

## De dampkring

De dampkring van de jonge aarde, de oeratmosfeer, is ontstaan als gevolg van twee – onafhankelijk van elkaar – werkende processen. De opbouw in een gelaagde structuur maakte dat de lichte gassen een laag vormden om de zwaardere steen- en metaal massa.

Daarnaast hebben we opgemerkt dat de aarde afkoelde na de vorming van de maan. Naarmate die massa verder afkoelde, kromp de gehele aardbol steeds verder in. Als gevolg daarvan werden de gassen naar buiten geperst. Dat proces wordt de ontgassing van de aardmassa genoemd.

Kortom, de dampkring groeide steeds verder aan en uiteindelijk was de gehele aarde omgeven door een kilometers dikke laag van verschillende soorten gassen.

Zoals eerder opgemerkt, gaan onderzoekers ervan uit dat die oeratmosfeer hoofdzakelijk uit methaan, ammoniak, waterdamp en koolzuur bestond. Het zal duidelijk zijn dat het huidige leven onder dergelijke omstandigheden niet had kunnen bestaan. De oeratmosfeer was uitermate giftig voor de huidige levensvormen op aarde.

Welnu, gedurende de lange evolutie van de aarde is de dampkring helemaal veranderd, alle gassen uit de oeratmosfeer zijn verdwenen op kleine beetjes waterdamp en koolzuur na.

Stikstof en zuurstof maken nu het overgrote deel uit van de lucht die we dagelijks inademen.

De veranderingen die hebben plaatsgevonden in de samenstelling van de dampkring gedurende de hele aardse evolutie zijn het directe gevolg van het ontstaan van leven.

Dat eerste leven op aarde bestond uit primitieve bacteriën en algen die in staat waren fotosynthese toe te passen. Fotosynthese is een biochemisch proces dat tegenwoordig in alle groene plantendelen voorkomt. Hierbij wordt uit water en koolzuur – onder invloed van zonlicht – suiker in de vorm van glucose gemaakt. Bij deze chemische reactie komt zuurstof vrij.

Primitieve algen kunnen als de stamvader van het gehele plantenrijk worden beschouwd.

Primitieve bacteriën (= cyanobacteriën) staan aan de basis van het dierlijk leven en ook aan dat van de schimmels.

Deze processen komen verderop in dit boek meer gedetailleerd ter sprake.

Nu vraagt u zich waarschijnlijk af hoe het leven op aarde ervoor heeft gezorgd dat de dampkring zoveel is veranderd? Zonder verder heel diep op deze ingewikkelde biochemische processen in te gaan zal ik een algemeen beeld schetsen over het hoe en waarom.

Laten we maar beginnen met waterdamp.

Naarmate het gehele aardse systeem – aarde en maan – afkoelde, ging waterdamp over in vloeibaar water. We weten allemaal dat dit bij 100 graden Celsius plaatsvindt.

Met andere woorden, vanaf het moment dat de temperatuur in de buitenste lagen van de dampkring beneden 100°C kwam, begon het te regenen. Waterdruppels vielen richting het aardoppervlak dat op dat moment nog gloeiend heet was. Het water verdampte aldus, steeg weer op in de atmosfeer, koelde af en viel weer als regen naar beneden. Het is meer dan waarschijnlijk dat deze regenbui een paar miljoen jaar of langer heeft geduurd.

Eigenlijk is regenbui niet helemaal de juiste benaming, stortregens, slagregens gepaard aan uiterst zware onweersbuien komt meer in de richting. Het gevolg was dat de regen het aardoppervlak steeds verder afkoelde en zodoende kon er een vaste aardkorst ontstaan. Naarmate het aardoppervlak kouder en kouder werd, verdampte er steeds minder water. Kortom, de concentratie waterdamp in de atmosfeer nam geleidelijk af toen het aardoppervlak zo koud was geworden dat er zeeën, oceanen en rivieren konden bestaan.

Dan ammoniak.

Ammoniak is een gas dat zeer goed oplost in water en deze oplossing kennen wij als ammonium. In de supermarkt is ammonium te koop in literflessen, het is een krachtig schoonmaak- en ontvettingsmiddel met een vies stinkende geur.

Tezamen met de regen verdween aldus het ammoniak ook langzaam uit de oeratmosfeer.

Je zou kunnen zeggen dat de eerste zeeën en meren op aarde meer op ammonium leken dan op zuiver water.

Vervolgens koolzuur.

Als gevolg van de fotosynthese nam de concentratie koolzuur in de atmosfeer geleidelijk af. Daarbij komt dat ook koolzuurgas goed in water kan oplossen. De stortregens zorgden er dus mede voor dat dit gas langzaam uit de oeratmosfeer verdween.

De productie van zuurstof zorgde er vervolgens voor dat het methaan in de atmosfeer ging verbranden. Methaan is een uiterst brandbaar gas dat in chemische zin heel veel lijkt op aardgas. Bij de verbranding van aardgas komt koolzuurgas en waterdamp vrij.

Samengevat komt het erop neer dat levende organismen middels fotosynthese koolzuur en water gebruiken om suiker en zuurstof te produceren. Zuurstof zorgde ervoor dat het methaan ging verbranden waardoor weer meer koolzuurgas en waterdamp werd gemaakt. Dit proces ging door totdat alle methaan uit de lucht was opgebruikt.

Ja ja, zult u nu denken, da's allemaal leuk en aardig, maar dat verklaart nog niet waarom er tegenwoordig stikstof en zuurstof in de lucht zit.

Op dit punt aangekomen, lieve lezers, moet ik u eerlijk bekennen dat ik dit hoofdstuk alreeds meer dan tien keer heb herschreven. Voor degenen onder u die scheikunde hebben geleerd op de middelbare school, is de uitleg eigenlijk vrij simpel neer te schrijven. Zonder deze kennis wordt het een stuk lastiger.

Ik hoop dat onderstaande beschrijving voldoende duidelijk is.

Nadat het methaan in de oeratmosfeer was opgebrand ging de natuur zuurstof gebruiken om andere stoffen te verbranden. De officiële benaming hiervoor is oxidatie.

Een bepaald materiaal oxideert wanneer het reageert met zuurstof.

Soms gaat dit met veel warmte gepaard, zoals het verbranden van voornoemd aardgas om ons vlees te bakken, de piepers te koken enz.

Soms zie je alleen de oorspronkelijke stof veranderen. Zo verandert ijzer in roest wanneer het reageert met zuurstof. Koper kleurt groen wanneer het zich verbindt met zuurstof.

Wel, bij de vorming van de aarde waren weliswaar de zwaardere elementen naar de aardkern gezonken, maar dat wil nog niet zeggen dat alles daar terecht was gekomen.

De restanten ijzer, nikkel, maar ook koper, zink, mangaan en vele andere metalen reageerden met zuurstof. Daarnaast bevatte de jonge aardkorst grote hoeveelheden zwavel, kiezel, fosfor e.d.

Ook deze elementen reageerden met zuurstof. De aldus gevormde materialen vormen samen de aardkorst zoals wij die nu kennen.



Deze afbeelding toont een deel van de Grand Canyon in de Verenigde Staten van Amerika.

Het roesten van ijzer in de aardkorst is goed te zien aan het rood gekleurde gesteente.

Overigens is het zo dat deze canyon in de loop van miljoenen jaren is uitgesleten door de Colorado rivier.

Dat geeft maar aan hoe groot de kracht van stromend water kan zijn.

De oxidatieprocessen hebben lang geduurd, minstens 2 miljard jaar. Al die tijd was er nog nauwelijks zuurstof in de lucht aanwezig, immers de oxidatieprocessen slokten alle zuurstof op.

Ook de ozonlaag bestond nog niet.

Nadat het oxideren van materialen was voltooid, heeft de atmosfeer zich langzaam maar zeker gevuld met zuurstof. Hoe lang het proces van oxidatie heeft geduurd zullen we nooit met zekerheid kunnen zeggen, al staat het wel vrijwel vast dat er – afgemeten op ons behaarde fietspad – gedurende de eerste 18 – 20 kilometer geen zuurstof in de atmosfeer voorkwam.

Dat betekent simpel gezegd dat we de eerste 20 kilometer moeten fietsen met gasflessen en zuurstofmasker, net zoals diepzeeduikers dat doen om onder water te kunnen ademen.

Ik heb nimmer beweerd dat het een eitje is om deze 46 kilometer te fietsen.

In onze tegenwoordige tijd bestaat de dampkring uit 21% zuurstof, 78% stikstof en 0,04% koolzuur. De overige 0,96% is hoofdzakelijk het edelgas argon.

Hoe zuurstof via het fotosyntheseprocess uiteindelijk in de lucht kwam, hebben we gezien.

Overigens is het van belang om in dit verband nog op te merken dat fotosynthese een belangrijke stap vormt in wat wetenschappers de koolstofkringloop noemen. Dit komt later in dit boek uitgebreid aan de orde in verband met het “broeikas effect” en de gevolgen daarvan in onze huidige tijd.

Koolzuur ( $\text{CO}_2$ ), maar ook methaan en waterdamp zijn zeer sterke broeikasgassen.

Analoog aan de koolstofkringloop bestaat er ook een stikstofkringloop.

Naast fotosynthetiserende bacteriën en algen, zijn er vrijwel gelijktijdig ook bacteriën ontstaan die ammonium via een aantal tussenstappen om konden zetten in stikstofgas. Dit is een ingewikkeld biochemisch proces met als eindresultaat het verdwijnen van ammonium in het water en het ontstaan van stikstof in de lucht. Dit is in het kort de beschrijving van bovengenoemde stikstofkringloop, verdere uitleg laat ik achterwege vanwege de complexiteit van dit proces.

Zowel de koolzuur- als de stikstofkringloop zijn processen die al heel vroeg in de geschiedenis van de aarde zijn ontstaan. Of ze beide precies tegelijkertijd zijn ontstaan zal altijd een raadsel blijven en is ook niet belangrijk. Zeker is dat beide processen 3,5 miljard jaar geleden al bestonden.

Afgemeten op ons fietspad van hoofdharen, bestonden beide levensprocessen in ieder geval al bij kilometerpaal 11, vanaf het startpunt gemeten natuurlijk.

Tot slot argon.

Deze stof noemen we een edelgas omdat het geen verbinding met zuurstof kan vormen.

Het grootste gedeelte van de argon bevindt zich al in de atmosfeer vanaf het allereerste begin als gevolg van de ontgassing na de vorming van de maan. Het overgrote deel is gevormd uit het radioactieve verval van kalium. Nadere uitwerking hiervan valt echter buiten het bestek van dit boek.



Op deze foto vanuit het ruimtestation genomen, is de dampkring goed te zien.

Merk op hoe klein het laagje lucht eigenlijk is; nog geen honderd kilometer vanaf het aardoppervlak gemeten.

Dit dunne laagje lucht is van levensbelang voor al het leven op aarde.

Onze huidige generatie dient alles in het werk te stellen om dit schillete van lucht gezond te houden.