

DE
VERSPREIDING VAN PLANTEN DOOR DIEREN.

DOOR

Dr. J. MAR. RUYS.

Een der belangrijkste verschillen tusschen planten en dieren is voorzeker dit, dat eerstgenoemden haar geheele leven lang aan de plek, waar ze geboren werden verbonden blijven, terwijl de laatsten het voorrecht bezitten zich willekeurig te kunnen verplaatsen. Het is waar, dat ook dit onderscheid tusschen de beide rijken der organische natuur, evenmin als eenig ander, voor alle gevallen opgaat, want eenerzijds zien wij, dat bijv. de veelvuldig verbreide kristalwieren (Diatomeën) en de zoösporen van vele andere wieren zich vrij in het water bewegen, terwijl anderzijds vele schelpdieren (mosselen, oesters, enz.), sommige stekelhuiden (zeelelies) en vele polypen (zeeanemonen, koralen enz.) e. a. tijdelijk of zelfs levenslang aan een en dezelfde plaats zijn gebonden; maar dit neemt niet weg, dat, de betrekkelijk weinige uitzonderingen dan daargelaten, plant en dier in dit opzicht scherp tegenover elkander staan.

Het zou ons kunnen toeschijnen, dat door deze vrije bewegelijkheid de dieren een belangrijk voordeel boven de planten bezaten. Immers door deze eigenschap zijn zij in de mogelijkheid steeds die plaatsen op te zoeken, waar zij het beste en rijkelijkste voedsel, een voor hen meest geschikt bodem en een hun passend klimaat vinden, waar kortom de omstandigheden voor hen het gunstigst zijn; daardoor ook zijn zij in staat zich zooveel mogelijk te verspreiden, zoodat een ophooping van individu's, die onvermijdelijk gebrek aan voedsel ten

gevolge zou hebben, wordt voorkomen en daardoor eindelijk wordt het mogelijk, dat een zeer groot aantal individuen zich in den strijd om het leven staande houdt en dus het voortbestaan der soort zoo goed mogelijk verzekerd is. Al deze voordeelen schijnen, oppervlakkig geoordeeld, aan de planten te ontbreken; want, voor altijd gebonden aan de plek, waar zij opgroeiden, moeten deze zich vooreerst schikken naar den bodem, het voedsel en alle andere voorwaarden, zooals die haar daar worden aangeboden en zullen zij, wanneer zij daarin niet slagen, onvermijdelijk te gronde gaan, terwijl ook verder de verspreiding der talrijke nakomelingen van een enkele plant onwaarschijnlijk, ophooping van gelijksoortige individuen daarentegen waarschijnlijk schijnt te worden.

Dit alles schijnt zoo, zeggen wij, want inderdaad is het niet zoo. Wel kunnen in den grond wortelende planten, elk op zich zelf beschouwd, zich niet verplaatsen, maar eene nadere beschouwing leert, dat zij een ruime vergoeding hebben verkregen voor de hun ontbrekende vrije bewegelijkheid. Deze vergoeding toch springt onmiddellijk in het oog, wanneer wij de talrijke middelen nagaan, waarvan de natuur zich bedient om de nakomelingen eener plant in een grooteren of kleineren kring te verspreiden, welke middelen, bij alle op elkaar volgende generatiën opnieuw aangewend, de verspreiding der plantensoorten minstens even afdoend tot stand brengen als die der diersoorten.

Daargelaten nog de middelen, die in de plant zelf zijn te zoeken, uitloopers, wortelstokken, inrichtingen, waardoor de zaden worden weggeslingerd, middelen die ook reeds zeer belangrijk tot de verspreiding kunnen bijdragen, zien wij vooral den wind, de dieren, stroomend water, soms ook den regen optreden als even zoovele krachten, steeds bereid de verwijdering van vruchten en zaden van de moederplant tot stand te brengen en zodoende de uitbreiding van het gebied der soorten aanmerkelijk te bevorderen.

Van welk ingrijpend belang dit voor de planten is en hoezeer juist eerst dáárdoor het voortbestaan der verschillende soorten mogelijk wordt, zullen wij leeren inzien, wanneer wij nagaan welke voordeelen door dergelijke verspreidingsmiddelen worden verkregen en welke nadeelen zouden ontstaan, wanneer zij ontbraken.

Iedereen weet, dat wanneer wij uit onze bloem- en moestuinen niet zorgvuldig het onkruid wieden, dit zich in een zeer korten tijd op ongelooflijk snelle wijze vermenigvuldigt; lieten wij een dergelijk stuk grond, beplant met allerlei van elders ingevoerde gewassen één

jaar of enkele jaren geheel aan zijn lot over, dan zouden wij meestal zien, dat er ten slotte van deze nog slechts enkele exemplaren over waren, die misschien ten laatste zelfs geheel zouden zijn verdwenen. Dat zulks gebeuren *moet* is op zich zelf duidelijk. Immers de inlandsche planten, de zoogenaamde onkruiden, zijn beter dan de van elders ingevoerde toegerust om den strijd om 't bestaan te strijden, te profiteeren van de gunstige en weerstand te bieden aan de ongunstige omstandigheden en zoo zullen zij de vreemdelingen overwinnen, even zoo goed als deze in haar geboorteland de overwinnaars zouden blijven, wanneer zij hadden te strijden tegen van hier ingevoerde plantensoorten. Iedere soort streeft er naar zich te bevoordeelen ten koste van anderen; geen wonder, dat dit tot het uiterste gedreven egoïsme den ondergang ten gevolge heeft van die soorten, wier eigenschappen het minst voor de bestaande omstandigheden zijn berekend.

Zien wij aldus den strijd om 't bestaan tusschen planten van verschillende soort binnen vrij korten tijd beslecht, anders wordt het wanneer het individuen zijn van dezelfde soort, m. a. w. planten toegerust met nagenoeg geheel de zelfde eigenschappen, die elkander voedsel, licht en ruimte betwisten. De strijd is hier veel hardnekkiger, het eene voorwerp heeft hier zeer weinig voor boven het andere en het slot is, niet dat een gedeelte betrekkelijk spoedig te gronde gaat en het andere gedeelte zich nu krachtig kan ontwikkelen, maar dat bijna alle met elkaar strijdende individuen den strijd evenlang volhouden, elkander in hun groei blijven benadeelen en ten slotte tot schrale, zwakke planten uitgroeien. Dat zulks werkelijk geschiedt, zal o. a. blijken, wanneer men een stuk grond te dicht met zaden eener zelfde plantensoort bezaait: alle ontkiemen, maar tot vorming van een flinke gezonde plant brengt het nauwelijks een enkele.

En juist zulk een hardnekkige strijd tusschen zeer na verwante voorwerpen zou onvermijdelijk zijn, wanneer de zaden geen middelen hadden om zich te verspreiden; want alle zouden dan in de onmiddellijke nabijheid der moederplant neervallen en tot kieming komen. Nu evenwel wordt door den wind of de dieren of op een andere wijze de eene zaadkorrel hier, de andere daarheen gevoerd en de ontkiemende planten zullen elkander bij haar ontwikkeling niet in den weg staan.

Een tweede belangrijk voordeel van de verspreidingsmiddelen der planten is gelegen in de omstandigheid, dat de kruising van elkander weinig verwante individuen eener zelfde soort daardoor zeer wordt bevorderd, daar voorwerpen, afstammende van verschillende moeder-

planten nu in elkanders nabijheid komen te staan, waardoor de insecten gemakkelijk in de gelegenheid zijn het stuifmeel van de eene naar de andere plant over te brengen. Uit de door DARWIN genomen proeven is reeds sedert lang gebleken, van hoeveel belang zulks is voor het verkrijgen van goede, gezonde, krachtige planten, die door het voortbrengen van vele en goed ontwikkelde vruchten en zaden aan even gezonde en krachtige nakomelingen het aanzijn geven. Stellen wij daartegenover weer het geval, dat generatie op generatie steeds de nakomelingen van een en de zelfde moederplant in elkaars onmiddellijke nabijheid groeien en bloeien, dan zien wij in, dat zulks behalve het straks besproken nadeel ook nog dit gevolg na zich zou sleepen, dat bij voortdoring de kans op kruising van naverwante voorwerpen onder elkander zeer groot zou zijn en dus daardoor het ontstaan van minder goede en minder krachtige planten steeds in de hand zou worden gewerkt.

Eindelijk is er aan de verspreiding der planten nog een derde voordeel verbonden. De oppervlakte der aarde ondergaat bij voortdoring veranderingen, grootendeels door werking der natuurkrachten maar veelal ook door toedoen van den mensch: nieuwe kusten verrijzen uit de zee en andere verdwijnen onder haar oppervlakte, gebergten ontstaan of zinken langzaam weg, bosschen worden uitgerooid of aangeplant, zeeën en meren en moerassen drooggemaakt, onvruchtbare vlakten herschapen in welige akkers, kanalen gegraven en wegen aangelegd. Het is duidelijk, dat door dergelijke veranderingen ook de levensomstandigheden der aanwezige planten worden gewijzigd; wordt b.v. een moeras drooggelegd, dan zullen de aan een vochtigen bodem gebonden planten verdwijnen, terwijl andere soorten, die er vroeger niet konden tieren er nu alle gegevens vinden voor een weligen groei. Maar hoe zouden deze laatste dit pas gevormde grondgebied bevolken, wanneer zij niet over allerlei verspreidingsmiddelen konden beschikken? Zij zouden den voor hen gunstigen bodem eenvoudig niet kunnen bereiken en deze zou, nadat de water- en moerasplanten er waren verdwenen, woest en ledig en ongebruikt blijven.

Wij zien dus, m. a. w., dat juist door het optreden der zeer uiteenlopende oorzaken, die de verspreiding der planten bevorderen, het mogelijk wordt, dat elk nieuw of elk veranderd terrein in zeer korten tijd de woonplaats wordt van allerlei plantensoorten, die daar haar middelen van bestaan kunnen vinden. Een voorbeeld uit den nieuweren tijd moge dit nog nader toelichten. Het eilandje Krakatau, in

den zeeweg tusschen Java en Sumatra gelegen, werd bij gelegenheid van de ontzettende vulkanische uitbarsting van 26 Augustus 1883, die ieder nog in 't geheugen ligt, geheel verwoest; gedeeltelijk werd het door de zee verzwolgen, gedeeltelijk meters hoog met lava, steenen, zand, asch en puimsteen overdekt, zoodat alle sporen van plantengroei totaal verdwenen waren. Bij een bezoek, dat Dr. TREUB, de directeur van 's Rijks Plantentuin te Buitenzorg, in 1886, dus drie jaren later, aan Krakatau bracht, vond hij er behalve talrijke wieren ook een gansch niet onbelangrijke flora van vaatplanten. Aan het strand werden niet alleen verscheidene zaden en vruchten, maar ook een aantal jonge planten gevonden, voor het grootste gedeelte juist dezulke, die zich ook het eerst op pas gevormde koraaleilanden vestigen. In het binnenste, bergachtige gedeelte van het eiland werden acht phanerogamen en elf varens aangetroffen, welke laatste, ook wat het aantal individuen betreft, verre de overhand hadden. Daar de verwoesting van het eiland zóó volkomen was, dat de mogelijkheid van een op nieuw ontwaken der oorspronkelijke flora is buitengesloten en ook aan het invoeren van planten door tusschenkomst van den mensch niet kan gedacht worden, daar de tegenwoordige toestand van het eiland het aanleggen van schepen zeer bemoeielijkt, zoo blijft niet anders over dan aan te nemen, dat al deze gevonden planten door wind, water of vogels minstens van een 18.5 doch waarschijnlijk van een 37 K. M. verwijderde kust zijn overgebracht.¹

Reeds eenige keeren wezen wij op de groote verscheidenheid der verspreidingsmiddelen, die in het plantenrijk worden aangetroffen. Hier zien wij, zooals bij de aardbezie (*Fragaria vesca*), de zilverschoon (*Potentilla anserina*) en andere planten, zoogenaamde uitloopers zich in alle richtingen horizontaal over den bodem uitspreiden en door ontwikkeling van knoppen het aanzijn geven aan nieuwe planten, die, zich weldra van de moederplant losmakende en zich, even als deze gedragende, opnieuw het grondgebied der oorspronkelijke plant en harer nakomelingen vergrooten; daar zien wij, zooals bij de paardestaarten (*Equiseten*) en vele zeggen (*Carices*), bijv. bij *C. arenaria*, ongeveer het zelfde geschieden door middel van onderaardsche stengeldeelen, zoogenaamde wortelstokken of rhizomen; een ander maal weer worden de zaden weggeslingerd, zooals bij de hoogst eigenaardige vruchten der geraniums en der balsamien (*Impatiens*) en bij de niet minder

¹ *Bot. Zeit.* 1889 blz. 334.

eigenaardige springkomkommer (*Momordica Elaterium*), waar de vruchtwand een zoodanige drukking op het binnenste der vrucht uitoefent, dat, wanneer deze laatste van den steel loslaat, door de dan tegelijkertijd gevormde opening, het vruchtsap en de daarin aanwezige zaden met kracht naar buiten worden geschoten. Talrijke vruchten zijn voorzien van vleugelvormige aanhangsels, zooals die der iepen (*Ulmus campestris*), eschdoorns (*Acer Pseudoplatanus*), esschen (*Fraxinus*) enz.; andere zooals de paardebloem (*Taraxacum officinale*), de beemd-boksbaard (*Tragopogon pratensis*), de vele soorten van havikskruid (*Hieracium*) en zeer vele andere *Composieten* van een uit langere of kortere haren bestaand zoogenaamd vruchtpluis, dat, even als de zoo juist genoemde vleugels, de vruchten natuurlijk zeer geschikt maakt om door den wind te worden medegevoerd. Vooral in den nazomer en in den herfst hebben wij op iedere wandeling in de vrije natuur talloze malen gelegenheid dergelijke vruchten aan te treffen, ja niet zelden voeren de windstroomen hen door geopende deuren en vensters tot binnen in onze huizen. Ook zeer kleine zaden, zooals die der papaverachtigen, maar voaal de sporen der varens, wolfsklauwen (*Lycopodiaceën*), mossen en zwammen worden door den wind vervoerd even goed als zulks het geval is met de pollenkorrels van die bloemen, welke niet door insecten worden bestoven (grassen, berken, elzen enz.) en die toch ook door den wind van bloem tot bloem en van plant tot plant worden overgebracht. Bij vele waterplanten kan stroomend water als transportmiddel dienen, zooals in meerdere gevallen met zekerheid is geconstateerd.

Maar naast al deze middelen, waarvan de planten zich bedienen om haar gebied uit te breiden, bestaat er nog één, dat wij in de volgende bladzijden wat uitvoeriger wenschen te bespreken. Wij bedoelen de zeer algemeen voorkomende verspreiding van planten door tusschenkomst van dieren, een der eigenaardigste gevallen van symbiose tusschen het planten- en dierenrijk.

De wijzen, waarop de dieren het transport van plantendeelen, die tot het ontstaan van nieuwe individuen aanleiding kunnen geven, ten uitvoer brengen, zijn velerlei. Wij kunnen daarbij echter voornamelijk twee hoofdgevallen onderscheiden, die in aard zeer van elkaar verschillen nl. 1^o. de vruchten worden ter wille van de voedingsstoffen, die ze bevatten, door de dieren gegeten, terwijl de daarin aanwezige onverteerbare zaden na verloop van langeren of korteren tijd, gedurende welken de dieren zich belangrijk kunnen verplaatsen,

het lichaam op een of andere wijze weder verlaten en dan meest neervallen op een plek verder of minder ver verwijderd van de groeiplaats der moederplant; 2^o. de te verspreiden plantendeelen zijn voorzien van inrichtingen, die maken, dat zij zich gemakkelijk aan het lichaam, vooral aan de huidbekleding, van sommige dieren vasthechten, die hen dan onbewust over grooteren of kleineren afstand medevoeren, hen ten slotte weder verliezen of zich, wanneer ze hun hinderlijk zijn, van hen ontdoen.

Beschouwen wij beide wijzen van verspreiding achtereenvolgens wat nader en komen we alzoo eerst tot die, waarbij de dieren de vruchten eten en dus de zaden in de spijsverteringsorganen vervoeren.

Reeds LINNÆUS heeft opgemerkt, dat de zaden van vele planten door zwaluwen werden verspreid, en reeds lang is het als een vol-dongen feit erkend, dat de bessen der halfparasitische vogellijm (*Viscum album L.*) door vogels gegeten worden, die de steenharde zaden uitbraakten of door hun darmkanaal lieten gaan en aldus weer uitzaaiden. Toch meenden velen hier met op zich zelf staande gevallen te doen te hebben en te moeten betwijfelen, of deze transportwijze een algemeene was. De argumenten, die men voor deze laatste opvatting aangevoerd heeft en die wij hierna ook zullen leeren kennen, zijn echter weerlegd geworden en ten slotte is de zaak tot zoodanige zekerheid gebracht, dat ze nu wel door niemand meer kan betwijfeld worden.

Bij nadere beschouwing laat zij dan ook aan klaarheid niets te wenschen over en de wijze, waarop vele planten zich aan deze verspreiding hebben aangepast, herinnert in zeer vele opzichten aan de betrekking tusschen bloemen en de hen bestuivende insecten; met dit verschil echter, dat de aanpassing hier voornamelijk, liever nog uitsluitend, aan de zijde der vruchten en zaden en niet aan die der dieren heeft plaats gevonden.

Vooreerst zij hier opgemerkt, dat de vruchten, die op deze wijze worden verspreid, alle behooren tot die, welke men met den naam vleezige vruchten bestempelt, terwijl de verspreiders voor verreweg het grootste gedeelte tot de klasse der vogels behooren. Dient het vruchtvleesch talrijke vogels tot voedsel, slechts weinige zoogdieren of dieren uit andere klassen leven van vruchten; terwijl bovendien de vogels de vruchten ongekauwd inslikken, de zoogdieren daarentegen, wanneer ze zulk soort voedsel al gebruiken, dit toch met hun kiezen fijn malen en daarbij dus de zaden meest altijd zullen vernietigen.

Wat nu betreft de wijze, waarop de planten zich aan de verspreiding door vogels hebben aangepast, zoo moet het ieder opvallen, dat alles er op schijnt aangelegd, dat de vruchten, door de dieren zoo gemakkelijk mogelijk gezien worden. Niet alleen dat bessen e. a. vleezige vruchten, vooral aan boomen en heesters, veel zeldzamer daarentegen aan kruidachtige, dus laag bij den grond groeiende gewassen voorkomen, maar ook zien wij, dat de vruchten, zoolang de zaden nog onrijp zijn een groenachtige kleur hebben en reukeloos zijn, alzoo zeer weinig de aandacht trekken, terwijl zij later niet alleen gewoonlijk levendig gekleurd, tegen de omgeving sterk afsteken maar ook vaak een geur verspreiden, op grooten afstand waarneembaar voor het reukzintuig van den mensch, op nog grooteren afstand misschien voor dat van de vogels voor welke de vruchten bestemd zijn.

De vleezige vruchten van altijd groene planten als de Hulst (*Ilex aquifolium*), de gewone Taxis (*Taxus baccata*), de roode boschbes (*Vaccinium Vitis Idaea*), vele heideachtigen als de beeredruif (*Arctostaphylos uva ursi*), *Arbutus Unedo*, de Canadeesche *Gaultheria procumbens*, de bij ons wel als sierplant gekweekte *Ardisia crenulata* en van zulke, waarvan het loof tijdens de rijpheid der vruchten nog geen herfsttinten vertoont, als aardbeien, frambozen, aalbessen, lijsterbessen, kersen e. v. a. zijn gewoonlijk rood in allerlei nuances. De vruchten van den wilden wingerd (*Ampelopsis hederacea*), de roode kornoelje (*Cornus sanguinea*), de vogelkers (*Prunus Padus*), de blauwe en zwarte boschbes (*Vaccinium Myrtillus* en *uliginosum*) zijn blauw of zwart en steken zoo veel meer af dan roode vruchten zouden doen tegen de rood- of geelachtige herfsttinten van de bladen dezer planten, terwijl de witte kornoelje (*C. alba*) en het sneeuwbesen- of radijsboompje (*Symphoricarpos racemosus*) witte bessen hebben, waardoor ook bij deze heesters, die vroeg hun bladen laten vallen, de vruchten tusschen het bruin en grauw der kale takken reeds van verre zichtbaar zijn. Niet minder eigenaardig is het, dat vele vruchten, onze appelen en peren zijn daar voorbeelden van, alleen of toch het meest aan de lichtzijde gekleurd zijn, terwijl ze aan den naar het loof toegekeerden kant, die door de vogels toch niet gezien wordt, groen blijven.

Het is met de vruchten geheel als met de bloemen: immers ook deze laatsten vallen in den knoptoestand door de groen gekleurde kelkbladen niet in 't oog en zijn alsdan juist daardoor tegen de vraatzucht van insecten enz. gevrijwaard, terwijl later, zoodra insectenbezoek ter wille der bestuiving juist gewenscht is, de bloemen door

haar kleuren en geuren alles in 't werk schijnen te stellen, zooveel mogelijk gezien te worden.

Het is onmogelijk om een afdoende verklaring voor al deze aan de vleezige vruchten voorkomende eigenaardigheden te vinden, wanneer men hen niet opvat als een aanpassing aan de verspreiding door vogels. Zoo ook blijft ons niet anders over dan aan te nemen, dat het aan voedingsstoffen gewoonlijk zoo rijke vruchtvleesch alleen ten behoeve dezer dieren aanwezig is; voor de plant zelf toch is het van geenerlei nut, want het kan niet worden aangemerkt als een de zaden beschuttende laag, die toch op veel afdoender wijze tot stand zou komen en ook werkelijk in vele gevallen tot stand komt door leerachtige en steenachtige (houtachtige) weefsels, zooals die b. v. in het klokhuis van appelen en in den steen van kersen worden aangetroffen, welke weefsels dan nog weer door het zachte en sappige, eetbare deel der vrucht zijn omgeven. Men heeft gemeend, dat de beteekenis van het vruchtvleesch, daarin was te zoeken, dat het bij het kiemen der zaden een soort mest vormde, die de ontwikkeling der kiemplanten bevorderde; maar bij proeven, genomen met het doel de waarheid dezer bewering uit te maken, heeft men nimmer vast kunnen stellen, dat zaden welke met het bijbehorende vruchtvleesch waren uitgezaaid, beter kiemden dan die, welke men daarvan had ontdaan.

Tegen de verspreiding van zaden door vogels, eventueel ook door andere dieren, heeft men vooral aangevoerd, dat zij door de in de spijsverteringsorganen afgezonderde vochten zoodanig zouden worden aangetast, dat ze hun kiemvermogen zouden moeten verliezen. Dat zulks zeker niet altijd het geval is volgt evenwel reeds uit de mededeeling van DARWIN, die in twee maanden tijds in zijn tuin twaalf soorten van zaden uit de uitwerpselen van kleine vogels verzamelde, welke zaden bijna alle ongedeerd schenen en na gezaaid te zijn gedeeltelijk ook werkelijk ontkiemden.¹

Om deze zaak evenwel eens voor al uit te maken heeft KERNER een reeks van proeven genomen, die daarin bestonden, dat hij een aantal verschillende dieren, voor het meerendeel vogels, met de vruchten of zaden van 250 verschillende planten voederde, daarna de uitwerpselen dezer dieren onderzocht op de aanwezigheid van zaden en deze laatste, voor zoover ze daarin werkelijk nog voorhanden waren, uit-

¹ DARWIN. *Het ontstaan der soorten* 3e druk bl. 426.

zaaide, terwijl tevens ter vergelijking telkens zaden van de zelfde plantensoort werden te kiemen gelegd, die niet door het darmkanaal van dieren waren gegaan¹. De resultaten waren zeer uiteenlopend.

Wat de zoogdieren betreft, KERNER experimenteerde slechts met een viertal soorten: paard, rund, zwijn en mormeldier (*Arctomys marmota*), waarbij werd bevonden, dat bijna altijd de zaden door het kauwen vernietigd werden; en al ontsnapten ook bij het rund enkele gerstkorrels, bij het paard eenige linzenzaden en haverkorrels, bij het zwijn enkele zaden van de witte kornoelje (*Cornus alba*), den duindoorn (*Hippophaë rhamnoides*), den liguster (*Ligustrum vulgare*), den radijs (*Raphanus sativus*), de acacia (*Robinia Pseudacacia*) en van een malvasoort (*M. crispa*) aan deze vernietiging en al kiemden zij ook, toch was het aantal der kiemplanten uiterst gering in vergelijk van het aantal gevoerde kiembare zaden, terwijl bovendien van ongeveer 60 andere plantensoorten de zaden, wanneer ze al in de uitwerpselen werden aangetroffen, het kiemvermogen hadden verloren.

Met betrekking tot de vogels was te verwachten, dat de eigenlijke zaadeters onder hen de opgenomen zaden bijna allen volkomen zouden verteren, daar deze voorwerpen in de sterk gespierde, met wrijfplaten voorziene en meest ook met zand en kleine steentjes gevulde maag, volledig vermalen en dus vernietigd worden. In overeenstemming met deze verwachting was dan ook de uitkomst bij kalkoenen, hoenders, duiven, kruis-, goud- en distelvinken, sijsjes, meezen en notenkrakers verkregen, daar in de uitwerpselen dezer dieren geen enkele kiembare zaadkorrel gevonden werd, dan alleen in eenige weinige gevallen bij hoenders, dien men het voedsel opgedrongen had, waarbij waarschijnlijk de maag overladen was geworden. In deze gevallen werden enkele zaden van het zandkruid (*Arenaria Serpyllifolia*), de klaproos (*Papaver Rhoeas*), het fijnbladig raket (*Sisymbrium Sophia*), de aalbes (*Ribes rubrum*), de liguster (*Ligustrum vulgare*) enz. onbeschadigd en kiembaar uit het darmkanaal geloosd.

Bij raven en kauwen verlieten de kernen van steenvruchten en de zaden met harde zaadhuid onbeschadigd het darmkanaal, gingen die met een weeke huid daarentegen alle te gronde: zoo bijv. werden uit de door deze dieren uitgeworpen stoffen een aantal kersepitten verzameld met 15 m.M. diameter, die allen bij uitzaaien kiemden.

¹ KERNER. *Pflanzenleben* II. bl. 799.

De met het oog op de verspreiding der planten door vogels belangrijkste resultaten werden verkregen met de verschillende soorten van lijsters, (zwarte, zang- en rotslijster) benevens met het roodborstje. Van de zaden, die het darmkanaal dezer dieren gepasseerd waren, kiemden bij de merel of zwarte lijster 75, bij de zanglijster 85, bij de rotslijster 88 en bij het roodborstje 80 pct. De merel was van deze vier de minst kieskeurige en verslond allerlei vruchten, die hem werden aangeboden tot zelfs die van *Taxus baccata* toe; de zanglijster weigerde alle droge vruchten, die een middellijn hadden grooter dan 5 m.M. zelfs dan wanneer ze onder het haar als voedsel toegediende fijn gesneden vleesch gemengd werden. Merkwaardigerwijze at de zanglijster ook de bessen der vergiftige wolfskers (*Atropa Belladonna*), zonder daarvan, evenmin als van de zaden van de tabak, het bilzenkruid (*Hyoscyamus niger*) en het vingerhoedskruid (*Digitalis purpurea*), eenig nadeel te ondervinden. De vleezige vruchten, welker zaden grooter dan 3—5 m.M. in diameter waren, zooals die van *Berberis*, *Liguster*, *Opuntia* en *Viburnum*-soorten, werden in den krop gebracht, het vrucht-vleesch geraakte vandaar in de maag, terwijl al de zaden weer werden uitgebraakt en dus het lichaam verlieten zonder door het darmkanaal te zijn gegaan.

Van veel belang is het nog te vermelden, dat bij deze dieren de tijd, die verliep tusschen de voeding en de ontlasting der zaden uit het darmkanaal, meestal zeer kort was. In de uitwerpselen van een zanglijster, die 's morgens om 8 uur met bessen van *Ribes petraeum* gevoederd was, waren reeds om 8.45 dus na $\frac{3}{4}$ uur talrijke zaden voorhanden en de zaden van de Vlier (*Sambucus nigra*) hadden voor hun tocht door de spijsverteringsorganen van dezen vogel niet langer dan $\frac{1}{2}$ uur noodig. Bij de meeste zaden duurde het $1\frac{1}{2}$ —3 uur voor ze weer uit het lichaam werden verwijderd.

Het spreekt van zelf, dat de vogels in een zoo betrekkelijk korten tijd zich in 't algemeen niet belangrijk van de plaats, waar zij de vruchten aten, verwijderen zullen en zoo is het duidelijk, dat zij de zaden slechts langzaam verspreiden, in één jaar dus b. v. in een om-trek van hoogstens eenige uren en dat een uitbreiding over grootere landstreken op deze wijze slechts in verscheidene jaren tot stand kan komen.

Zooals boven vermeld is, liet KERNER ter vergelijking ook zaden kiemen, die niet tot voeding gediend hadden en verkreeg daarbij als resultaat, dat door den gang door het darmkanaal de kieming in verreweg

de meeste gevallen vertraagd en slechts voor enkele planten (*Berberis*, *Ribes*, *Lonicera*) bespoedigd was geworden, terwijl hij verder bevond, dat de zaden van planten, die gewoonlijk op goed gemesten bodem groeien (*Amaranthus*, *Polygonum*, *Urtica*) krachtiger kiemplanten leverden, wanneer ze door het darmkanaal waren gegaan dan wanneer zulks niet het geval was geweest. Alles te zamen genomen werd dus slechts in een groote minderheid der gevallen geconstateerd, dat hier met het voordeel der verspreiding ook dat van een betere ontwikkeling gepaard ging.

Iets anders is het evenwel, dat wanneer de zaden in aanraking blijven met de stoffen, waarmede ze zijn uitgeworpen en niet, zooals bij de proeven van KERNER het geval was, daaruit worden afgezonderd, de aanwezigheid dezer stoffen den groei misschien zeer kan bevorderen.

Het ligt voor de hand, dat niet uitsluitend die vogels, waarmede KERNER gunstige resultaten verkreeg, maar ook nog talrijke andere vruchtenetende soorten, die hij niet in zijn onderzoek opnam, op de beschreven wijze aanleiding kunnen geven tot het uitstrooien van zaden op groote schaal en zoo laat zich dan ook gemakkelijk verklaren, hoe allerlei planten met bessen of andere vleezige vruchten zich op de meest ongewone groeiplaatsen kunnen ontwikkelen.

Hoe dikwijls ziet men niet boven op de in ons land zoo veelvuldige knotwilgen een geheele vegetatie ontstaan, die zich wel voor een goed deel uit door den wind opgewaaide zaden en sporen heeft ontwikkeld, maar voor een ander deel toch ook daaraan te danken is, dat vogels er zaden van den meidoorn, de lijsterbes, de aalbes, de kamperfoelie, het bitterzoet e. a. hebben achtergelaten. In den Leidschen Hortus staat, of stond althans, een zware, hooge populier (*Populus nigra*), die indertijd ter hoogte van p. m. 10 à 12 M. werd afgeknot; de stam is van boven een weinig uitgehold en daar groeit tusschen zijn takken een krachtige vlierstruik (*Sambucus nigra*)¹. Op den dom te Keulen vond CASPARY struiken van rozen (*Rosa canina*) en ligusters, die waarschijnlijk door vogels daàr gezaaid zijn² en eveneens is dit vermoedelijk meest altijd het geval, waar dergelijke planten, wier vruchten of zaden niet door den wind verspreid kunnen worden, op steile rotsen, oude muren enz. worden aangetroffen.

¹ *Album der Natuur* 1874 bl. 221.

² Dr. F. HILDEBRAND *Die Verbreitungsmittel der Pflanzen* bl. 28.

De planten, wier zaden op de hier besproken wijze verspreid worden, behooren tot zeer verschillende plantenfamilies en de vruchten, benevens de daarin vervatte zaden, vertoonen een zeer uiteenlopenden bouw. Al dadelijk kunnen wij opmerken, dat het slechts bij uitzondering bestanddeelen der zaden zelf zijn, die hier vleezig en eetbaar worden; in verreweg de meeste gevallen is het de vruchtwand of een deel daarvan, dat, als zoodanig optredend, den vogels tot voedsel dient, terwijl de zaden dan in hun geheel het lichaam dezer dieren verlaten.

Onder de gevallen, waarbij de vruchtwand vleezig wordt, komen in de eerste plaats de besvruchten in aanmerking, zooals men die bij zoo vele ook van onze inlandsche planten aantreft. Hier is het vruchtbeginsel geheel vleezig geworden, terwijl de meest talrijke in dit vruchtvleesch verspreide zaden een harde huid bezitten, die een vernietiging der kiem in het darmkanaal der vogels belet.

Even typisch als de bessen zijn de steenvruchten (*drupae*) zooals perziken, abrikozen, pruimen, kersen enz., waar slechts de buitenste lagen van den wand uit sappig en eetbaar vruchtvleesch bestaan, terwijl de binnenste laag, steenhard en onverteerbaar, de zaadkorrel, die zij omsluit en die zelf meest een weeke huid bezit, volkomen beschut. Tot deze rubriek moeten ook de frambozen en bramen (*Rubus*-soorten) gebracht worden, waar de uit talrijke vruchtbeginselen ontstane steenvruchtjes tot een hoofdje vereenigd zijn.

In de derde plaats moeten de pitvruchten genoemd worden, waartoe o. a. onze appels en peren (*Pyrus* soorten) behooren. Hier is de binnenste vruchtwandlaag droog en leerachtig (klokhuis) en bevat de zaden. Uit een systematisch oogpunt moeten hiertoe ook de lijsterbessen (*Sorbus aucuparia*) en de vruchten van den Meidoorn (*Crataegus*) als mede de mispel (*Mespilus*) gebracht worden, ofschoon de eerste geheel het uiterlijk voorkomen van bessen bezitten, terwijl de laatste zich als een steenvrucht, maar dan met vijf steenen, voordoet.

Behalve bes- steen- en pitvruchten komen hier vooral nog een aantal voorwerpen in aanmerking, die niet als deze uit een vruchtbeginsel maar op geheel andere wijze ontstaan en met den naam van schijnvruchten worden bestempeld. Hiertoe behooren o. a. de aardbezie, de rozebottel, de moerbezie en de vijg. Bij de aardbezie blijven de zeer talrijke vruchtjes zelf geheel droog en hardschalig, terwijl de bloembodem, die hen draagt, bolvormig opzwelt, sappig, vleezig en eetbaar wordt. Niet minder eigenaardig zijn de schijnvruchten van het geslacht *Rosa*, als rozebottels welbekend; de bloembodem wordt hier ook wel vleezig,

doch is in plaats van bol, hol en urnvormig en draagt op zijn diepste gedeelte de in droge vruchtjes veranderde vruchtbeginsels. In tegenstelling van aardbezie en rozebottel, die elk uit één bloem zijn ontstaan, ontwikkelen zich moerbezie en vijg uit een bloeiwijze of inflorescentie. Bij de eerste (*Morus nigra*) zijn de verschillende afdeelingen van het vleezige gedeelte elk uit het bloemdek eener bloem ontstaan, terwijl de vruchtbeginseltjes hier slechts klein blijven en door een harden wand omgeven zijn. De vijg (*Ficus*) eindelijk is een vleezige schijnvrucht, die ontstaat doordat het midden van den algemeenen bloembodem, waarop zich zeer talrijke bloemen bevinden, inzinkt, terwijl de randen naar elkander toegroeien, zoodat al de bloemen in een urnvormige ruimte komen te staan, terwijl dan later die bloembodem vleezig wordt. Bovendien ontstaan uit de bloempjes kleine steenvruchtjes, die allen te zamen natuurlijk ook tot het vleezig zijn van de geheele vijg bijdragen.

Het behoeft wel nauwelijks gezegd te worden, dat bij de eerst genoemde drie schijnvruchten het de eigenlijke vruchtjes, bij de vijg daarentegen de zaden zijn, die door vogels, welke er van eten, verspreid worden.

Als argument tegen de hier besproken wijze van zaadverspreiding door vogels heeft men ook nog aangevoerd, dat het toch onmogelijk is, dat de vruchten van onze appel- pere- pruime- en kerseboomen, die soms een waarlijk verbazenden omvang kunnen verkrijgen, door vogels in haar geheel worden ingeslikt en dat dus ook de zaden van deze planten niet op de bedoelde wijze kunnen verspreid worden. Hiertegen laat zich evenwel inbrengen, dat wij in al deze gevallen met planten te doen hebben, die door de cultuur geheel zijn veranderd; en daar het bij het kweeken van onze ooftgewassen in de eerste plaats te doen is om groote smakelijke vruchten te krijgen, zoo heeft bedoelde verandering dan ook zoo goed als uitsluitend op deze organen betrekking, waardoor tevens de mogelijkheid, dat de vogels de zaden verspreiden, is verloren gegaan, een voorrecht trouwens, dat bij onze cultuurplanten geheel overbodig geworden is. De stamvormen van onze ooftboomen hebben alle kleine vruchten, die niet veel grooter of zelfs kleiner dan een knikker zijn. Deze nu worden wel degelijk in haar geheel ingeslikt door lijsters en dergelijke vogels, die zelfs geheele gekweekte kersen verslinden, wanneer die althans niet al te groot zijn, terwijl kleine vogels, als musschen, spreuwen enz., slechts het vruchtvleesch wegpikken en het voor hen

onbruikbare gedeelte, dat de zaadkorrel of korrels bevat, aan den boom achterlaten.

Een feit is het, dat op deze laatste wijze natuurlijk niet tot de verspreiding der zaden wordt bijgedragen; maar we hebben hier een dergelijk geval voor ons, als we er vele bij de bestuiving der bloemen door insecten ontmoeten: niet alle insecten, die de bloemen bezoeken en zich aan honig of stuifmeel te goed doen, dragen tot de bestuiving bij, maar er zijn er onder, die het wél doen en dat is voldoende.

Wij mogen van de in de voorgaande bladzijden besproken wijze van verspreiding geen afscheid nemen zonder nog op een paar geheel eigenaardige gevallen te hebben gewezen, die zich hierbij kunnen voordoen. Het eerste betreft de verspreiding van zaden door roofvogels.

DARWIN verhaalt in zijn beroemd werk: *Het ontstaan der soorten*, daarover ongeveer het volgende:¹ »De krop der vogels scheidt geen spoor van maagsap af en benadeelt, zooals ik, afgaande op herhaalde proefnemingen, durf verzekeren, het kiemvermogen der zaden in het geheel niet; als een vogel een menigte zaadkorrels heeft ingeslikt kan het gebeuren, zooals bewezen is, dat de zaden niet voor 12 zelfs niet voor 18 uren later in de maag aankomen en gedurende dien tijd kan een vogel geholpen door den wind gemakkelijk 500 mijlen ver vliegen.² Nu is het een bekende zaak, dat valken veelal jacht maken op vogels, die vermoeid zijn en het is duidelijk, dat, wanneer zij deze verslinden, zij ook den inhoud der kroppen van hun slachtoffers ver kunnen verspreiden. Sommige valken en uilen verslinden hun prooi met huid en haar en braken na verloop van 12—20 uur geheele ballen van onverteerbare stoffen uit, die, zooals mij uit waarnemingen, in den Londenschen dierentuyn gedaan, gebleken is, dikwijls voor ontkieming vatbare zaden bevatten. Zaadkorrels van haver, tarwe, gierst, kanariegras, hennep, klaver en beet ontkiemden na 12—21 uur in de maag van verschillende roofvogels te hebben vertoefd; twee zaden van beet zelfs, nadat zij daar twee dagen en 14 uur in geweest waren.»

Het tweede dergelijke, eveneens door DARWIN besproken geval,

¹ 3e druk, blz. 526 en v.v.

² Er zij hier opgemerkt, dat een en ander niet geheel in overeenstemming is met de uitkomsten der proeven van KERNER, boven vermeld; al zondert de krop der zaadende vogels geen maagsap af, toch worden de zaden daarin meerendeels vernietigd en verder zal de tijd, die er verloopt tot de zaden in de maag komen, meest veel korter zijn.

heeft betrekking op vischetende vogels¹. Zoetwatervisschen eten zaden van verscheidene oever- en waterplanten; zelfs kleine visschen slikken vrij groote zaadkorrels in, zooals van den gelen plomp (*Nuphar luteum*) en het fonteinkruid (*Potamogeton sp.*). Worden nu deze dieren, wat natuurlijk niet zelden gebeurt, door vogels verslonden, dan zullen deze laatste zodoende ook die zaden heinde en ver verspreiden. Ik stopte onderscheidene soorten van zaden in de maag van doode visschen en gaf deze laatste daarna aan vischarenden, ooievaars en pelikanen te eten; na verloop van eenige uren braakten die vogels die zaadkorrels weder in ballen met graten en schubben uit, of zij kwamen met de drekstoffen naar buiten en verscheidene van die zaden hadden hun kiemkracht behouden; sommige evenwel werden altijd door zulk een handelwijze gedood.

Zaden van een *Nelumbium*-soort, waarschijnlijk *N. luteum*, werden door AUDUBON in de maag van een reiger gevonden en het is dus niet onwaarschijnlijk, dat ook de groote zaden van deze schoone tropische waterplant, wier verspreiding overigens zeer moeielijk te verklaren is, op deze wijze door tusschenkomst van vischetende watervogels worden uitgestrooid.

Wij zagen reeds boven, dat het bijna uitsluitend vogels zijn, die door het eten der vruchten de zaden verspreiden en dat het niet aannemelijk is, dat bijv. de zoogdieren in dit opzicht een grooten rol spelen; immers verreweg de meeste herbivoren dezer klasse voeden zich met gras of andere kruidachtige planten, boombladeren enz. en vruchtenetende zoogdieren zijn betrekkelijk zeldzaam. De vruchtenetende vleermuizen, waartoe o. a. de Oost-indische kalongs of vliegende honden behooren, schijnen intusschen hier werkelijk in aanmerking te mogen komen,² al blijft het waarschijnlijk, dat bij het kauwen vele der in de gegeten vruchten voorhanden zaden zullen vernietigd worden.

Eindelijk zij hier nog medegedeeld, dat in enkele gevallen ook andere ter voortplanting dienende organismen op een overeenkomstige wijze door hoogere dieren worden verspreid en wel met name sommige broedknoppen en verder sporen van Cryptogamen.

Het eerste komt voor bij een soort van Veelknoop (*Polygonum viviparum*), die men in de gebergten van Midden-Europa en in het hooge noorden algemeen aantreft. Deze plant brengt aan de aren, in

¹ I. c. blz. 527 en 560.

² LUNTZE, *Die Schutzmittel der Pflanzen*, blz. 25.

de oksels der steunblaadjes talrijke knolletjes voort, die, uitgezaaid, aan nieuwe planten het aanzijn geven. Deze knolletjes nu vormen het meest geliefkoosde voedsel van de aldaar veelvuldig voorkomende sneeuwhoenders, zooals blijkt uit de waarneming, dat in den krop van vele dezer in de Alpen en in Noorwegen geschoten vogels boschbessen en de bedoelde knolletjes het meest werden aangetroffen. De sneeuwhoenders vatten de aren met den snavel bij het onderende aan en trekken die over haar geheele lengte tusschen de kaken door, waarbij zij dan telkens de knolletjes, bij tientallen te gelijk, in den krop brengen. Geraken deze van daar in de maag, dan worden ze geheel vermalen en verteerd; maar het gebeurt niet zelden, dat een deel der talrijke, aldus gulzig verslonden knolletjes het niet zoover brengt, doch weer wordt uitgeworpen. Daar dit niet juist onmiddellijk behoeft te geschieden en het dier dus inmiddels gelegenheid heeft zich te verplaatsen, daar voorts de uitgeworpen knolletjes zeer goed kiembaar blijven en zelfs snel nieuwe plantjes ontwikkelen, zoo komt op deze wijze werkelijk de verspreiding van *Polygonum viviparum* tot stand.

De verspreiding der Cryptogamen-sporen vindt voornamelijk door insecten en andere ongewervelde dieren (slakken, wormen) plaats en we zullen hieronder gelegenheid hebben om daarop terug te komen. Het is evenwel waarschijnlijk, dat ook de zwijnen daarbij een rol spelen: de vleezige, sporendragende deelen van zwammen, vooral van *Hymenomyces* en truffels, worden door hen verteerd, terwijl de sporen onveranderd het darmkanaal passeeren en in de uitwerpselen tot kieming kunnen komen.

(Slot volgt.)