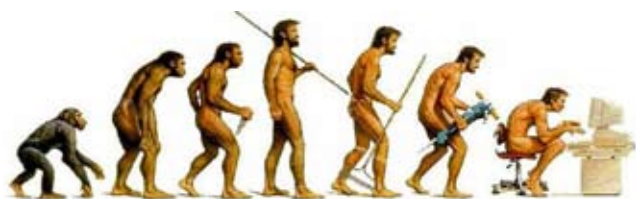


Evolutie

door: Leo van den Berkmortel



In de vorige Aesculus hebben we het gehad over Charles Darwin en zijn evolutietheorie over het ontstaan en de ontwikkeling van soorten. We noemden toen veel voorbeelden, vooral uit de dierenwereld, omdat die ons meer aanspreekt. Maar het Arboretum is een Botanische tuin en in dit tweede deel zullen we daarom vooral de evolutie van planten nader bekijken.

Toen de aarde ca. 4 miljard jaar geleden afkoelde, ging er waterdamp condenseren tot regen. Er vormden zich rivieren, meren en oceanen tussen de voortdurend uitbarstende vulkanen en basaltformaties. De aarde was nog heet en er was veel ultraviolette straling van direct zonlicht. In de oersoep van water met allerlei gassen vormden zich klonters organische moleculen en daaruit ontstonden cellen en het eerste leven. Uit dat eerste leven vormden zich waarschijnlijk bacterieachtige wezentjes en daaruit ontstonden een paar miljard jaar geleden o.a. Cyanobacteriën (een soort blauwalgen), die in het water dreeven en die een soort bladgroen bevatten, waarmee ze in zonlicht water en koolzuurgas konden omzetten in suiker en zetmeel: “fotosynthese”. Die fotosynthese is nu juist een wezenlijk verschil tussen dierlijk en plantaardig leven. Ik weet het, dit geldt niet helemaal, want er zijn plantjes of delen ervan zonder bladgroen, maar die kunnen dan ook alleen leven ten koste van planten die wel bladgroen hebben. We hebben allemaal wel eens een witte mutant-tak aan een struik gezien. Hieruit kan echter nooit een zelfstandig levende witte plant evolueren, want die tak moet gevoed worden door de rest van de (groene) plant.

Euonymus fortunei met witte mutanttak



Zo zijn er in miljoenen jaren natuurlijk heel veel mutanten ontstaan die niet succesvol waren. Die gingen vanzelf weer te gronde. Af en toe ontstonden afwijkingen die wel concurrentievoordeel hadden en die konden zich vermeerderen en zich ontwikkelen tot nieuwe soorten, soms zelfs door het samengaan van twee geheel verschillende soorten.

Zo hebben onderzoekers ontdekt dat de bladgroenkorrels (chloroplasten) en de mitochondriën (die in het celvocht zweven) er miljoenen jaren geleden in gekomen zijn als parasieten,

die zich met de cellen gingen meedelen. Nu mogen we ze geen parasieten meer noemen, want ze zijn heel nuttig voor de cel en voor het hele organisme; ze zijn zelfs onmisbaar geworden en delen zich met de cel mee, alsof ze er gewoon bij horen. We noemen dat met een deftig woord “endosymbiose“ (= inwendige samenleving). Wetenschappers hebben zelfs ontdekt dat de bladgroenkorrels en mitochondriën in groene algen verwant zijn aan de plastiden die voorkomen in heel primitieve protozoa, zoals de malariaparasiet. Mitochondriën en chloroplasten bezitten nog steeds hun eigen DNA, dat ze al hadden toen ze nog zelfstandige eencellige wezentjes waren.

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 planten die tegen drogere lucht bestand waren. Bij de fotosynthese komt zuurstof vrij en een deel daarvan werd omgezet in ozon en die vormde een schild tegen te sterke ultraviolette straling. 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. De algen plantten zich voort door 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. Als een spore op een vochtige ondergrond landt, groeit er een voorkiem uit met geslachtscellen. Waar die elkaar raken,



Parapluitjesmos

groeien ze samen en zo ontstaat weer een nieuw mosplantje, weer met het dubbele aantal chromosomen.

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, bladeren enz.

Die 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.

Grote wolfsklauw (*Lycopodium clavatum*)



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, bijv. *Dicksonia antarctica*, die op een beschutte plek zelfs bij ons in de tuin kan overleven. Tot nu toe waren dit allemaal sporenplanten. Daar hoort ook de volgende groep nog bij, de Paardenstaarten, die ca. 370 miljoen jaar geleden ontstonden. Ook die vinden

we volop in onze tuin, maar die beschouwen wij als lastig onkruid, dat zich met ondergrondse wortelstokken nogal uitbreidt. Je herkent ze aan de geribde stengels, sommige soorten met kransen van naaldvormige zijtakjes, zonder echte bladeren.

Sporenplanten vermenigvuldigen zich door twee soorten sporen, 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 er twee daarvan, een vrouwtje en een mannetje, elkaar raken, dan vergroeien ze tot een nieuwe plant, dus een Paardenstaart, Varen, Wolfsklauw of Mos, afhankelijk van de oorspronkelijke sporen.



Koningsvaren (*Osmunda regalis*)

Je zou dus kunnen zeggen dat bij al deze sporenplanten de mannelijke en de vrouwelijke geslachtscellen eerst uitgroeien en pas als een vrouwelijke en een mannelijke voorkiem elkaar tegenkomen, dan heeft de bevruchting plaats en ontstaat een nieuwe plant.

De eerste Coniferen ontstonden weer 50 miljoen jaar later,

o.a. de Apenboom (*Araucaria*) ca. 230 miljoen jaar geleden en de pas in 1994 in Australië ontdekte Wollemi-den (*Wollemia nobilis*) zo'n 200 miljoen jaar geleden. Van die laatste heeft het Arboretum Oudenbosch ook een klein exemplaar, nog in pot. Kenmerk van Coniferen is, dat ze mannelijke en vrouwelijke kegels vormen die door de wind bestoven worden en dat hun zaden in de vrouwelijke kegels zitten. De naakte zaden liggen tussen de schubben van de kegels. Ze zitten dus niet in vruchten. We noemen ze dus ook wel Naaktzadigen. Veel Coniferen zijn houtig en worden veel aangeplant voor houtproductie.



Holpijp (*Equisetum fluviatile*), een Paardenstaart

Ongeveer 280 miljoen jaar geleden ontstonden 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 aan de vrouwelijke kegels groeiden zaden. In elk zaad ontstond een embryo, dat het omringende kiemwit opsnoepte om van te groeien, zoals wij dat nu nog kennen van al onze tuinplanten. De meeste Cycaspalmen groeien in de tropen en subtropen, maar in de kas van een botanische tuin en bij kuisplantenliefhebbers komen we ze ook wel eens tegen.

Sagopalm (*Cycas revoluta*), een Cycaspalm



Apenboom of Slangenden (*Araucaria araucana*), een Conifeer

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 Eenzaadlobbige, zo'n 60 miljoen jaar geleden. Die laatste groep heeft één van beide kiemlobben verloren. Tot deze groep behoren o.a. Kalmoes, Lelie, Asperge en de



Bloei *Araucaria araucana*

Grassen, waartoe ook Bamboe 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 ca. 140 miljoen jaar geleden uit de buitenste krans van meeldraden. Kroonbladen zijn dus vervormde meeldraden. Bij waterlelie en sommige andere bloemen zien we nog wel eens overgangsvormen, dus bijv. een smal kroonblad met een stuifmeelhokje er bovenop. Door die kroonbladen konden windbestuivers (bijv. Coniferen en grassen) ook aantrekkelijk worden voor insecten en insectenbestuivers worden. Sommige plantensoorten zijn daarin heel ver gegaan en lokken maar één bepaalde insectensoort aan. Denk maar aan de vijg, die alleen door een kleine wesp bestoven wordt, of aan veel aronskelkachtigen, die een aasgeur verspreiden en door aasvliegen bestoven worden. Toen Charles Darwin een orchidee vond met een 20 cm diepe bloem, voorspelde hij dat er dus een vlinder moest zijn met een 20 cm lange tong. Pas een eeuw later werd die vlinder inderdaad ontdekt. Omgekeerd ontdekte de vleermuispecialist Nathan Muchhala 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 leebderde.

De Bloemplanten vormen dus een heel diverse groep. Sommige zijn bomen of struiken, andere zijn kleine één- of meerjarige plantjes. Praktisch alle commercieel belangrijke gewassen behoren tot deze groep. Ze hebben meestal wortels, stengels, bladeren, bloemen en vruchten met zaden. Bloemen worden bestoven door de wind, of door insecten of andere dieren. Vooral de insectenbestuivers hebben vaak mooie grote bloemen om insecten te lokken, of ze verspreiden een geur waar insecten op afkomen. Primitieve bloemplanten hebben veel bloembladen, net als de schubben van coniferenkegels spiraalsgewijs ingeplant op een centrale as. Dat is goed te zien bij Magnolia.

Evolutie vindt nog steeds plaats, denk maar aan die witte mutanttak, waar dit verhaal mee begon. Overal op aarde ontstaan regelmatig allerlei mutanten. D

Als die levensvatbaar zijn, kunnen ze op andere tijden bloeien, of in een ander gebied, zodat ze niet bestoven worden door stuifmeel van de oorspronkelijke soort. In een dergelijk geval gaat de nieuwe variant steeds meer verschillen van de oorspronkelijke en zijn beide op de duur niet meer kruisbaar. Dan spreken we van een nieuwe soort. Toch komen er niet steeds meer soorten, want er sterven ook regelmatig soorten uit. Dat is heel normaal en niet erg. Wel erg is, dat de mens in een verontrustend tempo de natuurlijke groeiplaatsen vernietigt, waardoor het uitsterven heel erg versneld wordt en het totale aantal soorten in de laatste eeuw angstwekkend verminderde.

Tegenwoordig kunnen wetenschappers door DNA-onderzoek beter de verwantschap tussen soorten vaststellen. Daardoor krijgen we soms een geheel nieuwe kijk op de evolutie. Toen in 2005 de nieuwe Heukels' Flora van Nederland uitkwam, zagen we dan ook dat er nogal wat soorten in andere families ingedeeld waren dan vroeger en dat er diverse nieuwe families in genoemd werden, afsplitsingen van oude families. Ook zijn er families samengevoegd, omdat ze heel nauw verwant bleken te zijn, bijvoorbeeld de Esdoorns (*Acer*) en de Paardenkastanjes (*Aesculus*), die nu bij de Zeepboomfamilie (*Sapindaceae*) gevoegd zijn, omdat ze relatief nog maar kort geleden uit een gemeenschappelijke voorouder voortgekomen zijn.

Nieuwe soorten ontwikkelen zich in de loop van soms vele eeuwen als aanpassing aan de grondsoort (arm, rijk, droog, nat), de hoogte (schaduwrijk dal of kale vlakte op een heuvel) of het klimaat (warme zuidhelling of koude noordhelling van een berg). Als dan ook nog eens de bloeitijd verschuift, dan kan dat nieuwe type niet meer kruisen met de oorspronkelijke soort en hebben we echt te maken met een nieuwe "soort". En toch zijn er nog steeds hele groepen mensen die niet in evolutie willen geloven. Onlangs verscheen er nog een boek "Atlas of creation", van een zeer gelovige moslim, die de evolutie ontkent, net als fundamentalistische christenen dat doen. In de Verenigde Staten mag de evolutie op scholen zelfs niet onderwezen worden, omdat die in strijd is met het scheppingsverhaal. Gelukkig leven wij in Europa. 🌸



Magnolia-bloem met vele bloembladen, die spiraalsgewijs staan ingeplant als in kegels