

IETS OVER DE AANWEZIGHEID,  
DEN OORSPRONG EN DE BETEKENIS VAN BLADGROEN  
IN HET DIERENRIJK.

DOOR

Dr. W. J. VIGELIUS.

---

De vroeger algemeen gehuldigde leer, als zouden planten- en dierenwereld twee scherp van elkander gescheiden natuurrijken zijn, is dank zij de veelzijdige ontwikkeling der natuurwetenschap in den jongsten tijd geheel ontzenuwd en heeft plaats moeten maken voor andere, betere inzichten. De chemie, de physiologie en de vergelijkende anatomie hebben elkaar de hand gereikt om overtuigend aan te toonen dat er geen absoluut criterium voor dierlijk en plantaardig leven bestaat en dat er dus van eene scherpe grensscheiding tusschen planten- en dierenrijk geen sprake kan zijn.

Talrijke feiten wijzen niet alleen op een nauw verband tusschen beiden, maar bovendien op eene innige verwantschap hunner laagst bewerkteugde leden, feiten die zelfs tot de in het licht der descendentieeler geenszins gewaagde gevolgtrekking leiden, dat planten- en dierenrijk van denzelfden oorsprong zijn en een gemeenschappelijk uitgangspunt hebben gehad, van waar zij zich in den loop der aardgeschiedenis in verschillende richtingen hebben ontwikkeld.

Het zou geenszins moeielijk zijn hier in een uitvoerig overzicht de voornaamste ontdekkingen saâm te vatten, die tot bewijs dezer verwantschapsleer kunnen strekken. Wij zouden plant en dier kunnen vergelijken ten opzichte van hunne chemische samenstelling en van hunne contractiliteits- en irritabiliteitsverschijnselen; wij zouden kunnen wijzen op de fundamenteele overeenkomst hunner grondsubstantie, hunner weefsels, hunner geslachtelijke voortplantingswijze enz. Maar vooral zou zij ons duidelijk worden, wanneer wij tot de laagst bewerkteugde

organismen uit beide rijken afdaalden en dan bijv. zagen dat hunne ontwikkeling niet alleen zeer veel overeenkomst oplevert, maar dikwijls geheel en al hetzelfde verloop heeft, zóó dat de overeenkomstige fasen, die zij achtereenvolgens doorleven, niet van elkaar zija te onderscheiden.

Evenwel, zulks ligt niet in het doel van dit opstel. Wij willen liever eenige oogenblikken stilstaan bij eene reeks van waarnemingen der laatste jaren, die voor de kennis van de betrekking tusschen plant en dier uiterst leerrijk zijn, maar tegelijk doen zien, hoe omzichtig men bij het opsporen van analogieën moet te werk gaan, om niet tot valsche voorstellingen en verklaringen te geraken. De deductie dringt de inductie zoo licht te veel op den achtergrond, vooral wanneer het zwaartepunt van de oplossing eener kwestie eenmaal is ontdekt en dus de methode van onderzoek een vast richtsnoer heeft aangenomen!

De onderzoekingen, die ik op het oog heb, handelen over de aanwezigheid, den oorsprong en de beteekenis van chlorophyl (bladgroen) in het dierenrijk, d. i. van de algemeen verbreide groene kleurstof der plant, die in hare huishouding zulk eene hoogst belangrijke rol vervult<sup>1</sup>.

De ontdekking van chlorophyl of bladgroen in dierlijke organismen dagteekent van voor ongeveer veertig jaren, toen de hoogleeraar SCHULTZE deze kleurstof in het lichaam van laag bewerkteugde platte wormen (Planariën) aantrof. Latere onderzoekers vonden het bladgroen ook in sommige afgietseldiertjes of Infusoriën (bij welke de groene korrels door EHRENBURG voor eieren werden aangezien), in de zoetwaterspons (*Spongilla*), in de gewone zoetwaterpolyp (*Hydra*) en ten slotte nog in enkele andere laag bewerkteugde diertjes (Rhizopoden, Heliozoën enz.).

In 1870 kwam men een belangrijken stap verder door de onderzoekingen van RAY LANKESTER, die de groene kleurstof van verschillende lagere dieren aan het spectroscopisch onderzoek onderwierp en de verkregene spectra met dat van het chlorophyl vergeleek.

Op deze wijze kon hij de lijst der toen bekende chlorophyl-houdende dieren met eenige nieuwe vormen verrijken, waarvan als de voornaamsten de bekende groene zocanemoon (*Anthea cereus*), een schaaldier (*Idotea*

<sup>1</sup> Het chlorophyl der plant is afgezet in kleine korreltjes, die tot dusverre algemeen als homogene deeltjes van de lichaamssubstantie der plantencel (protoplasma) werden beschouwd. PRINGSHEIM heeft echter onlangs de chlorophyl dragende korrels beschreven als "Hohlkörper mit netzartig durchbrochener Hülle, die Hohlräume erfüllt von Tropfen einer ölähnlichen Masse, die ihrerseits den Chlorophylfarbstoff enthält." Hoogstwaarschijnlijk is deze opvatting juist.

*viridis*) en eenige wormen. (o. a. *Bonellia viridis*) vermeld mogen worden.

Sedert dien tijd is het aantal der bekende chlorophylhoudende dieren niet onbelangrijk aangegroeid. Terwijl nu in den beginne de methode van onderzoek nog een vrij oppervlakkig karakter droeg en men zich als hoofddoel stelde, het veelvuldig voorkomen van bladgroen in het dierenrijk te constateeren om daaruit een nieuw bewijs voor de verwantschap tusschen plant en dier te putten, heeft men in den jongsten tijd de zaak van een meer wetenschappelijk standpunt bekeken en is onwillekenig de vraag gerezen: welke is de oorsprong en de physiologische beteekenis van het bladgroen in het dierenrijk en op welke wijze komt het hier voor?

Over het gewicht van deze vraag zullen wij wel niet behoeven uit te weiden. Het spreekt toch van zelf dat het van uiterst veel belang is te weten: 1<sup>o</sup> of de chlorophyllichaampjes der dieren door die organismen *zelve* worden voortgebracht, dan wel of zij van plantaardigen oorsprong zijn en dus uit de omgeving worden opgenomen; 2<sup>o</sup> of de chlorophyllichaampjes der dieren identisch zijn met de chlorophylkorrels der planten, dan wel of zij zich hiervan in "vormbeteekenis" onderscheiden; en 3<sup>o</sup> of het chlorophyl in het dierlijk organisme dezelfde rol speelt als het bladgroen in de plant <sup>1</sup>; dan wel of beide kleurstoffen

<sup>1</sup> Tot meerdere duidelijkheid moge hier een enkel woord over de functies van het bladgroen in de plant zijne plaats vinden. Het chlorophyl der plant vervult zonder twijfel eene "zekere" rol bij het verwerken van anorganisch voedsel (bepaaldelijk koolzuurgas en water) tot organische bouwstoffen (zetmeel en druivensuiker). Doch niet alleen dit proces op zich zelf, ook de daarmee samenhangende verschijnselen, nl. 1<sup>o</sup> opname van koolzuur uit de lucht, 2<sup>o</sup> reductie van dat koolzuur in koolstof en zuurstof en 3<sup>o</sup> afzondering van zuurstof, hebben in "zekere" mate onder den invloed van het bladgroen plaats. Bovendien wordt hiertoe zonlicht vereischt.

Wij drukken ons hier met opzet voorzigtiger uit dan men gewoonlijk pleegt te doen, omdat onlangs de tot dusverre aangenomene leer omtrent de beteekenis van het bladgroen bij de assimilatie eenigszins aan het wankelen is gebracht.

Gewoonlijk omschrijft men de rol van het bladgroen veel scherper en neemt aan dat het bladgroen "bepaald noodig" is voor de zetmeelvorming, daar zijne ontledingsproducten hiervoor "vereischt" worden en dat de koolzuurontleding en de zuurstofafzondering evenzeer "onvoorwaardelijk afhankelijk" zijn van het chlorophyl.

De beroemde physioloog FRINGSHEIM toont nu echter in zijn jongst verschenen opstel aan, dat, al moge het bladgroen van hooge beteekenis zijn voor het assimilatieproces der plant, de zoeven genoemde leer nog geenszins afdoend en streng bewezen is. Zoo is volgens hem de werkzaamheid van het chlorophyl bij de koolzuurontleding nog eene

ten opzichte harer verrichtingen van elkaar afwijken en dus physiologisch eene verschillende waarde bezitten.

De natuurkundigen, die in deze richting het veld der "chlorophylkwestie" hebben ontgonnen en bearbeid, zijn allesbehalve gering in aantal. Als de voornaamsten noemen wij HAECKEL, de gebroeders HERTWIG, KRUKENBERG, CIENKOWSKI, SORBY en SCHENK, HUXLEY, HAMANN en, *last not least*, K. BRANDT, GEZA ENTZ en PATRICK GEDDES, mannen die, althans voor een groot deel, tot de beroemdste biologen van onzen tijd behooren.

Wij zullen nu hunne onderzoekingen op vergelijkende wijze gaan beschrijven, om dan aan het eind de voornaamste resultaten, die — voorloopig gezegd — eene verrassende overeenstemming vertoonen, in het kort na te gaan.

Keeren wij hiertoe in de eerste plaats terug tot die dieren bij welke het chlorophyl het eerst werd ontdekt, nl. tot de Planariën. Sommige dezer wormen bevatten eene groote hoeveelheid der groene kleurstof en zijn dus bijzonder geschikt tot het nemen van proeven.

PATRICK GEDDES stelde, in 1878 te Roscoff zijnde, een groot aantal exemplaren van *Convoluta Schultzei* bloot aan de rechtstreeksche inwerking van zonlicht en nam weldra aan de oppervlakte der dieren eene snelle ontwikkeling van gasbellen waar. Die gasbellen werden zorgvuldig opgevangen en vervolgens aan een nauwkeurig scheikundig onderzoek onderworpen. Hij kwam hierbij tot het verrassende resultaat, dat het ontwikkelde gas niet minder dan 45—55% zuurstof bevatte.

Getuigde dit verschijnsel reeds voor de identiteit der kleurstof met plantaardig bladgroen, zijn vermoeden werd geheel bevestigd toen hij na afloop der proef een mikroskopisch onderzoek naar de groene deeltjes der wormen instelde.

Dit onderzoek leerde, dat in die groene deeltjes in grooten getale zetmeelkorrels aanwezig waren, die zich onder den invloed van het zonlicht hadden gevormd. Ook langs chemischen weg kon dit zetmeel gemakkelijk worden aangetoond.

Het besluit dat PATRICK GEDDES uit deze waarnemingen afleidde, ligt

---

onopgeloste kwestie en is evenmin het feit voldoende bewezen, dat bij de zetmeelvorming binnen in de bladgroenkorrels ontleding en dus verwoesting van het bladgroen plaats heeft. PRINGSHEIM deelt verder mede dat de chlorophylkorrels niet alleen koolzuur maar ook zuurstof uit de lucht kunnen opsorpen. Als zoodanig is het onder "bepaalde omstandigheden", waarop wij hier niet nader kunnen ingaan, tegelijk dienstbaar aan de assimilatie en aan de ademhaling der plant.

voor de hand; de genoemde wormen, waaraan hij den naam "*vegetating animals*" geeft, bevatten inderdaad chlorophyl, dat dezelfde physiologische eigenschappen bezit als het bladgroen in de plant.

Een jaar later gaf PATRICK GEDDES aan zijne onderzoekingen meerdere uitbreiding en bestudeerde gedurende een verblijf te Napels de groene kleurstof van *Bonellia viridis*, een worm uit de groep der Gephyreën, die in de Napelsche golf vrij algemeen voorkomt. Hij experimenteerde met dit dier op dezelfde wijze als vroeger, doch kwam evenals KRUKENBERG, die gelijktijdig hetzelfde onderwerp te Triest behandelde, tot een negatief resultaat. Er had bij *Bonellia* noch ontwikkeling van zuurstof, noch vorming van zetmeel plaats. Later werd deze uitkomst door een nauwkeurig spectroscopisch onderzoek bevestigd. SORBY en SCHENK vonden dat het spectrum der kleurstof van *Bonellia* (bonelleïn) merkbaar afwijkt van dat van chlorophyl, zoodat wij dan ook moeten aannemen dat de vroegere resultaten van RAY LANKESTER op eene dwaling berusten en dat dus *Bonellia* geen chlorophyl bevat.

Eenzoo bleek ook de groene kleurstof van *Idotea viridis* (zie boven) geen bladgroen te zijn.

In de laatste jaren heeft men, ook met het oog op het chlorophylvraagstuk, bijzondere aandacht geschonken aan eene orde van zeer laag bewerktnigde zeediertjes, die door BÜTSCHLI tot de klasse der "*Sarcodina*" of "sarcodediertjes" worden gebracht, omdat hunne levensnitingen zich niet verder dan die der sarkode, d. i. de grondsubstantie der dierlijke cel, uitstrekken. De Radiolariën — zoo is de naam der orde — hebben gewoonlijk eene kogelvormige gedaante en zijn o. a. gekenmerkt door het bezit van een eigenaardig kiezelskelet dat uit naalden bestaat, die of los in het sarcodelichaam verspreid liggen, of tot eene soort van pantser of traliewerk zijn vereenigd, dat de sierlijkste vormen kan aannemen.

HUXLEY, de bekende engelsche zoöloog, maakt in zijne beschrijving van het geslacht *Thalassicolla* voor het eerst gewag van kleine gele korrels, die in de lichaamssarkode der Radiolariën verstrooid voorkomen. Hij noemt deze korrels "*yellow cells*" en beschouwt haar overeenkomstig den naam, als volkomene cellen, daar zij bestaan uit sarkode, die eene kern bevat en van buiten door een wand wordt begrensd. De sarkode is als het ware verzadigd met eene pigmentstof, die de gele kleur veroorzaakt.

HUXLEY zag dat deze "*yellow cells*" zich door dwarse deeling kunnen vermenigvuldigen en vond haar in tal van Radiolariën aanwezig.

In de schoone monographie der Radiolariën, een der eerste werken van den kundigen ERNST HAECKEL, wordt voor het eerst eene meening omtrent de physiologische beteekenis der "gele cellen" uitgesproken. HAECKEL beschouwt haar als secretiecellen of liever als eencellige klieren, die bij het spijsverteringsproces der dieren eene zekere rol vervullen. Een feit, dat tegen deze opvatting schijnt te getuigen, is dat hij in de gele cellen zetmeelkorrels aantrof.

Geheel anders is de verklaring, die later CIENKOWSKI van de "*yellow cells*" heeft gegeven. Deze beschouwt haar als zeer laag bewerktuigde algen, die in het lichaam der Radiolariën parasiteeren. Hiervoor voert hij als krachtigste bewijsgronden aan, dat de gele cellen de afgestorvene Radiolariën geruimen tijd kunnen overleven en dan het vermogen blijven bezitten om zich te vermenigvuldigen; dat zij ontwikkelings-toestanden doorloopen, die geheel met die van eencellige algen overeenkomen, en dat haar aantal bij een zelfde soort uiterst variabel is, hetgeen zeker moeielijk te verklaren zou zijn indien zij voor het levensproces dezer dieren onvoorwaardelijk noodige elementen waren.

Terwijl RICHARD HERTWIG zich nog vrij wel bij HAECKEL's meening aansluit en gelooft dat de gele cellen als voortbrengselen der lichaams-sarkode, zoo niet voor de spijsvertering, dan toch voor de stofwisseling der dieren van belang zijn, ontmoeten wij in de jongere onderzoekers BRANDT, HAMANN en PATRICK GEDDES, krachtige aanhangers van de door CIENKOWSKI verdedigde stelling. Geen hunner twijfelt meer aan de plantaardige natuur der gele cellen. Zooals uit het volgende zal blijken, zijn wij dan ook volkomen gerechtigd de verklaring in dien zin als de waarheid te orkennen.

Dat de gele cellen de Radiolariën kunnen overleven, werd opnieuw zoowel door BRANDT als door PATRICK GEDDES op de meest overtuigende wijze aangetoond. Zoo vond BRANDT o. a. twee maanden na het afsterven der dieren in de overblijfselen hunner sarkode nog een aantal gele cellen aanwezig, die zich sterk vermenigvuldigden. Hare voortplanting geschiedt door deeling en stemt volgens PATRICK GEDDES geheel overeen met die, welke wij bij eencellige algen (*Protococcus* enz.) waarnemen. De algnatuur der gele cellen werd verder nog door andere interessante waarnemingen bevestigd. Zoo bleek haar wand uit cellulose te bestaan en haar kleurstof identisch te zijn met die der Diatomaceeën

(Algen). De physiologische overeenkomst der kleurstof met bladgroen werd door GEDDES nader aangetoond door een aantal Radiolariën onder den invloed van direkt zonlicht te brengen. Hij zag dan wederom duidelijk het ontsnappen van gasbellen, die een hoog gehalte aan zuurstof bevatten, en vond dat er gedurende het experiment in de gele cellen zetmeelvorming had plaats gehad.

Dergelijke feiten zijn van zóó overtuigende kracht, dat wij met de genoemde onderzoekers de gele cellen der Radiolariën als eencellige algen moeten beschouwen, die uit de omgeving der dieren in hun sarkode worden opgenomen en daarin blijven voortleven. PATRICK GEDDES vereenigt de gele algen onder den geslachtsnaam *Philozoon* (dierenvriend) en onderscheidt vier soorten, die echter niet allen uitsluitend bij Radiolariën voorkomen.

Ook sommige zeeanemonen of Actiniën dragen eene groene kleurstof die, zocals wij reeds opmerkten, door RAY LANKESTER spectroscopisch werd onderzocht en voor chlorophyl werd gehouden. Wat is natuurlijker dan dat men in den laatsten tijd, bij het verkrijgen van zulke interessante resultaten, ook de kleurstof dezer dieren aan een vernieuwd en nauwkeurig onderzoek onderwierp, te meer daar RAY LANKESTER omtrent het groene pigment van *Bonellia* en *Idotea* gefaald had?

KRUKENBERG experimenteerde evenals zijn voorganger met exemplaren van het geslacht *Anthea* en vond dat de spectra van de *Anthea*-kleurstof en van het bladgroen aanmerkelijk van elkaar verschillen. Ter onderscheiding hiervan noemt hij de eerste *Anthea*-groen.

Zonderen wij HAMANN uit, die de groene lichaampjes der zeeanemonen als eencellige klieren beschouwt, dan zijn de resultaten der jongere onderzoekers in lijnrechten strijd met die van KRUKENBERG.

Zoowel de gebroeders RICHARD en OSCAR HERTWIG als de verdienstelijke PATRICK GEDDES, beweren en bewijzen tegelijk dat ook de groene lichaampjes in de tentakels (vangarmen) van verschillende zeeanemonen niets anders dan eencellige algen zijn, die in het lichaam der dieren worden opgenomen en onder die omstandigheden hunne levensvatbaarheid blijven behouden.

Om tot deze uitspraak te geraken, volgden zij wederom denzelfden weg als hierboven werd aangegeven.

De beide HERTWIG's leverden het bewijs dat de pigmentlichaampjes der zeeanemonen ook buiten het lichaam dezer dieren als geheel zelf-

standige organismen kunnen voorkomen en dat zij eene merkwaardige overeenstemming met de gele cellen der Radiolariën vertoonen; PATRICK GEDDES deed ons zien dat zij de beteekenis van plantaardige cellen hebben, die voorzien zijn van eene kern en een cellulose-wand. Uit de ontwikkeling van zuurstof en de vorming van zetmeel in de groene cellen, wanneer deze in het zonlicht werden geplaatst, bleek bovendien de identiteit der kleurstof met chlorophyl.

Het gas, dat *Anthea cereus v. smaragdina* onder die omstandigheden afzondert, bevat niet minder dan 32—38 % zuurstof.

De groene lichaampjes van sommige Medusen (kwallen) komen volgens GEDDES, zoowel in vormbeteekenis als in physiologische eigenschappen geheel met die der zeeanemonen overeen. Zij zijn ook hier van plantaardigen oorsprong.

De oorzaak, dat zijne resultaten met die van KRUKENBERG verschillen, werd door hem op scherpzinnige wijze ontdekt. Het bleek hem nl. na veel moeite dat de zeeanemonen, waarmede de laatste proeven had genomen, twee groene kleurstoffen bevatten, waarvan de eene chlorophyl, de andere geen chlorophyl was. Wat is duidelijker dan dat deze kleurstoffen, gezamenlijk aan het spectroscopisch onderzoek onderworpen, een spectrum gaven, hetwelk van het chlorophylspectrum merkbaar afweek?

Wij moeten nu nog een derde reeks van waarnemingen uit den jongsten tijd vermelden, die ook voor ons onderwerp van veel belang zijn en zelfs een groot gewicht in de schaal leggen. Zij zijn afkomstig van professor GEZA ENTZ uit Klausenburg en handelen over de chlorophyllichaampjes der Infusoriën.

Deze schrijver deelt ons mede, dat in de meest verschillende families der afgietseldiertjes chlorophylhoudende vormen voorkomen, maar dat de aanwezigheid van groene lichaampjes geenszins als maatstaf tot onderscheiding der soorten kan worden gebruikt, omdat zij in zeer verschillende hoeveelheid voorkomen en bij dieren, die er gewoonlijk van voorzien zijn, soms geheel ontbreken.

Alleen die Infusoriën bevatten groene deeltjes, welke of omnivoor d. i. allesetend zijn, of zich bij voorkeur met eencellige chlorophylhoudende organismen (algen of Euglenen) voeden.

GEZA ENTZ vermeldt verder dat Infusoriën, die veel chlorophyllichaampjes bevatten, geene vaste voedingstoffen tot zich nemen, eene



waarneming, die zooals zal blijken, geheel in harmonie is met zijne verdere beschouwingen.

De chlorophyllichaampjes der Infusoriën vertoonen zich als smaragd-groene bolletjes, die voornamelijk in het zoogenoemde "ectoplasma" d. i. de buitenlaag der sarkode liggen opgehoopt. Zij hebben een duidelijk omkleedsel en bevatten behalve de groene kleurstof eene kern, twee contractiele blaasjes (vacuolen) en een aantal kleine lichaampjes die uit een met zetmeel verwante stof — paramylon — bestaan. Uit deze gegevens blijkt alweer ten duidelijkste dat de groene lichaampjes der Infusoriën geen gewone bladgroenkorrels zijn, maar dat zij de beteekenis hebben van chlorophylldragende cellen.

Verwijdert men de groene cellen voorzichtig uit het lichaam der dieren (onder water), dan sterven zij niet af maar blijven voortleven, vermenigvuldigen zich en ontwikkelen zich tot eencellige algen, die ENTZ o. a. gemakkelijk als de vormen *Palmella* en *Tetraspora* kon erkennen.

Doch om haar algnatuur aan te toonen, is afzondering niet eens altijd noodig. De genoemde ontwikkeling heeft soms ook binnen in het infusorium plaats, bijv. in het lichaam van *Stentor polymorphus*, alwaar de groene cellen zich geheel en al als levende zich ontwikkelende algen gedragen.

Met dit bewijs, dat de groene cellen der Infusoriën algen zijn, stelde GEZA ENTZ zich nog niet tevreden. Hij wilde bovendien dit bewijs versterken door den oorsprong der groene cellen na te gaan. Hiertoe voedde hij verschillende Infusoriën, die geen chlorophyl bevatten, kunstmatig met eencellige algen en zag dat na eenigen tijd een deel dezer algen van de weeke binnenlaag der lichaamssarkode (entoplasma) in de buitenlaag geraakte. Daar eenmaal aanwezig, ondergingen zij snel opvolgende deelingen en ontwikkelden zich tot lichaampjes, die volkomen identisch waren met de gewone groene cellen, die bij talrijke infusoriën in het ectoplasma voorkomen.

Een dergelijk empirisch bewijs mag zeker wel allen twijfel op den achtergrond schuiven!

Volgens ENTZ behooren de algen, die in infusoriën leven, niet tot ééne maar tot verschillende soorten. Hij vat hen te zamen onder den naam "pseudo-chlorophyllichaampjes", een term, die hen naar onze meening op onvoldoende wijze karakteriseert.

Belangrijk is de groote overeenkomst in resultaten van twee mannen als GEZA ENTZ en PATRICK GEDDES, die niet alleen twee zoo verschillende

diergroepen bestudeerden maar ook, voor zoover wij althans uit hunne geschriften moeten opmaken, geheel onafhankelijk van elkaar werkten!

Na uit het voorgaande den oorsprong en den aard van de gele cellen der Radiolariën en van de groene lichaampjes der Zeeanemonen, Medusen en Infusoriën te hebben leeren kennen, vraagt wellicht de opmerkelijke lezer: hoe verhouden zich nu in dit opzicht de chlorophylhoudende dieren welke *niet* tot de genoemde groepen behooren, met name de zoetwaterpolyp (*Hydra*), de zoetwaterspons (*Spongilla*) en de reeds hierboven genoemde Planariën? Zijn hunne groene lichaampjes identisch met de chlorophylkorrels der planten dus deelen van cellen, of zijn zij ook hier eencellige plantaardige organismen, die zich in het lichaam der dieren nestelen?

Dank zij de onderzoekingen van Dr. BRANDT, heeft ook dit vraagstuk zijne volledige oplossing gevonden, en wel in dien zin, dat de groene lichaampjes dezer dieren geene uitzondering op den regel maken en dus ook algen zijn. De chlorophyllichaampjes van *Hydra*, *Spongilla*, Planariën en Infusoriën vertoonen onderling eene merkwaardige overeenstemming. Zij bezitten een cellulose-wand, die den "celinhoud" omsluit. Deze laatste bestaat uit sarkode, die niet gelijkmatig groen gekleurd is zooals bij de chlorophylkorrels der planten, maar behalve groene ook *kleurstofvrije* deeltjes bevat. Ook vinden wij eene kern aanwezig, die in de bladgroenkorrels altijd ontbreekt. Aan hunne celnaatuur valt dus niet te twijfelen.

De groene cellen der door BRANDT onderzochte dieren kunnen na den dood dezer laatsten dagen, ja weken lang blijven voortleven en vormen onder den invloed van het zonlicht zetmeel. (Verg. bl. 310). Zij gedragen zich geheel en al als eencellige planten.

De in *Hydra*, *Spongilla*, Planariën en Infusoriën voorkomende algen vereenigt BRANDT onder den geslachtsnaam *Zoochlorella*, die der Radiolariën en Actiniën noemt hij *Zooxantella*. (*Philizoon* PATRICK GEDDES.)

Vatten wij in het kort de verkregene resultaten samen, dan komen wij tot het volgende besluit:

- 1° het chlorophyl komt bij tal van lagere dieren voor;
- 2° het gedraagt zich in het dierlijk organisme physiologisch evenals in de plant;
- 3° de dieren die chlorophyl bevatten, brengen die kleurstof niet zelve

voort, maar nemen haar als een bestanddeel van laag georganiseerde planten (eencellige algen) van buiten op; bijgevolg zijn 4<sup>o</sup> de zoogenaamde "chlorophyllichaampjes" der dieren geenszins identisch met de bladgroenkorrels der planten.

Er blijft ons nu nog ten slotte over na te gaan, welke gevolgtrekkingen wij uit de bovenstaande feiten kunnen afleiden, 1<sup>o</sup> met het oog op de leer van de verwantschap tusschen dier en plant, 2<sup>o</sup> — wat niet minder belangrijk is — met het oog op de physiologische betrekking, waarin de in gemeenschap levende organismen tot elkander staan.

Nog niet lang geleden meende men door het aantoonen van bladgroen in het lichaam van dieren een nieuw en belangrijk bewijs te hebben gevonden voor de verwantschap, die tusschen de planten- en dierenwereld bestaat.

En geen wonder! Men vond in het dierenrijk eene stof aanwezig, die tot de meest verbreide in het plantenrijk behoort en die volgens het oordeel van uitstekende geleerden, als STEIN, EHRENBURG en anderen, door de dieren zelve kon worden gevormd. Wat kon beter vóór die leer getuigen? Intusschen, een blik op de resultaten der hierboven geschetste onderzoekingen doet ons dadelijk inzien, dat dit chlorophylargument, als we het zoo mogen noemen, al van heel weinig waarde is en wel om de eenvoudige reden dat het bladgroen, waar het ook in de natuur voorkomt, altijd een plantaardig voortbrengsel blijkt te zijn, dat nooit zijne plantaardige eigenschappen verloochent.

Wij zullen er intusschen wel nauwelijks op behoeven te wijzen, dat hierdoor de genoemde verwantschapsleer geenszins aan het wankelen wordt gebracht. Integendeel, de bewijzen daarvoor zijn te over, en groeien nog als 't ware met den dag aan!

Bij de laatste vraag: in welke physiologische betrekking staan de in gemeenschap levende organismen (dier en alg) tot elkaar? moeten wij wat langer stilstaan. Evenwel, het antwoord is geenszins moeielijk te geven. Gaan wij hiertoe na in hoeverre beide elkander nut of nadeel aanbrengen.

Evenals het zetmeel dat in de bladgroenkorrels der plant ontstaat, na in den vloeibaren vorm te zijn overgebracht, de celwanden doordringt en zodoende de geheele plant tot voedsel verstrekt, zoo kan het niet anders of het dierlijk organisme, waarin de zetmeelvormende algen voorkomen, moet ook een deel van het in die planten gevormde zetmeel door osmose deelachtig worden en zodoende van voedsel wor-

den voorzien. De alg verzorgt op die wijze het dier waarin zij leeft.

Maar ook nog in andere opzichten is zij haar "huisheer en woning" voordeelig. Wanneer zij nl. afsterft kan haar lichaam door het dier direct als voedsel worden gebruikt, want hare bestanddeelen zijn van dien aard, dat zij tot opbouw van het vereischte voedingsvocht (bloed) kunnen dienen.

Bovendien nog leveren de algen, wanneer zij aan het zonlicht zijn blootgesteld, eene groote hoeveelheid zuurstofgas en zijn zodoende belangrijke factoren tot bevordering van de ademhaling en stofwisseling in het dierlijk organisme.

In 't kort, de algen zijn voornamelijk in drieërlei opzicht nuttig voor het dier dat zij bewonen: 1<sup>o</sup> leveren zij zetmeel, 2<sup>o</sup> zijn zij eene bron van zuurstof, en 3<sup>o</sup> bieden zij na den dood haar lichaam tot verbruik aan.

In hoeverre is nu omgekeerd het dier nuttig of schadelijk voor de algen?

Het is bekend dat elk dierlijk organisme koolzuurgas uitademt, eene stof, die bij de stofwisseling in het lichaam ontstaat en naar buiten moet worden afgevoerd.

Behalve dat koolzuur worden er in het dierlijk lichaam nog andere stofwisselingsprodukten gevormd, die gezamenlijk als stikstofhoudende stoffen bekend zijn; ook deze moeten geregeld uit het lichaam worden verwijderd.

Zowel deze laatsten, als ook — en wel in bijzondere mate — het koolzuur, worden gretig door de algen opgenomen, want zonder deze stoffen kunnen de algen niet assimileeren en geen zetmeel vormen, hetwelk toch voor de instandhouding van haar leven bepaald vereischt wordt.

Het dier verschaft dus aan de algen eene voortdurende bron van voedingsmateriaal, dat tot opbouw van voedsel moet dienen.

Omgekeerd moeten ook de algen, door het opnemen en verzamelen der stofwisselingsprodukten van het dier, voor het laatste wederom als nuttige elementen worden beschouwd, want het spreekt van zelf dat de ademhaling en de stofwisseling van het dier een geregelder en beter verloop zullen hebben, naarmate de afvoer der stofwisselingsprodukten sneller en volkomener plaats heeft. Dat de zuurstof, die de algen afzonderen, werkelijk voor een groot deel door het dier wordt opgenomen en verbruikt, bewees PATRICK GEDDES door eene zeer sprekende proef.

Er komen namelijk van den polypenstok *Gorgonia verrucosa* twee variëteiten voor waarvan de eene rood, de andere wit is.

De roode variëteit bevat geene algen en scheidt, in het zonlicht ge-

plaatst, geene zuurstof af; zij bevat eene roode kleurstof, die onder den naam "tetroneerythrine" bekend is en volgens de opgaven van KRUKENBERG en MEREJSKOWSKY eene belangrijke rol in het dierenrijk speelt. Zij komt zoowel bij hoogere als bij lagere dieren voor en heeft de eigenschap de zuurstof uit de omgeving tot zich te trekken, waardoor zij aan de ademhaling der dieren bevorderlijk is.

De witte Gorgonia-variëteit daarentegen bevat wel groene algen, die onder den invloed van het zonlicht zuurstof afscheiden.

Om nu na te gaan of een deel der op die wijze geleverde zuurstof door het dier wordt geabsorbeerd, bepaalde hij percentsgewijze de hoeveelheid zuurstof die onder gelijke omstandigheden door *zelfstandig* levende eencellige algen en door de algen in de Gorgonia-variëteit worden afgescheiden. Het resultaat was, dat de laatsten in een zeker tijdsverloop altijd *minder* zuurstof afscheiden dan de eersten, en dit laat zich alleen verklaren door aan te nemen dat een zekere hoeveelheid der vrij gewordene zuurstof dadelijk door het lichaam der polypen wordt verbruikt.

Uit bovenstaande redeneering volgt dus dat dier en plant, die op zulk eene hoogst eigenaardige wijze te zamen leven, elkander wederkeerig nuttig zijn en elkaars bestaan helpen bevorderen en verlengen.

Vragen wij ons af, of wij dezen vorm van samenleven als een geval van parasitisme moeten beschouwen, waarbij het dier op de alg of de alg op het dier woekert, dan luidt het antwoord: neen. Daar toch, waar wij in de natuur parasitisme waarnemen, zien wij gewoonlijk op zeer merkbare wijze dat er een strijd om het leven ontstaat en dat het eene organisme, waarop het andere woekert, in meerdere of mindere mate daaronder lijdt en verzwakt.

Hier nu heeft juist het tegenovergestelde plaats; plant en dier in "consortium" levende, gedijen beide uitstekend; ja, de omstandigheden waaronder zij leven, zijn zelfs voor beide zoo gunstig als maar mogelijk is, hetgeen dan ook o. a. bevestigd wordt door het feit dat de alghoudende *Anthea cereus* een dier zeeanemonen is, welke het overvloedigst voorkomen.

In plaats van een strijd om het leven aan te gaan, sluiten zij als 't ware een duurzaam verbond, om elkaars leven zooveel mogelijk te verzekeren. Het is een der vele gevallen van "commensalisme", zooals P. J. VAN BENEDEN, of van "symbiose", zooals DE BARRY een dergelijk samenwonen of samenleven van twee verschillende organismen heeft genoemd.

Ook in het plantenrijk komt een dergelijk geval van associatie voor, waarop wij hier nog even willen wijzen.

Het lichaam der Korstmossen of Lichenen, die tot de zoogenaamde "Loofplanten" behooren, is volgens de onderzoekingen van SCHWENDENER, BORNET, STAHL enz. ook uit tweeërlei organismen opgebouwd, namelijk eencellige algen en laagbewaterkuigde zwammen of *Fungi*.

Maakt men eene dunne doorsnede van zulk eene korstmos, dan vindt men tusschen de weefselementen van de zwam òf op bepaalde plaatsen òf overal de ronde eencellige algen verspreid. Intusschen is de betrekking, waarin hier alg en zwam tot elkaar staan, eene eenigszins andere dan in de bovenstaande gevallen, waar alg en dier te zamen leven. Bij de Korstmossen vinden wij namelijk een voorbeeld van waar parasitisme. De fungus toch kan zonder de algen niet bestaan; voor zijn leven is hare aanwezigheid een bepaald vereischte. Bij de vorming eener korstmos zullen er dus *eerst* algen moeten zijn, vóór dat de zwammen zich kunnen ontwikkelen. Wij zien dan ook dat bij dit proces de fungus-elementen de algen omsingelen en deze belegeren en aanvallen. Voor het leven der dieren, die eencellige planten tot woonplaats verstrekken, zijn deze laatsten wel is waar nuttig maar niet bepaald noodzakelijk, want die dieren kunnen ook zonder de algen bestaan. Ook worden zij eerst in het dierlijk organisme opgenomen, wanneer dit tot zijne volkomene ontwikkeling is gekomen.

De overeenkomst, die tusschen de Lichenen en de alghoudende dieren bestaat, geeft PATRICK GEDDES aanleiding deze laatsten met den naam "*animal lichens*" te bestempelen. Strikt genomen is deze benaming onjuist, omdat de verhouding waarin in beide gevallen de twee organismen tot elkaar staan, geenszins dezelfde is.

De naam Phytozoon (Plantdieren), die BRANDT aan de chlorophylhoudende dieren geeft, is zonder twijfel juist, omdat daardoor de zuiver plantaardige levenswijze dezer dieren wordt aangeduid.

---

N. B. Toen dit opstel reeds ter perse was, verscheen eene uitvoerige verhandeling van Professor RAY LANKESTER over het voorkomen van bladgroen in sommige lagere dieren. Gebrek aan plaatsruimte verbiedt ons deze jongste proeve van den engelschen zoöloog te bespreken; wij vermelden haar alleen ter wille der volledigheid.

---