

# SYMBIOSE.

DOOR

Dr. L. POSTHUMUS.

---

De gevallen van *Symbiose* komen zóó verspreid voor in de litteratuur, dat het nuttig zijn kan die, zooveel mogelijk, tot één geheel te vereenigen.

Het zal in de eerste plaats noodig zijn, zoo juist mogelijk vast te stellen wat onder dit woord wordt verstaan. Woordelijk vertaald beteekent het »tezamen leven«. Die uitdrukking nu zou kunnen leiden tot begripsverwarring. Want er worden vele dieren gevonden, die om de een of andere oorzaak, of ook met een bepaald doel, hetzij tijdelijk, hetzij altijd tezamen leven. Zoo vertoonen zich, dikwijls plotseling, in de noordelijke zeeën de Zeevonken (*Noctiluca miliaris*), kogelvormige Infusiediertjes, dié dikwijls de voornaamste oorzaak zijn van het lichten der zee, in zulke groote en dichte massa's, dat de oppervlakte der zee met een vinger dikke laag bedekt is. Er is voor de individuen aan dit vereenigd zijn noch voordeel, noch nadeel verbonden, het zijn alle dieren van dezelfde soort, gebonden aan dezelfde bestaans-voorwaarden, als zeestroomingen, zoutgehalte en temperatuur van het water, enz., die hun vereenigd leven bepalen. Andere dieren, z. a. de Treksprinkhaan, de, de gebergten van Zweden en Noorwegen bewonende, Lemming, de bruine Rat, enz., trekken in groote scharen naar andere streken, wanneer zij, door gebrek aan voedsel, daartoe gedreven worden. Weder andere dieren, z. a. de Honingbij, sommige Wespen, Mieren, Termieten, leven samen in zoogenaamde maatschappijen of staten.

In al die gevallen hebben we te doen met een tezamen leven

van een groot aantal dieren van dezelfde soort en deze vereenigingen vallen niet onder het begrip »symbiose«. Evenmin is dit altijd het geval, wanneer b. v. twee dieren of twee planten, beide tot verschillende soorten behoorend, te zamen leven. Men spreekt niet van symbiose bij den Klimop en den Eik, noch bij het Warkruid en de Klaver, al heeft ook de Klimop zich door zijn hechtwortels vast verbonden met den stam van den Eik, en al hebben de draadvormige stengels van het Warkruid den stengel van de Klaver stevig omwonden. De Klimop heeft in zooverre nog nut van den Eik, dat hij dien stam gebruikt om zich vast te hechten en er tegen op te klimmen, de Eik krijgt er niets voor terug. En in het laatste voorbeeld is het voordeel geheel aan den kant van het Warkruid (*Cuscuta*), en de Klaver verliest er het leven bij. Immers, wanneer de stengel van de Klaver eerst goed omwonden is door den stengel van het Warkruid, dan ontwikkelen zich uit dit laatste zoogenaamde boor- of zuigwortels, die den stengel van de Klaver binnendringen en aan deze plant het voedsel ontnemen, dat zij voor haar bestaan noodig heeft. (*Parasitisme.*)

We kunnen nu gemakkelijk er toe komen een bepaling te geven van het woord »Symbiose«; *het is het tezamen leven van twee dieren, of twee planten, of van een plant met een dier, zóó dat voor beide individuen dat tezamen leven voordeelig is. Zij worden steeds met en bij elkander aangetroffen en het ééne individu kan niet of ternauwernood zonder het andere blijven bestaan.*

Een tezamen leven van twee dieren kan ook van tijdelijken aard zijn, de beide dieren leven dikwijls van elkander onafhankelijk, zoodat het ééne dier ook buiten het andere kan blijven leven. In dat geval spreekt men van *Mutualisme*. Een scherpe grens is tusschen beide begrippen dikwijls niet te trekken.

*Symbiose van een zoogdier met een vogel.* SCHILLING zegt in zijn werk: »Mit Blitzlicht und Büchse«, 2e dr. 1905, omtrent den Neushoorn, dat, bij de jacht op dit dier, niet alleen moet gelet worden op de richting van den wind, maar ook hierop, of de dieren al dan niet vergezeld zijn van Ossenpikkers (*Buphaga*), vogels, die tot de familie der Spreeuwen behooren. Deze vogels volgen, behalve den Neushoorn, ook de kudden van Antilopen, Olifanten en andere dieren, om zich te vergasten aan de parasieten, die op deze dieren leven, terwijl zij met de behendigheid van de Spechten op deze dieren rondklauteren. In vele gevallen vertrouwt de rustende Neushoorn op zijn kleine, trouwe kameraden uit de vogelwereld; want

niet alleen bevrijden zij het dier van de lastige parasieten, maar zij waarschuwen het ook, bij naderend gevaar, door schelle geluiden en een snel opvliegen. Er bestaat hier alzoo, zegt SCHILLING, een *symbiose* van een dier met een zeer scherpen reuk met een ander, dat scherptziend is. — Andere schrijvers beschouwen dit tezamen leven als een geval van *mutualisme*.

*Symbiose van een kruipend dier met een vogel.* De Nijlkrokodil wordt steeds vergezeld door een kleine, tot de Plevieren behorende Waadvogel, *Cursorius aegypticus*, die reeds door Herodotus, onder den naam *Trochilos*, beschreven is. Niet alleen weet deze vogel de op de zandbanken van den Nijl zich in de zon koesterende Krokodillen te bevrijden van bloedzuigers en vliegen-larven, maar waarschuwt hen ook, door zijn stem, wanneer een vijand nadert. (»Haacke, Tierleben der Erde«, III, S. 28.)

*Symbiose van Krabben met andere dieren.* De gewone Zeerab, (*Cancer pagurus*) uit de Noordzee, alsmede de in de Middellandsche zee voorkomende Schildkrabben (*Dromia*), houden er zeer van zich, als 't ware, te laten begroeien door Sponsen, Zeepokken, Kokerwormen, enz., ja het gebeurt zelfs dat zij, om zoo te zeggen, »eigenhandig« die dieren op hun rug plaatsens. Het is duidelijk, dat hieruit voor beiden tezamen levenden een voordeel ontstaat. De Krabben verkrijgen daardoor bij hare rooftochten een passende vermomming, terwijl door den opwaartschen druk van het water de te dragen last van geringe beteekenis is. Aan de andere dieren wordt, doordien zij telkens naar andere plaatsen gebracht worden, en ook door hetgeen van den buit wegvalt, het verkrijgen van voedsel beter en gemakkelijker gemaakt.

Van de Heremietkrabben is het bekend, dat zij haar week lichaam in een slakkenhuis verbergen en met deze woning rondtrekken om, onder die beschutting, levende dieren aan te vallen. Eene in de Middellandsche zee, bij Napels, veel voorkomende soort (*Pagurus Prideauxii*) stelt zich met deze beschutting alleen niet tevreden, maar draagt op het slakkenhuis, meestal in de nabijheid van den mond daarvan, steeds met zich mede een prachtig gekleurde Zee-anemoon (*Adamsia palliata*). Ja, soms is dat slakkenhuis bezet met 2, 3, dikwijls met 10—12 Zee-anemonen die de geheele buitenvlakte er van innemen, van onderen en van boven, zoodat die vormlooze massa, als de Krab zich voortbeweegt, veel gelijkt op een volgeladen, heen en weer waggelenden wagen, die ieder oogenblik dreigt om te slaan. Die hinderlijke last wordt door de Krab opzettelijk opgeladen; men heeft waargenomen dat zij zelve de Zee-anemoon op

het slakkenhuis plaatst, en zij zou dit zeker niet doen, indien er niet een groot voordeel voor haar aan verbonden was, terwijl de bereidwilligheid, waarmede de Zee-anemoon het toelaat, het zeer waarschijnlijk maakt, dat ook deze van haren kant er voordeel in ziet. Dr. EISIG heeft van de gelegenheid, die hem aan het zoölogisch station te Napels werd aangeboden, gebruik gemaakt om dit tezamen leven van twee zoo geheel verschillende dieren te verklaren. De Zeeanemonen behooren tot de meest gevreesde bewoners der zeeën, omdat zij het best gewapend zijn. Zij zijn namelijk in het bezit van millioenen voor het bloote oog onzichtbare wapens, die zoowel aanvallend als verdedigend kunnen gebruikt worden en, onder omstandigheden, zelfs voor den mensch niet zonder gevaar zijn; dit zijn de zoogenaamde Netelkapsels of Netelorganen. Zij liggen in de buitenste laag van de huid (*ektoderm*), vooral in die der vangarmen, die in een krans den mond omringen. Het zijn uiterst kleine, eivormige, door een veerkrachtigen wand begrensde holten, waarin zich een lange spiraalsgewijs opgerolde, holle draad bevindt en bovendien eene eenigszins kleverige, zeer bijtende vloeistof, die een brandend gevoel en dikwijls blaren op de huid veroorzaakt. Wordt op het netelorgaan druk uitgeoefend dan wordt de draad met groote snelheid naar buiten geworpen en ontrolt zich geheel en al. De werking dier netelorganen bestaat daarin, dat een dier met een zachte huid zich zeer gevoelig brandt, als het met die draden in aanraking komt en niet zelden, daar een buitengewoon aantal draden tegelijk werkt, geheel verlamd wordt; bovendien leggen zich die lange draden als de draden van een spinneweb om de prooi. Volgens eene berekening van MÖBIUS worden bij een soort van Zeeanemoon (*Anthea Cereus*) in één enkelen van hare 150 vangarmen niet minder dan 43 millioen netelorganen gevonden, alzoo in 't geheel 6350 millioen. In den regel worden deze organen op bepaalde plaatsen der vangarmen in grooter aantal bij elkaar aangetroffen dan op andere plaatsen, zoodat daar dikke verhevenheden, de zoogenaamde netel-batterijen, ontstaan.

De aanwezigheid van die organen bij de Zee-anemonen verklaart de betrekking, waarin zij tot de Heremietkrab staan. Zij beschermen deze door hare netelorganen tegen allerlei vijanden, visschen en inktvisschen, die het niet wagen een met een Zee-anemoon bezette krab aan te vallen. De laatste is dan ook angstig bezorgd om hare metgezellin; want wanneer zij, in omvang toegenomen, gedwongen wordt haar huis te verlaten en een nieuwe, ruimere woning te betrekken, dan maakt zij de Zee-anemoon, met de grootste voorzichtig-

heid, met behulp van hare scharen los van de oude woning en plaatst haar op de nieuwe, en de Zee-anemoon laat dit zonder verzet toe; ja, het anders nogal zeer gevoelige dier trekt daarbij niet eens hare vangarmen in.

En dat de Zee-anemonen, die het vermogen om zich te bewegen slechts in zeer geringe mate bezitten, harerzijds er voordeel van hebben, dat zij in de beweging van de Krab deelen, zal duidelijk worden als men, eerstens, bedenkt, dat de met een fijnen reuk begaafde Krab het verstaat steeds volop voedsel te vinden, waarbij voor de Zee-anemoon ook altijd eenige brokken afvallen, en tweedens, wanneer men waarneemt dat, wanneer de Krab een prooi gevangen heeft, zij niet zelden aan hare gezellin stukken daarvan met de scharen aanbiedt, die in ontvangst genomen worden als een haar toekomstige schatting; soms neemt zij zelf, zonder complimenten, het voedsel uit de scharen van de Krab weg.

Bij een andere kolonievormende Polyp (*Podocoryne Carnea*) heeft men waargenomen, dat zij, zich bevindend op het slakkenhuis van *Pagurus Prideauxii* rondom den mond van het slakkenhuis, d.i. dus rondom den toegang tot het toevluchtsoord van de Krab, lange, draadvormige, met talrijke netelorganen bezette verdedigings-polyphen ontwikkelt, die, zoodra een vijand het waagt de bewoonster van het slakkenhuis te verontrusten, naar hem worden uitgeslagen (KRAEPELIN) <sup>1</sup>.

Dezelfde schrijver maakt ook melding van een visch (*Trachichthys*), die de koraalriffen van Java bewoont, en die zijn vast verblijf houdt in de ruimte, gevormd door de vangarmen van een groote, gele Zee-anemoon. Deze past wel op, dat zij hare wapens tegen den visch niet gebruikt, maar zij wordt dan ook — men heeft dit tenminste in een aquarium waargenomen, — voor dien dienst door haren kleinen metgezel beloond. Want deze pakt de op den grond gevallen brokjes van het voedsel op en steekt die haar in den mond, terwijl hij voor zichzelf maar heel kleine stukjes ervan behoudt. Indien de visschen uit de hen beschermende ruimte werden verwijderd, dan waren zij ook spoedig het offer geworden van andere op hen jachtmakende dieren.

*Symbiose bij Insecten.* <sup>2</sup> Men kent tegenwoordig een groot aantal

1) Die Beziehungen der Tiere zu einander und zur Pflanzenwelt, Leipzig 1905.

2) E. WASMANN, Die Gäste der Ameisen und Termiten Ill. Z. f. Entom. III 1898 S. 145 ff.

*kevers*, tot verschillende familiën behoorende, die in de nesten van *mieren* gevonden worden. Zij vinden daar niet alleen woning en voedsel, maar worden ook door de mieren geholpen in hun strijd om het bestaan, terwijl zij zonder die hulp er menigmaal het leven bij zouden inschieten. Dikwijls zijn zij blind en dan weten zij zich van het noodige voedsel te voorzien door de werkmieren, die zij op hun weg ontmoeten, zoolang tikjes te geven met hun knodsvormige sprieten, tot deze eenige druppels vocht afstaan. Daarvoor bewijzen zij den mieren een tegendienst; uit gele of roodgekleurde bundels van klierharen laten zij een aetherische olie te voorschijn komen, die door de mieren, als een groote lekkernij, wordt opgelikt.

Het is al sedert lang en algemeen bekend, dat er zekere betrekking bestaat tusschen mieren en bladluizen, waarin reeds LINNAEUS aanleiding gevonden heeft om den laatsten den naam »melkkoeien« te geven. De bladluizen voeden zich met de sappen van planten en lokken de mieren door hare vloeibare, zoetsmakende excrementen, die als waterheldere druppels uit de anale opening te voorschijn komen. Wanneer deze druppels in groot aantal op de bladen van planten vallen, dan vormen zij op dezen, in opgedroogden toestand, een kleverige en glinsterende laag, den z.g. »honigdauw«. Deze bestaat, behalve uit een geringe hoeveelheid eiwit en slijmstof, uit suikerachtige stoffen, en is voor de mieren een voedsel van groote waarde.

Prof. KRAEPELIN beschouwt de betrekking tusschen mieren en bladluizen wel als een symbiose, maar is van oordeel dat de voordeelen, die de bladluizen van die symbiose genieten, van geringe beteekenis zijn. Nu is onlangs een studie verschenen van MORDWILKO, die een tegenovergesteld gevoelen is toegedaan.

De mieren doen al wat mogelijk is om zich het ongestoord bezit te verzekeren van eene kolonie van bladluizen. Zij dulden niet dat vreemde mieren hare melkkoeien »melken«, d. i. dezen noodzaken, door bestrijking met de sprieten, de zoete excrementen af te scheiden. Of zij verjagen die vreemde indringsters, of zij bouwen met aarde overdekte gangen naar de planten, waarop de door haar aangekweekte bladluizen zuigen, en sluiten soms zelfs de op de stengels zittende bladluizen in zulke gangen op. Dikwijls worden die gangen verwijld tot kleine ruimten, die èn den bladluizen tot woning dienen, èn waarin de larven der mieren, die op bepaalde uren van den dag door de werkmieren daarheen gebracht worden, tot ontwikkeling komen,

<sup>1)</sup> Die Beziehungen der Tiere zu einander etc., 1905.

<sup>2)</sup> Biol. Centralblatt, 1907, No. 7 en 8.

Sommige mieren (*Stomachis, Lasius*), die onder den grond leven, ontvangen haar voedsel uitsluitend van de door haar gecultiveerde bladluizen, die zij met haar kaken beetpakken en in den grond trekken, wat de bladluizen rustig toelaten. Niet zelden kan worden waargenomen, dat de mieren de wortels van aanhangende aarddeeltjes zuiveren, waarna zij de bladluizen op die wortels brengen en dan spoedig kunnen genieten van de vruchten harer werkzaamheid.

Welke voordeelen zijn nu voor de bladluizen aan die samenleving verbonden? De bladluizen, geene middelen bezittend om zich te kunnen verdedigen, hebben vele vijanden, waartegen de mieren haar beschermen, voornamelijk de krijgsvruchtige en vleeschetende soorten. Deze laatsten vallen andere insecten aan en dooden hen, terwijl zij den bladluizen volstrekt geen leed berokkenen. Ook indien de mieren uit aarde gevormde gangen, enz. maken, waardoor de bladluizen geheel van de buitenwereld zijn afgesloten, zijn deze tegen vijanden en parasieten beschermd. Bovendien kunnen in dit geval de mieren nuttig zijn voor de bladluizen, door haar te bevrijden van de excrementen, die, als dit niet zou geschieden, door hare kleverigheid zoolwel de bladluizen als hare woningen zouden verontreinigen, omdat zij die niet tot op een grooten afstand kunnen uitwerpen. Van nog grooter nut zijn de mieren voor haar, omdat zij onderaardsche plantendeelen, wier sappen haar eenig voedsel zijn, van de aanhangende aarde zuiveren en omdat zij zelfs de bladluizen overbrengen naar andere plaatsen, waar voedsel voor haar is te vinden.

Het bestaan eener symbiose kan ook nog daaruit worden afgeleid, dat de door mieren bezochte bladluizen niet in het bezit zijn van de middelen om zich tegen hare vijanden te verdedigen, terwijl, bij niet beschermde soorten, inrichtingen aanwezig zijn, die wel voor dat doel dienen. Dicht bij het achterlijf worden een tweetal buisjes gevonden, die vroeger, hoewel ten onrechte, aangezien werden als de plaatsen waar het zoete vocht te voorschijn kwam. Deze buisjes zonderen in werkelijkheid een vloeibare, wasachtige stof af, die aan de lucht zeer snel vast wordt. Een vijand, wiens voorste gedeelte van den kop of wiens kaken met die stof worden ingesmeerd, kan zich zeer moeilijk weder daarvan bevrijden. Terwijl die buisjes bij de niet door mieren bezochte bladluizen krachtig ontwikkeld zijn, zijn zij veel minder goed ontwikkeld bij de wel bezochte.

*Symbiose van dieren met planten. 1. Met Wieren.*<sup>1</sup> Men kende

<sup>1</sup>) K. BRANDT, Biol. Centr. Bl., 1881, Nr. 17. KERNER v. MARILAUN, Pflanzenleb., 2e Dr., 1e Bd., 1896. KRAEPELIN, S. 162.

reeds lang een aantal *groen gekleurde* dieren, in zoet water voorkomend, z. a. Amoeben (*Amoeba viridis*), Infusiediertjes (*Euglena viridis*, *Stentor polymorphus* e. a.), Sponsen (*Spongilla*-soorten), Zoetwaterpolypen (*Hydra viridis*), Wormen (*Vortex viridis*), wier kleurstof eene in 't oog loopende overeenkomst vertoont met die der bladgroenkorrels, die in het weefsel der groene bladen van planten voorkomen. Maar het is eerst sedert ruim 25 jaren bekend geworden, dat bij deze dieren, en evenzoo bij talrijke in de zee voorkomende dieren, eene hoogst merkwaardige symbiose gevonden wordt met bepaalde soorten van Wieren, die in de weefsels der dieren haar vast verblijf hebben. Tot dit besluit is men natuurlijk niet gekomen zonder nauwkeurig onderzoek, omdat men niet wist of de bij die dieren voorkomende bladgroenkorrels werkelijk een voortbrengsel waren van het dier zelf, dan of men te doen had met ééncellige plantaardige organismen, die in de dieren leefden. Met andere woorden: het betrof de beantwoording dezer vragen: zijn die groene, in de dieren voorkomende lichamen, deelen van cellen óf zelve cellen; en, zijn zij morphologisch en physiologisch onafhankelijk van het weefsel, waarin zij voorkomen? Voor het morphologisch onderzoek werd gebruik gemaakt van Zoetwaterpolypen (*Hydra*), Zoetwatersponsen (*Spongilla*) een Platworm (*Planaria*) en talrijke Infusiediertjes. Door druk of kneuzing werden de groene lichamen uit de dieren vrijgemaakt en dan met sterke vergrootingen onderzocht. Het bleek dat, terwijl de bladgroenkorrels der planten door de geheele massa groen zijn, de groene lichamen uit die dieren daarentegen bestaan uit twee duidelijk te onderscheiden stoffen, n.l. uit één groen gekleurde, en eene andere kleurlooze eiwitachtige stof (*protoplasma*). Bovendien kon door behandeling met haematoxylin de aanwezigheid van een celkern worden aangetoond, die in de bladgroenkorrels nooit wordt aangetroffen.

Hieruit blijkt alzoo, dat de groene lichamen in de vermelde dieren aanwezig, niet op gelijke lijn gesteld kunnen worden met de bladgroenkorrels der Wieren, maar beschouwd moeten worden als zelfstandige organismen; zij zijn zelve ééncellige Wieren, aan wie door BRANDT den naam »*Zoochlorellen*« gegeven is.

Om te bewijzen, dat deze groene cellen ook physiologisch onafhankelijk zijn van het weefsel, waarin zij gevonden worden, werden zij uit verschillende dieren (*Hydra* b.v.) vrijgemaakt en gekweekt, waardoor hare identiteit met zekere, ook vrij in het zoete water voorkomende, Wieren (*Chlorella*) bewezen werd. Ook blijven de Wieren nog langen tijd voortleven, als het dier reeds gestorven is.



Er bleef nu nog te onderzoeken over welke de beteekenis zijn kon van die groene Wieren voor de dieren, waarin zij zich bevinden. Aangezien bij dat onderzoek gebruik gemaakt werd van kolonievormende Straal-Wortelpootigen (*Radiolariëen*), moet eerst iets over den bouw dezer diertjes gezegd worden. Zij behooren tot de Protozoën, zijn dus zeer eenvoudig van bouw, ééncellig, en bestaan uit protoplasma, van waar talrijke verlengselen, zoogenaamde Schijnvoetjes (*Pseudopodiën*), uitstralen, die zich soms tot een net met elkaar vereenigen. Hoofdzakelijk bewonen deze diertjes de zeeën der warmere en heete luchtstreken, waarbij zij in de oppervlakkig gelegen waterlagen dikwijls in groote massa's voorkomen.

Het protoplasma, dat zich onmiddellijk om de kern bevindt, wordt omsloten door een vliezig hulsel, het zoogenaamde *centraalkapsel*, dat van kleine openingen is voorzien, waardoor het ingesloten (*intrakapsulair*) protoplasma met het daar buiten liggend (*extrakapsulair*) in verbinding staat. In dit laatste ontwikkelt zich dikwijls een, meestal uit zuivere kiezelaarde bestaand, skelet van buitengewone sierlijkheid en regelmaat, en tevens in doorzichtigheid het doorzichtigst glas evenarend.

Op kleinere en grootere diepten worden deze skeletten in groote massa's gevonden. Zoo werd bij gelegenheid van de Deutsche Diepzee-expeditie met het stoomschip »Valdivia«,<sup>1</sup> nabij de Cocoseilanden, op een diepte van 5248 m., zoogenaamd *Radiolariënslik* gevonden dat, na uitwassching, uit ontelbare, prachtige kiezelskeletten bleek te bestaan. Één enkel microscopisch praeparaat vertoonde zulk een overvloed van vormen, dat een waarnemer meer dan een jaar zou behoeven om al die verschillende skeletten te teekenen en te bestudeeren.

In het extrakapsulair protoplasma worden gewoonlijk kleine, ronde, geel gekleurde lichaampjes gevonden, die dikwijls »gele cellen« en door BRANDT »*Zoöxanthellen*« genoemd werden. Elk dier cellen bestaat uit protoplasma, is omgeven door een wand van cellulose of celstof en door bladgroen, waarmede nog een gele kleurstof van gelijken aard vermengd is, gekleurd.

Voor het boven vermeld onderzoek werden nu kolonie-vormende *Radiolariëen*, waarin talrijke gele cellen zich bevonden, in gefiltreerd zeewater geplaatst, waarin zij bleven voortleven niet alleen, maar zelfs nog langer in leven bleven dan de exemplaren, die met andere organismen tezamen bleven. Daar nu de *Radiolariëen*, als

<sup>1</sup>) CHUN. Aus den Tiefen des Weltmeeres, 2 Dr., S.. 314, 1903.

echte dieren, volkomen buiten staat zijn zich met iets anders te voeden dan met organische stoffen, daar zij echter over niets anders konden beschikken dan over lucht en water, konden zij alzoo alleen daardoor in 't leven zijn gebleven, dat de in hen levende gele cellen de anorganische stoffen, bij aanwezigheid van licht, tot organische hebben verwerkt. Door HAECKEL is het eerst in die gele cellen de aanwezigheid van zetmeel aangetoond.

Die gele cellen moeten dus als zelfstandige organismen worden beschouwd, zoodat een gewoon Radiolaar uit twee geheel verschillende dingen bestaat, uit het dier in de eigenlijke beteekenis van dat woord en een groot aantal met hem vereenigde Zoöxanthellen. Terwijl nu het koolzuur en de stikstofhoudende ontledingsproducten, die door Radiolariën worden uitgescheiden, een bestendige bron van voedsel zijn voor de Zoöxanthellen, verzekeren tegelijkertijd de laatsten aan de eersten, door ontleding van het koolzuur, een voortdurende zuurstof-toevoer, en zij voorzien hen tevens van twee gewichtige voedingsmiddelen, zetmeel en eiwit, die, nadat zij zijn opgelost, uit het protoplasma der Zoöxanthellen in dat der Radiolariën diffundeeren.

Een dergelijke symbiose is ook aangetoond bij talrijke Zeeanemonen, vele Sponsen, Kwallen, Wormen en ook bij stekelhuidige dieren.

Hoewel BRANDT de eerste geweest is, die omtrent dit onderwerp uitvoerige mededeelingen gedaan heeft, mag toch niet onvermeld blijven, dat reeds in 1871 CIENKOWSKI de gele cellen voor parasitisch in de Radiolarieën levende Wieren verklaard had en dat het geen organen waren van het dierlijk organisme, waarin zij voorkomen. Tot hetzelfde besluit zijn de Gebroeders HERTWIG gekomen in 1879 met betrekking tot de gekleurde lichamen, die in de vangarmen van bepaalde Zeeanemonen gevonden worden, terwijl dit ook het geval is geweest in 1878 met GERDES, toen deze in Roskoff, aan de Fransche kust, zich bezig heeft gehouden met het onderzoek eener grasgroene Planaria of Platworm (*Convoluta Schultzei*).

In hoeverre de nieuwe onderzoekingen door J. HADZI met Hydra gedaan (Nat. wissensch. Wochenschr., 1907, Nr. 17) eenige verandering zullen brengen in de bestaande zienswijze, kan nog niet met zekerheid worden vastgesteld.

*Symbiose van een groene Wier met een Zoetwaterspons.*<sup>1</sup>

Deze symbiose heeft betrekking op een Wier (*Cladophora*) met een Zoetwaterspons (*Ephydatia fluviatilis*). De laatste komt voor op

<sup>1</sup>) S. H. KOORDERS. Ann. du Jard. bot. de Buitenzorg, 2e serie, vol. 3, 1<sup>e</sup> partie 1901.

de steenen van den rotsachtigen bodem en op in het water liggende stukken hout, vooral daar, waar de bodem door een brug beschaduwd wordt, en vormt een dicht bekleedsel op de voorwerpen. De spons heeft een bleek- of grijsgele kleur en vertoont licht- tot donkergroene vlekken. Bij microscopische beschouwing blijken de lichtgroene vlekken te bestaan uit een ééncellig Wier (een *Chlorella*), terwijl de donkergroene vlekken gevormd worden door een veelcellig, zeer vertakt draadwier, door K. *Cladophila spongiophila* genoemd. Deze wier vertoont in het oog loopende verschillen in vertakking, vorm en bouw der cellen, naar gelang zij meer aan de oppervlakte van de spons of dieper in deze groeit.

## 2. Met Levermossen.<sup>1</sup>

De dieren, die met deze planten tezamen leven, behooren tot de *Raderdiertjes*, aldus genoemd om hun voornaamste kenmerk, het zogenoemd *raderorgaan*, een vlies, dat langs den rand voorzien is van een aantal trilhaartjes, waardoor dit orgaan als een rad schijnt rond te draaien als die haartjes in een trillende beweging verkeerden. Bekend is, dat vele soorten dier diertjes, uit het geslacht der *Calcidina*'s, dikwijls in groot aantal leven in de in twee rijen geplaatste kap- of zakvormige organen (*amphigastria*), die onder de eveneens in twee rijen geplaatste bladen gevonden worden van Levermossen, behorende tot het geslacht *Frullania*.

Deze plant groeit op de schors van oude boomen en ligt er met hare boomachtige vertakkingen tegen aan. Haar voedsel, bestaande uit minerale stofdeeltjes, een niet onbeduidende hoeveelheid sporen, stuifmeelcellen, wieren (*Nostoc*), infusiediertjes, enz. wordt door het regenwater gespoeld naar de ruimten tusschen de schors en de plant, en blijft daar langen tijd. De in dat water voorkomende levende organismen kunnen wel is waar niet onmiddellijk door de plant als voedsel worden opgenomen, maar wel geschiedt dit middellijk. De kap- of zakvormige holten worden namelijk bewoond door kleine, hoogstens 1 à 2 millimeter lange, Raderdiertjes, die zich voeden met de zich in het water bevindende organismen. De Raderdiertjes ontvangen dus van de plant een rustig verblijf en uit de omgeving het noodige voedsel, en zij verzorgen op hun beurt het mos met organisch voedsel. Dit voedsel bestaat uit de uitwerpselen der diertjes, die op den bodem der kapvormige holten worden uitgescheiden en daar een soort van vloeibaren mest vormen, waaraan het mos het noodige voedsel kan ontnemen. — Bij eenige, in Brazilië voor-

1) KERNER-v. M., Pflanzenleben pag. 243 vgg.

komende soorten, heeft zich de vorm der kappen nauwkeurig geschikt naar den vorm der haar bewonende diertjes.

### 3. Met andere planten.<sup>1</sup>

Een zeer belangrijk geval van symbiose tusschen mieren en planten van hoogere orde dan de voorafgegane wordt gevonden in tropisch Amerika van Mexico tot Zuid-Brazilië. Daar heeft het landschap zijn eigenaardig tropisch karakter verkregen door de aanwezigheid van verschillende soorten van boomen, behoorende tot het geslacht *Cecropia* van de familie der Urticaceën. In Brazilië zijn die bekend onder den naam *Imba-uba*. Deze boom, die een hoogte bereiken kan van 20 en meer meters, wordt aan rivieroevers en bergghellingen aangetroffen. De slanke stam is cilindervormig en wit van kleur; gewoonlijk komen de eerste takken pas te voorschijn uit den stam ongeveer tien meter boven den grond, ongeveer op gelijke hoogte, zoodat zij in een krans schijnen te staan als de armen van een lichtkroon of kandelaber, waardoor de Deutsche benaming »Armleuchterbaum« verklaard wordt. Aan het eind van elken tak en ook van den stam bevindt zich een krans van reusachtige bladen, wier doorsnede 0.5—0.7 M. bedraagt, voorzien van lange stelen, diep ingesneden en aan de ondervlakte witachtig van kleur.

Het gebied door de *Cecropia* bewoond is ook de woonplaats van de zoogenaamde Sauba-mieren (*Atta*, *Hystrix* e.a.), die tot de meest gevaarlijke vernielers van bladen behooren. Als een groene slang beweegt zich een van een rooftocht terugkeerend leger der mieren op een pad door het bosch, want elke mier draagt loodrecht boven haar hoofd een stuk van een blad, dat zij, binnen enkele minuten, met hare schaarvormige kaken uit een blad van de beroofde plant heeft gesneden en op haar kop heeft geplaatst.

Alzoo beladen begeven zij zich naar haar nest, waar deze stukken door een bijzonder soort van werkmieren tot een soort van brei worden verwerkt en in het nest bewaard. Hier ontwikkelt zich spoedig, onder voortdurende verzorging door de kleinste der werkmieren, een weelderige groei van het *mycelium* (een netwerk van zeer fijne witte draden) van een zwam, die overal dáár, waar zij uit de massa te voorschijn komt, aan de draden talrijke verdikkingen vormt, die dan als voedsel door de mieren gebruikt worden.

Gewoonlijk zijn het duizenden mieren, die die rooftochten ondernemen, zoodat zeer spoedig de aangevallen boomen van hun bladeren

<sup>1</sup>) F. MÜLLER. Die Imbauba und ihre Beschützer. Kosmos, Jahrg. 4, Bd. 8, Pag. 109 ff., 1880—1881. KERNER v. M. l. c., 1e Bd., pag. 436.

berooft zijn. Het is dus voor elke plant van het grootste belang, dat zij tegen die mieren beschermd is. Vele planten nu zijn beschermd door vergiftige of walgelijke stoffen, vele andere planten daardoor, dat zij verscheidene andere mierensoorten als verdedigers tegen die Sauba-mieren tot zich gelokt hebben, door haar woning en voedsel te verschaffen. Gewoonlijk bestaat dit lokaas, volgens MÜLLER, uit een zoete vloeistof (honing), die uit klieren afgescheiden wordt, welke zich bevinden aan den bladsteel of op de oppervlakte van het blad.

De Imba-uba houdt er als 't ware een staand leger van mieren op na, zeer bijtachtige en vergiftige, uit de geslachten *Azteka* en *Crematogaster*, en zij vinden daar woning en voedsel. De stam bestaat uit holle, door de knopen van elkander gescheiden leden. Aan de ééne zijde van elk lid bevindt zich een langwerpige groefje, en aan het boveinde daarvan een ovaal plekje, zoo groot als de knop van een speld, welks wand dun is en dus gemakkelijk te doorboren. Het bevruchte wijfje boort een opening in dien wand, komt zoo in de holte van het lid, de woning waarin zij hare eieren legt. De opening wordt weder spoedig gesloten, doordien zich daar een celweefsel vormt, met welks saprijke cellen het wijfje zich voedt. Wanneer uit de eieren de werkmieren tot ontwikkeling zijn gekomen, dan wordt het gesloten gat weder geopend. Ook in de knopen worden openingen gemaakt, waardoor de boven elkaar liggende kamers met elkander in gemeenschap komen. Die kamers worden nu bewoond door de bovengenoemde, tot bescherming dienende, mieren.

Wat is het waardoor die mieren naar buiten worden gelokt uit hare woningen, en wat drijft haar er toe om de wacht te houden bij de door de Sauba-mieren bedreigde bladeren? Aan de basis van den bladsteel (F.M.), of van de zeer korte, maar sterk verdikte blad-scheede (K. v. M.) wordt een kussen gevonden, gevormd uit dicht op elkaar gedrongen korte, stijve en bruine haren, en onder en tusschen die haren ontwikkelen zich een groot aantal ei- of peer-vormige, gesteelde lichaampjes, één millimeter groot, die, naar den ontdekker, den naam »Müllersche lichaampjes« dragen. Die lichaampjes laten los van hun steeltjes, maar blijven nog korten tijd op het kussen liggen; zij bevatten in hunne cellen veel voedsel, namelijk eiwitachtige verbindingen, vet, enz., zoodat zij een zeer gewaardeerd voedsel vormen voor de beschermende mieren.

Deze komen in groot aantal naar die plaatsen en worden ook in de omgeving daarvan, aan den stam, de bladstelen en bladschijven aangetroffen. Blijkbaar houden zij bij die bladeren de wacht; bij elke

verdachte beweging, die zich aan de bladeren laat bemerken, komen zij snel uit de door haar bewoonde kamers te voorschijn en stellen zich in staat van tegenweer. Laten de Sauba-mieren zich zien, terstond worden zij aangevallen en op de vlucht gejaagd. Feitelijk blijven de bladeren van die Cecropia's gespaard, waarop zich een kolonie van beschermende mieren heeft neergezet.

Uit hetgeen alzoo door beide schrijvers wordt medegedeeld mag dus werkelijk gesproken worden van een Symbiose; immers het tezamen leven is in het voordeel van beide individuen.

Maar nu is er niet lang geleden door H. v. IHERING (Engler's Botan. Jahrb., Bd. 39, Heft 4 u. 5, 1906; Naturwissensch. Wochenschr. 1907, Nr. 22) een nieuw door hem gedaan onderzoek bekend gemaakt, waaruit hij tot de slotsom komt, dat de betrekking die er bestaat tusschen de Cecropia's en de Azteca's meer als *parasitisme* dan als echte symbiose moet worden opgevat. Hij geeft wel toe, dat de Cecropia's beschermd worden door de Azteca's tegen de Sauba-mieren; maar vooreerst worden blad-etende kevers en hun larven niet lastig gevallen, en tegen de Sauba-mieren is de bescherming zelfs niet noodig. Want zegt v. I., zoowel jonge planten als ook oudere boomen, die geheel vrij zijn van mieren, worden nooit door Saubamieren beschadigd. Zeer eigenaardig drukt zich v. I. uit, wanneer hij zegt: »De Cecropia heeft, om zich goed te ontwikkelen, evenmin de Azteca-mieren noodig als de hond de vlooiën«.

Omtrent de handelwijze van de Azteca's tegenover de Insecten zegt v. I. het volgende: »Wanneer men een Sauba-mier (*Atta*) plaatst op een blad van een door Azteca's bewoonde Cecropia, dan wordt deze terstond aangevallen en valt ten slotte met de aanvallers op den grond. Zoo gaat het ook met andere mieren, zoodat dus niet kan gedacht worden aan een »bijzonderen afkeer« van de Azteca's ten opzichte van Sauba-mieren. Zij willen eenvoudig, als andere mieren, haar nest verdedigen. Ten opzichte van niet gevaarlijke gasten, zooals vele kevers en hunne larven, rupsen, de luiaard, mieren, die doode deelen der plant bewonen, gedragen zij zich daarentegen volkomen neutraal, ook wanneer zij den boom door het afknagen der bladeren of op andere wijze beschadigen.

Het is intusschen niet te loochenen, dat de Azteca's werkelijk een zekere beschutting verleenen aan de Cecropia's; maar daarmee is nog niet het bewijs geleverd, dat deze een dergelijke bescherming werkelijk behoeven. v. I. kon nooit Sauba-mieren of sporen harer werkzaamheid aan Cecropia's waarnemen. In 't algemeen worden de bladeren door de Sauba-mieren gesneden, als zij verwelkt zijn. Hij

kon een *Cecropia*, die geheel vrij was van mieren, dicht bij een reusachtig nest kweken, zonder dat deze ooit door de mieren beschadigd werd. Wanneer toch FRITS MÜLLER en SCHIMPER zeggen, dat zij nu en dan mierenvrije *Cecropia*'s gezien hebben, wier bladen wel door Sauba-mieren waren stukgevreten, dan wordt dit daardoor verklaard, dat men met verschillende soorten van Sauba-mieren te doen heeft.

Nu hebben de onderzoekingen van v. I. betrekking op de Sauba-mieren, die in Sao Paulo voorkomen, terwijl FRITZ MÜLLER zijn onderzoek gedaan heeft te Santa Catharina, waar men wellicht te doen heeft met andere soorten. In elk geval zal nog verder onderzoek noodig zijn, alvorens een beslissing kan worden genomen omtrent de vraag, Symbiose of Parasitisme.

Een ander voorbeeld van bescherming van het groene weefsel der bladeren door mieren wordt gevonden bij enkele soorten van het geslacht *Acacia* (*cornigera* en *sphaerocephala*), behoorende tot de familie der Vlinderbloemigen. De eerstgenoemde plant komt voor in Centraal Amerika, en werd reeds in 1763 door Jaquin beschreven als eene door mieren bewoonde plant. Veel later, in 1871, heeft THOMAS BELT<sup>1</sup> van deze plant een uitstekende beschrijving gegeven. Zeker is, dat deze door de mieren (*Pseudomyrma Belti*) beschermde boom nooit door Sauba-mieren wordt beschadigd. Evenals bij *Cecropia* wordt ook bij deze *Acacia*'s de toegang tot de bladen belet door de genoemde mieren, die als belooning voor die bescherming »kost en inwoning« ontvangen. Tot woning dienen de buitengewoon groote in stekels veranderde steunbladeren. Deze hebben een glinsterende, kastanjebruine kleur en zijn inwendig hol. Nabij den massieven top dezer stekels maken de mieren een ronde opening, juist wijd genoeg om door haar als in- en uitgang te worden gebruikt.

De mieren vinden haar voedsel, behalve in nectariën (honig afscheidende organen) op den algemeenen bladsteel, ook aan de groene bladeren, en wel voornamelijk aan de uiterste blaadjes der meermalen geveerde bladeren, in den vorm van kleine kogeltjes, de zoogenaamde *Beltische lichaampjes*, wier cellen met een voedzamen inhoud zijn gevuld.

Ook uit andere landen zijn dergelijke planten bekend. Zoo b.v. *Clerodendron fistulosum*, tot de familie der Verbenaceeën behoorend, die op Borneo voorkomt. Evenals bij de Imba-uba-boom wonen de beschermende mieren binnen in den stam, maar, in plaats van de

<sup>1</sup>) The Natuurlist in Nicaragua. 1871, Pag. 218.

Müllersche lichaampjes vindt men daar slechts nectariën langs de middelnerf der bladen. En voorts nog bij enkele Palmsoorten en bij planten behoorend tot de familie der *Euphorbiaceëen*, *Myristicaceëen*, enz.

Behalve tusschen planten en mieren kent men ook een symbiose tusschen planten en *Mijten*. In het jaar 1886 had DELPINO het eerst de aandacht gevestigd op de aanwezigheid van kleine holten aan de onderzijde der bladeren van vele planten die in den regel door mijten bewoond worden. Die mijtenwoningen bestaan volgens LUNDSTRÖM<sup>1</sup>, die deze woningen bij meer dan 200 planten uit 24 familiën van Tweezaadlobbigen heeft gevonden, uit kleine holten of zakjes, kleine haarbundels, b.v., de roestkleurige haartjes in de hoeken der bladnerven aan de onderzijde der bladen bij de Linden, Iepen, Hazelnoten en uit den omgebogen rand van bladeren b.v. bij de Eiken. Hij heeft er reeds op gewezen, dat er tusschen die planten en de mijten een symbiose bestaat, overeenkomend met die tusschen planten en mieren. Terwijl de mijten de bladen zuiver houden, door het verwijderen van sporen en kiembuizen van kleine, parasitische zwammen, bewijzen zij zich zelve en ook aan de planten een dienst; wellicht heeft de plant bovendien nog dit voordeel, dat zij het koolzuur, door de mijten uitgeademd, opnemen.

Ook in de tropen worden dergelijke planten in groot aantal gevonden, wat gebleken is bij een onderzoek van PENZIG en CHIABRERA. Ook hier dezelfde soort van woningen als bij de vermeldde planten. Vooral in de tropen moet deze symbiose voor de planten van groot nut zijn. In de wouden van Brazilië en tropisch Azië worden op de bladeren van boomen en struiken dikwijls een zeer groot aantal *epiphyten*, d.z. planten, die op andere planten of ook op dieren leven, veel meer dan echte parasieten, gevonden. Zwammen, korst- en bladmossen, bedekken soms de geheele oppervlakte der bladeren en zeker moet hare tegenwoordigheid, ook al zijn het geen werkelijke parasieten, die dus aan de bladeren geen voedsel ontnemen, toch die planten nadeel doen, vooral omdat de bladen geen of geen voldoende licht ontvangen, waardoor hun assimilatie-vermogen wordt verminderd. Het zuiveringsproces door de mijten ondernomen, schijnt tegen dergelijke onwelkome gasten gericht te zijn. Slechts in drie van de onderzochte gevallen werden de door mijten bewoonde bladeren toch bedekt gevonden met een weelderige Kryptogamen-flora. Bij alle overige planten

---

<sup>1</sup>) Die Anpassung der Pflanzen an Tiere, Upsala, 1887.



hadden die kleine mijten goed en zeker huisgehouden; op de bladeren werd geen spoor van epiphyten of parasieten aangetroffen.

*Symbiose bij planten.*

1. Terwijl vroeger de *Korstmossen* beschouwd werden als een zelfstandige plantengroep, wordt tegenwoordig, na het onderzoek van SCHWENDENER en BORNET, algemeen aangenomen, dat men bij deze planten te doen heeft met twee, tot verschillende groepen behorende, planten, die zich met elkander tot één organisme hebben vereenigd in een symbiose. Beide symbionten hebben haar eigen verrichtingen, en die van de eene zijn ook voordeelig voor die van de andere. De eene plant bestaat uit kleurlooze, draadvormige cellen, zoogenaamde *hyphen*, en behoort tot de *Zwammen*, terwijl de andere zich voor doet als groen gekleurde cellen van verschillenden vorm en tot de *Wieren* gebracht wordt. De zwam bezorgt de vasthechting aan steenen, aan de schors van boomen, enz., neemt van buiten af voedsel op en bezit ook het vermogen om, door uitscheiding van stoffen, den vasten bodem, waarop het geheel zich bevindt, gedeeltelijk op te lossen. De groene wieren bereiden uit de haar toegevoegde stoffen, onder den invloed van het zonlicht, organische stoffen, die noodig zijn voor haren groei en verdere ontwikkeling en staan daarvan zooveel af aan de zwam, als deze voor hare instandhouding behoeft.

Tegen deze symbiose zijn in 1902 bezwaren aangevoerd. ELENKIN<sup>1</sup> n.l. is van oordeel, dat die symbiose wetenschappelijk niet voldoende bewezen is en vervangen zal moeten worden door de theorie van het *Endosaprophytisme*. («*Saprophyten* zijn planten, die op in ontbinding verkeerende stoffen leven, b.v. Paddestoelen). Deze theorie steunt deels op een reeds lang bekend feit, n.l. dat van de zwamdraden uitspruitsels, zoogenaamde *haustoria*, uitgaan, die de groene cellen der wieren binnendringen, deels op een nieuw feit, het sterven der cellen. Dit sterven is het gevolg van een parasitisch inwerken der zwamdraden, die bepaalde stoffen (enzymen) schijnen af te scheiden, waardoor de wieren-cellen allengs geheel vervormd worden, terwijl de inhoud der cellen ontleed wordt en ten slotte verdwijnt. Het aanwezig zijn van steeds meer doode cellen, terwijl het aantal levende vermindert, bewijst het parasitisch leven van de zwam.

2. Een tweede geval van symbiose meenen verschillende Schrijvers (Prof. FRANK e.a.) te mogen aannemen tusschen een zeer groot aantal planten, boomen, struiken en kruiden (Beuk, Eik, Hazelaar, Berk, Boschbes, enz.) met zwammen. Worden de wortels dezer

<sup>1</sup>) Bulletin du jardin imp. botanique de St. Petersbourg.

planten voorzichtig uit den grond genomen, dan ziet men daaraan een groot aantal draden hangen, die, na microscopisch onderzoek, als draden van zwammen (hyphen) worden herkend. Zij vormen een soort van mantel, die zich over den geheelen wortel uitstrekt, dringen zelfs den wortel binnen en omgeven de cellen der buitenste lagen. De vereeniging is zoo innig, dat de zwammen en de wortel één enkel, tezamen werkend, orgaan vormen. Daarom worden die worteltjes zwamwortels (*Mycorhiza*) genoemd.

Uit proeven, door Prof. FRANK met deze wortels van den Beuk genomen, meende deze te mogen besluiten, omdat aan die worteltjes geene wortelharen voorkomen, die belast zijn met het opnemen van vloeibaar voedsel uit den bodem, dat de verrichting dier wortelharen wordt overgenomen door de draden der zwam, die tot op verre afstanden in den grond zich verspreiden en zich, evenals de wortelharen, dicht tegen de kleinste aarddeeltjes aanleggen. En het voordeel, dat de zwam van deze symbiose heeft, zou, volgens KERNER v. MARILAUN, daarin bestaan, dat deze uit de wortels der plant de organische verbindingen ontvangt, die in de groene bladen der plant zijn gevormd en van daar naar alle in groei zijnde deelen, dus ook benedenwaarts naar de groeiende en zich verlengende worteluiteinden worden gevoerd.

Prof. FRANK heeft in 1888 zijne onderzoekingen bekend gemaakt; na hem zijn nog tal van schrijvers opgetreden, wier onderzoekingen niet tot dezelfde uitkomst hebben geleid, die F. meende verkregen te hebben. Er zullen dus nog meer en zeer nauwkeurige onderzoekingen in die richting gedaan moeten worden om de moeilijke vraag naar de physiologische beteekenis van de *Mycorhiza* tot een goede oplossing te brengen. Uitvoerig kan in het »Naturwissenschaftl. Wochenschrift, Jahrg. 1903, No. 12« worden nagegaan wat en door wie, na 1888, in zake dit onderwerp onderzocht is.

3. Nog pas enkele jaren geleden werd algemeen het bestaan aangenomen eener symbiose tusschen *Bacteriën* en verscheidene tot de Vlinderbloemige behorende planten (*Lotus*, *Trigonella*, *Anthyllis*, *Lupinus*, *Pisum*, *Phaseolus*, e. a.). Terwijl de planten, in het algemeen, geen gebruik kunnen maken van de vrije stikstof der lucht voor de vorming der eiwitstoffen, zóó noodzakelijk voor haar groei, maar daarentegen die stikstof moeten opnemen uit den bodem, in den vorm van salpeterzure-zouten, is dit bij de bovengenoemde planten wel het geval. Onder den invloed van in den grond aanwezige bacteriën (*B-radicala* Beyer.), die door de wortelharen zich den toegang verschaffen tot de wortels der plant, ontstaan aan deze *kleine knol-*

*letjes*, waarin die bacteriën leven en zich sterk vermenigvuldigen. Zij, de bacteriën, bezitten het vermogen om de vrije stikstof der lucht in gebonden stikstof om te zetten en voor de voeding der plant geschikt te maken. En de plant geeft aan de bacteriën een woonplaats, en ook voedsel, dat zij voor hare vermeerdering behoeven. Zoo opgevat voldoet dit tezamen-leven aan de bepaling van symbiose gegeven.

Maar in 1903 zijn, voor zoover mij bekend, een tweetal onderzoekers tegen deze theorie opgekomen; vooreerst onze landgenoot ALEX KLEIN,<sup>1</sup> en dan HILTNER.<sup>2</sup> Wat den eerstgenoemden aangaat moet ik, wegens de uitvoerigheid, naar het oorspronkelijke stuk verwijzen, en mij bepalen tot het besluit, waartoe deze geleerde gekomen is. »De bacteriën ondergaan, zoodra zij zich vermengd hebben met het celplasma, d.i. met den inhoud der cellen, veranderingen. Oorspronkelijk den vorm bezittend van een korten cilinder, verkrijgen zij een vertakten X- en Y-vorm, en men noemt ze dan *bacteroiden*.

De wijziging van den vorm gaat gepaard, o.a. met verlies der functie om zich te vermeerderen en ten slotte sterven zij in het celplasma, om daarna als een dood eiwitlichaam bij de ontleding van het knolletje door de plant geresorbeerd te worden.« »De bacteroiden zijn *degeneratie*-vormen, ontstaan door een pathologischen invloed, van het levend celplasma uitgaande, die op *B. radicola* inwerkt.« »Geïsoleerde bacteriën, niet in de knolletjes, maar daar buiten in opperhuid of schorscellen aanwezig, gaan zeer spoedig in bacteroiden over« (BEYERINCK). »Er kan dus niet gesproken worden van liefde, maar van vijandschap van de plant tegenover de bacterie.« »En ook de plant ondervindt geen aangename behandeling van de bacteriën. Onmiddellijk na het binnendringen der bacteriën begint voor de plant een stilstand, ja zelfs een achteruitgang in ontwikkeling, die enkele dagen, maar ook eenige weken kan duren; de plant verkeert in ziekelijken toestand.«

»De verhouding tusschen de *B. radicola* en de *Leguminosae* is dus eigenlijk een geheel andere dan bij een symbiose thuisbehoort. Zoolang plant en bacil, zoolang beide leven, bestaat er niets dan strijd. Van een samenleving met wederzijdsch hulpbetoon kan dus hier zeer zeker geen sprake zijn. Eerst na den dood van de bacteriën worden haar lichamen door de plant geresorbeerd, en gebruikt

<sup>1</sup>) Geneeskundige bladen uit kliniek en laborator, 10e reeks, no. 4, 1903.

<sup>2</sup>) Naturwissensch. Zeitschr. für Land- und Forstwirtschaft., H. I., 1903.

deze laatste dus de kostbare stikstofverbindingen van de bacteriën-lijken voor den opbouw van haar eigen lichaam.

HILTNER, hoewel een andere meening verkondigend dan alle andere schrijvers omtrent de beteekenis der bacteriën voor de Leguminosen, is het toch daarmede eens, »dat er een strijd gevoerd wordt tusschen de planten en de voor haar giftige bacteriën, waarvan de uitslag afhankelijk zijn zou: eensdeels van den voedingstoestand der planten, anderdeels van de meer of mindere giftigheid der bacteriën.«

Er blijkt in elk geval dit uit, dat er bij hem ook geen sprake zijn kan van symbiose.

*Symbiose van twee éencellige organismen.*<sup>1</sup> Een éencellig dier (*Paulinella chromatophora*), op enkele plaatsen van Europa en Amerika ontdekt en door den heer HOOGENRAAD ook in ons land aangetoffen, heeft constant in zijn protoplasma twee éencellige planten (Blauw-wieren). Deze laatste bereiden uit anorganische stoffen voor het dier organisch voedsel, terwijl het dier waarschijnlijk haar van eiwitstoffen voorziet.

Arnhem,

Voorburg, December 1907.

---

<sup>1</sup>) Mededeeling in de vergadering van 16 Mei van de Afd. 's Hage der Ned. Nat. hist. V.