VEEN- EN BOSCHPLANTEN

DOOR

HUGO DE VRIES

ERNST STAHL, aan wiens onderzoekingen wij op zoo menig punt een helder inzicht in het leven der planten te danken hebben, heeft thans de tegenstelling tusschen veen- en boschplanten aan de eene zijde en de gewassen onzer akkers en daarmede overeenkomende woeste gronden aan de andere zijde, aan een uitvoerige studie onderworpen. Hij toont ons aan, hoe de verschillende eigenschappen in den bouw der planten onderling in innig verband staan, en hoe dit verband zelf weer bepaald wordt door de levensomstandigheden, waaronder de plant groeit.

Het komt daarbij voornamelijk aan op het anorganische voedsel, op de stoffen die de wortels met het water uit den grond moeten opnemen. Er zijn daarbij twee hoofdrichtingen te onderscheiden. Vooreerst die stoffen worden als zoodanig opgezogen maar, daar zij in den grond in zeer verdunden toestand voorkomen, is een daarvoor aanzienlijke opslorping van water onontbeerlijk. Dit water moet omhoog gepompt en, nadat de opgeloste stoffen er uit vast gelegd zijn, weer uit de plant verwijderd worden. Hiertoe dienen de verdamping en het afscheiden van druppels vocht uit de randen en toppen der bladeren. Alleen planten, die òf zeer sterk verdampen, òf overvloedig druppelen, òf die beide vermogens bezitten, kunnen dus op deze wijze de noodige anorganische zouten uit den grond verkrijgen.

Zoo handelen onze akkerplanten en al die wilde soorten, die op zoo genoemd onvruchtbaren bodem groeien. Dus op losse, weinig begroeide, meest droge gronden, waar de afval der planten geen belangrijke laag van humus heeft doen ontstaan.

Het andere uiterste vormen vele veenplanten. De veengrond is zoogenoemd arm aan plantenvoedsel; toch draagt elk veen een weelderigen

groei van dicht ineen gestrengelde, elkaar zoeveel mogelijk verdringende planten. Er is een heftige strijd om het voedsel maar voor de soorten, die het in dien strijd winnen, is er dan ook ruim genoeg. Hoe geheel anders is hier de groei dan op een akker, met name op de hooge veenen. Kleine, smalle, leerachtige bladeren, dikwijls met haren bedekt, aan dunne takjes, duiden op een betrekkelijk geringe productie van plantenstof tegenover de aanzienlijke oogsten, die een veld met graan of met bieten oplevert. Hier is dan ook de werkzaamheid der wortels uitermate bemoeilijkt, het voedsel is niet maar voor het nemen en opzuigen maar moet als het ware met list bemachtigd worden. Onder deze listen is er een, die zeer voor de hand ligt, namelijk een zeer sterke uitbreiding van het wortelsysteem in vergelijking met de grootte der bladeren en de behoeften der geheele plant, een beginsel, dat b.v. aan het wollegras zijn snelle vermenigvuldiging op bepaalde gedeelten der veenen verleent. Maar een andere list, ik bedoel een andere biologische inrichting, is die, waarover STAHL's onderzoek voornamelijk loopt. Het is de eigenschap van vele veen- en humus-planten, om voor de opname van haar voedsel uit den grond gebruik te maken van de zwammen, die toch reeds in zulke afvalgronden in zoo groote menigte plegen te leven. Iedereen weet thans, dat een paddestoel de vrucht is van een zwam, die als een meestal witte dradenmassa in den grond, tusschen rottende bladeren, over vochtige balken en planken, of in boomen vlak onder de schors leeft. Die zwamdraden zijn de eigenlijke plant; zij zuigen het voedsel uit de levende of levenlooze voorwerpen, waarop zij leven, en verwerken dit voedsel tot de bestanddeelen, die voor den opbouw en den groei hunner verdere draden noodig zijn. Zijn die met zulk voedsel overvuld, dan breken de draden aan het licht te voorschijn, om de bedoelde vruchten te maken en hun soort, door de daarin ontstane sporen, verder te verspreiden.

Zulke zwammen zitten nu overal in veengrond en in boschgrond en in elke grondsoort, die uit afval van planten bestaat, dus in den zoogenoemden humus, in uiterst groote hoeveelheid. Die humus is een levende massa en dat hij dit is blijkt dikwijls uit de warmte, die hij ontwikkelen kan. Maar de zwammen zorgen natuurlijk allereerst voor zich zelve en daar zij snel groeien, zich rijk vertakken en juist voor het leven in die gronden geschikt zijn, nemen zij nagenoeg al het voorhanden voedsel in beslag. Wil dus een bloemplant daar groeien en niet het beginsel van wollegras in toepassing

brengen, dan is zij wel genoodzaakt de zwammen zelve aan haar behoeften dienstbaar te maken.

Dit geschiedt nu in het groot en zeer algemeen; zóó algemeen dat de soorten, die zich door middel van zwammen voeden, allicht veel talrijker zijn dan die, welke dit niet doen. Er vindt een samenleving of symbiose plaats. In den regel is deze beperkt tot de buitenste lagen der wortels. Hier vindt men, al naar gelang der soorten, in of tusschen of rondom de wortelcellen, een fijn weefsel van zwamdraden, dat met die cellen voortleeft en voortgroeit en wel zóó, dat noch de wortel, noch de zwam daardoor wordt benadeeld, maar dat veeleer alles er op wijst, dat beide, overigens zoo geheel verschillende gewassen, uit die verbinding voordeel trekken. De zwammen nemen dan op hun gewone wijze het voedsel uit de veenmassa op maar stellen een deel, en allicht een zeer groot deel, daarvan ter beschikking van de plant, in wier wortels zij bescherming en waarschijnlijk nog andere voordeelen voor hun groei aantreffen. Door deze voedselbron is de bloemplant dan ontslagen van de noodzakelijkheid van een sterker waterstroom of, juister gezegd, van het destilleeren of filtreeren van groote watermassa's om daaruit de geringe hoeveelheden opgeloste stoffen achter te houden. Alles, wat voor die bewerkingen dient, kan dus veel vereenvoudigd worden en dit geeft den veenplanten haar eigenaardig type.

Om dit type goed te kunnen beoordeelen, moeten wij dus de verschillende factoren van den waterstroom nauwkeurig nagaan. Voorop staat de verdamping, die wederom afhangt van de grootte, den bouw en de scheikundige samenstelling der bladeren. Dunne en teere bladeren verdampen sterk; wijde luchtholten en veel huidmondjes bevorderen de uitwaseming, maar een vermeerdering der concentratie van het celsap, b.v. door opgeloste suikers, vermindert het waterverlies. Dan komt het druppelen, dat bij vele laagblijvende gewassen een niet te versmaden hulpmiddel van afscheiding van vocht is. De anorganische stoffen, door al dit water uit den grond aangevoerd, en die vooral in de bladeren achterblijven, zijn deels nuttige, deels meer of min onverschillige; hun hoeveelheid leert men kennen uit bepalingen der asch, hun aard uit de asch-analyses. Bij akkerplanten zal dus deze asch in 't algemeen een andere zijn dan bij veengewassen. Eindelijk komen de wortels zelve, hun lengte, groei en vertakking, hun rijkdom aan wortelharen en bovenal hun zwambekleedsel zelf, dat meestal inwendig maar bij vele onzer woudboomen ook uitwendig is.

Een groot deel van den bouw en het leven der planten hangt dus innig met deze voedingsquaestie samen en het zal niet mogelijk zijn onze schets uitvoeriger uit te werken, zonder in allerlei bizonderheden van dit leven te treden. Ook zal het noodig zijn tal van plantensoorten als voorbeelden aan te halen; maar gelukkig zijn de soorten, die STAHL bij voorkeur bestudeerd heeft, over het algemeen zoodanige, als ook bij ons meer of min algemeen voorkomen. Daarbij komt, dat een sterke aanpassing aan het leven in veen- of boschgrond de planten een zoo eigenaardig aanzien verleent, dat zij daardoor bizonder in het oog loopen en van oudsher bizonder de aandacht getrokken hebben. Ik hoop dus mijne voorbeelden grootendeels aan zeer bekende soorten te kunnen ontleenen.

In ons veentje in den Amsterdamschen botanischen tuin vindt een heftige strijd voor het leven plaats. De eene soort breidt zich uit, andere verdwijnen. Daarbij schijnt voorloopig vooral de waterstand beslissend. Op te natte plekken is de veenbes (*Vaccinium Oxycoccos*), ofschoon zij er in groote zoden geplant was, geheel verdwenen. Aan den rand, boven het water, groeit dezelfde soort echter welig en zou zij jaarlijks vol bessen zijn, zoo er geen kraaien en lijsters waren om die weg te pikken. Het wollegras (*Eriophorum angustifolium*), reeds boven genoemd, stond toevallig als kleine stukjes wortelstok in de in 't begin gebruikte zoden; thans woekert het overal en belooft dit jaar rijk te bloeien en zijn wollige aartjes te vertoonen, maar te welig om aan andere soorten de noodige ruimte te laten. Evenzoo woekeren de paardestaarten (*Equisetum palustre*), die telken jare zooveel mogelijk uitgeroeid worden, — natuurlijk zonder blijvend gevolg. Enkele Orchideeën groeien goed, andere kwijnen; Wintergroen (*Pyrola rotundifolia*) behoort tot de moeilijkste soorten, enz. Al deze verschijnselen hangen op in 't oog loopende wijze, zooals reeds gezegd is, met den waterstand samen en het is thans waarschijnlijk, dat die waterstand rechtstreeks op het leven der zwammen en vooral der wortelbewonende zwamdraden en eerst middellijk op de eigenlijke veenplanten werkt. Want Wollegras en Paardestaart hebben geen zwamwortels en hoe meer de wortels de zwammen noodig hebben, des te moeilijker is hunne cultuur. Trouwens dit komt ook bij tuin- en potcultuur van allerlei soorten uit, zooals b. v. de aard-orchideeën en wolfsklauwen ons leeren.

De zwamwortels of *mycorrhiza's* komen in twee verschillende typen voor. Meestal leven de zwamdraden binnen in de wortels, in enkele

gevallen vormen zij een omspinsel, dat door talrijke uitstralende draden den wortel met den grond in verbinding brengt. Inwendige wortelzwammen plegen zich tot de buitenste lagen van het schorsweefsel te beperken en hier meestal tusschen de cellen te groeien; slechts somwijlen in deze door middel van de kleine, doch sterk vertakte uiteinden hunner draden binnendringend. Soms is het één laag van cellen, soms zijn het er twee of meer. Bij onze woudboomen, wier wortelen veelal ook van een uitwendig zwamomhulsel voorzien zijn, blijven de draden tusschen de wortelcellen; bij Ericaceeën en andere kleine heesters of kruidachtige gewassen vindt men meestal geen uitwendige laag maar dringen de zwammen daarentegen in de cellen zelve binnen, deze dikwijls in bepaalde lagen geheel vullend. Zoo is het ook bij vele boomen, zelfs bij coniferen als *Ginkgo biloba*, den Taxus en den Jeneverbes, de *Araucaria's*, die bij ons meer kamer- en kasplanten zijn, enz.

Onder de boomen hebben wilgen, populieren, iepen, esschen en berken weinig zwamdraden in hunne wortels, daarentegen leven de echte woudboomen, zooals eiken en beuken, om zoo te zeggen nagenoeg geheel door middel van zwamwortels.

Wortels en zwammen hangen, daar zij in den grond leven, niet in die mate van de wisseling der jaargetijden af als stengels en bladeren. Vandaar dat men ze veelal laat in het najaar nog ziet groeien, als de groene vegetatie reeds allengs ophoudt of stilstaat. De grond is dan betrekkelijk warm. Aan vele soorten is het zelfs moeilijk, in den zomer de zwammen in de wortels te zien, terwijl dit in den herfst zeer gemakkelijk is. Zoo vooral bij het wintergroen of de *Pyrola rotundifolia*, die toch juist om haar zwambehoefte tot de moeilijkst te kweeken wilde soorten behoort.

De humus is de afval van het plantenleven en vormt daardoor de bovenste lagen van den grond. Soms zijn die lagen dik, soms dun. Van vingerdik tot de volle dikte onzer boschgronden en veenen komen alle overgangen voor. Bosch- en veenplanten wortelen nagenoeg alleen in dien humusachtigen grond; maar op open terreinen of ondiepe boschgronden plegen de lagere kruiden een deel hunner wortels in den ondergrond te zenden. En dan komt deze bijzonderheid voor den dag, dat die lagere wortels steeds armer aan zwammen zijn dan de hoogere. Ja, het kan zijn, dat aan dezelfde plant een deel der wortels dicht door zwamdraden doorweven zijn, terwijl de diepere daarvan geheel ontbloot gevonden worden. Dit feit wijst al op zich zelf op een innig verband tusschen zwamwortels en humus-voeding.

Onder water groeien zwammen niet of ongaarne; en in samenhang daarmede vindt men bij de eigenlijke waterplanten dan ook meestal geen zwamwortels. De watergentiaan en de waterklaver (*Limnanthemum nymphaeoïdes* en *Menyanthes trifoliata*) behooren tot de familie der Gentianen, die, zooals de groote moeilijkheid der cultuur van vele harer soorten reeds aanwijst, een bijzonder zwambehoevende groep is. Toch zijn beider wortels zonder zwammen en vindt men, trots hun dikke en min of meer vleezige, schijnbaar niet voor sterke verdamping ingerichte bladeren toch, dat deze, na afsnijden, opmerkelijk, ja dikwijls hinderlijk snel verwelken, wat een kenmerk is van groot waterverbruik en waterverlies.

Cyperaceëen, zooals het wollegras, de *Carex*-soorten, *Cladium Mariscus* e. a. hebben nooit zwamwortels; maar zij groeien dan ook meestal op de natste plekken. Hetzelfde geldt voor de biezen (*Scirpus*), die tot dezelfde familie en voor de bloembiezen (*Juncus*), die tot een geheel andere familie, die der Lelieachtigen, behooren. Randen van sloten en beken zijn in het algemeen een aangewezen vindplaats van wortels zonder zwammen en zelfs de wilgen, die bij voorkeur hier groeien, zijn zonder zwamwortels, terwijl wilgen op drogere plaatsen deze symbiose wel vertoonen.

Zeer merkwaardig is het verschijnsel dat er enkele systematische groepen zijn, waarin zwamwortels geheel ontbreken. De kruisbloemigen, de Papaverachtigen en de boschleeuwenbekjes (*Corydalis*), d. z. dus de *Crucifeeren*, *Papaveraceeën* en *Fumariaceeën*, die, wat onze inlandsche flora betreft, te zamen de geheele orde der Klaproosachtigen of *Rhoeadinen* vormen, hebben nooit zwamwortels, ook niet de soorten die uitsluitend in dichte bossen op rijken humus leven, zooals b.v. de bij ons niet inheemsche *Dentaria bulbifera*. Evenmin komen deze organen voor bij de *Alsineeën* en *Sileneeën*, die te zamen de *Caryophylleeën* vormen (Muursoorten, Koekoeksbloem, Anjelier, Duizendschoon, enz.) Verder niet bij de inlandsche varens en de verwante familiën der Paardestaarten en Wolfsklauwen (*Lycopodium*). Varens en *Equisetums* zijn dan ook uiterst gemakkelijk in de cultuur; maar van de *Lycopodiums* zou men, èn om hun uiterlijk, èn om de groote moeite die het kweeken veroorzaakt, eerder verwachten dat ze tot de zwamwortelplanten behoorden.

Onder de vaatkryptogamen zijn twee kleine bekende plantjes, die een uitzondering maken. Het is de slangentong (*Ophioglossum vulgatum*) en de *Botrychium Lunaria*, welke laatste aan de eerste gelijk is, behalve dat èn blad èn sporentong vertakt zijn. Maar in hun groei verschillen zij zeer. De *Ophioglossum* is een echte veenplant, de *Botry-*

chium een boschplant; *Ophioglossum vulgatum* heeft dikke onvertakte wortels, die ten deele zelfs de functie van wortelstokken verrichten, daar zij in staat zijn uit hun toppen knoppen en dus jonge plantjes te maken. *Botrychium* heeft dikke en weinig vertakte wortels, overeenkomstig met de vertakking van zijn groene deelen. Beide soorten hebben geen wortelharen, een orgaan, waaraan de overige varens juist zoo bijzonder rijk zijn. Druppelen kunnen beide planten niet, ook is haar vaatbundelsysteem slechts zwak ontwikkeld. *Ophioglossum* laat zich op veengrond zeer goed kweeken, maar *Botrychium Lunaria* is algemeen bekend, ik zou haast zeggen berucht, om de onoverkomelijke hinderpalen der cultuur. Langer dan 1 of 2 jaren schijnt zij het nooit uit te houden, zonder dat het tot nu toe gelukte de oorzaak hiervan op te sporen. Waarschijnlijk is de afhankelijkheid van de symbiose met de wortelzwammen hier zeer groot.

Merkwaardig is omtrent de wolfsklauwen, dat hunne prothalliën in hun ontwikkeling geheel van de medewerking van zwamdraden afhangen, terwijl de volwassen planten het steeds zonder deze doen.

De Orchideeën onzer flora kunnen in twee groepen gesplitst worden. Het zijn òf veenplanten, òf planten, die in natte of droge, humusarme gronden tieren. Let men goed op, dan ziet men tusschen deze beide afdeelingen allerlei punten van verschil, die ten nauwste met de behoefte aan zwam-symbiose samenhangen. De veen-orchideeën hebben dikke wortels en meest knollen, rond of vingervormig vertakt; zij hebben smalle, veelal ingerolde bladeren en dikke stengels. Maar vooral hebben zij een slijmerige taaiheid in hun sappen, die maakt dat zij uiterst weinig water verdampen. Zij verwelken niet alleen niet spoedig maar iedereen weet, hoe uiterst moeilijk het is ze tusschen papier te drogen. Zij behooren, met de bolgewassen, tot de meest taai-behoudende planten, voor zooverre tenminste het vasthouden van water betreft. Dit wijst er op, dat zij ook in de natuur slechts weinig water voor hunne huishouding behoeven. Want even moeilijk als zij vocht aan droog papier afgeven, even moeilijk doen zij dit ook aan de lucht, vooral als hun huidmondjes niet door de zonnestralen geopend worden. Zij hebben dus haast geen waterstroom en dit niettegenstaande zij meestal in een omgeving groeien, waar juist aan water geen gebrek is.

Onderzoekt men de knollen en de wortels onzer veen-orchideeën, zoo vindt men steeds de zwamdraden. Soms verspreid, vrij gelijkmatig de buitenste lagen doortrekkende, meestal echter in kleine

kluwens hier en daar opgehoopt. En dat zoowel in de knollen als in de eigenlijke wortels. Onze groene Orchis-soorten, maar ook de welriekende *Gymnadenia Conopsea* en *Platanthera bifolia* en andere geven goede voorbeelden.

Vergelijken wij daarmede *Listera ovata*, een boschplant, *Epipactis palustris*, een soort van de randen onzer duinputjes en natte duinvalleien en de op droge gronden tierende *Epipactis latifolia*. Geen knollen, geen bovenmatig dikke wortels, geen smalle, slijmvoerende, niet te drogen bladeren, in één woord een type, dat wel op verre na niet dat van een akkerplant is, maar dat toch ook aan de andere zijde er even ver van verwijderd is het extreem der echte veen-orchideeën te bereiken. Zij verwelken gemakkelijk; en overeenkomstig daarmede hebben zij veel meer water noodig en dan ook maar weinig zwamdraden in hun wortels. Eindelijk laten zich *Epipactis* en *Listera* veel gemakkelijker kweeken dan *Orchis* en *Platanthera*, wat weer met de geringere behoefte aan zwamdraden samenhangt.

De cultuur voor zulke gewassen heeft eigenaardige eischen. Iedereen, die wel eens aard-orchideeën gekweekt heeft, weet dat, ook al heeft hij zich niet aan de wilde gewaagd maar zich beperkt tot die welke in den handel voorkomen en dus juist voor de cultuur bestemd zijn. De moeilijkheden liggen niet in den grond, niet in licht en vocht en andere zeer goed te regelen omstandigheden. Maar zij zijn vooral daarin te zoeken, dat men niet alleen de Orchidee maar ook de wortelzwam moet kweeken. En daar men dit vroeger niet wist, besteedde men daaraan natuurlijk geen zorg. Nu schijnt juist de cultuur van die zwammen, die schijnbaar van zelf groeien, volstrekt niet zoo eenvoudig te zijn. Veelal tracht men daarin te voorzien door de Orchideeën niet afzonderlijk in potten te zetten, maar ze te samen met gras en andere planten te laten groeien. Kiest men daartoe soorten, wier leven dat der zwammen bevordert, zoo verhoogt men zijne kans van slagen. Maar vooralsnog tast men in den blinde rond. Overeenkomstige, maar nog veel grootere moeilijkheden biedt het kweeken van Orchideeën uit zaad, waarbij de zwammen een nog belangrijker rol schijnen te spelen dan bij de volwassen exemplaren.

Tegengesteld aan de Orchideeën en toch in vele punten daarmede overeenkomende zijn de bolgewassen, die in hoofdzaak tot de groote groep der Liliifloren of Lelie-achtigen behooren. Even taai waterhoudend, meest slijmerig van inhoud, zonder voorafgaand dooden tusschen papier niet goed te drogen, smal en min of meer vleezig

van blad, meest met dikke wortels, die weinig vertakt zijn en weinig wortelharen dragen, in één woord planten, die door tal van eigenschappen op een geringe behoefte aan water en dus op een symbiose met wortelzwammen wijzen.

Een overeenkomstige tegenstelling, als tusschen de smalbladige Orchissen en de breedbladige *Listera's* en *Epipactis*, vormt bij de Liliaceeën het geslacht *Funkia*, met zijn zeer breede, meer of min hartvormige bladeren. *Funkia cordata* en *F. ovata* zijn twee aan dien bladvorm ontleende soortnamen en de planten met hun fraaie, laag bij den grond bloeiende, eenzijdig overhangende trossen van paarsche bloemen zijn bij ons in tuinen wel bekend. Maar hoe anders zijn hun wortels als die der andere Liliaceeën. Graaft men ze uit den grond dan ziet men een dicht vlechtwerk van lange en dunne wortels, zeer rijk vertakt en aan de jonge toppen van talrijke lange haren voorzien. Maar STAHL kon daarin dan ook geen spoor van zwammen ontdekken.

Een zeer eigenaardig middel tot regeling der verdamping bezitten de planten in de producten der koolzuur-ontleding. De koolhydraten, die bij dit proces uit het koolzuur en het water ontstaan, zijn deels suiker, deels zetmeel. De suiker nu wordt in het celvocht opgelost, verhoogt daarvan de concentratie en vermindert dus de verdamping. Het zetmeel echter ligt in korrels in het protoplasma, het heeft op de verdamping nagenoeg geen invloed. Dit middel schijnt in het plantenrijk veel algemeener in toepassing gebracht te worden, dan men gewoonlijk vermoedt. Meestal meent men, dat het ontstaan van zetmeel uit het koolzuur regel en de ophooping van suiker uitzondering is. Als voorbeeld van den regel vindt men dan mais, tabak, hennep en tal van snel groeiende, sterk verdampende planten opgegeven, als voorbeeld eener uitzondering de gewone uien. Dit wijst ons op het punt in quaestie; want de ui is een bolgewas, heeft rolronde bladeren met een gering oppervlak en weinig verdamping. Droog bewaarde uien drogen zoo goed als niet uit. De ui is hier dus niet een alleenstaand geval, maar het type van de geheele groep der planten met geringe waterbehoefte; en zoekt men nu verder, zoo vindt men dat het verschil zeer algemeen doorgaat. Niet alleen de ui, maar de meeste bolgewassen maken suiker in hunne bladeren en òf geen, òf betrekkelijk weinig zetmeel. Het is een hunner middelen, om de behoefte aan water te verminderen. Maar onze *Funkia* overlaadt hare bladeren elken dag met zetmeel en dit

komt geheel met haar krachtig en zwamvrij wortelgestel overeen.

Bij de aard-orchideeën is het juist zoo: hoe minder de inrichtingen voor wateropname in den wortel, des te meer zijn ook de zorgen tegen verdamping in de bladeren. *Orchis* en *Platanthera* hoopen dus voornamelijk suiker, *Epipactis* en *Listera* bij voorkeur zetmeel in hun bladgroenhoudende cellen op.

Wij komen thans tot een groep van gewassen, waarvan de heideplanten de kern uitmaken. Kleine heestertjes of overblijvende planten, met kleine, min of meer leerachtige bladeren, zijn hier het type.

Behalve de eigenlijke heidesoorten behooren de bosch- en veenbessen er toe, alsmede het wintergroen. Biologisch tot dezelfde groep behooren, trots gemis aan systematische verwantschap, de Gentianen en de *Polygala's*, en verder sluiten zich daaraan de jeneverbes, de Taxus en andere Conifeeren.

De Ericaceeën zijn de planten, bij welke men het eerst het algemeene voorkomen van wortelzwammen ontdekt heeft. Trouwens iedereen weet, hoe zeer de cultuur der Azalea's en Rhododendron's, de Kaapsche Erica's en van zooveel andere verwante gewassen afhankelijk is van het gebruik van goeden humus. Met humus groeien zij flink, bloeien zij rijkelijk, zelfs zoo, dat zij dikwijls liefst geen mest er bij hebben; zonder humus plegen zij echter te kwijnen, trots alle verdere zorgen. *Empetrum nigrum*, de besheide, en de Kaapsche *Epacris*-soorten gedragen zich in dit opzicht als gewone heideplanten. De wortelzwam huist hier uitsluitend in de opperhuidcellen der zeer lange dunne wortelvezels. Maar die cellen zijn klaarblijkelijk voor dit doel veel grooter en ruimer dan bij andere planten; en wortelharen ontbreken ten eenenmale; ook als men de soorten in het laboratorium, zonder zwammen laat ontkiemen. De absorbeerende rol is dus hier geheel en al aan de zwammen opgedragen. De planten moeten het dan ook met weinig water stellen. Zij kunnen niet druppelen, en doen dit ook niet, als men in warme, vochtige nachten ze nog met glazen stolpen bedekt. Ook verdampen zij weinig en het verdient opgemerkt te worden, bij hoevele van zulke soorten de huidmondjes diep in de huid in windstille holten zijn weggedoken. De wilde soorten van *Azalea*, sommige *Vaccinium's* en andere, hebben den rand hunner bladeren achterwaarts omgekeerd, zoo een windbeschutte ruimte rondom de huidmondjes der onderzijde vormend. Talrijke dooreengeweven haren belemmeren daar verder de beweging der lucht en dus het snelle wegvoeren der waterdampen.

Deze inrichtingen, gepaard met de dikke opperhuid, schijnen voldoende om het watergebruik te verminderen. De eigenaardige vleezigheid van de bladeren van aard-orchideeën en bolgewassen missen wij hier ten eenenmale. Integendeel, de bladeren zijn eer droog te noemen. Daarmede hangt samen, dat zij bij de ontleding van koolzuur geen suiker ophoopen, zooals gene, maar zetmeel.

Van de beide genoemde Conifeeren heeft *Taxus* inwendige wortelzwammen, evenals de *Erica's*, *Juniperus communis* uitwendige, evenals onze woudboomen. Maar als zij op humus-armen grond groeien, hebben zij de zwammen niet of in mindere mate noodig en kunnen zij hun voedsel ook zonder deze opzuigen; en het schijnt, dat dit voedsel dan in uiterst verdunde oplossingen moet voorkomen. In het bizonder is het bekend hoe men bij *Calluna vulgaris* en andere heidesoorten, evenzoo bij *Gentiana's*, met de toevoeging van mest voorzichtig moet zijn. De cultuur der Gentianen is zoo moeilijk, dat van die planten slechts weinige of geen variëteiten bekend zijn en dat aan veredelen in het geheel niet te denken valt. *Gentiana lutea* en *G. asclepiadea*, waar de bladeren der eerste soort aan die der *Funkia's* herinneren, zijn uitzonderingen; men vindt ze bijna in elken tuin, maar hun inrichtingen zijn dan ook klaarblijkelijk andere.

Ik noemde zooeven de beharing als een middel om de verdamping te verminderen. Nagenoeg alle met een dicht haarvilt bekleede soorten verbergen in hun wortels zwammen, zegt STAHL. Het Edelweiss, de toortsen en die harig witte bladplanten, die wij als randen om onze perken of in mozaïkbedden kweeken, zijn wortelzwamgewassen. Zoo het zoogenoemde Hollandsche Edelweiss, *Gnaphalium dioïcum*, verder de *Cineraria maritima*, *Stachys germanica*, enz. Uitzonderingen maken misschien alleen die soorten, die tot familiën behooren die nooit wortelzwammen bezitten, zoo b. v. de Silenee *Lychnis Flos Jovis* en de Alsinee *Cerastium tomentosum*.

Tegenover de veen- en boschplanten staan de akkergewassen. Zij hebben bijna nooit wortelzwammen. Van de eenjarige soorten vindt men die alleen bij het vlas, van de tweejarige bij de peen. De overblijvende soorten daarentegen, zooals de grassen en klavers, behooren tot familiën, waarin de wortelzwammen min- of meer plegen voor te komen, waar zij wel een rol spelen, maar toch slechts een ondergeschikte. Maar de akkergewassen munten juist uit door hun vermogen, om in korte tijden zeer aanzienlijke hoeveelheden plantenstof voort te brengen. Hoe gering is een oogst van bosch- of veenbessen (*Vac-*

cinium Myrtillus en *V. Oxycoccos*) vergeleken met een oogst van graan, of van maïs of van bieten. Voor die productie is echter niet alleen de ontleding van koolzuur, maar ook de verwerking van aanzienlijke hoeveelheden anorganische stoffen noodig, zoowel voor het maken van eiwit en protoplasma, als voor de binding der organische zuren, de osmotische stoffen in het celvocht en tal van andere scheikundige omzettingen. Al deze stoffen moeten uit den grond komen en door den waterstroom omhoog gevoerd worden. Groote, dunne, snel verwelkende bladeren, met overdag wijd geopende, oppervlakkig liggende huidmondjes aan beide zijden, zijn een doorloopend kenmerk. Is de lucht te vochtig voor de verdamping, dan wordt deze weldra door de afscheiding van druppels vocht vervangen. In de bladeren ontstaat uit het koolzuur zeer veel zetmeel en nagenoeg geen suiker, d. w. z. de concentratie van het celvocht wordt zoo laag mogelijk gehouden, om ook daardoor de verdamping te bevorderen. De waterstroom is op warme zomerdagen dan ook een geweldige en men kan stellen, dat op een enkelen dag zooveel water door zulk een plant stroomt, als overeenkomt met de helft van haar geheele gewicht. Alle water zou dus in twee dagen kunnen ververscht worden. Een maïsplant bereikt dikwijls twee meter hoogte en meer en weegt veel meer dan een kilogram; de arbeid, die zij doet om haar anorganische stoffen te verkrijgen, komt dus overeen met het omhoog voeren van een gewicht van een half kilogram tot 1 à 2 meters hoogte, elken dag. Maakt men zich een voorstelling, hoe groot deze hoeveelheid arbeidsvermogen is, in vergelijking met den bouw en de overige levensverrichtingen eener plant dan kan men zich tevens een denkbeeld maken van wat de veen- en boschplanten zich besparen, door de slavernij, waarin zij de zwammen houden.

De anorganische stoffen, die de akkerplanten uit den grond opnemen, zijn voornamelijk de stikstofbronnen, dus het salpeter en de zouten van het ammoniak. Deze spelen de hoofdrol en men kan vrijwel stellen dat, als er van deze genoeg opgezogen worden, er van de overige van zelf ruim genoeg in het opgeslorpte water aanwezig is. Hoogstens zou de kali een afzonderlijke beschouwing kunnen vereischen. Onderzoekt men nu het sap van verschillende soorten van planten, dan vindt men, dat akkerplanten in den regel aan salpeter rijk zijn, veen- en boschplanten echter uiterst arm. Wij nemen daarbij aan, dat de ammoniakzouten in salpeterzure zouten worden omgezet; zij hoopen zich niet op. Dit verschil schijnt zeer algemeen

te gelden. Zoo is de gewone vlier, een boomsoort die de hulp der zwammen niet noodig heeft, tevens juist die soort van houtgewas, die verreweg het meeste nitraat in haar celvocht bevat. Esch, iep, wilg en berk zijn nitraathoudend, maar dan ook arm aan zwammen, terwijl in de eiken en beuken, de meest typische wortelzwamboomen die men kent, geen spoor van salpeter voorkomt. De hazelaar, de haagbeuk en de linde, in meerderen of minderen graad ook de eschdoorns, sluiten zich in dit opzicht bij de woudboomen aan.

Omtrent de boomen valt nog een verschijnsel te bespreken, dat met de wijze van voeding nauw samenhangt. De eene boom geeft een zware schaduw, de andere een lichte. Ceders en Taxus zijn aan de onderzijde hunner takken of in 't midden hunner kroon bijna zwart, wilgen daarentegen toonen maar weinig verschil. Donkere boomen behouden hunne meeste takken, lichte daarentegen ontdoen zich min- of meer regelmatig van de overtollige. Het afwerpen van tallooze zijtakjes door de klaterpopulieren in den herfst, tegelijk met de bladeren, is een zeer bekend verschijnsel; men vindt den grond er mede bestrooid. STAHL deelt een lijstje van boomen mede, gerangschikt naar de intensiteit van het licht in het midden der kroon. Beuken en kastanjes vormen de donkerste, populieren, berken en esschen de lichtste kronen. Juist in dezelfde volgorde der lijst neemt de bewoning der wortels door zwammen toe; bij beuken en kastanjes (*Aesculus Hippocastanum)* is zij zeer aanzienlijk, nooit ontbrekend, bij de drie andere opgenoemde soorten echter van zeer ondergeschikte beteekenis.

Een zeer merkwaardig geval vormen onze wilde varens. Reeds in het begin heb ik vermeld, dat STAHL ze steeds zonder wortelzwammen vond. Ook hebben ze dunne bladeren, die, na afsnijden, maar al te snel verwelken en verder zijn hun wortels dicht met haren bezet. Alles duidt hier op een krachtigen waterstroom, op een leven zonder behulp van zwammen. Zij zijn als het ware de meest in het oog loopende uitzondering op de overigens voor boschplanten geldende regels. Ook de paardestaarten hebben geen wortelzwammen en een groote behoefte aan water; trouwens wie ze 's morgens heeft gadegeslagen, voor de zonnestralen hen bereiken, weet hoe dan ieder uiteinde der takjes met een schitterende druppel prijkt, die geen dauw is.

Aan het slot van zijne uiteenzettingen knoopt STAHL enkele beschouwingen vast omtrent het ontstaan van parasieten en saprophyten. Het is toch duidelijk, dat het hierboven geschilderde leven van veen- en boschplanten in zekeren zin als een algemeen verschijnsel van

parasitisme, of ten minste van saprophytisme, mag worden beschouwd. Of men nu zeggen wil, dat de hoogere planten parasietisch leven op de zwammen, dan wel dat zij door de symbiose zich deelgenoot hebben gemaakt in de saprophytische levenswijze dezer laatste, is mij onverschillig; zeker is het dat zij haar anorganisch voedsel op een geheel andere wijze opnemen dan de gewassen op humus-arme gronden. Eigenlijk zijn de aard-orchideeën al halve saprophyten, want zonder den afval van andere planten kunnen zij niet leven; die afval is voor hen de eenige bron voor hunne anorganische bestanddeelen. Zij vormen als het ware een overgang tot de parasieten aan de eene en de bleekgele saprophyten aan de andere zijde. Deze laatste vormen de meest typische voorbeelden. Het stofzaad onzer bosschen (*Monotropa hypopitys*) en het vogelnestje (*Neottia Nidus avis*) kunnen als de beste voorbeelden aangehaald worden. Zij voeden zich geheel door middel van zwammen; trouwens hun weinige, korte, dikke, zwak vertakte wortel toonen dit reeds duidelijk aan. Reeds als zij ontkiemen worden zij door zwamdraden omsponnen; elk kiemplantje vormt dan het middenpunt van een dicht kluwen. Van alle zijden ziet men de zwamdraden in hun weefsel binnendringen, niet om hen te dooden, doch juist tot krachtiger groei. *Monotropa* en *Neottia* hebben beide geen of nagenoeg geen bladeren; zij ontvangen dus van de zwammen niet alleen het anorganische maar ook al het organische voedsel dat zij noodig hebben. Zij vormen als het ware het eindpunt van een reeks, waarvan de gewone groene aard-orchideeën den aanvang uitmaken.

Voor parasieten geldt hetzelfde. De ratelen of *Rhinanthus* parasiteeren op grassen en allerlei andere planten; zij zuigen zich aan hunne wortels door middel van zuigworteltjes vast. Toch zijn zij groen en klaarblijkelijk nemen zij uit de andere planten alleen het organische voedsel. Zij hebben dus geen zwamwortels noodig en missen deze dan ook. Deze groene parasieten vormen dan den overgang tot de bremrapen of *Orobanche's*, die uit hun voedsterplant ook al hun organisch voedsel opnemen. Zoo zijn dus naar alle waarschijnlijkheid èn parasitisme èn saprophytisme slechts zeer bizondere gevallen van den algemeenen leefregel der veen- en boschplanten, het opslorpen der organische bestanddeelen van het voedsel door middel van symbiose met zwammen.