

ANALOGIE TUSSCHEN PLANTEN EN DIEREN

DOOR

Dr T. C. WINKLER.

Het woord analogie beteekent overeenkomst; gelijkenis; verhouding of betrekking tusschen twee of meer verschillende dingen; overeenstemming; verwantschap; gelijkvormigheid; evenredigheid — volgens de woordenboeken. Wij wenschen eenige bladzijden van het *Album der Natuur* te wijden aan een beschouwing van de analogie, die men waarneemt in het leven der planten vergeleken met dat der dieren, een analogie die zeer merkwaardig is, en in het leven van planten en dieren doorblinkt van het ei tot den dood.

Het rijpe zaad van een plant en het ei van een dier bestaan beiden uit een jong wezen, het embryo, nevens een hoeveelheid voedsel ten gebuike van dat embryo, een voedsel dat langzamerhand verdwijnt naarmate het jonge wezen zich ontwikkelt. In een zaadkorrel van de papaver ligt het jonge plantje in een voedingsstof, die koolhydraten en stikstof bevat, en die door het plantje verbruikt zal worden, zooals het eidoer door het jonge kuiken wordt verteerd. Andere zaden, zooals een boon, een eikel, een amandel, schijnen uit niets anders te bestaan als uit de jonge plant alleen, zij schijnen geen voorraad van voedsel te hebben. Maar hier is de voedselvoorraad opgehoopt in het lichaam der jonge plant, zooals vele jonge dieren voedselvoorraad bezitten in het vet van hun lichaam. De beide helften waarin een erwt split, zijn de twee eerste zaadbladen of cotyledonen, en deze zijn vol van voedsel voor de jonge plant.

Dat het jonge dier zijn voedsel verteert, weet iedereen. Ook de jonge plant doet het zelfde. In het ontkiemende zaad van wikken heeft men een ferment gevonden, gelijk aan het ferment dat in het dier door het *pancreas* wordt afgescheiden, een secretie die het vermogen heeft zoowel stikstofhoudende stoffen als zetmeel te brengen in een toestand, waarin zij door de weefsels kunnen worden geabsorbeerd en verbruikt, zoodat de embryo-plant zich gedraagt precies alsof zij een embryo-dier was, dat zijn voorraad van voedsel verteert. Dit vermogen van de embryo-plant om zetmeel te verteren, is schitterend bewezen door VAN TIEGHEM, die een embryo uit het zaad van *Mirabilis jalapa* nam, en het plaatste in een kunstmatig zaad, gemaakt van een zetmeel-deeg. Hij bevond dat het zetmeel-deeg als weg gevreten werd door het plantje, wat bewees dat er een verterend ferment werkzaam was. En dit bewijst de analogie in wat de spijsvertering van plant en dier betreft, namelijk dat het spijsverterende ferment een product is van de jonge plant zelve, evenals het pancreas-vocht een product is van het jonge dier.

Bij de dieren bestaat een groot verschil wat de mate van ontwikkeling betreft, waarin de jongen ter wereld komen. De jonge kangaroo wordt in een betrekkelijk zeer weinig ontwikkelden toestand geboren, en is slechts geschikt om een passief bestaan te voeren in de huidplooi van zijn moeder, terwijl een pasgeboren kalf of lam een actief bestaan voert. Of liever, vergelijk een pasgeboren kind, dat zoo volkomen en zoo lang hulpeloos is, met een jong kuiken, dat rondloopt en zaadkorrels op pikt, terstond nadat het uit de eierschil is gekomen. Als analoge gevallen bij planten wijzen wij hier op den mangrove-boom en op de tabakplant. Het rijpe zaad van den mangrove wordt niet verspreid, maar blijft bevestigd aan de zaaddoos, die hangen blijft aan den tak. In dezen toestand ontkiemt het zaad; de wortels groeien er uit, naar beneden naar het water, en de jonge plant wordt niet door de moeder losgelaten, voordat zij goed en wel in het slijk van den oever bevestigd is. Vergelijken wij hiermede de jonge tabakplant. Alle hulp die de zaailing van zijn ouders ontvangt, is een zeer kleine voorraad van voedsel, die verbruikt wordt om zijn twee eerste blaadjes te vormen. Hij heeft dan niets meer over, en moet zich zelve zien te behelpen, namelijk door zijn vermogen om zetmeel te maken uit het koolzuur van de lucht. In dit opzicht gelijkt de jonge tabakplant dus op een kuiken, dat ge-

vormd is uit de bestanddeelen van het ei, maar zijn eigen kost moet zoeken zoodra het geboren is.

In vele gevallen bestaat er zekere mate van onafhankelijkheid in jonge wezens, die, niettegenstaande dat, toch zeer afhankelijk zijn van hun ouders. Jonge kuikens, ofschoon in staat zelf voedsel te zoeken, hangen af van de moeder in wat warmte en leiding betreft. Een analoge toestand vindt men bij de planten. Het is bewezen dat de groote voorraad van voedingsstof in een boon niet geheel en al noodig is voor de ontwikkeling van den zaailing. Het is ook bewezen, dat er wel gevormde en bloeiende zaailingen voortgebracht worden, zelfs als een groot gedeelte der zaadlobben is weg genomen. Men beweert dat de voedselvoorraad in een boon een dubbel doel heeft in het leven der plant; ten eerste als verschaffende een volkomen noodzakelijk vormings-materiaal, en ten tweede als beschermende de jonge plant in den strijd voor het bestaan met andere planten, door haar voedsel te verschaffen totdat zij wel gevestigd is en in staat haar eigen voedsel te maken. Dit is door DARWIN bewezen, die verschillende soorten van zaden zaaide tusschen gras, ten einde dien strijd te kunnen waarnemen. Hij bevond dat erwten en boonen in staat waren krachtig te groeien, terwijl vele andere jonge planten stierven of gedood werden, zoodra zij ontkiemden. De jonge boon wordt dus indirect door zijn moeder beschermd in den strijd, waarin minder begunstigde zaailingen bezwijken. Deze soort van bescherming kan echter slechts in zekeren algemeenen zin vergeleken worden met de bescherming, die de ouders aan de jongen verleenen. Doch een duidelijker dergelijk geval wordt bij de dieren aangetroffen. Vele jonge visschen behouden de dojerblaas die een voedselvoorraad bevat, en zwemmen rond, een onafhankelijk leven leidende en dien voorraad behoudend. Onder de planten vindt men een goed voorbeeld van een bewaard blijven van voedselvoorraad bij den eik. Jonge boompjes met houtachtige stammetjes en verscheidene bladeren kunnen in den grond nog een eikel hebben, met een niet verbruikten voorraad van voedsel.

Als men het leven van planten met dat van dieren vergelijkt, wordt men getroffen door de verschillende betrekking waarin het welvaren van de soort staat tot het welvaren van het individu. Bij de plant is het veel duidelijker dan bij het dier, dat het doel van haar bestaan de instandhouding van de soort is. Dat verschil blijkt vooral

uit de zoo verschillende ontwikkeling van de voortplantingsorganen. In 't algemeen genomen treft de plant ons het meest door haar bloemen en zaad — dat is door organen die dienen in het belang van de soort — terwijl het dier ons het meest treft door zijn bewegingen, die hoofdzakelijk in verband staan met de behoeften van het individu. Als een kind wil weten of een boomtakje een boomtakje is of een rups, raakt het dat voorwerp aan, en als dit wegloopt, begrijpt het dat het een dier is. Natuurlijk wordt hiermede niet beweerd, dat het vermogen om zich te bewegen een onderscheidingsteeken is tusschen planten en dieren, maar zekerlijk is het een vermogen dat in de meeste dieren wel ontwikkeld en in de meeste planten zeer weinig ontwikkeld is. De afwezigheid van het vermogen van plaatsverandering, als tegenovergesteld aan de afwezigheid van eenvoudige bewegingen, kenmerkt speciaal de meeste planten. Men zal begrijpen wat hiermede wordt bedoeld, als men de levenswijs van dieren die aan vaste plaatsen gebonden zijn, de zogenaamde stationaire dieren, vergelijkt met die van dieren die van plaats kunnen veranderen, de zogenaamde locomotive dieren. Stationaire dieren leven òf in het water òf als parasieten op of in de weefsels van planten en dieren. In beide gevallen is er afwezigheid van plaatsverandering. Vele in het water levende dieren krijgen hun voedsel door de kleine organische deeltjes, die in het water drijven, zoodat hun voedsel door de stroomen van het water wordt aangebracht, ofschoon zij een stationair leven leiden. Parasitische dieren verkrijgen hun voedsel onmiddellijk uit de vochten van hun gastheer, zoodat zij niet noodig hebben zich te bewegen, zooals andere dieren, om voedsel te zoeken. Nu, op volkomen dezelfde wijze leven de planten als parasiten op de aarde, zij dringen met haar wortels in de aarde en zuigen er haar vochten uit op; haar voedsel, koolzuur, wordt tot haar gebracht door stroomen in de lucht, zoodat zij, gelijk een in het water levend dier en een parasitisch dier, niet noodig hebben zich te bewegen om voedsel te bekomen.

Het vermogen van plaatsverandering, van locomotie, in jonge dieren zou nutteloos zijn, als de eieren niet door de moeder op een geschikte plaats waren nedergelegd. Geen schepsel is meer hopeloos verloren dan een rups, die gekomen is uit een eitje dat ergens toevallig is nedergelegd, in de verwachting dat zij de voor haar geschikte plant wel zou vinden. De noodzakelijkheid om geschikte plaatsen te

vinden om haar eieren neder te leggen, sluit voor de moeder de noodzakelijkheid van beweging, van plaatsverandering, in. Die noodzakelijkheid van locomotie is natuurlijk ook van toepassing op de plant, maar wordt op ganschelijk verschillende manieren vervuld. De zaden zelve worden bewegelijk: zij krijgen vederpluimen om op den wind te vliegen, zooals de zaden der paardebloem, of zij krijgen haakjes, en hechten zich aan voorbijgaande dieren, of worden op andere wijzen verspreid. Zeer verschillend en vreemd zijn de middelen van vervoer die door de zaden gebruikt worden; bij voorbeeld: de eikel schijnt zich te verspreiden door met overleg gebruik te maken van de zorgeloosheid van schepsels, die gewoonlijk beschouwd worden als boven hem te staan in verstand. Het is voldoende bezeugen dat jonge eiken, die in groot getal verspreid groeien op een uitgestrekte heide, ontsproten zijn uit eikels, die toevalligerwijs door er over heen vliegende kraaien waren laten vallen. In zulke gevallen moet de jonge plant vertrouwen op de kans van in een geschikten bodem te recht te komen, en dit betreft natuurlijk het enorm getal zaden, die door de planten worden voortgebracht. Sommige zaden zijn gelukkiger door het bezit van een soort van mechanische keus of vermogen om geschikte plaatsen voor den groei te kiezen. DARWIN spreekt over een gepluimd zaad, hetwelk, als het vochtig gemaakt werd, een kleverige stof afscheidde, geschikt om het zaad stevig vast te lijmen aan elk voorwerp waarmede het in aanraking kwam. Verbeelden wij ons zulk een zaadkorrel, door den wind geblazen over een zandwoestijn: niets is er om hem tegen te houden op zijn tocht, totdat hij valt op een plek waar de bodem vochtig is, en dan werpt hij zijn kleverige ankers uit, en komt dus tot rust waar hij kans heeft om voorspoedig te ontkiemen. Meer nog: sommige zaden hebben zekere mate van vermogen tot locomotie, onafhankelijk van zulke uitwendige agentien als de wind of voorbijloopende dieren, namelijk het vermogen om zich in den grond te begraven. De zaden van sommige grassen zijn de best bekenden van deze zich-zelven-begravende zaden, en onder hen is wel het vedergras, *Stipa pennata*, het meest in het oog vallende. Dit zaad bezit een stevige scherpe punt, gewapend met een baard van terug gebogene haartjes, die het zelfde doen als de baard van een pijl, en die het zaad beletten weer naar boven te komen, als het eenmaal in den grond is gedrongen. Die op een pijl gelijkende punt is bevestigd aan het benedeneinde van een stevig steel, die de merkwaardige eigen-

schap heeft van, als hij droog wordt, zich spiraalvormig te draaien of zich te twijnen als een koord, en zich te onttwijnen als hij nat wordt. Derhalve zijn de eenvoudige wisselingen van vochtige nachten en droge dagen de oorzaak dat de pijlvormige en gebaarde punt draait, en door een andere inrichting, maar die hier niet verklaard kan worden wegens haar omslachtheid, wordt die punt gedrukt tegen de oppervlakte van den grond, en zodoende boort het zaad zich in den bodem. FRITZ MÜLLER beschrijft hoe deze getwijnde graszaden zich boren in den zeer harden en drogen bodem van Brazilië, en zodoende kunnen ontkiemen. Ongelukkig evenwel bepalen deze borende graszaden zich niet tot den grond, maar oefenen hun macht ook op menschen en dieren. In Indië en ook in Italië heeft men waargenomen, dat deze scherppuntige zaden hun weg vinden, door een dikke broek heen, in de beenen van jagers. Zulke borende graszaden zijn er ook die door de huid van het schaap dringen, diep en in groot getal, en daardoor de dieren martelen en zelfs hun dood veroorzaken door vermagering. Die plaag der schapenhouders heerscht ook in Buenos Aires, en eveneens in Australië. PRENTICE zegt, dat niet zelden die zaden gevonden worden dringende in het hart, de lever en de nieren van schapen, die ten gevolge daarvan sterven. Men beweert dat het noordelijk gedeelte van Queensland, als een district voor de schapeteelt geschikt, tegenwoordig verlaten is ten gevolge van de aanwezigheid van dit gras in die streek.

De dieren gebruiken hun vermogen van locomotie om ter gelegener tijd een echtgenoot te vinden. Ook bij de planten vindt men de analogie daarvan. De curieuse navolging van het vrijen der dieren, die men bij de *Vallisneria* ziet, is algemeen bekend. De bloemsteel van deze plant schiet met buitengewone snelheid in het water op, totdat de vrouwelijke bloem de oppervlakte bereikt, en wacht daar op de nadering van de mannelijke bloem, die losbreekt en met den stroom afdrijft, totdat hij de vrouwelijke bloem bereikt. Doch de meeste planten bezitten dat vermogen van locomotie niet, en moeten dus gebruik maken van den wind of van insecten als tusschenpersonen. Bevruchting der bloemen door insecten is wel het meest gebruikelijke middel. Merkwaardig is het dat er een plant is, die, als het gewone middel om haar stuifmeel over te brengen op eene andere plant, haar ontbreekt, een nieuw middel daartoe weet te vinden. Een wilde, op kool gelijkende plant, die op Kerguelen's Land groeit, wordt bevrucht

door den wind, dat is, zij bezit een stuifmeel dat op droog stof gelijkt, hetwelk gemakkelijk door den wind wordt vervoerd. Nu, deze plant is de eenige in de zoo groote familie der cruciferen, die niet door insekten bevrucht wordt, zoodat er ongetwijfeld in dit opzicht een verandering gebeurd is, waarvoor een deugdelijke reden moet bestaan. En die reden is zonder twijfel deze, dat de insekten van Kerguelen's Land vleugelloos zijn en derhalve slechte overbringers van stuifmeel. En vragen wij waarom de insekten van dat land geen vleugels hebben, dan is het antwoord, omdat er dáár steeds een sterke wind heerscht. De insekten die trachten te vliegen, worden in zee gewaaid, en slechts zulke insekten blijven bestaan, die langzamerhand de gewoonte van te vliegen hebben afgeschaff. En dus heeft het stuifmeel der koolplant geleerd te vliegen, omdat de insekten niet er voor willen vliegen.

In het leven van het dier worden de eerste behoeften, die zich vertoonen, door zekere instinktieve bewegingen vervuld. Door zulke instinktieve bewegingen alleen komt het jonge kuiken uit het ei. W. MARSHALL heeft aangetoond, dat de poppen van zekere vlinders instinktieve bewegingen maken, om uit het spinsel of den cocon te komen. Een scherpe stekel ontwikkelt zich uit de zijde van de pop, en als deze zich in haar cocon rondwentelt, zaagt die stekel den cocon in het rond door, zoodat het bovenste gedeelte er als een deksel kan worden afgelicht. SPALDING heeft bij jonge kuikens het bestaan aangetoond van een instinktief vermogen om voedsel te krijgen, en een instinktieve herkenning van de oude hen door haar geluid. Dit werd bewezen door een pas uitgekomen kuiken, dat nooit zijn moeder had gezien noch gehoord, en dat naar een tob liep, waaronder een klokkende kip was verborgen.

Instinktieve beweging mag men het ook noemen, als wij zien dat de plant zich, groeiende, richt in betrekking tot de zwaartekracht en tot het licht. Het eerste wordt geotropie en het tweede heliotropie geheeten. Zoodra het jonge worteltje uit de zaadlobben te voorschijn komt, richt het zich plotseling benedenwaarts, bespeurende, gelijk het kuiken, in welke richting de aarde, zijn moeder, ligt. De jonge plant bevestigt zich zoo spoedig mogelijk stevig in de aarde, en is nu in staat schikkingen te maken voor haar behoefte aan water. In den zelfden tijd groeit de jonge stengel opwaarts, en tracht zoo hoog mogelijk boven zijn burens uit te steken. De jonge wortel en de jonge stengel hebben dus beide een instinktieve kennis

van waar het middenpunt der aarde is — de eene groeit naar dat punt, de andere groeit er van af. Het zou ons hier te ver voeren, als wij zouden spreken over het feit, dat niet alle wortels geotropie en alle stengels heliotropie vertoonen; merken wij slechts op dat de plant niet volstrekt aan geotropie verbonden is, maar dat zij van den groei in verticale richting gereedelijk afwijkt, als een andere richting voor haar voordeelijker blijkt te zijn. SACHS plantte erwten in een zeef, en toen de worteltjes er onder uit staken, leidde hij hen af uit de verticale richting door er een schuins liggend, vochtig gemaakt stuk vilt onder te plaatsen. Dit vermogen der wortels om van de gewone richting naar beneden af te wijken, om een voordeelijker stand in te nemen, is zeer nuttig voor de plant, omdat haar wortels daardoor in staat zijn vochtige plekken in den grond op te zoeken, die zij zouden gemist hebben door blindelings den regel op te volgen.

Instinctief mag men ook noemen het vermogen dat de groeiende plant bezit om te ontdekken waar de voornaamste bron van licht gelegen is — de heliotropie. Deze heliotropie is dus natuurlijk strijdig met de geotropie, want als de top van een groeiende plant zich naar het licht buigt, wijkt hij af van de verticale richting. Deze strijd tusschen die twee instinkten ziet men door een pot met zaailingen dicht bij een lamp of bij het venster te plaatsen, in welk geval de heliotropie de geotropie overwint, daar de jonge plant zich sterk naar het licht ombuigt. Als nu de pot in een donkere ruimte wordt geplaatst, herstelt de geotropische neiging zich, en de zaailingen worden weer recht. Opmerkelijk is het evenwel dat er planten zijn die het tegenovergestelde vertoonen, namelijk de neiging om van het licht weg te groeien. Door een verschil in de structuur van de plant of in de wijze van groeien is dit niet te verklaren: wij weten niet waarom de eene klawier van het licht af en de andere er naar toe groeit. Wat het voordeeligst is voor de plant, schijnt hier de oorzaak te zijn. De wilde wingert klimt door het vormen van kleine kleverige schijfjes aan het uiteinde van de klawier, en als deze plant bij een staak opklimt, is elke nieuwe klawier in staat, door zijn vermogen om duisternis op te zoeken in plaats van licht, kleine duistere spleten te vinden om er zijn zuigschijfjes in te brengen. Daarentegen klimt de *Bryonia* door alles beet te pakken wat zij kan krijgen, en daar elke klawier zich naar het licht richt, wordt de heele plant als gedreven naar de buitenzijde van den heester of van de heg, waartegen zij klimt.

Wij moeten nu zien welke noodzakelijke behoeften er zijn in het leven van het dier, en dan zien hoe de zelfde of analoge behoeften in de plant worden vervuld. Een dier moet vlug zijn in het waarnemen van veranderingen in de wereld rondom hem; het dier moet gevoelige zintuigen hebben om de nadering van vijanden of de plaatsen waar zijn voedsel is, te bespeuren. Een dier moet dus gevoelig zijn voor veranderingen, gevoelig namelijk voor veranderingen die physisch onbeteekenend schijnen. Een vlieg die in de zelfde kamer met een handigen jongen is, zal, voor zijn veiligheid en levensbehoud, afhangen van zijn vermogen om snel te begrijpen wat de naderende schaduw van de hand van den jongen beteekent. De physische toestanden worden door die schaduw niet gewijzigd, maar welk een hevigen invloed heeft zij op de vlieg! Dit komt omdat het zenuwstelsel van de vlieg het vermogen bezit om uitwendige veranderingen te vergrooten, zoodat een schijnbaar kleine oorzaak groote gevolgen heeft. Dit vermogen om krachtig aangedaan te worden door zeer kleine veranderingen, is een zeer belangrijk kenmerk van de levende stof. Wat er in de vlieg gebeurt, is te vergelijken met de explosie van een pistool: de kracht die noodig is om den trekker te bewegen, is hoogst onbeteekenend vergeleken met het voortgebrachte resultaat.

Behalve dit vergrootende vermogen is er echter nog een ander, en dit is het vermogen van de zenuwen om een prikkeling, een *stimulus*, over te brengen van het eene deel op het andere. Wij willen zien hoe dit overbrengend vermogen in de plant bestaat en werkt. Een blaadje van de zonnedaauw, *Drosera*, bestaat uit een hol, schotelvormig schijfje, bedekt met kleine kliertjes en omringd van een franje van draadjes, die ook in kleine kliertjes uitloopen. Die kliertjes scheiden een kleverige stof af, die er in druppeltjes op ligt, en vandaar de naam van zonnedaauw, omdat de blaadjes in den zonneschijn met dauw bedekt schijnen te zijn, als alle andere bladeren droog zijn. Insekten worden door dat kleverige vocht gevangen, en worden dan vast gehouden door de randdraadjes, die bewegelijk zijn. Als het insekt door dat kleverige vocht gedood is, wordt het verteerd door een ferment en een zuur, die door de kliertjes worden afgescheiden en vervolgens wordt het in het weefsel der plant geabsorbeerd.

Die draadjes van den bladrand kunnen gedwongen worden zich binnenwaarts om te krullen, door dat een insekt ligt op de blad-schijf of op de kleverige kliertjes van de draadjes. In het eerste geval, als het insekt midden op het blaadje ligt en de draadjes er zich

over heen buigen, ontstaat er een echte overbrenging van een prikkel, als 't ware gelijk een boodschap die langs een zenuw wordt overgebracht. Het insect mag zijn best doen om los te komen, wat hem ook zeker zou gelukken als niet het kleverige vocht zulks belette. Zelfs door zich op de kliertjes van de draadjes te plaats en, buigen deze zich om, en brengen zodoende het insect op het blaadje, en ook nu ontstaat er weer een prikkel die wordt overgebracht, geheel gelijk dus zooals er in het dier een prikkel van de huid wordt overgebracht naar de spieren, door middel van de zenuwen. En wat het zonderlingste is, de plant heeft geen zenuwen zoo als het dier; die overbrenging moet dus in het blaadje van de zonnedaauw door een ander middel worden uitgevoerd. Maar wat dat middel is, weten wij nog niet. Wel weten wij hoe uiterst gevoelig de randdraadjes zijn voor overgebrachte prikkels. Als een stukje vleesch gelegd wordt op een randdraadje, scheidt het kliertje waarop het ligt een zure vloeistof af; en als een stukje vleesch midden op het blad wordt gelegd, buigen de draadjes zich om en raken eindelijk aan het stukje vleesch. Maar als men de kliertjes der draadjes met lakmoes-papier onderzoekt, voordat zij het op het midden van het blaadje liggende stukje vleesch aanraken, bevindt men dat zij bedekt zijn met dat zure vocht, bewijzende dus dat er niet slechts een boodschap was afgezonden aan het bewegelijke gedeelte van de randdraadjes, maar ook aan de vocht-afscheidende cellen in het kliertje. Iets dergelijks kan men waarnemen in de werking van de speekselklieren van den mensch. De zenuwen der speekselklier kunnen in werking gebracht worden of door den prikkel van de spijsbrok in de mondholte, of door willekeurige beweging van de kauwspieren. Dan wordt er speeksel door de speekselklieren afgescheiden, ofschoon er geen spijs is om die werking op te wekken, en dus even zoo als het kliertje van de zonnedaauw vocht afscheidt, gedurende de beweging van de randdraadjes voor dat er iets is wat door die afscheiding te verteren is.

De overgrootste gevoeligheid van de kliertjes der randdraadjes van de zonnedaauw voor indrukken van verschillenden aard, moet ook hier worden vermeld. Het is juist niet noodig een insect of een stukje vleesch op het kliertje te plaatsen: stukjes glas, hout, papier en dergelijken prikkelen het eveneens. Men heeft proeven genomen met al kleiner en kleiner stukjes, en altijd bleek het dat de kliertjes er gevoelig voor waren. Eindelijk werd er een stukje menschehaar, ongeveer $\frac{1}{10}$ millimeter lang en precies $\frac{1}{800\ 000}$ van een gram

wegende, geplaatst op een kliertje van een randdraadje, en het veroorzaakte onmiskenbaar beweging. En dit is, wel beschouwd, nog wonderlijker dan het in den eersten opslag schijnt, omdat het stukje haar gedeeltelijk lag op den druppel vocht, zoodat het zeker geen overdrijving is te zeggen, dat het kliertje een gewicht van een millioenste gedeelte van een gram kan gewaar worden. Zulk een gevoeligheid is werkelijk wonderbaar, zij schijnt meer te gelijken op die van het zintuig van den reuk dan op die van het gevoel, want voor ons gevoeligst tastorgaan, de punt van de tong, zijn zulke kleine voorwerpen volkomen onmerkbaar.

Nog zonderling is het hoe de *Drosera* de aanwezigheid van ammonia gewaar wordt. Een oplossing van phosphorzure ammonia in gedistilleerd water, van 1 deel op 2.000.000 water, doet de randdraadjes ombuigen. Men kan zich een denkbeeld hiervan vormen door 50 milligram van dat zout op te lossen in 100 liter water, en dan te vinden dat het voor ons volkomen zuiver water is. Er blijkt uit dat onze zinnen doffer zijn dan die van de zonnedauw.

Niet slechts haar gevoeligheid voor prikkels is groot, ook het vermogen om verschillende soorten van prikkels van elkander te onderscheiden, is eveneens opmerkelijk. Daar de randdraadjes zoo gevoelig zijn voor uiterst lichte voorwerpen, zou men verwachten dat de geringste aanraking hen zou doen ombuigen. Doch dit is zoo niet: een enkele snelle aanraking, ofschoon krachtig genoeg om het geheele draadje te buigen, veroorzaakt geen ombuiging. In winderig weder zullen de kliertjes dikwijls genoeg aangeraakt worden door grasblaadjes enz. en toch buigen zij daardoor niet. Zij worden slechts geprikkeld door aanhoudende drukking, of door snel opeenvolgende aanrakingen. Als een insect er even op valt, en het vliegt terstond weer weg, dan blijft het randdraadje werkeloos, maar als het insect er lang op blijft vastzitten of vele pogingen doet om los te komen, dan buigen de draadjes zich zonder fout.

Wij hebben dus aangetoond, dat de zonnedauw het vermogen heeft om prikkels te geleiden; dat zij buitengewoon gevoelig is voor zeer kleine stoornissen; en dat zij tusschen verschillende soorten van prikkels onderscheid maakt, en dit alles zijn wij gewoon als met zenuwwerking overeenkomend te beschouwen, en is volkomen analoog met wat het dier ons leert.

Wij willen nu zien of er bij de planten iets gevonden wordt ana-

loog aan wat men bij de dieren geheugen of gewoonte noemt. Beginnen wij met het verschijnsel dat bekend is onder den naam van den slaap der planten. Het slapen der planten bestaat hierin, dat de bladeren bij dag een anderen stand hebben als bij nacht. De bekende *Mimosa*, het kruidje-roer-mij-niet, is een goed voorbeeld van een slapende plant. Bekend is het ook, dat haar blaadjes bij nacht, in plaats van vlak uitgespreid te zijn zooals bij dag, oprijzen en elkander met hun bovenvlakken aanraken. De bladsteel zinkt in den namiddag naar beneden en begint in den avond te rijzen, en blijft daarmede den geheelen nacht volhouden, om eerst met het daglicht weer te dalen, waarmede ook de blaadjes weer vlak uitgespreid worden.

De slaap van het dier is niet noodzakelijk verbonden met de afwisseling van licht en donker, met dag en nacht, zooals bij de plant. Wij kunnen ons gemakkelijk verbeelden, dat een dier hetwelk zijn voeding altijd in evenwicht hield met zijn stofverlies, geen periode van rust noodig zou hebben. Het hart, dat dag en nacht slaat, bewijst ons dat aanhoudende arbeid gepaard kan gaan met onafgebroken voeding. Doch men weet dat de rust bij nacht voordeelig is voor het dier, om weer in evenwicht te komen met het verlies, de afslijting bij dag. Maar iets dergelijks zien wij niet bij de plant, haar slaap staat niet in verband met rust; zij is dag en nacht werkzaam. Ook is een slapend dier min of meer gevoelloos, terwijl de blaadjes van de *Mimosa* even goed bij nacht als bij dag zakken, als zij aangeraakt worden. In streken van de middernachtzon, bijv. in Noorwegen, blijft de *Mimosa* steeds in haar dagstand, ofschoon waarschijnlijk geen enkel dier aanhoudend werkend kan blijven.

Wij zagen zoeven dat de plant bij aanhoudend licht steeds in den dagstand blijft. Men zou dus meenen, dat wij dit ook zouden waarnemen door middel van kunstlicht. A. DE CANDOLLE heeft hiervan de proef genomen, en het is hem gebleken, dat, in weerwil van een onafgebrokene verlichting, de slaapbewegingen gedurende eenige dagen worden uitgeoefend, volmaakt zoo alsof de plant aan de afwisseling van licht en donker was blootgesteld. De plant ontwaakt in den morgen en gaat 's avonds slapen, maar na verloop van eenige dagen worden die bewegingen al minder en minder, en eindelijk houden zij geheel op. Als de plant in rust gekomen is, kan zij, door kunstmatige afwisseling van licht en donker, naar willekeur slapend of wakend worden gemaakt. Dit nu kan slechts vergeleken worden met hetgeen wij waarnemen bij sommige dieren. In

het *Album der Natuur* 1894 zegt Prof. HUGO DE VRIES het volgende over de *Noctiluca miliaris*, het diertje dat in onze zeeën voornamelijk het lichten der zee veroorzaakt. »Als men overdag zeewater met *Noctilucas* schept, en dit in het donker bewaart, kan men door schokken geen licht doen ontstaan; bewaart men nu dit water tot den avond, dan gelukt de proef gemakkelijk. En het merkwaardigste is, dat het niet noodig is het water zoolang in het licht te houden — zelfs in volslagen duisternis schijnen de *Noctilucas* te bespeuren wanneer de avond invalt, want juist op dien tijd krijgen zij hare gevoeligheid terug. Deze periodieke gevoeligheid blijft zelfs volkomen regelmatig als men ze eenige dagen lang in het donker houdt; tot aan den dood der diertjes blijft hen de herinnering aan dag en nacht bij.” Wij hebben dus hier te doen met een verschijnsel van periodieke prikkelbaarheid, dat eenigszins overeenkomt met de gevoeligheid van het kruidje-roer-mij-niet en met het slapen der planten, dat ook, ofschoon afhankelijk van het wisselen van dag en nacht, na een verblijf van een paar dagen in het donker, op regelmatige uren terugkeert.

Klaarblijkelijk staat dit alles in verband met de gewoonte. Bekend is het, dat als iemand gewoon is 's morgens op een bepaald uur aan het werk te gaan, hij geregeld op dat uur van zelf wakker wordt. Iemand, die dit ook gewoon was, had nu en dan een dag van vacantie, en eenigen tijd lang ontwaakte hij op dien dag ook op zijn werkuur, maar na verloop van eenigen tijd verbrak zijn lichaam ook die gewoonte, en op de vacantiedagen sliep hij een gat in den dag. Dit nu is precies het zelfde als de plant in aanhoudend licht: hier is het zelfde volhouden van de periodieke beweging bij het eerste wegnemen van een prikkel, en het zelfde langzamerhand verloren gaan van de periodiciteit als een gevolg van de aanhoudende afwezigheid van den prikkel. Of wij dit nu geheugen of gewoonte noemen, er is de zelfde kennis van tijd, of, zooals dr. CARPENTER het noemt, de »inwendige chronometrie”, die in de gevoelige plant bestaat, en de zelfde neiging om een daad te doen omdat zij van te voren gedaan is. Waarlijk, er is moeilijk een onderscheid te maken tusschen gewoonte en geheugen: als iemand verzuimt zijn horloge op te winden bij het naar bed gaan, dan zegt hij, dat hij het »vergeten” heeft, doch hij moest eigenlijk zeggen dat de gewoonte hem gewoonlijk drijft om het op te winden. Want hoe weinig het geheugen met die handeling te doen heeft, wordt bewezen door het feit, dat wij niet zelden even daarna

ons horloge tegen het oor moeten houden, om te weten dat wij het reeds hadden opgewonden. Het is het oude probleem van bewuste en onbewuste handelingen. Als een vriend, om te zien hoeveel zelf-contrôle wij bezitten, snel met zijn hand naar ons oog slaat, kunnen wij niet nalaten het oog dicht te knijpen, ofschoon wij weten dat hij ons geen kwaad wil doen, en als wij door een heg of het kreupelhout dringen, sluiten wij onwillekeurig onze oogen om de takken en bladeren er uit te houden. Hier zijn twee handelingen gedaan met het zelfde doel, door de zelfde spieren, onder den invloed van de zelfde zenuwen, en toch het eene, zegt men, wordt gedaan onder invloed van den wil, en het andere uit instinkt, en dat is een groot onderscheid. Als men toestemt, dat de gevoelige plant onderworpen is aan gewoonte, en dit is niet te ontkennen, dan moet zij inderdaad de kiem bezitten van hetgeen in den mensch den grondslag vormt van alle ziels-physiologie. De grondslag van beide verschijnselen schijnt te zijn: de herhaling van een reeks van handelingen, of de herinnering van een reeks van indrukken, in zekere orde en op zekeren tijd, omdat zij herhaald worden in die orde en op dien tijd als bij vele vroegere gelegenheden geschied is.

Het kruidje-roer-mij-niet leert ons nog iets anders betreffende het ontstaan van de gewoonte. Iedereen weet dat een gedruisch of geraas, hetwelk regelmatig herhaald wordt, ophoudt ons te hinderen, dat men er aan gewoon wordt en wij het zelfs niet meer hooren. Wij hooren de klok, die wij jarenlang hebben gehoord, niet meer tikken, ja zelfs het slaan hooren wij niet, als wij er niet met opzet naar luisteren. Het zelfde gebeurt ook met de gevoelige plant: een enkele krachtige schok doet den stengel zakken en de blaadjes oprijzen: een paar minuten later herstelt de plant zich weder en reageert weer op een schok. Om nu de macht der gewoonte aan te toonen, bevestigde DARWIN het eene einde van een dunnen draad aan het blad van een gevoelige plant, en het andere einde aan den slinger van een metronoom, en hij plaatste de plant op zulk een afstand van het instrument, dat zij een schok kreeg met elken tik. De eerste schok deed de blaadjes sluiten, maar na eenige herhalingen werd zij er aan gewoon, en DARWIN had het genoeg een zeer gevoelige plant te zien, die niet aangedaan werd door een reeks van schokken. In het wild stelt dit vermogen zekerlijk de plant in staat om de aanhoudende schokken door den wind veroorzaakt te weerstaan.

Wat wij hier bij de plant zien, vinden wij volkomen analoog bij

het dier. In het boven aangehaalde opstel van het *Album der Natuur* zegt prof. DE VRIES, over de *Noctiluca miliaris* en over het lichten der zee dat door dit diertje ontstaat sprekende, dat het licht verspreiden dier diertjes een gevolg is van prikkeling, vooral door de beweging van het zeewater, waarin deze diertjes leven. »Maar,» zegt hij, »het merkwaardigste verschijnsel in het leven der *Noctilucas* is de ongevoeligheid voor prikkels, die door een aanhoudende werking van deze ontstaat. Schudt men langen tijd het water, waarin de diertjes leven, dan gaat het lichten niet onophoudelijk voort, maar vermindert langzamerhand; een nieuwe stoot is dan niet meer in staat de helderheid te doen toenemen of terugkeeren: de diertjes zijn door de voortdurende beweging ongevoelig geworden» — precies zoo als het kruidje-roermij-niet waarover wij zoo even spraken.

Hoeveel aandacht en hoeveel tijd er ook door de natuurkenners besteed mag zijn aan de studie van gevoelige en slapende planten, men heeft toch nog geen voldoende verklaring kunnen geven van het gebruik, dat de plant maakt van haar vermogen om zekere bewegingen uit te voeren. Wij zagen boven dat de bewegingen der zonnedauw, een vleeschetende plant, aanvallende bewegingen zijn, gelijk aan de bewegingen van dieren om een prooi te bekomen. Doch er zijn ook planten, die verdedigende bewegingen maken, zooals de zeeanemoon die zich sluit, of de slak die zich in zijn huisje terugtrekt. Wij willen die bewegingen beschouwen en daarbij het bestaan van periodiciteit of gewoonte en eenige andere analogiën met dierlijke physiologie aantonen.

De *crocus* is misschien het beste voorbeeld van een bloem die zich opent en sluit in overeenstemming met verandering van uitwendige omstandigheden. Vooral gevoelig is de *crocus* voor temperatuurveranderingen. Als men een zeer lichten thermometer bevestigt op een der bloembladen, ziet men dat de bloem kleine bewegingen maakt, en op deze wijze heeft men aangetoond dat de *crocus* een verschil van temperatuur van één graad Fahrenheit gewaar wordt. Ook gaat de bloem open als men er een kooltje vuur dicht bij houdt. Dit vermogen van beweging wordt gebruikt bij de bevruchting van de bloem. In den warmen zonneshijn gaat de *crocus* wijd open, en de bijen doen dan ijverig haar best om stuifmeel van de eene bloem op de andere te brengen; zoodra echter er een wolk komt voor de zon, daalt de temperatuur en begint de *crocus* zich te sluiten, en als de

hemel geheel bewolkt is geworden en de eerste regendruppels vallen, wordt het stuifmeel veilig bewaard onder het dak van bloembladen. De crocus wordt voor het komende gevaar gewaarschuwd door de schaduw der wolk, juist zooals de vlieg gewaarschuwd wordt door de schaduw der naderende hand. Evenals voor veranderingen van temperatuur is de crocus ook gevoelig voor veranderingen van licht en donker, en de som van die veranderingen, beurtelings bij dag en bij nacht werkende, veroorzaken een periodieke opening en sluiting van de bloem, die gelijk op het periodieke slapen van het kruidje-roermij-niet.

Beantwoordende aan de regelmatige wisseling van den prikkel van licht en van warmte, ontstaat er in de bloem een inwendige periodiciteit, die men het best kan waarnemen bij bloemen die niet zoo gevoelig voor tijdelijke wisselingen zijn, maar die zich geregeld openen en sluiten bij dag en bij nacht. Het verhoogden van de temperatuur in den avond verwekt niet de zelfde mate van uitspreiding der bloembladen, als een dergelijke verhooging in den morgen. Volgens PFEFFER ziet men dit vooral bij *Oxalis rosea*. Als de bloemen zich gesloten hebben op het gewone uur in den avond, is het nauwelijks mogelijk het geringste open gaan van de bloembladen te bewerken, zelfs niet als de temperatuur wordt verhoogd van 50° tot 82° F. Aan den anderen kant, een aanmerkelijke verlaging van de temperatuur heeft in den morgen niet zooveel invloed als in den avond. In alle biologische problemen is het noodzakelijk den inwendigen toestand van het organisme even goed als de uitwendige omstandigheden in acht te nemen. Het is een bekend feit, dat gelijke uitwendige oorzaken niet altijd gelijke gevolgen hebben. Een mensch kan ziek worden door kou vatten op verschillende tijden van zijn leven, maar de ziekten die er op volgen, zijn niet altijd de zelfden. Op den eenen tijd zal hij een borstvliesontsteking krijgen, op een anderen rheumatismus of een andere ziekte, zoodat, in het geval van bloemen die onder een bepaalde verandering van temperatuur zich verschillend gedragen op verschillende tijden van den dag, wij de veranderlijkheid, de variabiliteit in den inwendigen toestand en de ontvankelijkheid van het organisme zien bewezen; en het merkwaardigste hierbij is, dat die ontvankelijkheid afwisselt, niet grillig, maar met periodiciteit. Dit alles heeft eenige analogie met den winterslaap der dieren. BERTHOLD zegt dat als de hazelmuis, *Myoxus avellanarius*, in den herfst begint te slapen, hij min of meer wakker gemaakt, en daarna in diepen

slaap gebracht kan worden door wisselingen der temperatuur, beantwoordende aan de werking van wisselingen van warmte en koude bij den crocus, maar als zijn winterslaap eenmaal begonnen is, kan er door het verhoogen der temperatuur geen de minste werking op dit knaagdier voortgebracht worden, juist zoo als de *Oxalis*, die zich gesloten heeft voor den nacht, en dan niet open gemaakt kan worden.

Ook de nawerking van een prikkel kan men bij de plant waarnemen, zooals bij het dier dat zenuwen heeft. Als een prikkel plotseling aangewend wordt en terstond verwijderd, behouden de zenuwen, die aangedaan zijn geworden, nog eenigen tijd dien indruk. De moleculaire verandering, hoedanig die dan ook mag zijn, die in de zenuw gebeurt, kan niet ophouden terstond nadat de prikkel ophoudt. Die moleculaire werking duurt voort gelijk het trillen van een klok nadat zij aangeslagen is. Als een wiel snel rondgewenteld wordt voor ons oog, treft het beeld van een nieuwe spaak onze *retina* voordat het beeld van de vorige uitgewischt is, zoodat wij de eene spaak niet van de andere kunnen onderscheiden. Op de zelfde wijs lijkt een vonk, die snel rond gedraaid wordt, op een kring van vuur. Die nawerking van een prikkel ziet men bij de plant in heliotropie en geotropie. Neem een jonge scheut van een plant, en bevestig hem zoodanig dat hij horizontaal ligt, maar toch kan voortgaan met groeien. Hij zal geotropie vertoonen, dat is de punt van den scheut begint zich opwaarts te krommen. Keer nu de plant 90° om, dat is zoodanig dat de gekromde punt van den scheut zijdelings wijst, en hij moet dus nu weer geotropie vertoonen. Maar tegelijkertijd versterkt hij zijn vroegere kromming, als een gevolg van de nawerking van den vroegeren prikkel, en die nawerking bespeurt men wel een uur lang.