

DE MUTATIE-PERIODEN BIJ HET ONTSTAAN DER SOORTEN

DOOR

HUGO DE VRIES.

De leer van het ontstaan der soorten van planten en dieren, niet door langzame maar door schoksgewijze veranderingen, leidt noodzakelijk tot de voorstelling, dat in de ontwikkelings-geschiedenis van elke soort perioden van veranderlijkheid met perioden van onveranderlijkheid hebben afgewisseld. En daaruit volgt verder, dat het aantal dier perioden voor elke soort zeer bepaald moet wezen; de mutatiën zelve moeten telkens geschied zijn in korte perioden, die door lange tijden van rust van elkander gescheiden waren.

Het spreekt van zelf dat het onmogelijk is, die opeenvolgende perioden te tellen. Toch schijnt de wensch zeer gerechtvaardigd om, ten minste bij benadering en zij het ook voorloopig nog bij zeer ruwe schatting, zich een voorstelling van dat aantal te maken. En in elk geval kan het niet onbelangrijk geacht worden de gegevens bijeen te brengen, die later, met vele andere vermeerderd, eenmaal tot zulk een schatting zullen kunnen leiden.

Onder deze gegevens zijn er twee groepen, die thans reeds voor eene bespreking vatbaar zijn. De eene omvat de morphologische, de andere de geologische argumenten. Om deze beide groepen zoo duidelijk mogelijk te maken, zij het mij veroorloofd vooraf iets over het teekenen van stamboomen te zeggen.

Stamboomen kan men op de meest verschillende wijze teekenen. Men kan den tijdstroom van boven naar beneden laten glijden, terwijl hij zich in talrijke takken verdeelt. Of men kan den vorm van een

boom kiezen, die zijn takken opwaarts draagt en in telkens kleinere vertakkingen splitst. In beide gevallen beslist de teekening niets omtrent de vraag of men zich den vooruitgang geleidelijk of met schokken voorstelt.

Om de laatste opvatting in de teekening uit te drukken kan men een schema kiezen, ongeveer als dat der kranswieren (*Chara* en *Nitella*). Hier draagt de stengel van afstand tot afstand kransen van zijtakken, terwijl hij tusschen die kransen onvertakt blijft. Uit elken krans gaat de centrale lijn als voortzetting van den stam omhoog; hier en daar vindt men een krans, waaruit daarenboven nog één of twee takken het tot verdere ontwikkeling brengen en zelve stammen worden, die weer kransen van zijtakken kunnen voortbrengen. Maar de overgrootste meerderheid der takken in elken krans heeft maar een beperkten groei, en bereikt slechts een in verhouding tot het geheel geringe lengte.

Volgens zoodanig schema zou men m. i. de stamboom van planten en dieren moeten teekenen. Elke krans stelt een mutatie-periode voor; elke straal in den krans een nieuwe soort, uit de oude in die periode ontstaan. Maar al die nieuwe soorten zijn geen verbeteringen; één onder haar is de beste, hetzij dat dit de oude, hetzij dat dit een der nieuwe is. Die beste ontwikkelt zich verder en vormt de verlenning van den stam; zij kan vroeg of laat een nieuwen krans van takken voortbrengen, d. i.: een nieuwe mutatie-periode intreden. Alle anderen gaan gewoonlijk te gronde. Maar enkele malen zijn er twee of drie, of misschien meer, die op den duur geschikt zijn voor de omstandigheden, waaronder zij leven moeten en die dan tot hoofdtakken of zijstammen worden. Dan vertakt zich de stamboom blijvend.

In een gewonen stamboom zijn die kransen van doodlopende zijtakken weggelaten. Maar daarmee is ook weggelaten de aanduiding van de plaats en den tijd, waar zij geweest zijn. Alleen de blijvende zijtakken vindt men geteekend; maar hun aantal kan natuurlijk veel geringer zijn dan dat der doorlopende mutatie-perioden.

De kransen stellen dus de perioden van mutatie, de naakte geledingen tusschen twee opeenvolgende kransen de veel langere perioden van onveranderlijkheid der soorten voor.

Om deze voorstelling uit te werken moeten wij thans nog één punt nader toelichten. Elke mutatie berust op het optreden van een nieuwe eigenschap. En wel van een ongunstige, zoo het een doodlopende tak van den krans is, maar op een gunstige, zoo deze tot de voortzetting van den stam of tot een doorgroeienden zijtak wordt,

Het is natuurlijk mogelijk, dat de nieuwe eigenschappen, die in een mutatie-periode optreden, zich verbinden en dat er nieuwe soorten ontstaan, die terstond door twee of meer zich van de moedersoort onderscheiden. Maar dit meer ingewikkeld geval zal uit den aard der zaak zeldzaam zijn en voor de duidelijkheid onzer beschouwing doen wij het best, het, ten minste voorloopig, weg te laten. En evenzoo laten wij die mutatie-perioden buiten rekening, in welke geen enkele soort de oude overtreft en vervangt en die dus voorbijgaan alsof zij er niet geweest waren.

Onder die beperkingen draagt dan elke mutatie-periode ééne eigenschap tot den ontwikkelingsgang in den hoofdstam bij. En daaruit volgt dan, dat het aantal mutatiën, dat op een bepaalde lijn van den stamboom doorloopt, gelijk zal zijn aan het aantal eigenschappen dat de soort, die aan het eind dier lijn staat, meer zal hebben dan haar voorvader aan het begin dier lijn. En trek ik van eenige soort de afstammingslijn door tot aan den voet van den stamboom, zoo zal het aantal mutatie-perioden op die lijn gelijk zijn aan het totale aantal eigenschappen dier soort.

Het is thans, meen ik, duidelijk wat ik bedoel met de twee groepen van verschijnselen — de morphologische en de geologische — die ons de gegevens voor onze berekening moeten leveren. Hoeveel eigenschappen een bepaalde soort thans bezit, is natuurlijk een vraag op morphologisch gebied; hoeveel mutabele en daarmee afwisselend immutabele perioden een plant, sinds den oorsprong van het leven op aarde, doorloopen heeft is daarentegen een geologisch probleem.

Beide vraagstukken schijnen op het eerste gezicht onoplosbaar. Want de maat, waarmee men meten moet, ontbreekt. Aan de eene zijde kan men de eigenschappen nog niet terugbrengen tot de eenheden, waaruit zij zijn opgebouwd en gaat de heerschende voorstelling van een langzame ontwikkeling zelfs uit van de opvatting, dat zij niet uit goed gescheiden eenheden zouden bestaan. En aan de andere zijde ontbreekt de maatstaf voor de intervallen tusschen twee mutatie-perioden.

Maar hoe groot deze bezwaren ook mogen zijn, ze kunnen geen reden zijn, om niet te trachten een dieper inzicht in deze hoogst belangrijke vraagstukken te krijgen. Want het is voorloopig natuurlijk niet om een nauwkeurige becijfering te doen, maar alleen om een voorstelling omtrent de hoofdpunten in den ontwikkelingsgang der organismen.

Ik verlaat thans deze algemeene beschouwingen en ga over tot een afzonderlijke bespreking van de geologische en morphologische gegevens. Ik begin daartoe met de eerste en gebruik nog eens het aan de kranswieren ontleende beeld.

De lengte van een stamstuk is hier natuurlijk gelijk aan de som der lengten van de afzonderlijke geledingen, zoo men het kleine stukje, dat het verbindingspunt der kransstralen vormt, telkens bij de volgende geleding rekent. Of wel: de lengte van het geheel is gelijk aan het aantal der geledingen, vermenigvuldigd met haar gemiddelde lengte. Passen wij dit toe op den stamboom eener thans levende soort. De lengte van dien stamboom is de geologische tijd, gedurende welken het leven op aarde bestaat, in één woord: de biologische tijd. Omtrent dezen zijn in de laatste jaren door verschillende geologen van grooten naam onderzoekingen gedaan, die, van zeer verschillende gegevens uitgaande, tot resultaten komen, die om zoo te zeggen, niet noemenswaardig van elkander afwijken en die daardoor een groote mate van vertrouwen verdienen. In een vorig opstel heb ik getracht een overzicht daarvan te geven. De uitkomst was, dat het leven op aarde omstreeks 24 millioen jaren bestaat.

Onze grondstelling was, dat voor elke thans levende soort het aantal der doorloopen mutatie-perioden, vermenigvuldigd met het gemiddeld tijdsverloop tusschen twee opeenvolgende perioden, gelijk is aan den biologischen tijd. Dit product mogen wij dus, voor onze beschouwingen, op 24.000.000 jaren stellen.

Het komt er dus thans op aan gegevens te vinden, om de gemiddelde tijdsruimte tusschen twee opeenvolgende mutatiën te schatten. Uit onze vergelijking volgt dan van zelf het aantal van die mutatiën.

Een eerste gegeven bieden ons de gedroogde bladeren, bloemen en vruchten, die met de mummies in de pyramiden van Egypte bewaard zijn. Het is algemeen bekend, en ook herhaaldelijk in ons Album besproken, dat deze voorwerpen in voortreffelijken staat plegen te worden aangetroffen en gemakkelijk kunnen worden gedetermineerd. Zij blijken dan over het algemeen geheel overeen te komen met thans nog levende, in Egypte algemeen gekweekte of in het wild groeiende soorten. De conclusie, dat dus minstens deze soorten gedurende 4000 jaren onveranderd gebleven zijn, is reeds een zeer oude; zij heeft in den strijd over de afstammingsleer in der tijd een vrij groote rol gespeeld, daar zij een der belangrijkste wapens in de handen van de tegenstanders dier leer was.

Wij voor ons gebruiken dit feit voor ons doel. Het zegt ons, dat de tijdsruimte, die tusschen twee mutatie-perioden verloopt, voor de thans levende soorten van hoogere planten zeer goed 4000 jaren en meer kan bedragen. Zonder twijfel zullen in dien zelfden tijd andere soorten veranderd zijn en het kan dus slechts als een allereerste benadering gelden, wanneer wij voor het bedoeld tijdsverloop gemiddeld 4000 jaren aannemen. Waarschijnlijk zal een grooter cijfer te kiezen zijn.

Doch stellen wij ons voorloopig tevreden met wat te bereiken is. Is de gemiddelde tijdsruimte tusschen twee mutatiën 4000 jaren of meer, dan volgt uit onze vergelijking, dat de bedoelde planten 6000 mutatiën of minder doorloopen hebben, om hun tegenwoordigen hoogen graad van organisatie te bereiken.

Voorwaar een hoog cijfer, waarschijnlijk te hoog, maar dus als uiterste grens van des te meer waarde. En achten wij dit cijfer te hoog, dan volgt daaruit tevens, dat de biologische tijd, zooals die uit de berekeningen van LORD KELVIN en anderen mag afgeleid worden, ruimschoots voldoende is voor de verklaring der ontwikkelings-geschiedenis van planten en dieren op grond der mutatie-leer. Een conclusie, die vooral daarom van belang is, omdat zoovelen meenen, dat bij de gewone voorstelling van een zeer langzame ontwikkeling der organismen een vele malen grootere tijdsruimte ter verklaring noodig zou zijn.

Er is nog een andere reden om aan te nemen, dat een tijdsruimte van 24 millioen jaren meer dan voldoende is. Naar alle waarschijnlijkheid is de ontwikkeling in de oudste geologische tijden veel sneller gegaan, dan in de latere. Berekent men de dikten der aardlagen, dan vindt men dat de silurische periode omstreeks het midden ligt. De helft van den biologischen tijd zou dus aan die periode voorafgegaan, de andere daarop gevolgd zijn. En in het siluur vindt men de overblijfselen van visschen en vaatplanten. De geheele stamboom der dieren tot aan de gewervelden en de geheele ontwikkeling der planten tot aan de vaatplanten valt dus in de eerste helft van den biologischen tijd. En toch wijzen die beide punten op verre na niet het midden van de ontwikkelings-geschiedenis aan. De weg der eerste levende wezens tot aan de visschen wijst zonder twijfel meer opeenvolgende eigenschappen en dus mutatiën aan, dan die van de laagste visschen tot de hoogste gewervelde dieren. In de laagste vaatplanten is de geheele vegetatieve bouw van het plantenrijk nagenoeg voltooid; stam, wortel en blad, opperhuid, vaatbundels en diktegroei waren toen in hoofdtrekken

dezelfde, die zij nog bij de hoogste gewassen zijn. Ook in het plantenrijk wás de helft van de ontwikkeling dus in den silurischen tijd reeds ver overschreden.

Zijn dus de mutatiën vroeger veel sneller op elkander gevolgd dan in de Egyptische tijden, zoo kunnen zij nog veel talrijker geweest zijn, en men zou dus, binnen de grenzen van LORD KELVIN's berekening tot een veel grooter aantal geraken kunnen. Wij kunnen dus voorloopig met onze schatting tevreden zijn.

Mijn eigen waarnemingen voeren, hoezeer onder alle reserve, tot een overeenkomstig besluit. Om ééne soort in een mutatie-periode te vinden onderzocht ik, min of meer uitvoerig, een honderdtal soorten; die constant bleken te zijn. Is dus 1 op de 100 mutabel dan kan men stellen, dat voor elke soort op de 100 jaren, er een jaar van mutatie valt. Nu duurt de mutatie-periode mijner *Oenothera's* zeker omstreeks 14 jaren zonder nog merkbaar ten einde te neigen. Stelt men dat zij in het geheel driemaal zoolang kan duren, dan wordt dit 40 jaar; bij 100 immutabele jaren op 1 mutabel zoude dus op deze mutatie-periode een periode van onveranderlijkheid moeten volgen die 4000 jaar duurde. Of langer, daar de gebruikte gegevens allicht nog te klein zijn. En dit zou dus wederom tot de conclusie leiden, dat de lijn van de eerste levende wezens tot de *Oenothera's* hoogstens 6000 mutatiën, en wellicht veel minder, doorloopen heeft.

Er zijn nog verschillende andere beschouwingen, die den gemiddelden duur der mutatie-intervallen op meer dan 4000, hun aantal dus op minder dan 6000 doen schatten. Onder deze noem ik slechts de volgende. Op eene mutatie-periode volgt in den regel een periode, waarin een groot aantal van de daarin ontstane soorten nog leven, waarin dus de hoofdsoort of het geslacht uiterst rijk aan nauw verwante vormen is. Treden in een landstreek of werelddeel dikwijls soorten in mutatie-perioden, zoo zal het aantal van zulke polymorphe typen groot zijn; geschiedt het zeldzaam, zoo zullen ook de veelvormige groepen zeldzaam zijn. Het aantal dezer groepen, berekend in verhouding tot het totale aantal soorten, is dus een grond voor de schatting van hun veelvuldigheid in den loop der tijden, dus van den duur der onveranderlijke toestanden tusschen twee opeenvolgende mutatie-perioden. Nu zijn zulke veelvormige groepen betrekkelijk zeer zeldzaam en kent men er zeker veel minder dan noodig zou zijn voor de boven berekende cijfers van 4000 en 6000, zoodat deze ook op dien grond als uiterste grenzen kunnen worden beschouwd.

Doch het wordt tijd tot ons tweede hoofdpunt over te gaan, de morphologische zijde van het vraagstuk.

Hoe oneindig groot is de verscheidenheid in de levende natuur! Welk een ontzaglijk aantal geslachten, soorten en ondersoorten omvat reeds alleen de afdeeling der zichtbaar bloeiende gewassen! Rekent men daarbij de tallooze soorten, die zonder eenigen twijfel in de geologische tijden in de verschillende familiën uitgestorven zijn, dan zijn er zeker alleen in deze groep vele millioenen van welonderscheiden typen ontstaan. Wilde men voor elk daarin ook slechts ééne eigenschap als kenmerkend en geheel eigendommelijk aannemen, dan zou men niet 6000, maar millioenen van eigenschappen noodig hebben.

Echter laat deze opvatting terstond een zeer belangrijke vermindering toe. En wel op twee punten. Ten eerste is het niet de vraag, hoe groot de som van alle eigenschappen van alle zichtbaar bloeiende planten is, maar alleen, hoeveel van die eigenschappen, gemiddeld of ten hoogste, in één enkel gewas vereenigd kunnen zijn. Hier krijgt men dus een cijfer van een veel lagere orde. En ten tweede is het volstrekt niet noodig, dat elke soort een eigenschap zou bezitten, die bij geen andere werd terug gevonden. Integendeel, dezelfde kleuren van bloemen en vormen van bladen keeren telkens en overal terug. Rankende gewassen en slingerplanten, droge en vleezige vruchten, verspreide en kruiswijze bladstanden, aren, schermen, hoofdjes komen op allerlei plaatsen van het systeem voor. En zoo geldt het van tallooze eigenschappen. De verschillen tusschen de soorten berusten in het algemeen meer op de verschillende combinatiën van een betrekkelijk klein aantal eigenschappen, dan op de verwerving van bijzondere, zich bij andere planten niet herhalende kenmerken.

Want één enkel nieuw kenmerk, dat men op alle leden van een groep van soorten zou kunnen overbrengen, kan het aantal soorten verdubbelen. Men ziet dit herhaaldelijk in den tuinbouw, waar, door de invoering van een nieuw type, het aantal variëteiten eener soort zoo goed als verdubbeld wordt. Toen door een toeval de eerste *Cactus-Dahlia* ontdekt was, heeft men die met zooveel mogelijk oudere variëteiten van *Dahlia's* gekruist, en door elke kruising dus een nieuwe verscheidenheid met het *Cactus*-type verkregen. Toen LEMOINE de dubbele sering in den handel bracht, had hij die met alle beschikbare variëteiten en soorten van *Syringa* gekruist en kon hij dus even zoovele nieuwe vormen aanbieden. In de natuur geschiedt dit proces natuurlijk niet

door kruising, maar door het toevallig ontstaan van variëteiten. Zoo kent men van de meeste soorten met blauwe of roode bloemen een witte verscheidenheid, van vele behaarde of bedoornde typen een gladden of onbewapenden vorm, enz.

Nog in een derde opzicht leidt een nader onderzoek tot een inkrimping van het te vermoeden aantal eigenschappen. De *Oenothera lata*, die toch zeker maar door één mutatie uit de *O. Lamarckiana* ontstaan is, onderscheidt zich van deze door mindere hoogte en mindere stevigheid van den stengel, door bredere meer gewelfde bladen met ronden top, door dikkere bloemknoppen en kleinere vruchten, door het gemis van stuifneel en een eigenaardige weefselvorming in de helmknoppen en eindelijk door den bouw der stempels. Toch zijn vermoedelijk al deze veranderingen door de toevoeging van slechts ééne eigenschap ontstaan. Past men dit op de kenmerken van allerlei andere soorten toe, zoo zou het aantal eenheden, waaruit de eigenschappen opgebouwd zijn, allicht belangrijk blijken te verminderen.

Eindelijk beschouwen wij den stamboom van het plantenrijk als een dichotomische tabel, waarin over de keuze bij elke dichotomie één kenmerk beslist. De hoofdafdeelingen, groepen, families, geslachten, en soorten vormen dan de voornaamste dichotomiën, maar daartusschen liggen noodzakelijk talrijke andere. Toch komt het mij voor, dat, zoo men een volledige tabel van alle levende bloemplanten had, men niet gemiddeld duizend kenmerken zou moeten raadplegen, om eene soort te determineren.

Neemt men dit cijfer als uiterste grens aan en stelt men dat de stamboom vóór het ontstaan der zichtbaar bloeiende planten hoogstens vijfmaal zooveel mutatiën doorloopen heeft als daarna in elke afzonderlijke lijn, dan komt men tot het cijfer van 6000 mutatiën als uiterste grens voor de phanerogame planten, hetzelfde cijfer, waartoe ook de geologische beschouwing leidde.

Natuurlijk is dit cijfer volkomen willekeurig. Maar wilde ik het door een analyse van enkele soorten staven, dan zou ik een lijst van eenige duizenden kenmerken moeten aanvoeren, wat natuurlijk voor'shands onmogelijk is. Toch geloof ik, dat de meesten mijner lezers wel zullen toegeven, dat de lijst alle kans heeft om korter en zeer weinig kans om langer uit te vallen. En dit is voldoende om de overtuiging te vestigen, dat de morphologische beschouwingen tot overeenkomstige uitkomsten zullen leiden als de geologische.

De ontwikkeling is in de eene lijn snel gegaan, in de andere

langzaam. De voorouders der laagste thans levende organismen hebben betrekkelijk weinig, die der hoogste betrekkelijk veel mutatiën ondergaan. In het bijzonder wijst alles er op dat de mutatiën, die den Pithecanthropus en later den mensch deden geboren worden, in een geologisch korte tijdsruimte zeer snel op elkander gevolgd zijn. Maar voor ons zij het genoeg een paar grenswaarden voor het gemiddelde der hoogere planten en dieren op te kunnen stellen.

Ik neem dus voorloopig aan, dat de voorouders van elke hoogere soort in het algemeen hoogstens 6000 maal een mutatie-periode doorloopen hebben en dat dus, als men den duur van het leven op aarde met LORD KELVIN op 24.000.000 jaren schat, het gemiddelde tijdsverloop tusschen twee opeenvolgende mutatiën minstens 4000 jaren bedroeg.
