende kiemen ontstaan zijn.*

Met nadruk wijst HUIZINGA ook op de omstandigheid, dat bij al deze proeven steeds uitsluitend Bacteriën ontstaan zijn, en nooit het geringste spoor van schimmelmycelium of kiemende schimmelsporen werd opgemerkt; waren de kiemen van buiten af ingedrongen, dan zouden ook deze zich vertoond hebben, daar de lucht daaraan zeer rijk is.

De bij de proeven gebruikte glycese was meestal gewone druivensuiker uit den handel, die nooit geheel zuiver is. Van drie proeven met door herhaaldelijk omkristalliseeren uit sterken alcohol zoo zuiver mogelijk gemaakte druivensuiker, gaf slechts één Bacteriën. Het bleek dus dat in ruwe druivensuiker in kleine hoeveelheid eene zelfstandigheid vervat is, die er door zuiveren met alcohol aan onttrokken kan worden en waarvan de aanwezigheid voor het welslagen der abiogenese noodzakelijk is. Het mógt HUIZINGA gelukken te vinden, dat die zelfstandigheid zoogenaamd oplosbaar amyllum (een overgangproduct tusschen amyllum en dextrine) was, dat men door inwerking van zwavelzuur of nog liever van geconcentreerd zoutzuur op aardappelmeel of stijfsel gemakkelijk bereiden kan.

Hij beveelt thans het volgend mengsel voor de productie van bacteriën aan: 100 water, 0,2 salpeter, 0,2 zwavelzure magnesia, 0,04 neutrale phosphorzure kalk, 2 glycese, 0,2 oplosbaar amyllum, 0,3 pepton, 0,05 calciumcarbonaat (voor uitvoeriger bijzonderheden zie men Pflügers Archiv VII 549, VIII 180).

Professor HUIZINGA maakte zelf de eerste tegenwerping tegen zijn zoo nauwkeurige proeven. Die tegenwerping bestond daarin, dat de

hoofdproef in een neutrale oplossing gedaan is, terwijl bij de contrôleproeven de reactie door dissociatie van ammoniakzout zuur was. Om deze tegenwerping te weerleggen maakte HUIZINGA de contrôlevloeistof door toevoeging van ureum in plaats van ammoniakzout alkalisch. Desniettemin werden er geen Bacteriën in gevonden, terwijl de hoofdvloeistof rijkelijk Bacteriën ontwikkelde, zelfs als zij door eene voorzichtige toevoeging van wijnsteen zuur niet meer alkalisch was.

(Wordt vervolgd.)