

Gelaagde evolutie

Bij een poppenspel "ontstaan en evolutie van de mens" mag een beschouwing over het begrip evolutie niet ontbreken. De evolutietheorie wordt aan Charles Darwin (1809-1892) toegeschreven. Hij was zeker niet de eerste die met ideeën over evolutie kwam. We kunnen nu constateren, dat de theorie zelf aan evolutie onderhevig is. Een aantal kwesties komen hier aan de orde zoals, groeps- of individuele evolutie en de rol van cultuur.

Darwin in een notendop

Sinds Darwin is veel aan zijn theorie veranderd. Niet alleen doordat men tegenwoordig meer weet hoe het een en ander werkt. Zo was voor Darwin het begrip DNA en gen onbekend, ook blijkt evolutie veel complexer te zijn dan dat soorten steeds meer van elkaar gaan verschillen.

Het bekendste en meest misbruikte Darwinistische thema is de "survival of the fittest": veelal ten onrechte opgevat als het overblijven van de sterkste. Een betere interpretatie is: de best aangepaste aan de omstandigheden overleeft, heeft succes. Wellicht is nog beter, de minst onaangepaste overleeft, want we moeten ons realiseren, dat geen enkel levend wezen voor 100% aan zijn omgeving is aangepast. "Survival" is niet noodzakelijker wijs bloederig, wel dat bijvoorbeeld een minder geschikte in de omstandigheden minder kans op voortplanting heeft, dus is minder succesvol. Deze verdwijnen van lieverlede. Het gaat in de evolutie niet alleen om kracht of snelheid maar om ook kwesties als slimheid of handig omgaan met de omgeving zijn van betekenis.

"Survival of the fittest" is geen doelbewust proces, het is willekeurig en



omgevingsafhankelijk. We kunnen beter spreken van een natuurlijke eliminatie of uitzeven in plaats van natuurlijke selectie. Bij de evolutie en de strijd om het bestaan spelen zowel omgeving als eigenschappen van een levend wezen een rol. Neem bijvoorbeeld: een

bruine beer en een ijsbeer, die beide in ons geval op de Noordpool leven. De ijsbeer zal in sneeuwgebieden een succesvollere jager zijn dan de bruine beer, daar de eerste een betere schutkleur heeft in de sneeuwomgeving.

De kern van Darwin's evolutietheorie is als volgt samen te vatten:

- *alle dieren binnen de soort lijken op elkaar, maar hebben ook grote verschillen.*
- *kinderen lijken op ouders, de kinderen onderling lijken meer op elkaar dan op hun ouders (ca 50%) of neven nichten.*
- *het leven is zwaar, de strijd om het bestaan, eten of gegeten worden.*

Deze drie kernthema's werken we hieronder enigszins uit.

Ten eerste lijken levende wezens binnen een soort veel op elkaar en kennen zij grote onderlinge verschillen. Hierdoor is er altijd wel een type, dat beter is aangepast aan de omgeving dan de overige. De ene loopt harder, de andere heeft een handiger

kleur, in het ene geval is het ene kenmerk van meer gewicht dan in het andere geval. Wanneer er genoeg variatie binnen een gemeenschap is, zal deze een hoge flexibiliteit hebben om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden. Darwin heeft het over soorten. Het lijkt in toenemende mate moeilijk het begrip soort goed te hanteren. Losjes geformuleerd is een soort die groep van levende wezens die je met elkaar kunt kruisen. Een tijger en een leeuw zijn twee soorten maar kunnen gekruist worden, de lijger en de teeuw. Er is een bepaalde soort hagedis wonend langs een groot meer in de Verenigde staten. Elke groep kan met zijn buurgroep kruisen. Echter wanneer we het meer rond zijn, zal blijken dat de twee uitersten van de groep, die uiteindelijk weer burens zijn, niet met elkaar gekruist kunnen worden. De vraag is dan, hoe ontstaan soorten? In feite geeft de strijd om het bestaan een beschrijving van de evolutie binnen een soort: een tijger die harder gaat lopen, een beer die witter wordt, een stadsvogel die harder zingt enz. Er is nog een probleem: selectie geldt niet uitsluitend voor individuen binnen de soort maar ook bij dieren die in groepsverband leven ook voor groepen? Darwin schonk hieraan enige aandacht. Je kan immers spreken van rivaliteit tussen de groepen binnen een soort, dus die groep die het effectiefst georganiseerd is zal meer kans hebben als groep te overleven dan die groep die dat niet is en succesvoller zijn in de onderlinge rivaliteit. De vraag is nu, hoe dit vermogen tot samenwerken een eigenschap is van de groep als geheel voortkomend uit een verschillend voortplantingssucces van individuen in de groep. Of dat het voortkomt uit een versterkte selectie van individuele vaardigheden als 'helden en heiligen' binnen de groepen ten koste van parasieten en lafaards. Selectie op individueel niveau lijkt hier de selectie op groepsniveau te overstemmen, maar of ze elkaar versterken blijft een prikkelende vraag net als de kwestie of bepaalde omstandigheden van een groep bepaalde individuen voortbrengen. De nieuwste opvatting in zake evolutietheorie leidt tot het spreken over multilevel selection.

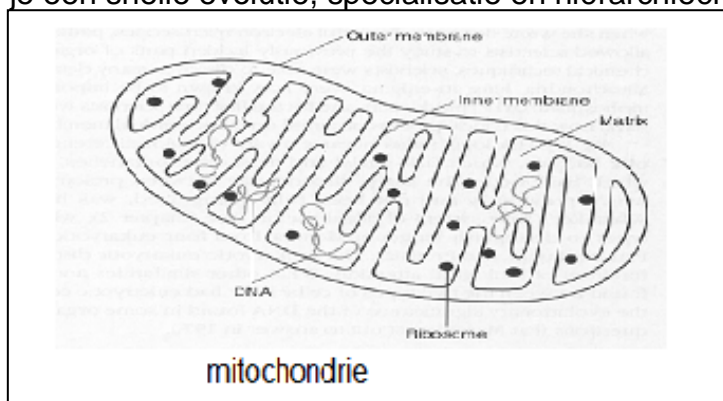
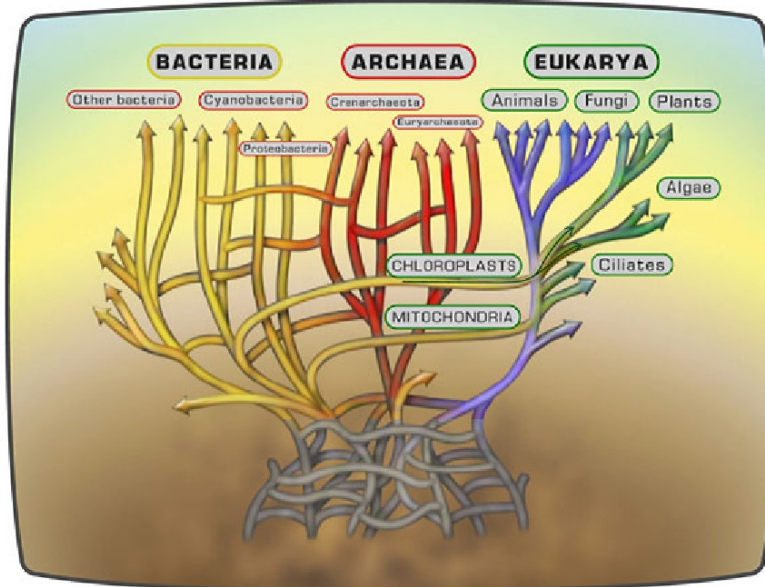
Ten tweede, door geslachtelijke voortplanting blijft de variatie in een populatie, immers de genen van de vrouw en de man zijn verschillend en de combinatie ervan kan weer speciale eigenschappen opleveren. Wezens, die geen geslachtelijke voortplanting kennen, zoals bacteriën hebben veelal een mechanisme waarbij genen of delen van genen uitgewisseld kunnen worden. Zodoende kan er bij hen een snelle aanpassing aan veranderende omstandigheden plaatsvinden. Dit verklaart ook de snelle resistentie van bacteriën.

Ten derde is het leven is zwaar. En dat is maar goed ook! Stel dat het leven niet zwaar zou zijn. Men neme een zwanger vrouwtjeskonijn dat bevalt van 5 mannetjes en 5 vrouwtjes konijnen. Stel nu, dat elk paar 4 keer per jaar 10 konijnen werpt, waarvan steeds weer 5 mannetjes en 5 vrouwtjes geworpen worden en dat elk paar 2,5 jaar leeft. Stel vervolgens: er is altijd genoeg voedsel en er zijn roofdieren noch ziekten, kortom het konijnenparadijs. Na 10 generaties heb je 12 miljoen konijnen. Het wordt een wereld waarin uitsluitend konijnen overleven, andere beesten zouden geen kans krijgen. Daar dit model niet met de werkelijkheid overeenkomt, is het leven zwaar.

Evolutie is niet uitsluitend uiteengaan van soorten, maar ook samensmelten

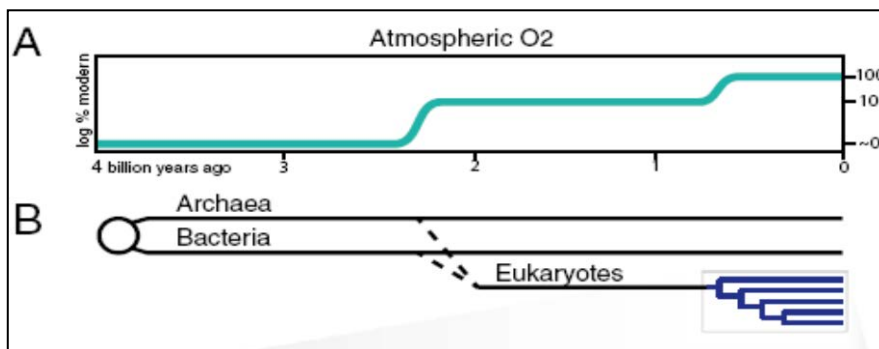
Tot voor kort gingen biologen er vanuit, dat de evolutie een soort boom is waarbij de verschillen tussen de soorten steeds groter worden. Nieuwe onderzoeken wijzen op het belang van dwarsverbindingen en samenwerkingen tussen allerlei levende

wezens. Denk bij dit laatste aan onze darmflora waarvan wij in hoge mate afhankelijk zijn (symbiose). De evolutie moet wellicht veeleer als een soort krakemikkig gaas gezien worden (zie schets hiernaast) waarbij allerlei dwarsverbanden zijn naast horizontale verbanden in plaats van een boom met wijkende takken. Andere vormen van samenwerking zijn de organen in een levend wezen, kuddes, scholen, roedels, mierenhoop, sponzen en maatschappijen. Met name daar waar samenwerking is, in welke vorm dan ook, zie je een snelle evolutie, specialisatie en hiërarchieën.



Aan de basis van het complexe leven staat de samenwerking tussen een-celligen voorop. De endosymbiontentheorie geeft een beschrijving hiervan. Hierbij wordt uitgegaan van het feit dat de celkern ontstaan is uit het samengaan van twee bacteriën zonder celkern. Hierbij ging het om twee bacteriën, die steeds in elkaars nabijheid leefden en zich

voedden met elkaars afvalstoffen. Vanuit deze twee bacteriën is de ene de cel en de andere de celkern en de zweepstaart gaan vormen. Deze cellen met celkernen heten eukaryoten. De verdere samenvloeiingen met andere eencelligen is de basis voor het onderscheid tussen planten, dieren en schimmels. Planten, dieren en schimmels hebben nog een ingesloten eencellige gemeenschappelijk, namelijk die later de mitochondriën worden. Deze mitochondriën hebben een eigen DNA en oefenen bij alle levende wezens met een celkern dezelfde functie uit: zorgen voor de energiehuishouding van de cel. Hieruit ontstond verder differentiatie. Uit de



mogelijkheid van een cel om carbonaat te verwerken krijg je het dier. Een schimmel heeft dat niet. Het belangrijke verschil tussen dier en schimmel is, dat de eerste intern

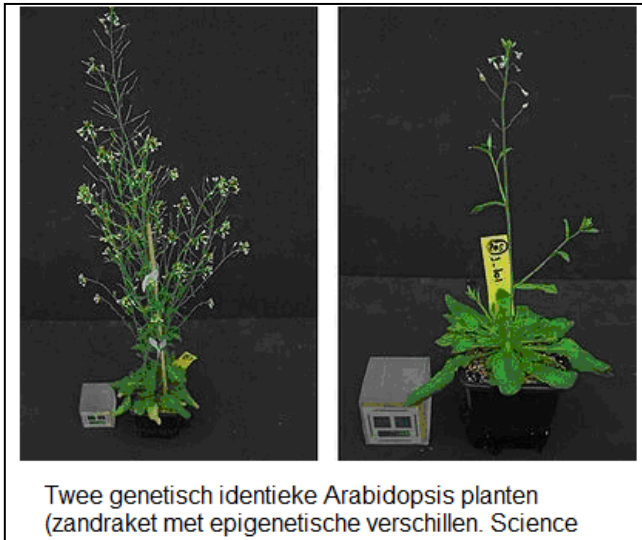
verteerd en de andere extern. Doordat de oorspronkelijke eencellige met celkern en mitochondriën een cyanobacterie had opgenomen, krijg je algen en wat later met extra toevoegingen planten, die leven van zonne-energie, de fotosynthese. In een notendop een eerste reeks samenwerkingen. Deze is noodgedwongen dan wel gestimuleerd door de omstandigheden. In het geval van mitochondriën gold, doordat er steeds meer zuurstof in de aardatmosfeer kwam, waar zij niet tegen kunnen, zochten zij bescherming binnen de eukaryote cel tegen de zuurstof. Sindsdien zijn er meerdere voorbeelden van endosymbiose gevonden. Deze vorm van evolutie geeft grote sprongen in veranderingen binnen het evolutieproces.

Bij symbiose vindt samenwerking op andere wijze plaats. De levende wezens blijven zelfstandig maar zijn in hoge mate afhankelijk van elkaar. Voorbeelden zijn bijvoorbeeld vliegenzwammen bij de berk of de bacteriën in onze darmen voor de spijsvertering. Laten we de laatste als voorbeeld uitwerken. Er zijn proeven met muizen gedaan, die erop wijzen, dat de samenstelling van de darmflora bepalend is voor hun karaktereigenschappen. De zwemmende muis wordt gebruikt om te bekijken in welke mate een muis depressief is en door deze een antidepressivum te geven zal hij langer zwemmen. De muizen worden in een bakje met water gezet en zij met depressieve neigingen zullen het zwemmen opgeven en vaak doelloos rondrijven. Zo worden antidepressiva getest op hun werking. Nu een test op een andere wijze. Een flinke groep depressieve muizen gaat het bad in. Echter nu werd een deel van deze muizen voorzien van bacteriën, die hun darmen goed verzorgen. De muizen met de opgepepte darmflora zwommen niet alleen langer maar ook met meer hoop, ook bleken er in hun bloed minder stresshormonen te zitten. Als de onderzoekers de nervus vagus doorsneden (is verbinding darm met hersengebieden) dan reageerden de muizen weer als de depressieve muizen. Zo zijn er diverse onderzoeken met een vergelijkbaar resultaat gedaan.

Epigenetica

Wat is epigenetica? Zij is het vakgebied binnen de genetica, dat de invloed bestudeert van de omkeerbare erfelijke veranderingen in de genfunctie die optreden zonder wijzigingen in de volgorde van de basenparen van het DNA in de celkern. In essentie gaat het om het aan- en uitzetten van genfuncties. Hierdoor krijg je met dezelfde DNA de ene keer een nier en de andere keer een oog of een tand. Dit vakgebied bestudeert processen, die de zich ontplooiende ontwikkeling van een organisme beïnvloeden. Rekening houdend met het gegeven dat er 25.000 genen in het menselijk genoom zitten, biedt dit een gigantische hoeveelheid aan mogelijke profielen. Het aan- en uitzetten van genen verklaart ook de verschillen tussen bijvoorbeeld eenige tweelingen, daar is bijvoorbeeld de schizofrenie concordantie niet 100% maar 48%.

Epigenetische veranderingen kunnen ook ontstaan door invloeden van buiten af. Bekend zijn bijvoorbeeld de Hongerwinteronderzoeken in Amsterdam, waaruit blijkt, dat kinderen en diens kinderen bepaalde afwijkingen overerfden tot in de derde generatie die te maken hebben met het instellen van het DNA. De wijze van instelling is afhankelijk van de ontwikkelingsfase van de foetus waarin de hongerwinter het hardst toesloeg. Epigenetische aanpassingen worden bij zoogdieren in iedere nieuwe generatie weliswaar voor een groot deel uitgewist maar een aantal instellingen blijven, zij hebben vaak te maken met de mate van binnen gekomen voedsel, verschillende instellingen verdwijnen weer na een paar generaties. Uit



gegevens en cijfers van een ruim en compleet Zweeds bevolkingsregister kon worden aangetoond dat perioden van relatieve hongersnood bij een eerste generatie systematisch een significante uiting van diabetes bij de derde generatie tot gevolg had. Zo ook hebben achterkleinkinderen van rattenmoeders, die tijdens de zwangerschap blootgesteld zijn aan bepaalde giften, vruchtbaarheidsproblemen. Verworven eigenschappen kunnen doorgegeven worden. In het algemeen kun je stellen: het DNA (dat

moeilijk kan veranderen, de meeste veranderingen zijn overigens dodelijk) vormt de basiseigenschappen, oftewel het script en de epigenetica de variatie, oftewel de uitvoering, en kunnen verworven worden gedurende het leven en vervolgens doorgegeven worden aan het nageslacht.

culturele evolutie

In essentie gaat het hier om overdracht door na te doen dan wel in een verdere ontwikkeling symbolisch doorgeven van informatie door middel van geluid, schrift of tekens. Cultuur is een snellere aanpassing aan de omstandigheden dan genen. Cultuur kunnen we omschrijven als doorgeven van informatie op een niet genetische wijze, dus: afkijken van gedrag en trucs enz. Cultuur is derhalve niet iets uitsluitend van talige wezens. Zo hebben een groep mezen in Engeland de vaardigheid van elkaar overgenomen dat melkflessen met doppen geopend kunnen worden. Zij doen dat niet op een zelfde wijze, het idee, dat iets kan, volstaat. Iedereen doet dat op eigen wijze. Andere voorbeelden, vinken hebben per streek een zangdialect, kippen per gebied hebben verschillende alarmroepen voor verschillende beesten, chimpansees hebben ongeveer 40 verschillende gebruiken die niet ecologisch te verklaren vallen. Ook nemen de laatste gebruiken of vaardigheden niet voor 100% over, waardoor in de loop der tijd variatie ontstaat. Chimpansees schijnen slordigere imitatoren te zijn mensenkinderen. Nabootsen is een veilige evolutionaire strategie, onprecies nabootsen kan variatie aanbrengen, die wellicht wat handiger is in de huidige situatie of juist in een nieuwe situatie.

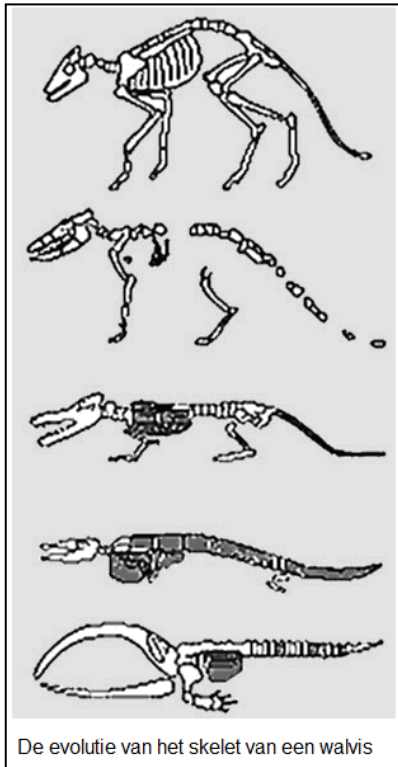
Daarenboven werkt cultuur cumulatief, vooral bij de mens is dat aspect sterk ontwikkelt door symbolische uitwisseling. Genen bepalen de randvoorwaarden waarbinnen de cultuur zich beweegt: namelijk overleven en voortplanten. We kunnen constateren, dat een cultuur die het best aangepast is aan omstandigheden in vergelijking tot een cultuur van dezelfde type in dezelfde omstandigheid rivaliserend is: groepselectie treedt op. Een groep moet meer voordeel voor het individu hebben (veiligheid, leren van vaardigheden, informatie over voedselplaatsen) dan nadelen (competitie om voedsel en partners). Competitie tussen groepen kan leiden tot een mix individuele en groepsrivaliteit: heroïsme, groepsloyaliteit, xenofobie.

Doelloze evolutie

De mensheid is geen doel van de evolutie en de mensheid heeft geen doel, netzo min als de evolutie een doel heeft. Individuele organismen hebben daarentegen wel

een doel: voedsel zoeken en de meeste voortplanting. Doelgerichtheid heeft vooral te maken met de instandhouding. Individuele organismen zijn wel doelgericht terwijl zij het product zijn van een doelloos proces zijn. Dit alles staat los van de vraag of de doelgerichtheid bewust of onbewust is.

Evolutie heeft weliswaar geen doelgerichtheid maar misschien een richting? Een van



De evolutie van het skelet van een walvis

de richtingen van de evolutie, die telkens genoemd worden, is die van de toenemende complexiteit, slimheid of flexibiliteit. Het argument gaat als volgt: wanneer we naar de wereld om ons heen kijken zien we in de loop der geschiedenis van het heelal steeds complexere dingen ontstaan: subatomaire deeltjes → atomen → moleculen → levende wezens → structuren van levende wezens. Dit lijkt een tendens. Complexiteit wordt echter even zo hard afgebroken, wanneer er een te kort aan energie is, vervallen levende wezens, bij een te veel aan energie verbranden zij. Gedurende de evolutie ontstaan ook minder complexe typen.

Walvissen, dolfijnen en andere zeezoogdieren hebben een simpel geraamte, nauwelijks of geen bekken/achterpoten (zie tekening hiernaast), lintwormen en slangen hebben geen poten meer. Veel parasieten zijn een vereenvoudiging van de oorspronkelijke vormen, zoals luisvliegen, die hun vleugels afwerpen wanneer ze een geschikte waard vinden. Verlies van eigenschappen is net zo belangrijk. Daarenboven is veel toevallig in de evolutie. Als de

dinosaurussen, waarschijnlijk door een grote meteoriet, niet uitgestorven waren, dan zouden de toen nog kleine zoogdieren vrijwel geen kans hebben gehad om zich te ontplooien. Mensen lijken een product te zijn van de ijstijden, zij moesten zich aanpassen aan diverse klimatologische omstandigheden. Zodoende hebben zij een breed scala aan vaardigheden weten te ontwikkelen om te overleven. Dus de plaag voor de een is een kans voor de ander. Het uitsterven van de ene soort biedt tijdelijk een grotere speelruimte voor de andere soort.

Wel kunnen we zeggen: hoe flexibeler een levend systeem, des te beter kan die zich aanpassen aan meerdere omgevingen. Waarbij we de kanttekening moeten maken, dat flexibiliteit niet uitsluitend betekent met verfijnde hersenen de omgeving aan te passen maar ook een kort leven met veel nakomelingen, er is er altijd wel eentje die overleeft. Een voorbeeld van de laatste zijn insecten en planten. Ook kunnen we zeggen, dat het systeem dat het efficiëntst met energie om gaat en op een efficiënte manier aan zijn energie kan komen de grootste kans op overleven heeft.

De gelaagdheid van de evolutie

We kunnen concluderen dat evolutie op 4 wijzen plaats (kan) vinden:

- DNA en eventuele mutaties daarin
- Epigenetische overerving
- Cultuur van groepen, vooral om na te doen
- Symbolische overdracht (taal, schrift, muziek etc.)