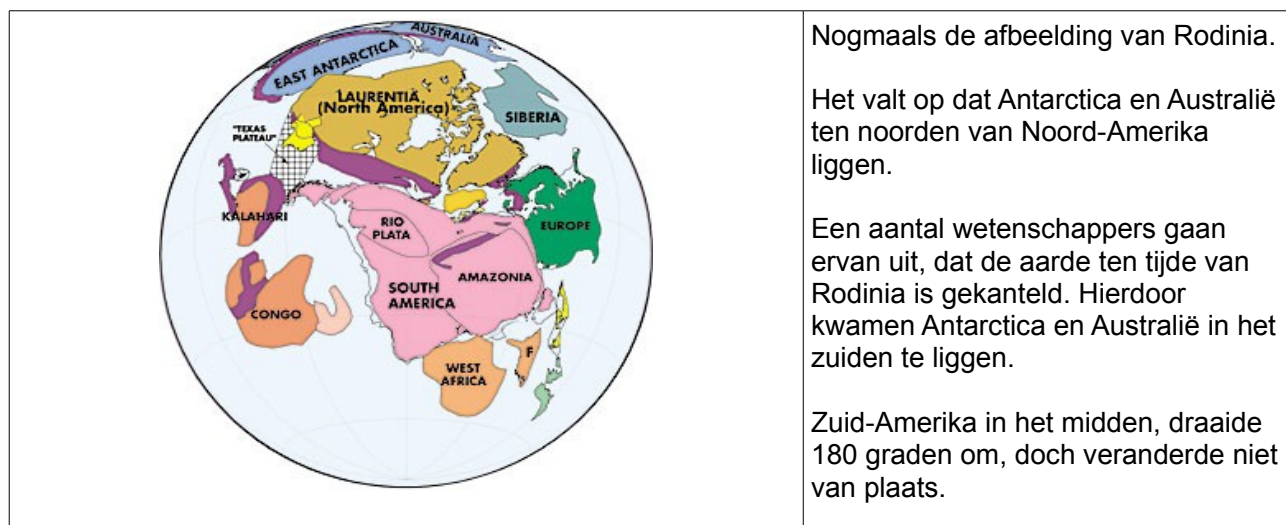


Rodinia

Ruim een miljard jaar geleden kwamen de afzonderlijke eilanden tegen elkaar aan te liggen. Aldus vormde zich een supercontinent dat door de wetenschap Rodinia wordt genoemd. Boven de enorme landmassa ontstond een droog landklimaat. Daar waar de eilanden tegen elkaar botsten, ontstonden bergketens. Restanten hiervan worden heden ten dage teruggevonden in Noord-Amerika en deze overblijfselen worden de Grenville orogenese genoemd. Orogenese is de moeilijke naam voor gebergtevorming.

Deze Grenville bergketen strekt zich uit van Mexico tot aan Oost-Canada en Groenland.

Restanten van een soortgelijke bergketen met de naam Dalslandische orogenese worden in het noorden van Europa aangetroffen.



Men neemt aan dat deze kanteling zich vaker heeft voorgedaan, al is hiervoor nog weinig bewijs gevonden. Overigens zijn lang niet alle onderzoekers het eens over de vraag of de aarde werkelijk is gekanteld. Het bestaan van Rodinia en de verdeling van de landmassa's wordt wel als vaststaand feit aangenomen.

De tegenstanders van de "kanteltheorie" kunnen echter geen andere afdoende verklaring geven voor het feit dat Australië en Antarctica van de Noordpool naar de Zuidpool zijn verhuisd.

De voorstanders van deze theorie gaan er van uit, dat deze kanteling in de toekomst weer plaatsvindt. Tegenwoordig ligt veruit de meeste landmassa weer ten noorden van de evenaar.

India, het Midden-Oosten, Griekenland, Italië en Spanje bewegen nog steeds noordwaarts en zodoende zijn er grote bergketens als de Alpen en de Himalaya ontstaan. Jaar in, jaar uit nemen deze grote bergketens in omvang toe en worden ze steeds hoger. Zo groeien de Alpen met een 1 à 2 millimeter per jaar, de Himalaya met ongeveer een centimeter.

Rodinia was een woest, ruig en levenloos supercontinent, bestaande uit hoge bergketens en grote woestijnen in de binnenlanden als gevolg van het droge landklimaat. De uit sneeuw en ijs bestaande gletsjers op de berghellingen zullen vanuit de ruimte bekeken scherp afgetekend hebben bij de rood- en grijsbruine rotsformaties. Aan de randen van dit continent bevonden zich grote rivieren die het smeltwater vanuit de bergen naar zee afvoerden.

De lucht was zuiver en bestond uit stikstof en zuurstof. Het is zeer waarschijnlijk dat de concentratie zuurstof in de lucht zelfs wat hoger was in vergelijking met de situatie in onze huidige tijd. Het broeikasgas koolzuur was zo goed als verdwenen, de grote algenkoloniën in zee hadden vrijwel alles opgebruikt. Daarbij was een grote hoeveelheid zuurstof geproduceerd, waardoor ook de – voor het landleven onmisbare – ozonlaag was ontstaan.

Het broeikasgas waterdamp verdween meer en meer naarmate de gletsjers in omvang groeiden. Alle ingrediënten waren aanwezig om het klimaat weer te laten afkoelen.

Aldus geschiede!

Gedurende het Tonium, het eerste tijdvak dat ik bij naam noem, koelde het langzaam maar zeker steeds verder af op het aardoppervlak. Dat had gevolgen voor al het leven in het water. Wellicht ten overvloede merk ik hier nogmaals op, dat het leven op aarde uitsluitend in het water voorkwam. Het duurde nog vele honderden miljoenen jaren eer de eerste planten en dieren voet aan wal zouden zetten.

In het water leefden immens grote algenkoloniën aan het oppervlak. In de waterlagen daaronder zwommen eencellige protisten die zich konden voeden met de groene algen en de eveneens eencellige rovers die jacht op hen maakten. Op de bodem leefde een dik tapijt schimmels die zich tegoed deden aan de steeds maar neerdwarrelende stroom organische deeltjes, zijnde het afgestorven leven uit de bovenste waterlagen.

Aan het begin van deze koude tijd ontstond het principe van meercelligheid. Koloniën van gelijksoortige eencelligen die onderling samen gingen werken en zodoende uitgroeiden tot een nieuw organisme. Dit organisme was in staat om meerdere functies of taken tegelijk uit te voeren.

Meercelligheid ontstond op twee plaatsen. Zowel het leven in het oppervlaktewater, alsook het schimmelleven op de bodem ontwikkelde zich tot meercellige organismen.

De cellen aan het wateroppervlak vingen zonlicht op en konden door fotosynthese suiker maken. De cellen aan de binnenkant van de kolonie kregen weinig licht en hierdoor werd fotosynthese vrijwel onmogelijk. Deze cellen bedachten een nieuwe overlevingsstrategie. Zij gingen suiker van de buitenste cellen gebruiken voor hun verbranding.

Dat betekende simpel gezegd dat de cellen binnenin de kolonie een nieuwe taak kregen. Er ontstonden groepjes cellen die zich toelegden op het transport van glucose binnenin het organisme. Andere cellen gingen zich specialiseren in de voortplanting van het organisme. Weer anderen specialiseerden zich in de uitscheiding van afvalstoffen.

De cellen aan de buitenkant raakten hun voorraad glucose telkens kwijt en leerden na verloop van tijd de suikerproductie aan te passen aan de behoefte van het gehele organisme. Voedselproductie en voedselconsumptie werden op elkaar afgestemd.

De cellen hadden een inniger vorm van samenwerken ontdekt en dat bleek een doorslaand succes.

Aldus werd een start gemaakt met differentiatie van oorspronkelijk gelijksoortige cellen. Alle nieuwe kennis en informatie werd opgeslagen in de genen van het DNA van het hele organisme. Meercellig leven was geboren.

Deze uitvinding van de natuur betekende een ommekeer. De meercellige organismen waren veel beter in staat hun levensdoel te vervullen dan hun eencellige voorgangers. Ze waren "multifunctioneel" geworden.

Deze stap in de evolutie is de basis geweest voor het ontstaan van het gehele plantenrijk op aarde. In eerste instantie leidde dit meercellig leven tot het ontstaan van zeewier. Hiermee is zeewier het oudste meercellig plantaardig organisme op aarde.

Langzaam maar zeker werden deze verschillende functies binnen het meercellig organisme geperfectioneerd. Een cel aan de buitenkant van het plantaardig organisme paste fotosynthese toe en maakte brandstof. Dat was de taak van die cel. Onderwijl bezat die cel alle kennis van de cellen binnenin het organisme, immers ze beschikten allemaal over dezelfde DNA-keten. Daarmee kon de cel de energieproductie afstemmen op de behoefte van de inwendige cellen. Dat betekende omgekeerd dat de cellen die gespecialiseerd waren in voortplanting dit proces gingen afstemmen op de hoeveelheid voedsel. Was het voedselaanbod groot, dan lag de nadruk op voortplanting. Was het voedselaanbod beperkt, dan lag de nadruk op overleven.

Je kunt je voorstellen dat de DNA-streng door al deze nieuwe informatie steeds groter moest worden. Hoe meer informatie, hoe meer genen in de DNA-streng werden vastgelegd, hoe langer de keten moest worden om al deze informatie te herbergen.

Naarmate het klimaat afkoelde raakte steeds meer oppervlaktewater bevroren. Dat betekende voor de wieren een beperking van hun levensruimte. De hoeveelheid wieren nam vanzelfsprekend af. Overleven was nu voor de wieren een veel grotere noodzaak dan voortplanten, immers voor de jonkies was er niet genoeg water om zich te ontwikkelen en de ouders voelden er niets voor om hun plekje in de zon af te staan.

Dit was echter niet het enige probleem waar de eerste meercellige algen mee werden geconfronteerd. Naarmate de specialisatie van de cellen binnen het organisme toenam, traden er veranderingen in de DNA-ketens op. De cellen die voor fotosynthese zorgden en de voedselproductie afstemden op de behoefte van het gehele organisme, legden de nadruk op de genen die deze informatie bevatten. Cellen die zich specialiseerden in de voortplanting deden hetzelfde met de genen die hiervoor ontwikkeld waren. Langzaam maar zeker kwamen er aldus verschillen in de DNA-ketens binnen één en hetzelfde organisme en dat was een onwenselijke situatie.

Een meercellige levensvorm kenmerkt zich doordat alle cellen over dezelfde DNA-keten beschikken en waarbij binnen één levensvorm verschillende cellen verschillende taken uitvoeren. Er moest dus een oplossing komen en hierbij kwamen de bacteriën via endo-symbiose te hulp.

Ik heb al eerder in het kort iets geschreven over deze endo-symbiose. Het zijn ingewikkelde processen en vele microbiologen zijn in onze huidige tijd druk doende om de vele endo-symbiotische relaties die zijn opgetreden te ontrafelen.

Een cel van een alg of protist, een cel met celkern, is in omvang een stuk groter dan een bacteriecel. Wanneer endo-symbiose plaatsvindt, betekent het feitelijk niets anders dan dat een bacterie zich nestelt in een cel met celkern en daarin blijft leven. Hierbij profiteren zowel de cel met celkern als de bacteriecel van elkaars functie.

De meeste organellen in een moderne planten-, schimmel- of dierlijke cel zijn aldus tot stand gekomen.

Welnu, de bacteriën, waarvan enkele soorten al zo'n 3 miljard jaar op aarde leven, kenden allang een truc om barre omstandigheden het hoofd te bieden. Ze trekken zich terug als spore. Feitelijk komt het erop neer dat een spore beschouwd kan worden als een DNA-streng met de celwand en het celmembraan daar strak omheen getrokken. Daardoor is een spore nog veel kleiner dan de oorspronkelijke cel waar het DNA in de celvloeistof zweeft.

Celvloeistof wordt door wetenschappers cytoplasma genoemd met een moeilijk woord.

Oké, met deze gegevens in het achterhoofd kunnen we ons nu eenvoudig voorstellen dat de cellen in een meercellig organisme de kennis hadden van sporenvorming, dat hadden ze immers geleerd van de bacteriën die via endo-symbiose deel van de cel gingen uitmaken.

Hiermee was het probleem echter nog niet opgelost. Er moest ook nog een truc bedacht worden om het DNA in iedere cel gelijk te houden. Hierbij schoten nogmaals bacteriën te hulp en geslachtelijke voortplanting bleek de wijze te zijn waarop dit probleem werd opgelost. Dit bracht opnieuw een ommekeer teweeg.

Om ervoor te zorgen dat een nakomeling over alle nodige informatie beschikte om een spore uit te laten groeien tot een volwaardig zeewier, werd de DNA-keten niet in tweeën gebroken, zoals dat bij celdeling plaatsvindt, maar werd deze in de lengte gehalveerd. De halve DNA-ketens uit 2 verschillende cellen werden in een nieuwe cel weer tegen elkaar geplakt.

Dit is een heel simplistische voorstelling van zaken, maar een preciezere uitleg is veel te ingewikkeld en valt buiten het bestek van dit boek. Feit is echter wel, dat dit systeem bij de meeste meercellige organismen wordt toegepast.

Een mannelijke zaadcel is in omvang veel kleiner dan een vrouwelijke eicel. De eicel is een volwaardige cel met celkern en een aantal organellen. De zaadcel lijkt veel meer op een bacterie, deze bevat eigenlijk alleen maar een overlans doorgeknipte DNA-streng en een grote zweephaar om zich voort te bewegen.

Wanneer de zaadcel de eicel bereikt, dringt de zaadcel door de celwand en het celmembraan van de eicel en de halve DNA-streng hecht zich vervolgens aan de halve DNA-streng in de eicel.

De eerste zeewieren deden aan zelfbevruchting, er bestond immers de dwingende noodzaak om de DNA-streng in iedere afzonderlijke cel gelijk te houden. Na de samensmelting van beide DNA helften vormde zich een spore.

Gedurende de evolutie is dit systeem van geslachtelijke voortplanting verder ontwikkeld en geperfectioneerd. Zo bestaan er tegenwoordig organismen die zichzelf kunnen bevruchten en tegelijkertijd ook door een partner bevrucht kunnen worden. Andere levensvormen, zoals de mens, kunnen zichzelf helemaal niet meer bevruchten en zijn derhalve altijd afhankelijk van een partner.

Dit alles, deze ontwikkelingen van het aardse leven hebben tijdens de afkoeling in het Tonium plaatsgevonden.

Ik besef terdege dat het hier een slechts summiere beschrijving betreft van twee ontwikkelingen die van enorm grote invloed zijn geweest op het verloop van de evolutie. Ik kan me zo voorstellen dat u na het lezen van dit hoofdstuk meer vragen dan antwoorden heeft. Aan de andere kant hoop ik dat u het mij kunt vergeven om zoveel vragen op te roepen. Een uitgebreidere beschrijving zou mijns inziens de gehele tekst onnodig ingewikkeld gemaakt hebben, zo niet onleesbaar en/of onbegrijpbaar.

Het volgende tijdvak, het Cryogenium, wordt gekenmerkt door de derde grote ijstijd die de aarde heeft meegemaakt. De onderzoekers gaan ervan uit dat gedurende deze periode de zeeën en oceanen van noord tot zuid een tijd lang geheel dichtgevroren zijn geweest. Gedurende het Cryogenium is er aldus ook sprake geweest van "een sneeuwbal aarde".

Ook nu was het niet al die tijd vrieskou, warmere en koudere perioden wisselden elkaar af. Gemiddeld echter was hier opnieuw sprake van een vorstperiode. Over het algemeen wordt aangenomen dat vooral de laatste 50 miljoen jaar van deze periode zeer koud zijn geweest.

Gedurende de tijd dat de oceanen vrijwel geheel bevroren waren, stopte de productie van zuurstof. Ook de grote productie van stikstof stopte een tijdje later, toen al het organisch materiaal was verteerd door de schimmels op de zeebodem.

Oeps, de schimmels. Die ben ik nog vergeten.

Ook in het rijk der schimmels vond de ontwikkeling tot meercellig leven en geslachtelijke voortplanting plaats. De wijze waarop dat plaatsvond, verschilt wel van de ontwikkelingen waaruit zeewier en later planten zijn geboren.

De schimmels hadden (en hebben) een extra technisch snufje tot hun beschikking in de vorm van elektriciteit. Natuurlijk, ook het DNA van de algen maakt gebruik van elektriciteit, echter algen en planten bezitten geen draad-netwerk (zenuwstelsel) en derhalve was direct elektrisch contact tussen de verschillende cellen onderling niet mogelijk. Algen en planten kunnen dus alleen op indirecte wijze, door veranderingen aan te brengen in het elektromagnetisch veld, met elkaar communiceren.

De schimmels waren gebonden aan een leven op de zeebodem en daarbij afhankelijk van de voedseldeeltjes die daar terecht kwamen. Het elektrisch netwerk gaf hun wel de mogelijkheid om te leren. Telkens wanneer een afgestorven organisme ongeschonden de bodem bereikte, konden schimmelcellen de DNA-keten van dat voedseldeeltje als het ware uitlezen en de samenstelling van dat betreffende deeltje opslaan in het gezamenlijk geheugen.

Dat lijkt misschien raar, doch dat is het niet.

Wetenschappers gebruiken heden ten dage geavanceerde apparatuur om DNA-ketens uit te lezen en maken hierbij ook gebruik van elektriciteit. Het principe van dat uitlezen met behulp van elektriciteit is feitelijk exact hetzelfde.

Het kwam er dus simpel gezegd op neer dat het schimmelorganisme alle verkregen informatie in het centrale geheugen kon opslaan en naar believen kon gebruiken.

Aldus leerden de schimmels over meercelligheid en geslachtelijke voortplanting. Dat was echter niet het enige, de schimmels leerden ook over protisten met zweepharen die levende algcellen als voedsel gebruikten. De schimmels leerden ook over de roofcellen, de protisten die actief op andere protisten jaagden. De schimmels leerden over endo-symbiose en over de verschillende soorten bacteriën en hun specifieke eigenschappen. De schimmels leerden aldus over alles wat met leven te maken had, in welke vorm dan ook.

Dat leidde er al snel toe dat schimmels de voordelen van meercelligheid onderkenden en zij gingen dit principe zelf toepassen. Ze leerden over sporenvorming en geslachtelijke voortplanting en ook deze technieken maakten zij zichzelf eigen.

Op basis van de informatie in het geheugen, waren de schimmels in staat om naar believen genen te maken en daarmee ontwikkelden zij zich verder. Samenvattend kun je zeggen dat de schimmels de ontwikkeling van meercelligheid en alles wat daarmee samenhangt, letterlijk afgekeken hebben van de algen. Dit alles dankzij hun bezit van een groot elektrisch gestuurd netwerk met dito geheugen.

Net zoals meercelligheid bij de algen heeft geleid tot de ontwikkeling van het plantenrijk, heeft de ontwikkeling van meercelligheid bij de schimmels geleid tot het ontstaan van het gehele dierenrijk. Dit wordt in de volgende hoofdstukken wel duidelijk.

Als gezegd, aan het eind van het Tonium was de aarde in een ijstijd terecht gekomen en gedurende het Cryogenium breidde sneeuw en ijs zich steeds verder uit. Bij gebrek aan vloeibaar oppervlaktewater stierven de wieren massaal uit, fotosynthese kwam op een laag pitje te staan en de zuurstofproductie stopte vrijwel geheel.

Wat niet stopte waren de vulkaanuitbarstingen op aarde. Dit zorgde voor een toename aan broeikasgassen en langzaam maar zeker, gedurende vele miljoenen jaren begon de atmosfeer zich weer te vullen met koolzuur, methaan, zwavelgassen enz.

Halverwege het Cryogenium brak Rodinia open en er vormden zich opnieuw grote eilanden. Dit alles had tot gevolg dat het klimaat veranderde en de temperatuur op het aardoppervlak weer langzaam begon te stijgen. Oppervlaktewater werd weer vloeibaar en dat gaf de wieren volop de kans om weer uit te groeien. Voedsel voor de wieren was er genoeg.

Met het toenemen van de hoeveelheid zeewier, nam ook al het andere leven in het water toe en voor de schimmels betekende dit opnieuw een feestmaal in de vorm van een immer toenemende stroom afgestorven organisch materiaal dat op de zeebodem terecht kwam.

Hoe is het met de eenzame fietser? We zouden hem haast vergeten.

Welnu, op het punt 2 miljard geleden, hadden we 26 kilometer afgelegd. We kunnen nu rustig zonder zuurstofmasker onze weg vervolgen en de volgende 9 kilometer bleek makkelijk te doen. Lekker warm weertje, volop zon en veel moois om naar te kijken.

Vele nieuwe levensvormen zag ik ontstaan en na 35 kilometer was meercellig leven een feit. Nog geen honderd meter verder zag ik de eerste organismen seks bedrijven. Bij de vlag van de laatste 10 kilometer werd het snel kouder en had ik ijsmuts en winterjas weer nodig om mezelf warm te houden. Met nog 8 kilometer voor de boeg was de kou bijna niet te harden, maar gelukkig duurde dat niet lang, want 500 meter verder zag ik Rodinia met veel geraas en gedonder in stukken breken. Daarna warmde het snel op. Ik vervolgde mijn weg onder een flets zonnetje en met nog 6,3 kilometer te gaan, fietste ik het Ediacarium in.