

Het leven ontwikkelt zich

Het eerste leven op aarde bestond uit ketens van aminozuren die vrij in het water zweefden, zich konden delen en zich aldus konden vermeerderen. Hoeveel van dit soort organismen er zijn ontstaan, zal altijd ongewis blijven. De meeste wetenschappers gaan ervan uit dat er slechts één zo'n organisme is ontstaan, één enkele levensvorm waaruit alle andere organismen zijn geboren. Zij sluiten echter de mogelijkheid niet uit dat er meerdere zijn ontstaan, de één meer succesvol dan de ander.

Welnu, ik ga ervan uit dat er minstens twee zijn gevormd. Gegeven het verdere verloop van de evolutie lijkt mij dit het meest waarschijnlijke scenario.

Hierbij merk ik nog op dat ook ik de mogelijkheid niet uitsluit, dat er meerdere van dit soort DNA-strengen tot ontwikkeling zijn gekomen. Ik ga er wel vanuit dat er slechts twee hebben weten te overleven.

Eén soort die leefde in het oppervlaktewater en fotosynthese kon toepassen.

Deze soort beschouw ik als de stamvader van het gehele algen- en plantenrijk.

Eén andere soort die leefde op, in en vlak boven de zeebodem en zich kon voeden met de afgestorven organismen uit het oppervlaktewater.

Deze soort beschouw ik als de stamvader van alle schimmels en het gehele dierenrijk.

Naarmate deze twee levensvormen zich meer en meer gingen voortplanten, nam hun aantal in snel tempo toe. Het gevolg was dat er al even snel sprake was van concurrentie.

De hoeveelheid voedseldeeltjes nam af en de hoeveelheid DNA-ketens nam toe.

Het leven zag zich derhalve genoodzaakt om zich zodanig te ontwikkelen dat het kon blijven overleven en daarbij voor nakomelingen kon blijven zorgen.

Het steeds schaarser worden van voedseldeeltjes maakte dat er zuiniger met energie moest worden omgesprongen. Bovendien zagen de DNA-ketens zich genoodzaakt om zichzelf beter te beschermen.

Dat leidde tot de volgende stap in de evolutie.

De DNA-moleculen begonnen een omhulsel om zichzelf te bouwen. Daarbij maakten ze gebruik van voedseldeeltjes die niet direct nodig waren om te groeien. In eerste instantie bestond dat omhulsel dus uit reservevoedsel.

Dit bleek echter zo'n succesformule te zijn dat de DNA-moleculen al snel tot de conclusie kwamen dat zo'n omhulsel niet alleen een proviandkast was, het gaf de DNA-strengen ook bescherming. Ze waren nu in staat om selectief stoffen door het omhulsel heen te laten gaan, dan wel ongewenste stoffen buiten te sluiten. Bovendien betekende het omhulsel een belangrijke verbetering in de energiehuishouding en daarbij verlengde het de levensduur van het DNA aanzienlijk.

Hiermee was de cel ontstaan.

Door deze ontwikkeling evolueerde de DNA-keten tot een volwaardige cel. Dit is de eerste en verreweg belangrijkste stap in het gehele verloop van de evolutie op aarde. Immers, al het leven in onze huidige tijd, werkelijk al het leven wat maar denkbaar is, bestaat uit cellen met daar binnenin de DNA-streng.

De ontwikkeling van de cel heeft lang geduurd, waarschijnlijk vele tientallen miljoenen jaren, zo niet nog veel langer. Dat lijkt raar, waarom zou zoiets – ogenschijnlijk simpels - zo lang moeten duren?

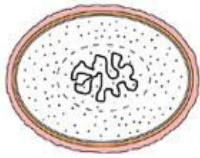
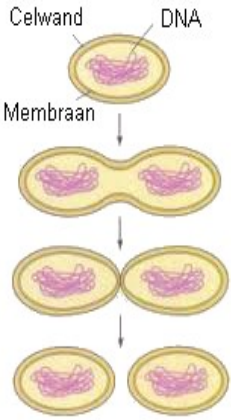
Een beetje reserve voedseldeeltjes aan de buitenkant van de DNA-keten plakken is toch geen grote opgave. Wel, in de praktijk was het dat wel!

Nadat de DNA-moleculen eenmaal de bijkomende voordelen van het omhulsel hadden ontdekt, was het nodig om nieuwe genen te ontwikkelen om deze informatie op te slaan. Daarbij kwam dat het hele systeem een zeer hoge graad van perfectie diende te bereiken om voldoende effectief te zijn. Vanuit de DNA-strengen bekeken, was het bouwen van een omhulsel een kwestie van "try and error". Allerlei verschillende stoffen en deeltjes werden uitgeteerd, telkens werden deze deeltjes in verschillende volgorde aan elkaar geregen. Langzaam maar zeker leerde het DNA de celstructuur te verbeteren.

Uiteindelijk bestond de gehele cel uit 2 op elkaar geplakte lagen. De buitenste laag wordt de celwand genoemd, de binnenste het celmembraan. Samen waren ze in staat om de DNA-streng te beschermen en van voeding te voorzien.

Deze formule zou zeer succesvol blijken tijdens het verdere verloop van de evolutie. Het overgrote deel van het huidige leven op aarde bezit zo'n dubbelwandige structuur.

De volgende afbeeldingen laten dat zien.

	<p>Uiteindelijk ontwikkelden de eerste cellen een dubbelwandig omhulsel die het kwetsbare DNA-molecuul moest beschermen.</p> <p>Het DNA bevat alle erfelijke eigenschappen van het organisme. Deze keten kon in 2 gelijke helften breken waarna de celwand openbrak en om beide helften weer aaneengroeide. Zo kon dit organisme zich voortplanten.</p>
	<p>Eerst splitst de DNA-streng in 2 gelijke stukken. Vervolgens groeien beide helften uit tot volledige ketens. Daarna rekt de celwand zich en groeit daarbij naar binnen. Op het punt waar beide wanden elkaar raken, groeit de celwand om beide strengen DNA. De twee delen laten los en de cel heeft zich hiermee voortgeplant.</p> <p>Dit hele proces ligt opgeslagen in het DNA in de vorm van genen. Zij zijn de dragers van de genetische code die dit proces aanstuurt.</p> <p>Elke cel kan hierdoor als een intelligent levend wezen worden beschouwd.</p>

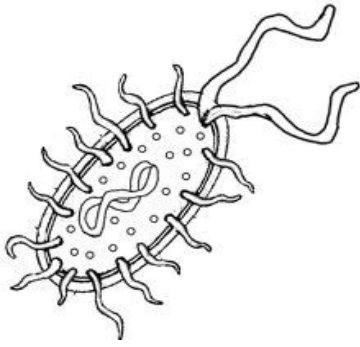
Ik ga ervan uit dat de eerste cellen zijn ontstaan in het oppervlakte water. Naarmate er meer en meer cellen kwamen, nam de "strijd om het zonlicht" in gestaag tempo toe. De cellen hadden allen zonlicht nodig voor de fotosynthese en iedere afzonderlijke cel wilde het beste plaatsje onder de zon. Dit is dus ook gelijk de belangrijkste reden waarom de DNA-streng de noodzaak kreeg om zo zuinig mogelijk met de beschikbare energie om te gaan.

De genetische informatie over de celwand bereikte daarna al spoedig de organismen die dieper in het water leefden, met als gevolg dat de organismen die van afgestorven DNA-strengen leefden ook een celwand gingen bouwen.

De daaropvolgende stap in de evolutie was dat het organisme zich moest kunnen verplaatsen om voedsel te zoeken. Dat gold met name voor de organismen die dieper in het water leefden. Het leven aan de oppervlakte was alleen gebaat bij zonlicht en had geen noodzaak zich te verplaatsen. Gewoon blijven drijven betekende direct een plaats onder de zon.

De organismen uit de diepte hadden daarentegen wel degelijk een reden om zich te verplaatsen. Immers, de eens zo talrijke voedseldeeltjes raakten op en de cel had nieuwe technieken nodig om actief op zoek te gaan naar voedsel. Daartoe ontwikkelde het een staart waarmee de cel zich door het water kon bewegen. Een dergelijke staart van een cel wordt een zweephaar genoemd. Deze ontwikkeling van de cel staat aan de basis van het gehele dierenrijk, immers alleen dieren hebben de mogelijkheid zich te verplaatsen in de door hen gewenste richting.

Deze ontwikkeling gaf dus al een duidelijk onderscheid tussen planten- en dierenrijk te zien. Dat zien we nog terug in onze huidige tijd. Dierlijke cellen bezitten een zweephaar, plantencellen hebben die niet.



Op de celwand ontstonden minuscule haartjes, trilhaartjes genaamd. Eén of enkele daarvan groeiden uit tot zweephaartjes waarmee de cel zich door het water kon verplaatsen.

De beweging die de zweephaartjes maken is exact gelijk aan de beenbeweging waarmee een kikker of een mens met de schoolslag zwemt. Door die samentrekkende beweging kon de cel zich verplaatsen.

Deze eerste stappen in de evolutie hebben een lange tijd nodig gehad om tot ontwikkeling te komen. De hele ontwikkeling van simpele DNA-keten tot een cel met zweephaar heeft – schrik niet – 1 miljard jaar of langer geduurd.

We hebben het dan nog niet gehad over het ontstaan van de celkern. De oercellen bezaten geen celkern, het DNA zweefde vrijelijk rond binnen het omhulsel. Alhoewel het DNA in de oercellen goed was beschermd en het organisme zich kon verplaatsen om voedsel te zoeken, bleek de energiehuishouding in de cel nog verre van optimaal te zijn.

De ontwikkeling van de celkern is ontstaan gedurende de tweede grote ijstijd, tussen 2,5 en 2,1 miljard jaar geleden. Om energie te besparen rolde de DNA-streng zich spiraalsgewijs op tot een balletje en daaromheen werd een nieuw omhulsel gebouwd.

We gaan maar weer eens terug naar het fietspad. Volgens mij was ik gebleven bij het bordje dat aangaf dat ik 8 kilometer op weg was.

Tja, de volgende negen kilometer waren goed te doen. De aarde en de dampkring waren tot rust gekomen, de aardkorst herstelde zich snel van het sneeuwballen gevecht en de plensregen tussen kilometer zeven en acht zorgde ervoor dat de aardkorst snel afkoelde.

Ondertussen was er nieuw leven gekomen en tot kilometerpaal 17 vond er een ware explosie van dat nieuwe leven plaats.

Ja, dat was een prettig stuk om te fietsen. Overal om me heen zag ik DNA-slierten in het oppervlakte water verwoede pogingen doen om huisjes te bouwen. Dat was een grappig gezicht hoor.

De meeste DNA-ketens waren wel zo verschrikkelijk kieskeurig dat ik ze telkens nieuwe pogingen zag ondernemen. Hadden ze een stuk afgebouwd, braken ze het onmiddellijk daarna weer af en begonnen ze overnieuw. Het deed me denken aan peuters die van blokken een toren proberen te bouwen. Ze probeerden werkelijk van alles uit, ronde huisjes, vierkante huisjes, piramidevormige huisjes, langwerpige huisjes. Je kunt het zo gek niet bedenken.

En ja hoor, op gegeven moment had een van die DNA-slierten bedacht dat het beter was om een huisje te bouwen met een binnen- en een buitenmuur en wonder boven wonder kreeg de sliert het nog voor elkaar ook. Dat wilden de anderen ook, met als gevolg dat er een hele ruilhandel van bouwstenen op gang kwam. Het hele schouwspel had iets aandoenlijks.

Het gevolg was wel dat de DNA-ketens veel van elkaars ervaringen leerden en al spoedig daarna beschikten ze over stevige woningen met spouwmuur isolatie.

Ja, eigenlijk was dat net op tijd want toen ik ongeveer 17 kilometer onderweg was, werd het ineens veel kouder. Heel veel van het oppervlakte water raakte bevroren en een groot deel van het leven onder de zon ging dood. Dat vond ik best heel zielig, dat weet ik nog goed.

Gelukkig duurde de kou niet lang, want voordat ik bij het 18de kilometerteken was, warmde het al weer op. De vrieskist omstandigheden bleken wel gevolgen te hebben gehad voor het leven in dieper water. De slierten in dieper water hadden de kunst van het huisje bouwen al eerder afgekeken van hun collega's aan de oppervlakte.

Op het moment dat ik het leven boven in het water massaal zag uitsterven als gevolg van het oprukkende ijs, betekende dit een feestmaal voor het leven onderin de oceanen. Het leven in de diepte begon zich hierdoor massaal voort te planten onder het motto, er is volop te eten dus kunnen we volop kinderen krijgen. Dan kunnen onze kinderen meegenieten van de rijk gevulde dis.

Tja, de slierten in de diepte hadden al best veel geleerd, ze wisten echter nog niet dat er al snel een eind zou komen aan de overloed. Ze kregen een probleem toen het voedsel opraaakte. Ik weet nog als de dag van gisteren dat één van de cellen, die vlak boven de oceaanbodem leefde, had bedacht dat een staart een nuttig hulpmiddel was. Nu kon die cel actief op zoek gaan naar voedseldeeltjes. De anderen hadden dat snel in de gaten en toen wilden ze allemaal wel een staart. Aldus geschiede.

Ik weet nog goed dat ik toen dacht, hé, de cellen hebben leren zwemmen.

De gevolgen hiervan kon ik toen nog niet overzien, had ik dat wel gekund, had ik misschien wel ingegrepen. Het voedsel voor de zwemmende cellen raakte steeds verder op. Op gegeven moment was er een cel die besloot dat het makkelijker was om zich te gaan voeden met andere zwemmende cellen. Daartoe verstevigde het zijn staart, zodat deze cel sneller en beter kon voortbewegen dan de rest. Daarna opende het de jacht.

Ik was in eerste instantie geschokt!!!

Hoe was het toch mogelijk dat een zwemmende cel jacht ging maken op zijn levende collega's.

Al snel besepte ik dat dit een onderdeel was van het algemene levensdoel van elk organisme, namelijk overleven en voortplanten. Ik besloot deze soort "roofcel" te gaan noemen.

Als gezegd, na bijna 18 kilometer afgelegd te hebben, warmde het klimaat weer op. Er vond een nieuwe explosie van leven plaats in de bovenste waterlaag, in de dieper gelegen delen was er echter oorlog ontstaan. In de volgende 4-5 kilometer zag ik het aantal soorten in het water snel toenemen. Ik bedacht de term biodiversiteit om uiting te geven aan de vele nieuwe soorten cellen die in die tijd het levenslicht zagen.

Na pakweg 20 kilometer merkte ik op dat er zuurstof in de lucht kwam en dat de concentratie hiervan gestaag toenam. Nu was zuurstof een puur vergif voor de levensvormen die tegen het wateroppervlak en vlak daarboven leefden. Dat betekende een ommekeer, de meeste soorten stierven uit, enkelen wisten van de situatie gebruik te maken.

Door subtiele veranderingen aan te brengen in de genen op het DNA-molecuul, leerden ze om lucht met zuurstof in te ademen. Al gauw werden zij de dominante soorten die al surfend op de golven, bezit namen van de wereldzeeën.

Dieper in het water nam de soortenrijkdom eveneens toe.

Sommige roofcellen gingen jacht maken op hun soortgenoten, andere leerden zich te voeden met levende cellen die in het oppervlakte water leefden. Weer anderen begonnen kolonies te vormen op de zeebodem en leerden steeds inniger vormen van samenwerking.

Na 22 kilometer koelde het af, het werd koud, het werd ijskoud. Het werd zó koud dat vrijwel al het water bevroor en de gevolgen laten zich raden. In tegenstelling tot de vorige vrieskist periode, duurde de kou ook nog eens veel langer. Vier kilometer lang fietste ik dik ingepakt over spiegelgladde paden terwijl de sneeuwstormen langs m'n gezicht raasden.

Ik had één voordeel, m'n zuurstofflessen had ik niet meer nodig al vond ik het wel verstandig om het masker nog maar een tijdje op te houden. Daarmee kon ik voorkomen dat m'n lippen op elkaar vastvroren. Door m'n sneeuwbril heen zag ik de cellen onder het ijs allerlei pogingen ondernemen om zich aan te passen aan de omstandigheden. Zo zag ik er één op het idee komen om de DNA-keten op te rollen en daaromheen een extra laagje te bouwen. Hiermee had deze cel een celkern uitgevonden. Ontroerd door zoveel vernuft ploegde ik verder door de dikke laag sneeuw en ijs. Zelf wilde ik ook niets liever dan opgerold in een warme deken beschutting zoeken.

Afijn, ik had zo'n 4 kilometer zwoegend, zuchtend en steunend doorgeploeterd, toen ik de indruk begon te krijgen dat de wind milder werd, de zon zich wat vaker liet zien en langzaam de sneeuw begon te smelten. Ik was echt heel blij dat de kou voorbij was, ik had bijna de moed opgegeven.

Op dit punt gekomen, bevinden we ons in tijd gemeten op ongeveer 2 miljard jaar geleden.

Het klimaat warmde geleidelijk weer op en het directe gevolg was een explosieve groei in de hoeveelheid en soorten organismen op aarde. Dat was niet nieuw en had eerder ook op een dergelijke manier plaatsgevonden. Het grote verschil was echter dat de cellen nu een veel hogere mate van ontwikkeling hadden bereikt met het ontstaan van een celkern en nog enkele andere nieuwigheden, die organellen worden genoemd, tot gevolg.

Organellen zijn iets anders dan organen, al lijken de woorden veel op elkaar.

Met het menselijk lichaam als voorbeeld, kennen wij organen als het hart, de lever, de hersenen, de nieren, de alvleesklier, maag en darmen enz. Al deze organen zijn opgebouwd uit zeer veel afzonderlijke cellen. Een gemiddelde mensenlever bevat zo'n 350.000.000.000 (350 miljard) cellen. Het aantal hersencellen bedraagt ongeveer 200.000.000.000 (200 miljard).

Da's geen flauwekul hoor!

Het zijn er echt zoveel!

Welnu, elke cel bevat een aantal onderdelen als de celkern, de ribosomen, mitochondrion enz. Deze onderdelen – met vaak hele moeilijke namen – worden organellen genoemd. Met een beetje fantasie kun je dus stellen dat de organellen, de organen van elke afzonderlijke cel zijn.

In het begin van dit hoofdstuk staan twee afbeeldingen van ééncellige organismen, simpel en eenvoudig opgebouwd met een DNA-streng omgeven door een celwand. In een later stadium ook met zweephaartjes. De afbeelding hieronder laat een moderne dierlijke en dus menselijke cel zien.



De wetenschap erkent dat endo-symbiose heeft plaatsgevonden.

Het gaat echter veel te ver om dieper op deze endo-symbiose in te gaan. De processen die daarbij een rol spelen zijn uitermate ingewikkeld en heel veel details zijn er tot op heden nog niet over bekend.

Tot slot van dit hoofdstuk ga ik nogmaals goochelen met getallen:

Ik kan u daarbij met stellige zekerheid beloven, dat u dit nauwelijks zult kunnen geloven.

Er zitten ongeveer 200 verschillende soorten cellen in een menselijk lichaam.

Het totale aantal cellen in een gemiddeld lichaam van een volwassen mens bedraagt 100.000.000.000.000 (100 biljoen)

Al deze cellen zijn ontstaan uit de bevruchting van één eicel met één zaadcel, waaruit één nieuwe cel is ontstaan. Deze ene cel gaat zich vermenigvuldigen en zorgt er aldus voor dat er 200 nieuwe soorten cellen ontstaan met een totaal van 100 biljoen, in ongeveer 20 jaar tijd.

Alle informatie die de bevruchte eicel nodig heeft om dit kunststukje klaar te spelen, is vastgelegd in het geheugen van het DNA van de desbetreffende bevruchte eicel.

De totale lengte van één menselijke DNA-keten bedraagt ongeveer 2 meter.

De breedte van de DNA-keten is slechts 0,000.000.002.4 meter (2,4 nanometer)

Dat DNA ligt helemaal opgerold in de celkern. Die celkern heeft overigens een doorsnede van 0,000.01 meter (10 micrometer).

Nu komt het...

De totale lengte van alle DNA-strengen in een gemiddeld volwassen menselijk lichaam bedraagt: 200.000.000.000 (200 miljard) kilometer!

In slechts 20 jaar wordt dit aangelegd, simpel door delen van de streng, weer aangroeien, delen, weer aangroeien, enz. enz.