

Leo van den Berkmortel Darwins evolutietheorie

We herdenken dit jaar dat Darwin 200 jaar geleden geboren werd en tevens dat hij 150 jaar geleden zijn boek over de evolutietheorie publiceerde. Hoe geniaal Darwin was, realiseren we ons pas goed als we bedenken dat over de erfelijkheidswetten in die tijd nog niets bekend was. Die werden pas in 1865 door Gregor Mendel gepubliceerd. Recent DNA-onderzoek heeft veel informatie opgeleverd over de verwantschap tussen soorten. In grote lijnen blijkt daaruit dat Darwin het goed gezien had.

Evolutietheorie

Charles Darwin merkte op zijn reizen dat diersoorten in gescheiden gebieden van elkaar kunnen verschillen qua lichaamsbouw en –kleur, bijvoorbeeld de bekvorm van vinken op verschillende eilanden, afhankelijk van het soort voedsel dat ze er vinden. Ook plantensoorten hebben op verschillende plaatsen soms een verschillend uiterlijk.

Hij realiseerde zich dat dieren en planten veel meer nakomelingen krijgen dan er in leven kunnen blijven. Die nakomelingen zijn niet allemaal gelijk, zoals kinderen uit één gezin ook verschillen. In de strijd om voedsel en ruimte blijven die individuen in leven die het beste aangepast zijn. Als de verschillen berusten op erfelijke aanleg, worden ze doorgegeven aan de nakomelingen.

Terug in Engeland had Darwin een ontmoeting met Alfred Russel Wallace, die op de Molukken een soortgelijke ervaring had opgedaan. Tegelijkertijd stelden zij een evolutietheorie op, die ze presenteerden aan de Londense Linnean Society, maar nog niet durfden publiceren in een boek, omdat de christelijke tijdgeest daar nog niet rijp voor was. Pas in 1859, na zeer grondige voorbereiding, schreef Darwin zijn beroemde boek over de evolutietheorie.

De vroegste vormen van leven

De evolutie is meteen begonnen na het ontstaan van het eerste leven in de 'oersoep', die bij het afkoelen van de aardkorst en de vulkanische modder ontstond. Van dat allereerste leven weten we niets, omdat er geen fossielen van zijn. Denk maar aan zéér hittebestendige, bacterieachtige organismen, die bovendien konden leven zonder zuurstof, onder sterke UV-straling en bij zeer hoge CO₂-concentraties. Geleidelijk koelde de aarde meer af en condenseerde o.a. water. Er ontwikkelden zich aangepaste levensvormen in de oersoep; nog steeds geen planten en dieren, maar z.g. 'archaea', of 'archaebacteriën'.

Een grote sprong werd gemaakt toen er ca. 1,5 miljard jaar geleden Cyanobacteriën ontstonden, die een soort bladgroen bevatten, dat met behulp van zonlicht, koolzuurgas en water kon omzetten in suikermoleculen: 'fotosynthese'. Een groot nevenvoordeel was dat er zuurstof vrijkwam in de atmosfeer, die daardoor geschikt werd voor de latere ontwikkeling van dierlijk leven.

Doordat ééncellige organismen zich aaneenklonterden, ontstonden meercellige organismen, o.a. Groene algen, waarvan sommige soorten niet meer in het water, maar ook op het land konden groeien. Eerst nog alleen in een vochtige atmosfeer, maar later ontstonden er ook vormen die tegen drogere lucht bestand waren.

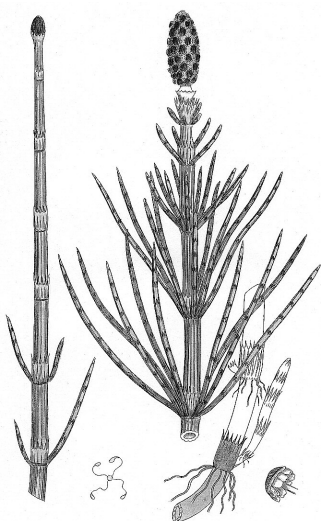
Een deel van de vrijkomende zuurstof werd omgezet in ozon en die vormde een schild tegen te sterke ultraviolette straling (UV). Zo werd steeds meer landleven mogelijk, zowel plantaardig als dierlijk. De eerste landdieren hadden namelijk planten nodig als voedsel.

De oudste landplanten waren Mossen. In vochtige klimaten konden die zo uitbundig groeien dat ze steeds hogere massa's vormden, waarvan de onderste lagen afstierven en veen vormden. Waar dat sterk samengedrukt werd, vormde zich bruinkool, steenkool en zelfs diamant.

Al die groene planten produceerden zoveel zuurstof dat de dampkring ontstond, die nog meer gevaarlijke UV-straling tegenhield en ook ingewikkelder leven mogelijk maakte. Er vormden zich gespecialiseerde weefsels, zoals wortels, stengels, vaatbundels en bladeren.

Een volgende stap in de evolutie waren de Wolfsklauwen, ca. 400 miljoen jaar geleden. Dat zijn planten die al echte bladeren, nerven en wortels hebben. Sommige waren zeer groot, tot wel 50 m hoog, maar die zijn alweer uitgestorven. Wel vinden we fossielen ervan in steenkool en in rotsen.

Nog een stap verder in de evolutie zitten we bij de Varens, waarvan er ook nu nog veel soorten zijn, meestal met grote, veerdelig samengestelde bladeren. We planten ze als decoratieve bladplanten in onze tuin. Sommige ontwikkelden zich tot (tropische) boomvarens en ook daarvan bestaan nog enige soorten, bijvoorbeeld *Dicksonia antarctica*, die op een beschutte plek zelfs in een Nederlandse tuin kan overleven.



***Equisetum fluviatile* (Holpijp)**

De paardenstaarten in Nederland zijn meestal kleiner dan een meter. Alleen de Reuzenpaardenstaart komt daar bovenuit: tot 180 centimeter. Dat is nogal wat kleiner dan de boomhoge soorten die er 300 miljoen jaar geleden geweest moeten zijn. 'Survival of the fittest' wordt nogal eens verkeerd uitgelegd. Fittest betekent niet sterkste, grootste of gezondste, maar best aangepaste. Leo van den Berkmortel leverde deze oude tekening, oorsprong onbekend.

Tot nu toe waren dit allemaal sporenplanten (hierover straks meer). Daar hoort ook de volgende groep nog bij, de Paardenstaarten, die ca. 370 miljoen jaar geleden ontstonden. Ook die vinden we vaak in onze tuin. Wij beschouwen ze als lastig onkruid, dat zich met ondergrondse wortelstokken nogal uitbreidt. Je herkent ze aan de geribde stengels, soms met kransen van naaldvormige zijtakjes zonder bladeren. Voorbeelden zijn Heermoes (*Equisetum arvense*) en Holpijp (*E. fluviatile*).

Alle groepen organismen waren onderhevig aan dezelfde klimaatschommelingen, kosmische straling en het dag-en-nachtritme. Daaraan moesten ze zich aanpassen om te kunnen overleven. Veranderde het klimaat, dan ontstond er een natuurlijke selectie binnen de soorten en de best aangepaste individuen waren het gezondst en kregen meer nakomelingen.

Ook vermenigvuldiging werd gecompliceerder

De algen plantten zich voort door afgesnoerde cellen die via het water verspreid werden. Dat voortplantingssysteem werkte natuurlijk niet meer bij mossen op het land. Die vormden aparte geslachtscellen, 'sporen'. Die ontstaan door celdeling in de sporenkapsels en hebben maar de helft van het aantal chromosomen. Er zijn twee soorten, meestal macro- en microsporen genoemd. Je zou ze ook vrouwelijke en mannelijke sporen kunnen noemen. Als die op een geschikte ondergrond terechtkomen, groeien er z.g. 'voorkiemen' uit en als een vrouwtje en een mannetje elkaar raken, dan vergroeien ze tot een nieuwe plant, weer met het normale, dubbele aantal chromosomen. Je kunt dus zeggen dat bij al deze sporenplanten de mannelijke en de vrouwelijke geslachtscellen eerst uitgroeien en pas als een vrouwelijke en een mannelijke voorkiem elkaar ontmoeten, dan heeft de bevruchting plaats en ontstaat een nieuwe plant.

Ongeveer 280 miljoen jaar geleden ontstonden de Ginkgo's en de Cycaspalmen, planten met zaden. Dat was een flinke stap, want hierbij werden de vrouwelijke organen aan de moederplant bevrucht door stuifmeel dat van de mannelijke kegels kwam aanwaaien en in de vrouwelijke bloeiwijze groeiden zaden. In elk zaad ontstond een embryo, dat het omringende kiemwit opsnoept om van te groeien, zoals wij dat nu nog kennen van al onze tuinplanten. Van de Ginkgo's bestaat nog maar één soort, *Ginkgo biloba*, die we vaak in tuinen zien. De meeste Cycaspalmen groeien in de tropen en subtropen, maar ook in de kas van een botanische tuin en als kamerplant. Het stuifmeel van deze groep gedraagt zich bijna als dierlijk sperma. Het zwemt in een filmpje vocht naar de zaadknop, die niet helemaal in het vruchtbeginsel ingesloten ligt.

De eerste Coniferen ontstonden weer 50 miljoen jaar later, met als één van de eerste de Apenboom of Slangenden (*Araucaria*) ca. 230 miljoen jaar geleden. Deze ziet men tegenwoordig vaak in voortuinen aangeplant. Kenmerk van Coniferen is, dat ze mannelijke en vrouwelijke kegels vormen die door de wind bestoven worden en dat hun naakte zaden in de vrouwelijke kegels zitten.

Van Waterlelie tot Waterdrieblad

Naar schatting 140 miljoen jaar geleden ontwikkelden zich de Bloemplanten. Dat zijn Bedektzadigen, met de zaden in vruchten opgesloten. De oudste nog levende bloemplant is *Amborella trichopoda*, een struik die alleen voorkomt in Nieuw-Caledonië, een eilandengroep ten noorden van Nieuw-Zeeland. Deze primitieve bloemplant heeft nog onvolledige bloemen en er zijn mannelijke en vrouwelijke planten (tweehuizig).

Ook al heel vroeg in de evolutie van de bloemplanten ontstond de Waterleliefamilie, gevolgd door de Eenzaadlobbigen, zo'n 60 miljoen jaar geleden. Die laatste groep heeft één van beide kiemlobben verloren. Tot deze groep behoren o.a. de families van Kalmoes, Aronskelk, Zwanenbloem, Waterkaarde, Waterweegbree, Fonteinkruid, Lelie, Orchideeën, Asperge, Lissen en Grassen (waartoe ook Bamboe behoort). Tot de hoogste graad van evolutie rekenen we de orde van de Asterales, waar o.a. het Waterdrieblad toe behoort.

De allereerste bloemplanten zullen niet veel meer gehad hebben dan groenige knopjes met meeldraad en stamper. De kroonbladen ontstonden om insecten te lokken. Planten die kroonbladen hadden, vermenigvuldigden zich beter. Die kroonbladen ontstonden ook al ca. 140 miljoen jaar geleden uit de buitenste krans van meeldraden. Kroonbladen zijn dus vervormde meeldraden. Bij waterlelie zien we nog wel eens overgangsvormen, dus bijvoorbeeld een smal kroonblad met een stuifmeelhokje er bovenop. Sommige plantensoorten zijn heel ver gespecialiseerd en lokken maar een enkele insectensoort aan. Denk maar aan de vijg, die alleen door een kleine wesp bestoven wordt, of aan veel aronskelkachtigen, die door aasvliegen bestoven worden. De vleermuispecialist Nathan Muchhala ontdekte een vleermuis met een tong van 9 cm en hij vroeg zich af wat het nut daarvan kon zijn. Met veel geduld ontdekte hij dat die vleermuis de nectar opzuigt van een klokjesbloem die 9 cm diep is. Die bloem wordt dan tevens bestoven met stuifmeel van de bloem waar die vleermuis eerder aan leebberde.

Primitieve bloemplanten hebben veel bloembladen, net als de schubben van coniferenkegels spiraalsgewijs ingeplant op een centrale as. Dat is goed te zien bij Magnolia.

Erfelijkheid

Erfelijke eigenschappen worden bepaald door genen. Dat zijn schakeltjes die in lange ketens gerangschikt zijn in de celkern. Die ketens noemen we chromosomen. Elk organisme heeft zijn vaste aantal chromosomen. Zo heeft de mens er 23 paar en van elk paar is één individu afkomstig van moeder en het andere van vader.

Dat de genen al heel vroeg in de evolutie ontstaan zijn, blijkt uit het feit dat precies dezelfde genen gevonden zijn bij de mens, maar ook bij andere zoogdieren, bij vogels, bij vissen, bij wormen, bij insecten en zelfs bij primitieve zeebewoners. Dit is het sterkste bewijs dat alle stammen van het dierenrijk heel ver terug verwant zijn aan elkaar en door evolutie van elkaar zijn gaan verschillen.

Niet alleen lijken de genen in zeer uiteenlopende organismen op elkaar, ook hun functie blijkt vergelijkbaar. Een gen dat bij een muis voor de ontwikkeling van de ogen zorgt, doet dat ook bij een vlieg, ook al heeft een vlieg totaal anders gevormde ogen. Zo is er ook een gen dat zowel bij insecten als bij vogels zorgt voor de ontwikkeling van vleugels, ook al zijn die vleugels heel erg verschillend.

Blijkbaar is er een aantal oergenen geweest, dat zich af en toe kopieerde, waardoor sommige organismen er meer dan één stel van hebben. Ook zijn er in de loop van de evolutie, door bijvoorbeeld UV-stralen van de zon, allerlei 'beschadigingen' opgetreden, die tot iets andere werkingen leidden. Als die schadelijk waren, stierven ze weer uit, maar als ze nuttig waren, erfden ze over op de nakomelingen. Individuen met gunstige veranderingen waren 'fitter' dan hun concurrenten of aantrekkelijker voor het andere geslacht, of ze schakelden over op ander voedsel, dat ruimer beschikbaar was en kregen dan meer nakomelingen.

Soms blijkt het verlies van een eigenschap belangrijk te zijn voor het ontstaan van andere eigenschappen. Een chimpansee heeft het eiwit MYH16 en daardoor heeft hij enorm sterke kaakspieren, die tot boven in de schedel aangehecht zijn. De mens is dat eiwit kwijtgeraakt en heeft daardoor veel kleinere kaken. Maar juist daardoor kwam er ruimte vrij in de schedel voor een sterke groei van de hersenen.

*In een volgende WAP-krant zal een vervolg op dit stuk geplaatst worden. Dat zal in het bijzonder gaan over **co-evolutie**, het verschijnsel dat organismen hun ontwikkeling combineren of op elkaar afstemmen.*

Eindhoven, oktober 2009

Red. Tom

© Werkgroep Aquatische Planten 2009