

COMPAGNIESCHAP TUSSCHEN ORGANISMEN

VAN

VERSCHILLENDE SOORT

(SYMBIOSE),

DOOR

Dr. J. RITZEMA BOS.

(*Vervolg van blz. 193.*)

Tot heden besprak ik die gevallen van symbiose met eenzijdig dienstbetoon, waar het samenleven der beide organismen niet ten nadeele van het niet bevoordeelde individu komt. Toch is het niet altijd gemakkelijk *met zekerheid* te zeggen, dat het bevoordeelde lid der firma in 't geheel niet nadeelig werkt op het andere. Op blz. 185 sprak ik van de eigenaardige wijze, waarop de blinde prikken of negen-oogen zich door elften en zalmen stroomopwaarts laten bewegen. Om zich goed vast te zuigen, schaven zij met de tanden van hunnen eigenaardig gevormden zuigmond, op eene bepaalde plaats van 't lichaam van zalm of elft, de schubben af; maar doorgaans boren zij ook door de huid, zelfs een eindweegs door 't vleesch heen, terwijl zij de aldus losgemaakte deelen verteren; ja, dikwijls werken zij zich met hunnen kop zóó ver in 't lichaam van een' grooten visch in, dat zij eene ader bereiken, en dan gaan zij bloed zuigen. Zoo is dus het vastzuigen van een' prik aan een' anderen visch niet altijd van even onschuldigen aard; en terwijl hij soms dezen slechts als sleepboot gebruikt, wordt hij eene andere maal — hoewel dan slechts tijdelijk — een ware parasiet.

Het is dus niet altijd mogelijk, eene scherpe grens te trekken tusschen *symbiose ten behoeve van het vervoer* en *parasitisme*; en evenzoo gaan ook *contubernalisme* en *commensalisme* ongemerkt in *parasitisme* over. Zoo kan ik mij voorstellen, dat de palingsoort, die zich in de kieuwholte van den kikvorschvisch (zie bl. 192) ophoudt, zoolang zij niet buitengewoon groot is, voor haren huisheer van geene beteekenis is, terwijl zij, zoodra zij bepaalde afmetingen overschrijdt, schadelijk wordt, zoowel doordat zij de ademhaling meer of min belemmert, als doordat zij meer spijs wegkaapt, dan de vraatzuchtige kikvorschvisch van zijnen overvloed kan missen.

Zoo komen wij geleidelijk en als van zelf tot de bespreking der *parasieten*. Deze leven niet slechts — 't zij dan tijdelijk of blijvend — op of in een ander organisme, maar tevens leven zij *ten koste* van dit laatste. Allerlei organismen kunnen als parasieten leven; soms echter is niet slechts tusschen parasitisme en de andere vormen van symbiose de grens moeilijk te trekken, maar 't is ook niet mogelijk, altijd te zeggen, wanneer men van *parasieten* en wanneer men van *roofdieren* moet spreken. Doodgravers, mestkevers en aardhommels of brombijen zijn dikwijls bezet met eenige mijten (*Gamasus coleopratorum*). Men is gewoon, deze dieren *parasieten* van de kevers of bijen te noemen, en te recht, want zij leven langen tijd achtereen op een insect, 't welk zij uitzuigen. Zij gedragen zich evenals de schurftmijten, die op of in de opperhuid van een zoogdier zich ophouden, terwijl zij zich met diens bloed voeden. Wanneer nu echter van de bovenbedoelde kevermijten (*Gamasus coleopratorum*) een vijf- tot tiental gezamenlijk eene niet al te groote spin aanvallen, haar uitzuigen en aldus haren dood veroorzaken, dan verhouden zich deze mijten tegenover haar slachtoffer meer als een troep wolven zich verhouden ten opzichte van een paard, dat zij aanvallen: dit laatste strekt hun wel tot spijs, maar niet tot woonplaats. Aan geen' enkelen kant is het mogelijk, het parasitisme scherp te omgrenzen. »Natura non facit saltem.»

Dieren kunnen op dieren, maar ook op planten parasiteeren; planten aan den anderen kant woekeren zoowel op andere planten als op dieren. *Dierlijke parasieten op dieren* zijn o. a. de trichine, die in de spieren van 't varken en van andere dieren leeft, — de lintwormen, welke zich bij verschillende dieren in het darmkanaal bevinden, — de vlooiën, die mensch en dieren bloed aftappen, enz. enz. *Plant-aardige parasieten* komen op dieren minder veelvuldig voor, maar toch

kent men er verscheidene. Zoo ontstaat bij den mensch eene vrij veel voorkomende huidziekte van het behaarde gedeelte des hoofds (*favus*) door de woekering van eene schimmelplant (*Achorion Schönleini*), die zich in de haarzakjes begint te vormen. De zoogenoemde »Madura-voet'', die in Achter-Indië veel moet voorkomen, bepaaldelijk onder de Hindoe's, is eene langdurige ziekte, waarbij het inwendige van den voet in alle richtingen door zwarte of bruine schimmelmassa's (*Cionyphe Carteri*) wordt doorgroeid; amputatie schijnt het eenige middel te zijn. De *muscardine* of *calcino*, waaraan somwijlen de zijderupsen bij massa's sterven, wordt evenzeer door eene schimmelplant veroorzaakt, nl. door *Botrytis Bassiana*.

Plantaardige parasieten vestigen zich zeer dikwijls *op andere planten*, en veroorzaken dan doorgaans verschillende ziekteverschijnselen. De zoo gevreesde aardappelziekte wordt teweeg gebracht door de woekering van de schimmelplant *Peronospora infestans* in de weefsels van bladeren en knollen. Roest, brand, moederkoren, en zoovele andere ziekten van cultuurgewassen hebben wij aan parasitische schimmelplanten te danken.

Om eindelijk over de verhouding van *woekerdieren* tegenover *planten* te spreken: het is moeilijk, eene grens te trekken tusschen gewone plantenetende dieren en parasieten. Wanneer een heirleger van meikevers zich op eenen eikenboom werpt en dezen kaalvreet, dan zal men niet licht van parasitisme spreken; en te recht, want van symbiose, d. i. van een *stelselmatig* samenleven van twee organismen (meikever en eik) is in 't geheel geene sprake. Maar wanneer het kleine kokerrupsje van de larixmot (*Coleophora laricinella*) de jonge naalden van den lorkenboom vernielt, dan kan men deze rups even goed een parasiet op den larix noemen als de vloos een parasiet op den mensch heet. Nu bestaan er echter tusschen de kleinere dieren, welke slechts ééne plantensoort bewonen en daarvan eten, en die, welke zich met zeer vele soorten van gewassen voeden (meikever, rups van den gammauil, enz. enz.) allerlei overgangen. De dennenscheerder (*Hylesinus piniperda*), een klein, zwart kevertje, dat de jonge loten van onze grove dennen uitvreet, komt op sparren, zilversparren, larixen en veel ander naaldhout niet voor, maar wél op de naaste verwanten van den groven den, nl. op Weymouthspijnen en zeepijnen. De processierups (*Cnethocampa processionea*) vreet de bladeren van eiken af, maar tast toch in den uitersten nood ook die van ander loofhout aan. In welke gevallen nu kunnen wij van

een stelselmatig samenleven van insekt en plant spreken, en in welke gevallen niet? Men ziet alweer: tusschen plantenparasieten en planten-etende dieren kan geene scherpe grens worden getrokken. Ook wat betreft den tijd, dien de kleinere dieren op of in eene plant doorbrengen, valt veel verschil op te merken. Een meikever vreet nu aan dezen, dan aan genen boom; eene processierups houdt zich met alle zusjes, die met haar in 't zelfde nest behooren, in één' enkelen eikenboom op; en eerst als deze geheel mocht zijn kaalgevreten, begeven zij zich naar een' anderen boom. Het larixmotrupsje verlaat den boom nooit, waarop het geboren en getogen is. Al de hier opgenoemde dierlijke plantenparasieten — als men ze ten minste zoo wil noemen — leven buiten op de plantendeelen. Andere leven inwendig, zooals de wilgenhoutrups, die haren eersten en tweeden ontwikkelingstoestand in 't inwendige van één' boomstam doorbrengt, en zoo als de larven van sommige aardvloesoorten, die in 't bladmoes der bladeren en in stengels van planten leven. Ettelijke kleinere diersoorten veroorzaken door hare aanwezigheid op of in eene plant, opzwellingen van de aangetaste plantendeelen of eene abnormaliteit van het geheele gewas.

Thans wil ik in 't algemeen over den invloed van de parasieten op het door hen bewoonde organisme (hunnen »*hospes*», zooals men zegt) spreken. Eerst behandel ik alleen de inwerking der *dierlijke parasieten* op *dieren*. Op drie verschillende wijzen kunnen deze hunnen hospes beschadigen. Ten eerste onttrekken zij hem voedsel; want de stoffen, die zij noodig hebben, om te groeien en zich voort te planten, worden of uit het lichaam zelf van den hospes genomen, of uit de voedende stoffen, die deze laatste opnam en tot eigen onderhoud dacht aan te wenden. Ten tweede werken de parasieten als vreemde lichamen, die ruimte innemen en daardoor schadelijk worden; zij oefenen eene doorgaans niet gewenschte drukking op hunne omgeving uit en belemmeren daardoor de geregelde werkzaamheid van sommige organen; of zij verstoppen de kanalen, waarin zij leven. Eindelijk werken zij door hunne bewegingen, die pijn kunnen veroorzaken en ontsteking. Laten wij ieder van de genoemde werkingen iets nader nagaan.

De beschadiging, die de parasieten door voedselonttrekking veroorzaken, werkt weliswaar voortdurend, maar is toch doorgaans niet van zeer veel gewicht voor den hospes, althans wanneer deze niet tot de zeer kleine diersoorten behoort. Om dit te doen begrijpen,

zij 't mij vergund, hier het volgende voorbeeld aan te halen. In den darm van den mensch, vooral van de bewoners van de kustlanden van Europa, kan voorkomen de lintworm *Bothriocephalus latus*, die niet minder dan 7 Meter lang wordt en dan ongeveer uit 10000 leden bestaat. In één jaar tijds laat deze zóóvele leden los, dat zij gezamenlijk eene lengte van ongeveer 18 Meter bezitten, en samen ongeveer 140 gram wegen. Deze leden zijn alle in 't darmkanaal van den mensch gevormd, en wel uit voedende stoffen, daar aanwezig. Het gewicht van deze leden echter kan nog niet voorstellen de som van de voedende stoffen, die in één jaar door genoemden lintworm aan den hospes worden onttrokken; want ieder lid heeft eene stofwisseling, ofschoon deze vrij traag is. Veronderstelt men, dat ieder lid per jaar 8 of 10 maal zoovele voedende stoffen verbruikt als het zelf weegt, dan ziet men, dat toch jaarlijks slechts enkele kilo's voedsel door zoo'n grooten parasiet aan den hospes onttrokken worden; en deze enkele kilo's kunnen niet in aanmerking komen tegenover de groote hoeveelheden spijs, die de mensch per jaar opneemt. Bij sommige spoelwormen en bij andere parasieten, die zich buitengewoon sterk vermenigvuldigen, of in groot aantal bij elkander voorkomen, kan het door hen veroorzaakte stofverlies niet geheel worden weggecijferd, maar toch werken de meeste woekerdieren niet in de eerste plaats schadelijk door onttrekking van stof aan den hospes. Wanneer dezen bloed wordt onttrokken, komt de in dit opzicht teweeggebrachte schade nog het meest in aanmerking. Zoo veroorzaken enkele ingewandswormen, die hunnen hospes bloed afzuigen (leverbot bijv.), na verloop van weinig tijds bleekzucht; zoo zijn de bloedzuigende schurftmijten (*Sarcoptes* en *Dermatocopes*) veel nadeeliger dan die, welke van huidschubbetjes leven (*Dermatophagus*). Zoo kunnen zelfs eenige teken, die zich — hoewel slechts voor korten tijd — op een' niet al te grooten vogel vasthechten, dezen zeer spoedig geheel in 't verval brengen.

Doorgaans echter is de schade, welke de parasieten door voedselonttrekking veroorzaken, op verre na niet zoo belangrijk als die, welke zij te weeg brengen door *drukking* op de organen, gelegen rondom de plaats, waar zij gezeten zijn. Zoodra de parasiet eene grootte heeft bereikt, die een' zekeren omvang overschrijdt, oefent hij — even als elk vreemd lichaam — op zijne omgeving eene drukking uit, die sterker wordt, naarmate de parasiet sneller groeit, en naarmate het aangrenzende orgaan minder gemakkelijk uitwijkt. In dit opzicht werken vooral die parasieten schadelijk, welke, zelven be-

trekkelijk groot, zich in eene nauwe holte ophouden of zich inwendig in de weefsels hebben gevestigd. Die deelen, welke het naast aan den parasiet grenzen, dus het eerst en het meest aan de drukking zijn blootgesteld, beginnen alras dáár, waar zij het vreemde lichaam aanraken, hun normaal voorkomen te verliezen. Buizen en andere ruimten verwijden zich, zoodra het volumen van den parasiet de natuurlijke doorsnede er van overtreft. Zij buigen uit en kunnen zelfs in gesloten zakken veranderen, welke den indringer omhullen. Tevens beginnen veelal de aangrenzende deelen te veranderen en langzamerhand geheel te gronde te gaan. De trichine, die in het inwendige van eene spiervezel leeft, doet den inhoud daarvan langzamerhand verdwijnen, en is oorzaak, dat de wand (de vleeschscheede of 't sarcolemma) zich sterk uitzet. Rondom de trichine, dus binnen de vleeschscheede, zetten zich organische stoffen af en later kalkzouten, en zóó wordt de parasiet door een hulsel omgeven; maar buiten de door haar bewoonde spiervezel oefent de spiertrichine geenen invloed uit. De blaaswormen, die in de hersenholte der schapen leven en oorzaak zijn van de draaiziekte (*Coenurus*), doen de hersenzelfstandigheid in hunne omgeving te niet gaan; en ook de aangrenzende schedelbeenderen worden geresorbeerd op die plaatsen, waar de blaaswormen er onmiddellijk onder gelegen zijn; deze beenstukken zijn daar dan zoo dun als papier; soms zelfs zijn er gaatjes in gevallen, en men kan dan op de bepaalde plaatsen den schedel met den vinger indrukken. Het schaap herbergt nog in grooten getale een' anderen parasiet, en wel eenen, die zich in de galgangen der lever ophoudt. Deze, de *leverbot*, doet door hare aanwezigheid het weefsel van de lever meer en meer inkrimpen. Vooral wanneer een parasiet sterk groeit en door de drukking, welke hij aldus veroorzaakt, den toevoer van bloed naar het door hem bewoonde orgaan zeer vermindert, kan dit laatste soms zoodanig achteruitgaan, dat het bijkans geheel verdwijnt. In het zoogenaamde nierbekken, dat is de holte binnen de nier, waarin zich de afgescheiden urine ophoopt, leeft enkele malen ('t meest bij honden, maar ook wel eens bij menschen, paarden en koeien) de *grote palissadenworm* (*Eustrongylus gigas*), die bijkans 1 M. lang en 1 cM. dik kan worden. Door de buitengewoon sterke drukking, welke zoo'n reusachtige spoelworm op de bloedvaten der nier uitoefent, houdt de groei van dit orgaan geheel en al op, en wordt zelfs de substantie, waaruit het bestaat, steeds minder en minder, totdat er bijkans niets meer van overblijft.

Wanneer organen bij de aanwezigheid van parasieten zoo groote veranderingen ondergaan, kunnen zij niet meer hunne gewone verrichtingen geregeld en naar behooren blijven vervullen. Zoo veroorzaken de blaaswormen in de schapenhersenen storingen in het bewustzijn en in de volvoering der willekeurige bewegingen. Zoo heeft de aanwezigheid van zeer vele leverbotten in de galgangen der lever bij schapen en ook bij runderen storingen in de galafzondering tengevolge, en daarom eene onvoldoende spijsvertering, waarvan weer eene verkeerde samenstelling van 't bloed het gevolg is. Soms ook is het groote aantal, waarin de leverbotten in de galgangen worden aangetroffen, oorzaak, dat de gal, in plaats van op de gewone wijze in den darm te worden afgescheiden, in het bloed overgaat en aldus geelzucht ten gevolge heeft. De trichinen, waarover reeds boven werd gesproken, veroorzaken dikwijls pijnlijke beweging, soms verlamming van sommige spieren, doordat zij eene groote hoeveelheid spierzelfstandigheid vernielen. Hebben zich de kleine wormpjes in groot aantal in den hartwand gevestigd, dan wordt de geregelde samentrekking van 't hart en daarmee de geregelde bloedsomloop tegengegaan; zijn zij in menigte in 't middenrif aanwezig, dan wordt de ademhaling belemmerd; in beide gevallen kan de dood het gevolg zijn van den inval der trichinen in de bedoelde spieren. Hebben zich de kleine parasieten in de spieren van 't strottenhoofd gevestigd, dan veroorzaken zij moeilijkheid in 't spreken, soms sprakeloosheid.

Zoo blijkt, dat dezelfde parasiet op zijnen hospes zeer verschillend inwerkt al naar gelang van het orgaan, waar hij zich heeft gevestigd. De blaaswormpjes ter grootte van eene erwt of kleiner, die men tusschen de spiervezels van het varkenvleesch aantreft, zijn oorzaak van de zoogenoemde »gortigheid" of »vinnigheid", eene ziekte, die het varken merkbaar kwaad doet alleen wanneer de parasieten in overmatig groot aantal voorkomen. Maar één blaasworm is soms reeds voldoende, om den dood van den hospes te veroorzaken, wanneer hij zich in de hersenen vestigt.

Soms bewonen de parasieten eene buis of een kanaal, 't welk zij kunnen verstoppen. De leverbot, die reeds boven herhaaldelijk werd genoemd, belet de passage der gal; en in de luchtpijp van de kippen komt somwijlen eene soort van spoelwormen (*Strongylus trachealis*) in zóó groot aantal voor, dat zij de oorzaak zijn van benauwdheden, ja dat zij de vogels doen stikken.

Boven (zie bl. 200) zei ik, dat de parasieten op hunnen hospes

inwerken 1°. doordat zij hem voedsel onttrekken, 2°. doordat zij ruimte innemen en dus buizen kunnen verstoppelen of organen in hunne werking belemmeren, en 3°. door hunne beweging. Over 't laatstgenoemde punt dien ik hier nog nader te spreken.

De beweging zelfs van zeer kleine parasieten in de holte van den darm kan, zoowel als hunne beweging door de weefsels heen, oorzaak zijn van belangrijke ziekteverschijnselen. Dieren, welken men in hun voedsel eieren bevattende lintwormleden geeft, worden altijd enkele dagen daarna ziek; daarvan zijn oorzaak de kleine, bolronde lintwormlarfjes, die dan door middel van hunne haakjes zich door den darmwand heen boren, vervolgens door den bloedstroom van 't eene weefsel naar 't andere worden voortbewogen en ten slotte zich in die weefsels zelve nestelen. Wordt door iemand trichineus varkensvleesch gegeten, dan vertoonen zich reeds enkele dagen daarna verschillende ziekteverschijnselen: onrust, koorts, neiging tot braken, opgezetheit van sommige lichaamsdeelen, enz. Deze verschijnselen doen zich voor lang vóór de vestiging van de jonge trichinen in de spiervezels; zij moeten dus worden teweeggebracht door de trichinen, die met het varkensvleesch in den darm zijn geraakt en door de aldaar geboren jonge trichinen, die alras zich door den darmwand heen beginnen voort te werken.

Het spreekt van zelf, dat de beweging der jonge parasieten door de weefsels van den hospes dezen pijn moet veroorzaken. Immers zij ontmoeten op hunne tochten nu en dan zenuwtakken, welke zij verwonden.

Maar wanneer de organen bereikt zijn, waar de parasieten zich voor goed zullen vestigen, dan blijven deze nog niet dadelijk stil liggen op de plaats, waar zij aangekomen zijn. Het duurt een' tijd lang, vóór ze de positie hebben ingenomen, die met hunne wenschen overeenkomt; en de bewegingen, die ze daartoe maken, zijn den hospes alles behalve aangenaam. Wanneer men den schedel opent van een schaap, dat in de eerste periode der draaiziekte verkeert, dan bemerkt men aan de oppervlakte der hersenen verschillende gangen, hoogstens één cM. lang; deze zijn daar uitgegraven door de lintwormlarven, welke in de hersenholte van 't schaap in blaaswormen zullen overgaan. Op eene bepaalde plek eindelijk maken deze lintwormlarven halt, en dáár ontwikkelen zij zich verder.

Vele parasieten bewegen zich slechts in jeugdigen toestand, om zóó de plaats te kunnen innemen, die hun op rijperen leeftijd toekomt. Deze veranderen dan ook later slechts toevallig van plaats. Zoo

komt het bijv. eene enkele maal voor, dat een spoelworm den darmwand doorboort en aldus in de buikholte geraakt, waar hij tot eene buikvliesontsteking aanleiding kan geven.

Tot hiertoe sprak ik van parasieten, die slechts in jeugdigen toestand verhuizen, maar in den volwassen staat dat niet anders dan toevallig doen. Maar er zijn er ook, die gedurig van plaats veranderen. Zoo is het niet slechts met verschillende parasieten, die uitwendig op den hospes leven, maar ook o. a. met onderscheiden *Filaria's*, die zich door 't bindweefsel voortbewegen; en aangezien dit laatste de zetel is van zenuwen en bloedvaatjes, zoo laat het zich gemakkelijk inzien, dat aldus deze *Filaria's* tot allerlei ziekten aanleiding kunnen geven.

Plantaardige parasieten werken zoo wel op dieren als op *planten* voornamelijk door voedselonttrekking, en verder ook doordat zij eene zekere ruimte innemen en daardoor sommige organen beletten, hunne werking op de gewone wijze te vervullen. De schimmelplant (*Empusa Muscae* COHN) veroorzaakt, vooral in den nazomer en den herfst, den dood van talloze kamervliegen. Met uitgestoken snuit en wijd uitgespreiden pooten zitten de aangetaste vliegen aan den wand of den zolder vastgehecht; door de sterke ontwikkeling der schimmeldraden is het achterlijf overmatig opgezwollen. Eerst na den dood der vlieg komen de sporendragers door den lichaamswand naar buiten. Eene andere schimmelplant (*Empusa radicans* BREFELD) woekert in de rupsen van het koolwitje; de aangetaste exemplaren bewegen zich moeilijk, doordat de sporen, welke voor de voortbeweging dienstig zijn, haar vermogen tot samentrekking langzamerhand verliezen, tengevolge van de uitbreiding, die het schimmelweefsel in 't vetlichaam en tusschen de spieren ondergaat.

De in dieren en gewassen woekerende plantaardige parasieten behooren voor verreweg het grootste aantal tot de klasse der schimmels (*fungi*). Bijkans alle andere planten bevatten bladgroen of chlorophyl, eene stof, die in de cellen der groene plantendeelen in verschillende vormen aanwezig is, maar altijd het vermogen heeft, onder inwerking van 't licht, uit koolzuurgas en water, zetmeel, suiker of eene andere daarmee verwante organische stof te vormen. Kunnen nu de planten tevens nog een of ander stikstofhoudend zout opnemen, dan vormen zij uit dit laatste en het zetmeel of de suiker de eiwitstoffen, waaruit hare cellen zijn opgebouwd. Zoo kan dus eene blad-

groen bevattende plant leven en tot volledige ontwikkeling komen, wanneer slechts hare bladeren met de dampkringslucht in aanraking zijn, terwijl hare wortelen hangen in water, waarin o. a. stikstofhoudende zouten zijn opgelost.

Planten, die bladgroen bevatten, kunnen de organische stoffen, waaruit zij bestaan, zelve maken uit anorganische verbindingen. Dat kunnen de dieren niet; daarom voeden zij zich met organische verbindingen, die de planten hebben gevormd. Want 't zij een dier *rechtstreeks* plantaardig voedsel gebruikt, 't zij het van andere dieren leeft, altijd kan men toch de organische stoffen uit het dierlijke voedsel van die uit bladgroen bevattende planten afleiden.

Schimmels (en enkele andere bladgroenlooze planten) kunnen, evenmin als de dieren, organische stoffen uit anorganische vormen. Daarom leven ze of op eene plaats, waar zij organische stoffen uit doode lichamen kunnen opnemen, of in 't lichaam van levende planten of dieren, die ze van hunne organische stoffen berooven. 't Eerste is 't geval bij de zoogenoemde *saprophyten*, zooals paddestoelen, die op een' aan bladaarde rijken bodem groeien, en schimmels, die zich op brood of op eenen ouden schoen ontwikkelen. 't Laatste doen de *parasitische* planten. Wanneer nu deze zich in een of ander organisme vestigen, dan werken ze verterend in op die deelen van dat organisme, waarmee zij in aanraking komen. Zoo ziet men vaak een' schimmeldraad dwars door eene cel van den hospes heengroeien, 't geen niet kan gebeuren, of er moet van den schimmeldraad eene oplossende werking uitgaan. Soms worden de weefsels van een of ander organisme, waarin zich eene schimmelplant heeft gevestigd, geheel en al gedésorganiseerd. Zoo ontstaan op de bladeren en de knollen van de aardappelplant bruine, langzamerhand grooter wordende plekken, wanneer zich de schimmelplant *Peronospora infestans* daarin gevestigd heeft. Het resultaat van de werking dezer schimmelplant is de beruchte aardappelziekte, die sedert 1844, 't eene jaar meer, 't andere jaar minder, Europa teistert. Eene andere schimmelplant (*Tarichium megaspermum Cohn*) leeft in aardrupsen en doet ze geheel in eene zwarte massa overgaan, die na den dood van de rups steenhard en brokkelig wordt. Dat bacteriën, de kleinste der bekende organismen, groote veranderingen in de weefsels van mensch en dier kunnen te weeg brengen, en op deze wijze de oorzaak worden van hoogst gevaarlijke besmettelijke ziekten, mag worden geacht, van algemeene bekendheid te zijn. Zoo tasten de miltvuur-bacteriën de

bloedlichaampjes aan. Maar ook aan plantenziekten zijn in de laatsten tijd de bacteriën schuldig bevonden. Zoo heeft onze landgenoot de heer WAKKER bacteriën leeren kennen als oorzaak van eene bij onze bloembollenkweekers zeer gevreesde ziekte der hyacinthen.¹

Ten slotte moet ik hier nog wijzen op eene zeer eigenaardige werking, die sommige schimmelplanten hebben op haren hospes, nl. de *galvormende* werking, waarvan de oorzaak nog in 't duister ligt. Zoo vindt men aan de wortels van bijkans alle vlinderbloemige gewassen (erwten, boonen, klaversoorten, acacia) kleine knolvormige galletjes, door de woekering van eene schimmelplant veroorzaakt; aan de zilversparren treft men somwijlen kolossale »kankerbuilen» aan, die men lang heeft gekend, maar waarvan de oorzaak in het duister bleef, totdat men deze eindelijk vond in *Peridermium elatinum* A. et S., insgelijks eene schimmelplant. Als oorzaak van de opzwellingen² aan en misvormingen van den wortel van onderscheiden koolsoorten, van koolzaad en koolrapen, heeft WORONIN ons *Plasmodiophora Brassicae* leeren kennen.

Nog meer dan de schimmelgallen, komen die gallen voor, welke door dieren worden gevormd. Iedereen kent de »galnoten» aan eikenbladeren, die tot woonplaats strekken aan larven van galwespjes. Uit onderzoekingen van onzen landgenoot Dr. BEYERINCK is gebleken, dat de gal niet wordt veroorzaakt door den steek van het moederinsekt in een blad of een' tak, maar dat de vorming der gal afhankelijk is van de aanwezigheid eener larve; m. a. w. de symbiose van eik en galwesplarve is oorzaak van 't ontstaan der gal.

Niet slechts galwespen veroorzaken het ontstaan van gallen, maar eene menigte andere dieren, o. a. galmuggen (*Cecidomyia*'s), sommige keverlarven (o. a. *Ceuthorhynchus sulcicollis*, de oorzaak van knobbels aan koolzaadwortels), sommige vlinderrupsen, eenige larven van bladwespen (o. a. *Nematus capreae* L., die galletjes op de bladeren van wilgen teweeg brengt), ettelijke bladluizen, verscheidene soorten van mikroskopische plantenmijten (*Phytoptus*) en de aaljes (*Tylenchus* en *Heterodora*), mikroskopische spoelwormpjes, die vooral in den laatsten tijd veel van zich hebben doen spreken door de ziekten, welke zij bij verschillende cultuurgewassen veroorzaken.

¹ Uitgave van de »Algemeene vereeniging voor Bloembollencultuur.» Mededeelingen over 1884.

² In Engeland wordt deze ziekte der koolgewassen »fingers and toes» genoemd, naar den eigenaardigen vorm der uitgroeiingen.

Soms is de galvorming voor het leven der plant noodlottig: verscheiden van de roggeplanten, die door roggeaaltjes zijn misvormd, sterven vóór haren tijd af. Soms neemt de gal de plaats in van knop of blad en doet zij dit orgaan mislukken. Soms eindelijk, wanneer de galnoot zich vertoont als eene eenvoudige uitgroeiing van 't eene of andere orgaan, kan zij voor 't leven der plant zoo goed als onschadelijk wezen.

Wat de dieren betreft, die *in* plantendeelen parasiteeren maar geene gallen vormen, zij worden meer of minder schadelijk, al naar de grootte van den parasiet en zijne vraatzuchtigheid, en naar het orgaan, 't welk hij bewoont. Het motrupsje, 't welk kleine gangetjes graaft in 't inwendige van de syringebladeren, wordt voor den heester zelven niet schadelijk; de larven van den appelbloesemkever, die een' appelbloemknop van binnen uitvreet, wordt weliswaar niet noodlottig voor het leven des booms, maar belet toch de vrucht- en zaadvorming; de larve van de halmwesp doet een' geheelen graanhalm afsterven.

Wat de uitwendig aan bladeren, stengels of wortels vretende plantenetende dieren betreft, — reeds boven (zie bl. 199) deed ik opmerken, dat bij dezen de grens tusschen parasieten en niet-parasieten moeilijk te trekken is.

Nu gaan wij over tot de bespreking van die symbiose, waarbij de ééne soort van dieren het opkweeken van hare kinderen aan eene andere diersoort overlaat; op bl. 181 hebben wij deze symbiose aangeduid met den naam: »*koekoeksleven*». Algemeen bekend is de leefwijze van den koekoek, die niet — zooals andere vogels — verscheiden eieren in korten tijd na elkaar legt, maar tusschen het leggen van één ei en het volgende meer dan veertien dagen laat verloop. Hij legt zijn ei op den grond, neemt het vervolgens in den bek en brengt het in 't nest van een of ander vogeltje, dat zijne jongen met insecten groot brengt (kwikstaart, pieper, zwartkopje, grasmusch, nachtegaal, roodborstje, roodstaartje, winterkoning, enz.) Het vreemde ei wordt wel eens door de rechtmatige eigenaars van het nestje over boord geworpen; maar meestal wordt het met de eitjes, die in dat nestje thuis behooren, uitgebroed. 't Is bekend, dat een vogel dikwijls alle eieren uitbroedt, die men onder hem legt: iedereen weet, dat eene kip eendeneieren kan uitbroeden. De eitjes, die door de pleegmoeder zijn gelegd, krijgen dikwijls door de aanwezigheid van het koekoeksei geene warmte genoeg om behoorlijk tot

ontwikkeling te komen, zoodat van 't geheele legsel vaak niets uitkomt. En wanneer ook al sommige van de eieren wél een jong vogeltje mochten opleveren, dan gebeurt het toch maar zelden, dat eenige van deze vogeltjes lang genoeg leven, om 't nest te kunnen verlaten. Doorgaans werpt de veel grootere jonge koekoek hen met zijne vleugels uit het nest. Maar ook waar dit niet gebeurt, komen toch meestal de jongen om; want het grootere pleegkind neemt verreweg 't meeste voedsel, dat de oude vogels aanbrengen, in beslag, en de eigen jongen sterven van honger.

De koekoek is met eenige zijner naaste verwanten het eenige dier onder de gewervelden, dat zijne jongen door andere diersoorten laat grootbrengen. Onder de insekten echter vindt men verscheiden soorten, die eene dergelijke leefwijze leiden. Als zoodanig noem ik de *weeklijfkevers* of *olietorren* (*Meloe*), de *koekoeksbijen* (*Nomada*), de *parasithommels* (*Psithyrus*), de *goudwespen* (*Chrysididae*).

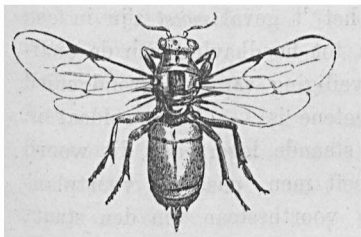
De weeklijfkevers of olietorren zijn donker gekleurde kevers met ver uitéénwijkende dekschilden en een vrij zwaar achterlijf. Men vindt ze op allerlei kruidachtige planten, zoo op heidegrond als op weiden. Daar leggen zij hunne oranjekeurige eieren in groote klompen. Reeds GOEDAERT kende de zeer kleine, witte larven, welke daaruit voortkomen; zij hebben een paar draadvormige aanhangselen aan 't achterlijf en drie paar pooten, die in haakjes eindigen. GOEDAERT wist dezen larven geen geschikt voedsel te geven, en dus stierven ze weldra. Maar in 1857 gelukte het aan FABRE, de leefwijze en ontwikkeling der *Meloe's* nauwkeurig te bespieden. De kleine witte larve, die door GOEDAERT ontdekt werd, kruipt in eene bloem, en wacht totdat de eene of andere wilde bij deze laatste komt opzoeken. Nu hecht zij zich met de haakjes harer pooten aan de haren van 't lichaam der bij vast, en laat zich zoo meevoeren naar het nest dezer laatste. Daar aangekomen, vestigt zij zich in de eene of andere cel, waar reeds een bijenei ligt. Dit laatste vreet zij uit; daarna gebruikt zij het voedsel, dat voor de bijenlarve wordt aangevoerd (honig). Intusschen verandert zij eenige keeren van gedaante; met name heeft zij alras de voor haar overbodig geworden pooten verloren. Eindelijk verandert zij in pop en later in volwassen insekt. Men onderscheidt dus bij de olietorren niet bloot drie opeenvolgende toestanden (larve, pop, volwassen insekt); maar de larveperiode wordt door een drietal vormen vertegenwoordigd, en ook de pop vervelt eenige malen, vóór zij haren definitieve vorm heeft aangenomen.

Iedereen kent de *hommels* of *brombijen* (*Bombus*), plompe, meer of min gedrongene, dicht behaarde bijen, die haar nest meest alle onder 't mos of in den grond vervaardigen; het bestaat uit ovale cellen van was ter grootte van eene hazelpoot. De bijenkoloniën, die deze nesten bewonen, bestaan uit vruchtbare mannetjes en wijfjes en uit onvruchtbare werkbijen, welke laatste de woningen bouwen en de hulpelooze larven voeden. Men kent soorten, die zwart zijn met gele banden, ook soorten, die zwart zijn met een rood behaard uiteinde van 't achterlijf, weer andere, die geheel bruingrijs behaard zijn, enz. Nu zijn er ook *parasiethommels* (*Psithyrus*), dieren van volmaakt hetzelfde voorkomen als de ware hommels; in dit geslacht behooren soorten, die van sommige soorten van *ware* hommels niet te onderscheiden zijn, zóó stemmen zij er mee overeen, ook in kleur van beharing. Maar onder de *parasiethommels* komen geene werkbijen voor; voor den arbeid zijn *deze* soorten van hommels niet ingericht; hun ontbreken ook de gewone toestellen, waarmee andere hommelsbijen stuifmeel thuis brengen. Zij sluipen in de nesten van deze laatsten en leggen daar hare eieren. De larven, welke daaruit ontstaan, worden door de ware hommels als de hunne opgekweekt. Doordat de *parasiethommels* zoo volkomen op de rechtmatige bewoners van het nest, ook in kleuren gelijken, kunnen zij ongehinderd in dit nest binnendringen om er hunne koekoeksstreken te begaan.

Nomada's zijn kleinere bijensoorten, die eene leefwijze hebben volkomen als die der *parasiethommels*; zij gelijken door de gele ringen op haar overigens zwart achterlijf, oppervlakkig gezien, wel wat op wespen. Deze zoogenoemde »*koekoeksbijen*» kiezen nesten van bijen van 't geslacht *Andrena* voor het tooneel harer werkzaamheden uit.

De *goudwespen* (*Chrysididae*) zijn prachtige diertjes; goudkleurig purperrood, metalliek groen en helderblauw schitteren hare kleuren. In 't midden van den zomer ziet men de wijfjes tegen muren en schuttingen zitten, zich koesterende in de warme zonnestralen. Soms ook loopen ze driftig heen en weer en kruipen nu en dan in eene reet of spleet weg. Zij zoeken dan de broedplaatsen van sommige soorten van bijen en graafwespen; hier leggen zij een ei, waaruit een larve geboren wordt, welke de oorzaak is van den dood van die, welke in de woning oorspronkelijk thuis behoort. De larve van de goudwesp voedt zich, al naar de soort, waartoe deze moet worden gerekend, of met den bijeengebrachten voorraad voedsel, of met de larve der bij of die der graafwesp zelve. Het spreekt wel van zelf,

dat eene goudwesp doorgaans niet gaarne in de nabijheid gezien wordt van het nest, dat zij soms met haar bezoek vereert; dat althans de rechtmatige bewoonsters tegen hare visites protest aanteekenen en soms op hardhandige wijze de brutale indringster tot haren plicht brengen. De goudwespen nu zijn niet sterk; maar zij bezitten een uitstekend middel om zich aan den aanval harer vijanden te onttrekken. Aan de rugzijde zijn zij, zoowel op kop en borststuk als op 't achterlijf, met eene zeer harde huid bekleed; maar aan de buikzijde hebben zij eenen betrekkelijk teeren wand, zoodat de bij of de graafwesp, in wier nest of hol zij haar ei gaan leggen, ze daar gemakkelijk met haren angel doodelijk kan treffen. In nood verkeerende, buigt nu de goudwesp haar achterlijf naar voren om, zoodat de buikzijde van dit lichaamsdeel die van het borststuk bedekt, en het insect nergens meer kwetsbaar is. LEPELLETIER DE SAINT-FARGEAU, een van de beste kenners der wespachtige insekten, vertelt het volgende van



Chrysis ignita (goudwesp).

eene goudwespsoort (*Hedychrum regium*), die hare eieren in 't nest van de muurbij (*Osmia musaria*) legde. »Ik heb» — schrijft hij — »zoo'n goudwesp bemerkt, die den kop in eene bijkans afgewerkte cel eener muurbij had gestoken. Na volbracht onderzoek had zij zich juist omgekeerd; zij schoof nu haar achterlijf in de cel, toen de bij, met

stuifmeel en honig beladen, terugkeerde, een toornig gebrom liet hooren en zich dadelijk op de vijandin wierp. De goudwesp rolde zich volgens gewoonte samen, zoodra de bij haar met hare kaken aangreep; zij vormde een' volledigen bol, waarvan aan weerszijden de vleugels uitstaken. Te vergeefs beproefde de muurbij haar met de kaken of den angel te verwonden; de wapenen gleden af op het harde pantser. Nu beet de bij haar de vier vleugels vlak bij 't lichaam af, liet haar op den grond vallen, onderzocht het nest met eene soort van onrust, bracht hare lading binnen en vloog weer weg. De op den grond liggende goudwesp ontrolde zich na korten tijd; al klauterende bereikte zij het nest, en legde nu rustig haar ei daarin.

Wij komen aan de *slavenhouderij* (vergel. bl. 181). Deze is ons slechts bij enkele soorten van *mieren* bekend geworden. Men weet, dat de dieren dezer familie steeds staten vormen, en dat men bij hen steeds

naast mannetjes en wijfjes, die tot voortplanting in staat zijn, ook vrouwelijke individu's vindt, die altijd onvruchtbaar blijven, maar die het werk verrichten (de gemeenschappelijke woning bouwen, de jongen voeren, enz.) en den staat tegen den aanval van vijanden verdedigen. Maar nu vindt men bij vele mieren de verdeling van den arbeid nog verder doorgevoerd: er zijn dan naast gewone arbeidsters andere vrouwelijke exemplaren, ware amazones, die alleen voor den strijd leven. Deze »soldaten» — want zoo noemt men ze — hebben grooter kop en grooter kaken en zijn over 't geheel beter voor het vechten ingericht.

»Over 't geheel kan men zeggen, dat de mieren bijzonder oorlogszuchtige en krijgshaftige dieren zijn; en in de staten van sommige soorten is reeds het ideaal bereikt, waarnaar eenige van onze groote mogendheden rusteloos schijnen te streven: de omstandigheid namelijk, dat ieder burger soldaat is. Soldaat, niet in den zin, waarin dit in Zwitserland het geval is, of zooals het 't geval moest zijn in een land, waar het dragen van de wapenen tot handhaving van de onafhankelijkheid van den staat en tot beveiliging van zijn grondgebied een der eerste plichten van elken ingezetene is, — maar soldaat in den zin, dien men in onze staten met staande legers aan dit woord hecht. Bij enkele mierensoorten dan heeft men, naast de voortplantingsindividu's, noodig voor 't blijven voortbestaan van den staat, enkel soldaten, die op kosten van de maatschappij leven, in oorlogstijd dapper vechten, maar in vreedstijd niet veel anders doen dan af en toe paradeeren. Maar wie moet onder dergelijke omstandigheden het werk doen? Wie moet voedsel bijeengaren, wie de larven opkweken, wie de woningen bouwen? Onze krijgshaftige mieren begrijpen, dat zij zonder een' arbeidenden stand niet kunnen bestaan; zij zenden een troep soldaten naar de nesten van eene andere soort van mieren; uit deze nesten rooven zij die poppen, welke later arbeidsters zullen opleveren. Deze poppen leggen zij in hare eigen woningen neer; weldra komen de arbeidsters te voorschijn, die in de woning des vijands als slaven gaan werken, zonder ooit eene poging te doen om te ontsnappen.»¹ Gewoonlijk zijn het grootere, roodachtige soorten van mieren, die als slavenhouders optreden, terwijl kleinere, zwarte soorten als slaven fungeeren.

¹ RITZEMA BOS, *Landbouwdierkunde*, II, bl. 257.

Nadat ik al de verschillende vormen van symbiose met eenzijdig dienstbetoon heb besproken, wordt het tijd, dat ik overga tot de behandeling van die soort van symbiose, waar de beide leden der compagnieschap profiteeren van hunne onderlinge verbinding. Gelijk reeds boven werd vermeld, noemt men deze wijze van samenleven *symbiose in engeren zin*, ook wel *mutualisme*. Verschillende diersoorten kunnen onderling door wederzijdsche belangen aan elkaar verbonden zijn; maar evenzeer kan er mutualisme bestaan tusschen dieren en planten, zoowel als tusschen twee soorten van planten onderling. Eenige voorbeelden zullen bewijzen, op hoe verschillende manier twee soorten van organismen door mutualisme aan elkaar kunnen zijn verbonden.

Vooreerst bespreek ik het *mutualisme tusschen twee diersoorten*. Reeds in 't begin van dit opstel was sprake van den *eremietkreeft*, die zijn leven op den bodem der zee doorbrengt, het weeke achterlijf in een kinkhoren verschuilende. Toen zagen wij reeds, dat deze kreeft, die evenals de slak het »omnia mecum porto" in toepassing brengt, toch niet zoo onbepaald de eenzaamheid liefheeft, als dit met den vorigen, den rechtmatigen bewoner van den horen 't geval was. Immers in vele gevallen heeft hij binnen de grenzen van zijn huis een' metgezel, dien hij gastvrijheid verleent, zonder dat hij hem helpt om aan den kost te komen, en zonder dat de beide bewoners van 't zelfde dak zich veel om elkander bekommeren. Veel inniger is de betrekking van den eremietkreeft



Actinia dianthus.

tot eene zeeroos of zeeanemone (*Actinia*, zie nevensstaande figuur), die men dikwijls op zijnen horen vindt vastgehecht. Sedert ook Nederland in 't bezit is gekomen van een groot aquarium, geloof ik, dat de meeste van mijne lezers wel de zeeanemonen of zeerozen kennen, die van ieder aquarium »the great attraction" uitmaken. Met hare zool aan een' steen of een ander voorwerp vastgehecht, steken zij de talrijke armpjes, die straalsgewijs rondom den mond zijn geplaatst, naar alle kanten uit. Heerlijk schitterende met de meest verschillende kleuren, vormen zij als 't ware prachtige bloem-

bedden onder water. Met ééne soort van zeeanemonen nu heeft onze eremietkreeft een verbond gesloten. Dit oranjegeel gekleurde, van

roode vlekjes voorziene dier hecht zich met zijnen voet aan een' kinkhoren vast, maar altijd aan eenen, welks oorspronkelijke bewoonster heeft plaats gemaakt voor een' kluizenaarskreeft. Altijd neemt het op den horen dezelfde positie in; het plaatst zich zóó, dat zijne door vangdraden omgeven mondopening naar den kop van den kreeft is gekeerd.

Wanneer nu onze kluizenaar zich over den bodem der zee, soms uren gaans ver, voortbeweegt, dan reist de zeeroos gratis mee, en krijgt zoo de gelegenheid, over uitgestrekte ruimten naar prooi te zoeken, vooral wanneer de kreeft nu hier dan daar, in het zeezand met zijne pooten woelt, om eetbare dieren en diertjes te voorschijn te brengen. De meeste zeerozen zitten met hare benedenschijf aan steenen en palen van zeeweringen of aan rotswanden vast; daar kunnen ze hunnen benedenkant bedaard over den bodem voortschuiven, en zoo kunnen ze een weinig van plaats veranderen. Maar dit geschiedt niet dan hoogst langzaam. Die zeerozen nu, welke in streken leven, waar voedsel van hare gading in voldoende hoeveelheid aanwezig is, behoeven zich niet veel te verplaatsen; de soort echter, welke op den horen van den eremietkreeft heeft postgevat, vindt *op den bodem* der zee minder diersoorten van hare gading, en moet dus de streek, in welke zij leeft, doorkruisen. De eremietkreeft is voor haar van onberekenbaar nut; zij verlaat dan ook nooit uit eigen beweging de eenmaal gekozen woonplaats; en wordt zij gewelddadig van den horen, waarop zij zit, losgerukt, dan sterft zij weldra. Maar het bondgenootschap tusschen anemone en eremietkreeft is niet uitsluitend in 't voordeel van den eerstgenoemde; ook de kreeft, die, naar 't schijnt, zoo belangeloos een plaatsje op zijn' horen afstaat, profiteert er van. De anemone namelijk bezit, evenals het meerendeel der representanten van de afdeeling der Coelenteraten, waartoe zij behoort, eene menigte zoogenoemde »netelorganen". Zij kan nl. een groot aantal lange draden uit kleine openingen te voorschijn brengen, zoodra zij wordt veront-rust. Deze draden nu zijn over hunne oppervlakte met millioenen toestelletjes bedekt, welke evenals de haren van een' brandnetel een bijtend vocht afzonderen. Om deze »netelorganen" worden de anders zoo zwakke, hulpelooze anemonen door de andere zeedieren gevreesd; en zelfs groote dieren, als visschen en inktvisschen, houden zij op een' eerbiedigen afstand. Zoo beschermt dus de anemone, door zich op een' kinkhoren vast te hechten, waarin de eremietkreeft huist, niet slechts *zich zelve* tegen den aanval van vijandige dieren, maar

ook haar medelid van de firma, dat anders in inktvisschen en in sommige ware visschen geduchte vijanden heeft.

Hoezeer de eremietkreeft er op gesteld is, de anemone op zijnen horen te behouden, blijkt uit de volgende proefneming. Men hale een' kreeft uit zijnen horen en stoppe dien vol met kleine stukken linnen en andere voorwerpen, welke zich niet gemakkelijk er uit laten nemen. Daarna brenge men den kreeft weer in 't water met den ouden horen, waarop de anemone zit, en een' nieuwen, leegen horen, waarop zoo'n dier niet heeft post gevat. De kreeft loopt thans dezen laatsten voorbij, ook zelfs wanneer hij veel mooier en ruimer is dan de horen, welken hij oorspronkelijk bewoonde; had hij op zijn voormalig huis geene anemone, dan zou hij in dit geval het nieuwe boven het oude hebben verkozen; want het is door vaak herhaalde proefnemingen gebleken, dat de kluizenaarskreeft gaarne van woning verwisselt, wanneer hij door die verhuizing beter komt te wonen. Maar een kleine horen *met* zijne anemone is den kreeft liever dan het schoonste huis *zonder* haar; hij loopt den mooien horen voorbij en wil de oude woning weer betrekken; — daar bemerkt hij, dat de opening (»de mond'', zooals men zegt) van den horen dichtgestopt is. Nu worden alle denkbare pogingen aangewend, om de stukjes linnen er uit te trekken, en eerst wanneer het hem blijkt, dat dit in 't geheel niet gelukt, besluit hij, den mooien horen toch maar te betrekken. Hij probeert eerst, of zijn achterlijf er in past; en zoodra het blijkt, dat dit het geval is, gaat hij naar de anemone, die nog op de oude schelp zit; hij betast haar met pooten, scharen en sprieten, en zoekt haar los te trekken van de vlakke, waarop zij zich heeft vastgezogen. Eindelijk gelukt het hem, beweging te krijgen in het tot nu toe beweginglooze dier; het volgt de invitatie om op den anderen horen over te gaan, en na verloop van eenigen tijd zijn beide leden der firma verhuisd. Mij dunkt, niets pleit er meer voor het weerszijdsch belang, dat kreeft en anemone bij elkaar hebben, dan dit: dat de eerste zonder de laatste blijkbaar niet leven *wil* en dat de laatste zonder den eersten niet leven *kan*. —

Mieren en *bladluizen* verbinden vaak hare weerszijdsche belangen met elkaar. De eersten houden veel van zoete stoffen, en de tweeden scheiden uit een paar buisjes aan 't uiteinde van haar achterlijf een vocht af, dat veel suiker bevat. 't Is dan ook van algemeene bekendheid, dat mieren zich gaarne op boomen begeven, welker takken of bladeren met bladluizen bezet zijn; zij likken gretig den vochtdroppeel op, dien deze aan de honigbuisjes hebben hangen; en zelfs strijken zij de blad-

luizen met hare sprieten over het achterlijf, wetende, dat deze aldus eerder een' droppel laten vallen dan anders 't geval zou zijn. Maar de mieren gaan verder. Zij laten het niet bloot aan het toeval over, of zij al dan niet het voorrecht zullen hebben, bladluizen in hare nabijheid te zien; zij bedenken, dat eene bladluiskolonie zich wel snel uitbreidt, maar dat zij toch ook spoedig uitéén gestoven kan zijn door wind, regen of hagel. Daarom plaatsen zij hare melkkoeien als 't ware in een' stal, waar zij deze steeds in hare nabijheid hebben, en waar het den bladluizen niet aan voedsel ontbreekt. Aan de loten van een' lindeboom vindt men soms nesten, bestaande uit samengebogen of inééngerolde bladeren; deze zijn door de mieren voor haar melkvee vervaardigd. Dit laatste heeft hier steeds voorraad van voedsel; want als de bladeren door de snuitjes der bladluizen van de meeste vochten beroofd zijn, maken de mieren een nieuw nest, en brengen haar vee daarin over. Er zijn ook bladluisoorten, die aan wortels van grassen onder den grond leven. Deze worden door mieren in hare onderaardsche nesten gehouden. Beide partijen, bladluizen zoowel als mieren, hebben voordeel van de symbiose; de eersten krijgen op eene gemakkelijke manier voortdurend goed voedsel en genieten bescherming tegen weer en wind en tegen andere schadelijke invloeden; de mieren verleenen haar al deze voordeelen, en als loon voor dat alles ontvangen zij dagelijks eenige druppels suikerwater.

Thans mogen een paar voorbeelden volgen van *symbiose tusschen planten en insekten*. Er zijn verschillende plantensoorten bekend geworden, die door het uitzweeten van honig aan bladstelen of blad-schijven bepaalde insekten, vooral mieren, tot zich lokken. THOMAS BELT nam dit reeds in de vorige eeuw waar in Nicaragua; hij kwam tot de conclusie, dat deze mieren de plant beschutten tegen den aanval van andere zeer schadelijke diersoorten. In Zuid-Amerika komen de *Syuba's* (*Oecodoma cephalotes*) tamelijk veel voor; van deze mierensoort klimmen de arbeidsters in de boomen; zij snijden de bladeren met hare geweldige bovenkaken in stukken en laten deze stukken op den grond vallen. Later ziet men ze — zooals LUND en anderen waarnamen — met deze stukken blad rondloopen; in de zon gebruiken zij ze als een parasol. Wat de mieren er vervolgens mee doen, is niet bekend; BATES, de bekende reiziger in de bosschen van tropisch Zuid-Amerika, gelooft, dat ze bij het bouwen van de nesten dienen, om stevigheid aan de gewelven te geven. Verscheiden boomen nu,

die door de *Sauba's* geducht zouden worden toetgetakeld, worden tegen den aanval dezer vijanden beschermd door kleinere mieren van het geslacht *Crematogaster*. De grootere *Sauba's* zijn zeer bang voor den steek van deze kleinere vertegenwoordigsters van dezelfde familie; reeds bij de eerste bedreiging gaan zij loopen. Een boom, waarop zich de kleine *Crematogaster's* bevinden, is voor den aanval van de *Sauba's* veilig. En zoo groeien er dan in de Zuid-Amerikaansche bosschen verscheiden boomen en struiken, die altijd van *Crematogaster's* krioelen, welke worden aangetrokken door den honig, dien de bladeren of bladstelen afscheiden. Boomen, die aan de meergenoemde kleine mieren voedsel verschaffen, zijn voor de *Sauba's* veilig, terwijl dikwijls boomen of struiken, welke er vlak naast groeien, door deze groote mieren van bijkans alle bladeren beroofd worden.

FRTZ MÜLLER meldt ons, dat in de bosschen van het tropische Amerika een snel groeiende, in zijn' top kandelabervormige boom groeit, de *Imbauba* (*Cecropia*). De stam van den boom bestaat, als een rietstengel, uit holle leden; in ieder van deze bevindt zich eene opening, waardoor de *Aztekenmieren* (*Azteca instabilis*), die in menigte de leden bewonen, uit en in kunnen gaan. De jonge stammen, waarin deze mieren haar domicilie nog niet hebben gekozen, worden dikwijls in sterke mate aangetast door Saubamieren en snuitkevers; de oudere *Imbauba's*, welker holle stengelleden massa's *Aztekenmieren* bevatten, worden door geen enkel vernielend insekt meer bezocht. De diensten, welke de kleine miertjes den *Imbauba* bewijzen, zijn zeer belangrijk. Maar in ruil daarvoor biedt deze boom den kleinen insecten niet slechts woning aan, maar ook voedsel. Aan het uiteinde zijner takken draagt hij weinige, zeer groote bladeren, welker stelen zich aan hunne basis verdikken tot een kussenvormige verbreeding met eene zeer fluweelachtige oppervlakte. Op dit kussen groeien kleine, witte korreltjes van ongeveer 1 mM. lengte; ieder kussen schijnt er een zestigtot honderdtal voort te brengen. Deze kleine korreltjes schijnen veel voedende stof te bevatten; de mieren oogsten ze; en in plaats van die, welke door haar zijn weggenomen, komen er telkens nieuwe.

De expeditie van de *Challenger*, die voor de wetenschap zooveel merkwaardigs heeft opgeleverd, heeft ons nader bekend gemaakt met de merkwaardige organismen, waarvan reeds RUMPHIUS melding maakt onder den naam van „nest van de zwarte mier” en „nest van de roode mier.” 't Is gebleken, dat men hier te doen heeft met een tweetal plantensoorten (*Myrmecodia* en *Hydnophytum*), welker stam

als 't ware tot een mierennest is vervormd. Beide planten behooren tot de Cinchonaceëen; zij hebben witte bloemen met eene meer of min trechtervormige, in vieren gespleten kroon, in vele opzichten overeenkomende met die van *Asperula odorata* (het algemeen bekende Onze Lieven Vrouwe-bedstroo); hare vruchten zijn besachtig en bevatten twee of vier harde zaden. MOSELEY is door een nauwkeurig onderzoek tot de conclusie gekomen, dat alle oudere exemplaren dezer planten door mieren bewoond worden, ja dat hunne bolvormige stammen zelfs geheel tot een mierennest zijn vervormd; maar dat men onder de zeer jonge planten moet zoeken, om er eene te krijgen, die vrij van mieren is. Bij zoo'n zeer jonge plant bijten zich deze insekten in het onderste deel van den stengel in, waar zij zich weldra vermeerderen, terwijl de voor hen beschikbare ruimte door den groei van den stam grooter wordt. *Myrmecodia* en *Hydnophytum* worden alweer door de mieren beschermd voor den aanval van andere insekten, terwijl ze haar daarvoor eene geschikte woning leveren; het voedsel schijnen de mieren te vinden op de boomen, in welker vertakkingen de bovengenoemde mierenplanten groeien.

In de beide 't laatste besproken gevallen van symbiose leeft het organismen van de ééne soort (mieren) binnen een voorwerp van eene andere soort (*Imbauba*, *Myrmecodium*, *Hydnophytum*); toch vereenigen zich deze twee soorten nooit tot één geheel. De mierenplant en de mieren behooren bij elkaar; zij kunnen zonder elkaar moeilijk blijven bestaan; maar niemand zal de mieren als een bestanddeel van den boom aanzien. Er zijn echter ook gevallen van symbiose bekend geworden, waarin de beide organismen zoodanig met elkaar, ook *lichamelijk*, vereenigd zijn, dat men ze als deelen van 't zelfde organisme zou beschouwen. Zoo kent men verscheiden wezens, die men vroeger als gewone, enkelvoudige organismen meende te moeten beschouwen, maar die later bleken, te zijn samengesteld uit verschillende organismen. Reeds vroeger vermeldde ik de *korstmossen* als voorbeelden van dergelijke samengestelde wezens. Voorheen kende men deze als eene afzonderlijke klasse in het plantenrijk, welke men aanvankelijk naast die der bladmossen stelde, maar later, in verband met hunnen fijneren anatomischen bouw, meer in de nabijheid der schimmelplanten bracht. Men noemde een zeer groot aantal soorten van korstmossen op, sommige blauwgrijs, andere bruin, andere geel of groenachtig van kleur, sommige op den grond, andere op boomschors groeiende, maar

alle kenbaar aan de droge, meestal harde, dikwijls van uitsteeksels voorziene korst, welke zij vormen op de onderlaag, waarop zij groeien.

Mikroskopisch onderzoek heeft geleerd, dat de korstmossen bestaan uit lange, vertakte, kleurlooze veelcellige draden (*»myceliumdraden»*) en uit meestal ronde, groene cellen (*»gonidiën»*), welke tusschen deze draden verspreid zijn. Merkwaardig is het, dat dergelijke myceliumdraden, behalve bij de korstmossen, nog maar bij ééne enkele afdeeling van planten worden aangetroffen, nl. bij de *Zwammen (fungi)*, onder welken naam men o. a. de zoogenaamde *»paddestoelen»* en de schimmels vereenigt. De laatste bestaan uit enkele losliggende draden, de eerste uit een dicht inéengesponnen weefsel daarvan. Bij de korstmossen nu vindt men de myceliumdraden der schimmels terug, maar tusschen deze een tal van groene cellen. Dat deze laatste voor de korstmossen eene groote betekenis moeten hebben, heeft men reeds lang ingezien. Schimmels zijn geheel bladgroenvrij, en kunnen dus niet, als de bladgroenhoudende planten, zelve organische stof fabricceeren uit koolzuur, water en zouten. Zij moeten daarom reeds gevormde organische stoffen als voedsel opnemen. Dat nu behoeven de korstmossen niet te doen: hoewel zij, evenals paddestoelen en schimmels, uit kleurlooze myceliumdraden bestaan, kunnen zij toch zelve organische stoffen uit anorganische bestanddeelen vormen door de aanwezigheid der meermalen genoemde, bladgroen bevattende cellen of gonidiën.

Nu heeft in 1853 SPEERSCHNEIDER bewezen, dat de gonidiën van het korstmos *Hagenia ciliaris*, van de andere deelen der laatstgenoemde plant gescheiden, en in eene vochtige omgeving neergelegd, niet alleen blijven voortleven, maar zelfs zich gaan deelen, ieder in vier afzonderlijke cellen, die nadat ze weer behoorlijk gegroeid zijn, alweer zich gaan deelen, enz.; m. a. w. SPEERSCHNEIDER toonde aan, dat de gonidiën van meergemelde korstmossoort zelfstandig kunnen blijven leven en zich dan vermeerderen op de wijze der lagere wieren of algen, die in 't water en op vochtige plaatsen zooveel voorkomen. Vooral FAMINTZIN en BORANETZKY hebben door verscheiden nauwkeurige onderzoekingen aangetoond (1868), dat de voortplanting van de gonidiën alle bijzonderheden vertoont, waardoor die der vrijlevende lagere wieren gekarakteriseerd is.¹ Zich grondende op deze en verscheidene andere onderzoekingen (vooral van BORANETZKY, ITZIGSOHN en SACHS), heeft

¹ FAMINTZIN en BORANETZKY bevonden, dat de gonidiën van de korstmossen *Parmelia parietina*, *Cladonia* en *Evernia* zwerm-sporen vormen.

SCHWENDENER de hypothese opgesteld, dat de korstmossen geene zelfstandige planten zijn, maar dat elke soort uit deze vroegere plantengruppe bestaat uit eene vereeniging van kleurloos schimmelweefsel en groene algencellen. Door talrijke onderzoekingen heeft SCHWENDENER de gegrondheid zijner hypothese bewezen. Het myceliumweefsel der korstmossen vormt voortplantingsorganen in den vorm van schoteltjes (»apotheciën»), waarin zich kiemcellen of *sporen* vormen, juist op dezelfde wijze als dat geschiedt bij de zoogenoemde *ascomyceten* onder de zwammen. Zait men nu zoodanige sporen op vochtig glas uit, dan ontkiemen deze wel, maar spoedig sterven zij; zoodat men nooit uit korstmossporen alleen een nieuw korstmos kan voortbrengen. Maar wel is het enkele jaren geleden aan REES gelukt, door het uitzaaien van sporen van het korstmos *Collema glaucescens*, op de alge *Nostoc lichenoides*, een nieuw korstmos van de soort *Collema glaucescens* voort te brengen; terwijl reeds veel vroeger BORANETZKY uit de gonidiëncellen van 't korstmos *Collema* koloniën van de alge *Nostoc* opkweekte. Men kan dus thans met gerustheid staande houden, dat de bewering van SCHWENDENER geene hypothese meer is, maar een bewezen feit. Korstmossen zijn samengestelde wezen: zij zijn een uitstekend voorbeeld van symbiose tusschen twee plantensoorten, en wel in haar beider belang.

Mij rest nog, te bewijzen, dat de samenvoeging van alge en schimmelplant tot één samengesteld organisme (korstmos) is in 't belang van beide partijen. Herhaaldelijk wees ik er op, dat de schimmels en de dieren, wat hunne stofwisseling betreft, lijnrecht tegenover de bladgroenhoudende planten staan: terwijl de laatsten zelven de organische stoffen vormen, waaruit zij bestaan, moeten de eerstgenoemden hare organische stoffen reeds als *zoodanig* opnemen. De schimmel, die deel uitmaakt van de firma, welke »korstmos» heet, zou op zich zelve slechts op of in levende organismen of doode stoffen van organischen oorsprong kunnen tieren; door haar bondgenootschap met groene algencellen wordt zij in staat gesteld, ook op anorganische lichamen te groeien; want de groene algen vormen uit koolzuur, water en zouten meer organische stoffen dan zij zelve nodig hebben, en staan van haren overvloed aan de schimmels wat af. Maar deze laatsten mag men volstrekt niet beschouwen als nuttelooze klaploopers; zij verschaffen den algen, als bijprodukt van hare stofwisseling, eene groote hoeveelheid koolzuur, eene der verbindingen, waaruit deze hare anorganische stoffen opbouwen. Dit koolzuur echter, hoewel op deze wijze voor

de algen al zeer gemakkelijk verkrijgbaar, kon door haar ook in voldoende hoeveelheid uit de dampkringslucht opgenomen zijn. Maar de schimmels leveren meer voordeel op voor hare medeleden van het bondgenootschap »korstmos». De schimmeldraden toch dringen in alle retsen en spleten der steenen, van de boomschors, enz. binnen en zuigen aldus uit alle hoeken en gaten eene groote hoeveelheid water op, waarin zouten zijn opgelost, die bij de levensprocessen der planten eene groote rol spelen. Op deze wijze leveren de schimmels aan de algen der firma eene menigte voor dezen onmisbare stoffen; vooral het water hebben de laatstgenoemde, groene firmanten hoog noodig, daar zij eigenlijk waterbewoonsters zijn.

Zoo heeft zich dan door het verbond tusschen schimmels en wieren, die met onderling zeer verschillende vermogens begaafd zijn, een samengesteld organisme gevormd, dat buitengewoon taai is van leven en uiterst geringe eischen stelt om te kunnen blijven bestaan. Deze eigenschappen, die door de symbiose mogelijk worden, hebben de korstmossen gemaakt tot de pionieren, die de organische natuur vooruit zendt, om ook den ondankbaarsten bodem voor andere kleine, eenvoudige, maar toch wat meer eischende planten voor te bereiden. In 't koude Noorden en op de hoogste toppen der Alpen, waar de bodem gedurende 't grootste gedeelte des jaars stijf is van de vorst, — op naakte, humuslooze, droge rotsen, even goed als op droge boomschors, — kortom op alle plaatsen, waar anders niets levends kan blijven bestaan; daar kunnen de korstmossen nog rondkomen met hunne wel ingerichte huishouding, die op symbiose berust.

Op 't zelfde beginsel nu, waarop het samenleven van schimmels en algen berust, is ook de samenvoeging van deze laatste met verschillende dieren gegrondvest. Maar daar dieren van zeer verschillend hoogen trap van organisatie met algen een bondgenootschap kunnen aangaan, zoo laat het zich inzien, dat de vereeniging van beide soorten van organismen op zeer verschillende wijzen tot stand kan komen. Eerst in 1871 werd voor de eerste maal door CIENKOWSKY op eene symbiose van Algencellen en Radiolariën gewezen; en sedert dien tijd, maar hoofdzakelijk eerst na 1880, heeft men verscheiden voorbeelden gevonden van innige verbinding tusschen het leven van groene algen en dat van sponzen, polypen, ribwallen, sommige wormen, enz. Vgoral BRANDT, GEZA ENTZ, GEDDES, RAY LANKESTER, de gebroeders HERTWIG en de Utrechtsche Hoogleraar ENGELMANN

hebben nauwgezette studie gemaakt omtrent dit onderwerp en onze kennis dienaangaande door verschillende onderzoekingen verrijkt.

Vaak worden raadselen van het leven het best opgelost door eene nauwkeurige studie van de lagere organismen, omdat bij dezen de levende stof zich met al hare eigenschappen zoo eenvoudig mogelijk voordoet. En zoo waren het ook laag georganiseerde dieren, de zoo-genoomde *Radiolariën*, die het eerst een kijkje deden slaan in de smelting van dieren en algen tot één organisch geheel.

Radiolariën zijn kleine wezens, die met het bloote oog niet of nauwelijks kunnen worden waargenomen, en in zeer onderscheiden vormen in de zee en aan hare oppervlakte worden aangetroffen. Zij bestaan uit een klompje levende stof in haren eenvoudigsten vorm. In dit eenvoudige lichaam zet zich soms een zeer samengesteld en sierlijk skelet van kiezelnaalden af, terwijl tusschen de mazen van dat skelet de levende stof in dunne uitloopertjes naar buiten stroomt om zich spoedig daarna weer in te trekken. In het buitenste gedeelte nu van de weeke, taaie levende stof vindt men — althans bij verscheiden soorten van *Radiolariën* — kleine, kogelronde, gele lichaampjes, die de oudere natuurvorschers met den naam van »gele cellen» aanduiden en die zij beschouwden als bijzondere organen van het dier, hoewel men er zich maar volstrekt niet van kon vergewissen, welke rol deze »gele cellen» eigenlijk in het lichaam der *Radiolariën* zouden spelen. In 1871 begon de Russische plantkundige CIENKOWSKY er aan te twijfelen, of de tot toen geldige opvatting wel de juiste ware; want hij zag, dat de gele cellen na den dood van het *Radiolariën*-lichaam nog langen tijd in leven blijven; dat zij zich bewegen en zich door deeling blijven vermeerderen. Hij sprak 't vermoeden uit, dat hij hier te doen had met plantaardige bewoners van de *Radiolariën*; maar de geleerde wereld had met CIENKOWSKY's opvatting geen vrede. Later (1878) vonden de gebroeders HERTWIG in de weefsels van vele zeerozen of zeeanemonen »gele cellen»; en ook zij kwamen tot de conclusie, dat het zelfstandige organismen (algen) waren, die zich in dit geval in een reeds vrij hoog georganiseerd dier hadden gevestigd.

Laten wij thans eenigszins uitvoeriger bespreken, wat er alzoo aangaande de verbreiding der »gele cellen» in de anemonen bekend is. Deze taaie, wit, groen, geel of rood gekleurde dieren (bl. 213) bestaan uit een' lichaamswand, die eene holte omsluit, welke van boven door eene mondopening met de buitenwereld in verbinding staat. Eene menigte vangarmen of tentakels omgeven den mond, waardoor de

spijzen worden gebracht in de bovenbeschreven holte: dáár worden deze verteerd. Eene nadere beschrijving van den bouw der anemonen is hier geheel overbodig; slechts nog dit: de lichaamswand bestaat uit eene buitenste laag zeer langwerpige en eene binnenste laag minder hooge, maar meer breede cellen; beide lagen worden aan elkaar door een dun laagje verbonden. Waar vindt men nu de »gele cellen'', waarvan boven sprake was? Steeds treft men ze uitsluitend aan in de binnenste der drie bovengenoemde lagen, d. i. in de zoogenoemde »darmlaag'', die dikwijls door het groote aantal, waarin ze aanwezig zijn, al naar de kleur der »gele cellen'', daardoor eene geelgroenachtige of eene geelbruinachtige tint aanneemt. Merkwaardig is het, dat deze geelachtige, meestal bolronde lichaampjes niet *tusschen* de cellen van de darmlaag zich bevinden, maar doorgedrongen zijn tot *in* de cellen van deze, zoodat wij hier het eigenaardige geval hebben, dat de eene cel binnen de andere groeit. Vaak vindt men een vier- of vijf-tal »gele cellen'' in ééne enkele cel van de darmlaag. De overeenkomst tusschen deze »gele cellen'' en die in 't lichaam der Radiolariën is zeer groot. Beide bestaan, behalve uit een geelachtig gekleurd protoplasma, uit een' matig dikken wand, die bij nader onderzoek uit cellulose blijkt te bestaan, d. i. uit eene stof, die als buitenwand van plantencellen zeer veel voorkomt, maar als wand van dieren-cellen niet; verder uit eene kern, eindelijk uit korrels zetmeel (eveneens eene specifiek plantaardige stof) te midden van het gekleurde protoplasma. Men ziet steeds verscheiden gele cellen, binnen de cellen der anemonen in deeling verkeerende.

Als hoedanig moeten wij nu de meergemelde »gele cellen'' der anemone beschouwen? In ieder geval als afzonderlijke individu's, die in 't lichaam van het vreemde dier zijn binnengedrongen, maar geen deel er van uitmaken: dat blijkt uit de omstandigheid, dat de »gele cellen'' blijven groeien en zich voortplanten, ook nadat de anemone, die zij bewoonden, gestorven is. Maar hebben wij hier met plantaardige of met dierlijke eencellige organismen te doen? Reeds duiden enkele bijzonderheden betreffende de samenstelling der »gele cellen'' (het voorkomen van cellulose en zetmeel) op haren plantaard. Maar er is meer.

GEDDES en BRANDT hebben uitgemaakt, dat alle soorten van anemonen, die ruimschoots van gele cellen zijn voorzien, onder de inwerking van 't zonnelicht, evenals de planten, groote hoeveelheden zuurstof afscheiden. Isoleert men nu echter de »gele cellen'', dan blijkt het, dat deze en niet de weefsels van de anemone zelve, zuur-

stof vormen. De meergemelde »gele cellen» zijn organismen met eene volkomen plantaardige stofwisseling: uit koolzuur en water vormen zij zetmeel, terwijl zuurstof wordt uitgescheiden. Vroeger deelde ik mede, dat slechts de groene planten en plantendeelen eene stofwisseling hebben als de boven beschrevene; 't is gebleken, dat het in deze deelen aanwezige bladgroen of chlorophyll de *conditio sine qua non* der plantaardige stofwisseling is, de fabriek, waarin uit koolzuur en water zetmeel wordt gevormd. En nu blijkt de gele kleurstof der zoogenoemde »gele cellen» in samenstelling zeer veel met het bladgroen overeen te stemmen, terwijl ook de vorming van organische stof uit anorganische stoffen door hare bemiddeling kan plaats grijpen.

Nadat eerst CIENKOWSKY in de gele cellen der radiolariën, en later de gebroeders HERTWIG in die der anemonen kleine, eencellige algen hadden herkend, hebben andere waarnemers deze kleine organismen aangetroffen in infusoriën, sponzen en kwallen, in sommige stekelhuidigen en in wormen. Maar 't zijn niet slechts *gele* eencellige algen, die in 't lichaam van vele dieren zich vestigen en daar voortleven. Ook *groene* eencellige algen, door *gewoon* chlorophyl gekleurd, doen dat. GEZA ENTZ was de eerste, die de symbiose van de zoogenoemde »groene zoetwaterpolyp» (*Hydra viridis*) en groene eencellige algen aantoonde, en aldus bewees, dat gezegde polyp alleen door de algen, welke zij bevat, groen van kleur is. Maar de onderzoekingen van GEZA ENTZ werden in 't Hongaarsch gepubliceerd en bleven dienvolge tamelijk wel onbekend, zoodat eerst door de onderzoekingen van BRANDT, die in 1881, vijf jaar na de zijne, werden uitgegeven, de aandacht van het wetenschappelijk publiek werd gevestigd op den aard van de groene korrels in 't lichaam van verschillende dieren. Vroeger had men reeds in enkele soorten uit geheel verschillende afdelingen van 't dierenrijk groene lichaampjes gevonden, die men eenvoudig voor gewone chlorophylkogeltjes hield, hoewel het toch meer of min vreemd moest lijken, dat eene zóó specifiek plantaardige stof in *enkele* diersoorten werd aangetroffen, en dan nog wel in soorten, welke met elkaar in 't minst geene verwantschap vertoonen, terwijl soms van twee soorten van 't zelfde geslacht het ééne chlorophylkogels bevat, het andere niet. Uit de onderzoekingen van GEZA ENTZ en BRANDT bleek, dat meergemelde chlorophylkogels buiten het lichaam van het bewuste dier blijven leven en zich voortplanten, zoodat men er eencellige groene algen in moet zien. Waar bevinden zich deze algen in 't lichaam van de groene zoetwaterpolyp? De wand

van dit dier bestaat, evenals dat der anemonen, uit twee lagen, verbonden door eene derde, uiterst dunne verbindingslaag; in de vrij groote cellen van de binnenste, de darmholte begrenzende laag zijn de kleine, groene algen binnengedrongen.

Hebben wij nu eenmaal de zoogenoemde »gele cellen» der zeeanemonen en der radiolariën en in de ten onrechte zoogenoemde »chlorophylkogeltjes» der groene zoetwaterpolyp leeren beschouwen als afzonderlijke organismen, die met de dieren, welke zij bewonen, een bondgenootschap aangaan, — dan is het niet meer vreemd, dat zij in de ééne diersoort voorkomen en in eene nauw verwante ontbreken. Het hangt licht van allerlei bijzonderheden, vaak van kleinigheden, af, of eene diersoort al of niet geschikt is, om tot woonplaats voor het eene of andere organisme te dienen. Zoo gaat het ook met de parasieten, waarvan sommigen in niet meer dan ééne diersoort tot verdere ontwikkeling kunnen komen, terwijl anderen althans het verblijf in eene zekere diersoort boven dat in alle andere verkiezen.

Zoo vinden ook de gele en groene algen, als vreemde indringsters, niet overal een huis, dat voor hare opneming geschikt is. Zoo zijn bijv. vrij van algen al die anemonen, welke in de buitenste laag van haren wand eene roode of purperen kleurstof in matig groote hoeveelheid hebben afgezet. Tengevolge van laatstgenoemde kleurstof kan het zonlicht niet ongehinderd en onveranderd door de huidlaag heen tot in de darmlaag doordringen, waar zich de algen nestelen. Maar daar deze licht behoeven om uit koolzuur en water onder zuurstofontwikkeling zetmeel te vormen, vinden zij voor haar bestaan de minst gunstige voorwaarden dáár, waar eene purperkleurige huidlaag de lichtstralen tegenhoudt. Daar zouden zij moeten kwijnen en eindelijk sterven. Zij vestigen zich dus nooit op dergelijke ongunstige plaatsen; en zelfs onder roode of purperkleurige plekken in de huid of aan de punten der vangarmpjes vindt men gedeelten van den darmwand, die steeds vrij blijven van algen.

Wanneer wordt het verbond aangegaan tusschen de kleine plantaardige organismen en de grootere dieren, welke zij bewonen? HAMANN bevond, dat de groene Algen reeds dadelijk in het ei van de zoetwaterpolyp binnendringen, terwijl dit zich in het moederlichaam vormt. GRAFF's onderzoekingen leeren, dat het ei van den groenen worm *Vortex viridis* nog vrij is van algen; en dat, wanneer men zulk een ei in gefiltreerd water brengt, een geheel kleurloos wormpje wordt

verkregen, waaruit dus blijkt, dat de groene algen *van buiten af* zich in *Vortex viridis* komen vestigen.

Een stelselmatig samenleven van twee organismen komt in de natuur niet voor, wanneer niet voor beide partijen of althans voor ééne daarvan daar voordeel in gelegen is. Vroeger nu hebben wij nagegaan, welke rol de schimmels en de groene algen, die samen een korstmos vormen, ten opzichte van elkander spelen. Het nut, 't welk voor beide partijen steekt in het leven van algen binnen een dier, bestaat ook alweer daarin, dat onderling vereenigd zijn organismen met levensvoorwaarden, die elkaar onderling van weerskanten aanvullen, m. a. w. dat zuurstofconsumenten en zuurstofproducenten zoowel als koolzuurproducenten en koolzuurconsumenten onderling verbonden zijn. Het koolzuur, dat als ontledingsprodukt in de dierlijke weefsels ontstaat, wordt gretig door de algen opgenomen, die ze voor de vorming van organische verbindingen noodig hebben. De zuurstof daarentegen, die bij de stofwisseling der algen ontstaat, wordt door de cellen des diers voor een deel weer opgenomen en voor de ademhaling gebruikt. Wanneer men zeeanemonen of groene zoetwaterpolypen in een glas brengt, dat dicht gesloten is, zoodat van buiten geen zuurstof kan worden opgenomen, dan blijven de dieren uitstekend in leven, zoolang het glazen vat aan 't licht is blootgesteld; maar plaatst men het eenige dagen in 't donker, dan stikken de dieren: zuurstof kan van buiten niet worden opgenomen, en evenmin kan zij in 't donker door de algen worden geproduceerd, die de anemonen en de Hydra bewonen.

Nog andere voordeelen hebben de algen en het dier van elkaar. De eerste zijn, verscholen in de weefsels van het laatste, aan de vervolging van andere wezens onttrokken; zij vermeederen dus sterker binnen het dier dan op andere plaatsen het geval zou zijn. Het dier daarentegen heeft in de gestorven algen een uitstekend voedingsmateriaal; mogelijk ook is het, dat het dezen gedurende haar leven iets van het overvloedige zetmeel onttrekt. Hoofdzaak echter blijft de innige verbinding van twee organismen, waarvan het ééne zuurstofconsument en koolzuurproducent, het andere zuurstofproducent en koolzuurconsument is. Dezelfde kringloop van stoffen, die in de gansche natuur tusschen dierenrijk en plantenrijk plaatsgrijpt, wordt hier voltrokken tusschen twee wezens, die door symbiose als 't ware tot één individu zijn vereenigd.