

W

Waren de zeeën voor de zondvloed groen?

OERWOUDE OP DE OCEAAN


Stel je voor: een professor zet een tijd-machine in elkaar en jij mag erin. Wie heeft daar nooit eens van gedroomd? De wijzer wordt naar '3000 voor Christus' geschroefd en als eindbestemming vult de professor 'oceaan' in. Hij drukt op een groene knop en je hoort de machine ronken. Je sluit je ogen en wacht op wat komen gaat. Stiekem verwacht je een nat pak. Niets is minder waar. Als je je ogen opent, sta je in een bos. Stammen staan dicht bij elkaar en laten vrijwel geen ruimte om er tussendoor te lopen. Enorme varens bedekken de cabine waarin je staat.

Je doet een stap voorwaarts, zet je voet op de grond en voelt hoe hij wegzakt in de drassige bodem. De stammen om je heen zijn opvallend groen. Hun bast heeft de structuur van krokodilhuid; alsof er een auto overheen is gereden en het profiel

van de band er nog in staat. Onderaan de lange stelen, die soms wel een meter dik zijn, liggen groene blaadjes die een beetje op gras lijken. Als je omhoog kijkt, zie je hele-



▶ Hoe zou de wereld er vandaag uit zien als er drijvende bossen waren?



Als je weleens een sjor aan een globe hebt gegeven, dan weet je dat de aarde overwegend blauw is. Meer dan tweederde van het oppervlak is bedekt met water. Maar weet je, het zou best eens kunnen dat de globe van 'de oude wereld' een heel andere kleur had. Om precies te zijn: groen. **Er zijn namelijk sterke aanwijzingen dat delen van de oceanen van voor de zondvloed bedekt waren met drijvende bossen.**

maal aan het eind van de stammen, die zo'n dertig meter lang zijn, takken met bladeren die zachtjes in de wind wuiven.

Je schrikt. In de verte hoor je een zoemend geluid, als van een zwerm bijen. Het geluid neemt toe. Wat het ook is, het komt dichterbij. Dan verschijnt er een paar meter boven je hoofd opeens een enorme libelle, zo groot als een meeuw. Je schat

VREEMDE BOMEN: HUN BAST HAD EEN STRUCTUUR VAN KROKODILLENHUID

Het bovenstaande is natuurlijk fictie. Toch berusten de gebruikte gegevens wel op onderzoeksmateriaal. De feiten zijn gelegd in een raamwerk dat heel anders is

zijn vleugelspanwijdte op een halve meter. Je draait je om naar de cabine, neemt een snoekduik en drukt snel op de knop om terug te reizen naar Anno Domini 2011.

dan het raamwerk dat doorgaans door de wetenschap wordt gebruikt.

In dit artikel staat de theorie van de drijvende bossen centraal. Hiermee kun je antwoord geven op vragen die rijzen als je de heersende theorie rond steenkoolvorming onder de loep neemt. Ook geeft het een prikkelend kijkje achter de schermen van de zondvloed en hoe de wereld eruit zag voordat die catastrofe plaatsvond.

ALGEMENE THEORIE

In sommige delen van de wereld vind je heel veel steenkoollagen in de bodem. Ze

zijn als een sandwich op elkaar gelegd. In het Duitse Ruhrgebied bijvoorbeeld liggen wel 230 steenkoollagen op elkaar. Niet voor niets heet de gesteentelaag waarin deze steenkoollagen liggen het Carboon, wat afgeleid is van het Latijnse woord voor houtskool.

In het Carboon heerste een tropisch klimaat en was het zeeniveau relatief hoog. De heersende gedachte is dat grote delen van het tegenwoordige Europa bedekt waren met moerassen. In die moerassen werden afgestorven plantenresten opgeslagen, die een groot deel van de tegenwoordige steenkoolvoorraden op aarde vormen.



▶ Een afdruk van de wortel van een holle boom.



▶ Zo kan de drijvende bosmat eruit hebben gezien.

Steenkool is een gesteente dat voornamelijk uit verrot en ingekoold plantenmateriaal bestaat. Veel wetenschappers stellen dat dit miljoenen jaren geleden in moerassen is afgezet. Dat moet gebeurd zijn op de plaats waar de steenkool nu gevonden wordt. In de laag onder de steenkoollaag bevinden zich namelijk gefossiliseerde wortels van planten waaruit de steenkool is opgebouwd. Het ene moeras dat overging tot steenkool werd na lange tijd overdekt door een ander moeras. Zo ontstond de sandwich van steenkoollagen.

Tot zover klinkt de theorie aannemelijk. Toch kun je er heel wat vraagte-

ken bij zetten. Bij nadere bestudering blijkt namelijk dat de wortels in de laag onder de steenkool liggen, zijn geen doorsnee wortels. Het zijn rizomen: holle, cilindervormige wortels waaraan naar alle kanten toe dunne buisvormige vertakkingen zitten. Deze rizomen kunnen zich sterk met elkaar vervlechten, waardoor een drijvende mat ontstaat.

DE VONDST VAN HOLLE WORTELS EN STAMMEN MAKEN HET AANNEMELIJK DAT DE BOSMAT OIT DREEF

Scheven constateerde namelijk dat de meeste planten die in de steenkoollagen gevonden worden hol zijn. De fossiele wortels die in de laag onder de steenkool liggen, zijn geen doorsnee wortels. Het zijn rizomen: holle, cilindervormige wortels waaraan naar alle kanten toe dunne buisvormige vertakkingen zitten. Deze rizomen kunnen zich sterk met elkaar vervlechten, waardoor een drijvende mat ontstaat.

OPMERKELIJK

Scheven schrijft dat de wortels onder de steenkoollaag afkomstig zijn van de in-

GIGANTISCHE KRUIDPLANT

▶ Lepidodendrons waren planten met boomgrote afmetingen. De wortels hadden vaak een doorsnede van meer dan een meter. Ze zijn familie van de biesvarens, planten die ook in Nederland voorkomen in bepaalde plassen en in moerassige gebieden. De kleine biesvaren groeit onder water en beschikt over priemvormige bladeren waarin veel luchtkamers zitten.

▶ De Lepidodendron had dikke, holle stammen die zelden vertakten en was bedekt met een kroon van bladeren in de top. De bladeren waren smal, vergelijkbaar met lang gras.

▶ De stam van de Lepidodendron vertoonde dicht op elkaar zittende, diamantvormige littekens. Zij ontstonden als de plant groeide en de bladeren

afvielen. Ze geven de fossielen van de Lepidodendron hun kenmerkende 'krokodillen-huidstructuur'.

▶ Bij nadere bestudering van de littekens bleek dat de stam uit fotosynthetisch materiaal bestond. Door kleine poriën kon de plant kooldioxide uit de lucht halen en zuurstof afgeven. In tegenstelling tot de bruine stammen van bomen die we nu kennen, moet de Lepidodendron dus groen zijn geweest. Voor fotosynthese zijn namelijk groene bladgroenkorrels nodig. Hij zal eruit hebben gezien als een gigantische kruidplant.



onderzoek naar de vorming van steenkool in het Carboon. Hij komt met een heel andere verklaring voor het ontstaan van steenkoollagen. Volgens hem zijn ze ontstaan uit bossen die op de oceanen

ALTERNATIEVE THEORIE

De Duitse bioloog dr. Joachim Scheven deed jarenlang



WAAROM HET AANNEMELIJK IS

Leuk zo'n theorie over drijvende bossen, maar is het echt zo aannemelijk dat ze ooit bestaan hebben? Een paar aanwijzingen:

▶ **1. De structuur van de gevonden wortels onder de steenkool vind je tegenwoordig alleen terug in waterplanten.**

Water in aarde zakt naar beneden. Daarom groeien wortels in aarde ook die kant op. De wortels van waterplanten groeien echter alle kanten op. Het maakt ze als het ware niet uit waar ze het water vandaan halen. Precies dat patroon vind je terug bij de fossiele wortels onder de steenkoollagen.

▶ **2. De stammen waren bijna helemaal hol vanbinnen.**

Er zijn afdrukken gevonden van stammen van Lepidodendrons waaruit blijkt dat er veel lucht zat tussen het centrale, binnenste deel van de stam en de buitenschil. In de foto hiernaast



kun je zien dat de holle binnenkant van de stam destijds gevuld is met modder, zodat er een afdruk achterbleef van de binnenkant nadat de buitenste schil weg rotte. Het is dus geen versteend hout wat je op deze foto ziet, maar een afdruk van de binnenzijde. Je kunt goed zien dat de holte in de centrale stam vloeiend doorloopt in de holtes van de wortels.

▶ **3. Alle wortels waren hol.**

Niet alleen de grote wortels waren hol; ook de worteltjes die aan die wortels zaten. Luchtgevulde wortels hebben alleen zin als het om een waterplant gaat, niet als het gaat om planten die in de aarde groeien.

▶ **4. Eén van de wetenschappers die ervan overtuigd was dat de boomachtige Lepidodendrales op het**

wateroppervlak groeiden, was O. Kuntze, een ervaren botanicus. Overigens was hij ook evolutionist en dacht dat deze planten geëvolueerd waren uit zeealgen.

nomen dat Lepidodendrons en Sigillaria in de natste delen van de steenkoolmoerassen groeiden tijdens het Carboon. Ze stonden dicht op elkaar, in grote aantallen; duizend tot tweeduizend per hectare. Dit kon doordat deze planten geen takken kregen totdat ze helemaal volgroeid waren. Het merendeel van hun leven zagen ze eruit als

ONDERZOEK WIJST UIT DAT VOOR STEENKOOLVORMING GEEN LANGE TIJD NODIG IS

groene stokken met grasachtige blaadjes, die zo uit de stam kwamen.

VLOEDGEWELD

De wortels van de Lepidodendron en Sigillaria waren sterk met elkaar verweven. Gevallen bladeren en vuil werden in de wortelmat opgevangen. Op die manier diende het als geschikte ondergrond voor

middels uitgestorven Lycopodiophyta. Deze groep planten leefde in het Carboontijdperk. Uit die groep zijn het telkens de wortels van de Lipododendrons en de Sigillaria die onder de steenkoollagen worden teruggevonden. Dat is opmerkelijk. De

steenkool zelf is namelijk samengesteld uit veel meer plantensoorten, waaronder boomvarens en reuzenpaardenstaarten. Je zou verwachten dat ook van die planten wortels zijn terug te vinden in de laag onder de steenkool. Dat is niet het geval.

Van de uitgestorven Lipododendrons en Sigillaria is bekend dat ze op water dreven. Deze boomhoge planten werden wel dertig meter lang. De stam ging over in wortels waaraan vaak nog kleinere worteldraadjes zaten.

Het wordt algemeen aange-

varens en andere plantensoorten. Zo'n mat van luchtgevulde wortels, gevallen plantenresten en levende kleine planten moet een stevige structuur hebben gehad, met een flexibiliteit die voorkwam dat de mat uiteen scheurde. Het was drijvend genoeg om de lichte, holle stammen van de Lepidodendron en Sigillaria te kunnen dragen.

KRACHTEN

Als je ervan uitgaat dat er een zondvloed was, kun je je voorstellen dat deze drijvende bossen, die vroeger grote delen van de oceanen bedekten, niet meer bestaan. Wanneer je bedenkt welke enorme krachten er tijdens de zondvloed speelden (vulkanisme, het openbreken van de fontein van de afgrond) dan kunnen de drijvende bosmatten door het geweld misschien relatief intact zijn gebleven (ze dreven immers), maar toch ge-



▶ Daar waar de bladeren zaten zie je nu diamantvormige littekens.



scheurd zijn. Vervolgens zijn ze op het land geworpen toen het water zich, na de vijfde maand, terugtrok en zijn ze door nieuwe lagen bedekt. Uitgaande van dit plaatje zou je verwachten dat de bosmaten met de boomkruinen naar boven zijn afgezet. De holle wortels van de Lepido-



Fossiele boom, rechtopstaand in steenkoollagen teruggevonden.

dendron en Sigillaria, waar de bosmatten op dreeven, zouden dan aan de onderkant moeten worden teruggevonden. Daar bovenop komt dan de laag met plantresten die boven deze wortels groeiden (en die tot steenkool overging). Dat is precies wat we terugvinden als je steenkoollagen in bijvoorbeeld het Ruhrgebied onder de loep neemt!

SNELLE AFZETTING

Nog iets anders is opmerkelijk: een aantal fossiele bomen zijn in rechtopstaande

positie in de lagen ingebed. Dat wijst op een zeer snelle afzetting. Tegenwoordig erkennen verschillende geologen dan ook dat het merendeel van de aardlagen in korte tijd kan zijn afgezet. Geoloog D. Ager spreekt in dit verband over 'tuesday afternoon deposits'; afzettingen die in een middag konden plaatsvinden. Toch duurde de vorming van steenkoollagen volgens veel wetenschappers miljoenen jaren. Tussen de afzetting van de ene laag en de andere zou heel veel tijd hebben gezeten. Het inschatten van die tijd tussen de opeenvolgende aardlagen is echter in hoge mate giswerk dat niet ondersteund wordt door gegevens in het veld.

Ter illustratie kan hier de Carboonformatie in Wales worden genoemd. Die formatie bestaat uit een kalkpakket dat op sommige plaatsen duizend meter dik is en waarin een sandwich van steenkoollagen zit. Dit geheel zou in 10 miljoen jaar zijn gevormd. Dat is gemiddeld 0,1 millimeter per jaar. Maar het bijzondere aan deze formatie is dat er op een aantal niveaus rechtopstaande boomstammen in voorkomen die soms 10 tot 15 meter hoog zijn en steenkoollagen 'doorklieven'. Om deze rechtopstaande bomen te fossiliseren zonder dat ze zijn weggerot en omgevallen, moet de inkapseling van de bomen heel snel hebben plaatsgevonden.

HOE KAN DE STEENKOOLESANDWICH ZIJN ONTSTAAN?

Deloedgolven van het dalende zondvloedwater zorgden ervoor dat er telkens weer een nieuw gebroken deel van de drijvende bosmat op de aarde werd neergelegd. Telkens volgden de lagen elkaar op, gebruikmakend van getijden. Zo ontstonden bijvoorbeeld de 230 steenkoollagen in het Ruhrgebied.

In de bovenste tekening is te zien dat er al een steenkoollaag bezig is te vormen (1). Het zondvloedwater voert een nieuw pakket drijvende vegetatie aan (2). In de middelste tekening is te zien hoe weer een vegetatiepakket in de golven verdwijnt (3) en op de reeds afgezette zondvloedlaag bezinkt.

De onderste tekening laat zien hoe het gezonken

vegetatiepakket door nieuw aangevoerd zondvloedsediment wordt bedolven, waarbij de plantenresten in steenkool veranderen (4). Tegelijkertijd zie je dat het zondvloedwater een nieuw pakket drijvende vegetatie van elders aanvoert (5). Dit pakket zal in een volgende cyclus eveneens bezinken en door sediment worden bedekt, zodat uit dit materiaal opnieuw een laag steenkool zal ontstaan.



ALTERNATIEF

Bekend is dat voor steenkoolvorming geen lange tijd nodig is. Dat is in verschillende experimenten aangetoond. Hierbij werd organisch materiaal aan een hoge druk en warmte onderworpen, waarbij zich binnen een paar dagen steenkool vormde.

De opsteller van de theorie rond de drijvende bossen, dr. Joachim Scheven, heeft dus recht van spreken als hij een veel korter durend alternatief biedt voor de heersende theorie rond steenkoolvorming.

Deze gebeurtenissen zouden zich tijdens de zondvloed in korte tijd meerdere keren hebben voorgedaan in dalingsgebieden (troggen). Op die manier werden de troggen opgevuld, waarbij grote aantallen steenkoollagen boven elkaar achterbleven. Dit strookt met datgene wat beschreven staat in Genesis 8. Daar staat dat aan het eind van de zondvloed de fonteynen van de afgrond ophielden. Daarna 'keerden de wateren weer van boven de aarde, heen en weder vloeiende'. Die heen-en-weer-

beweging van het terugtrekkende water kan ervoor gezorgd hebben dat de drijvende, in stukken gereten bosmatten één voor één op elkaar zijn gelegd. Uitgaande van een gestage stroom aan water en een continue aanvoer van vegetatie, kunnen er, als gevolg van de getijden, tot aan twee lagen per dag zijn gevormd. Dit proces zou in de vijfde maand van de zondvloed zijn gestart en zeker nog de zeven verdere maanden van de zondvloed zijn doorgegaan.

DREVEN BOSSEN OP
ZOET OF ZOUT WATER?

Overleven in de bosmat

De bodem van de drijvende bossen was drassig. Het was een prima milieu voor amfibieën, ervan uitgaande dat het bodemwater zoet was. Fossielen van zoetwaterweekdieren worden in de steenkoollagen gevonden, dus ook zij leefden kennelijk in de drijvende bossen. **Maar er worden ook zoutwaterdieren in de steenkool aangetroffen.**

Dreef het bos nu op zoet of zout water?

Fossielen van dieren die afhankelijk zijn van zoet water kom je in allerlei soorten en maten tegen in de steenkoollagen van het Carboon. Vooral insecten zijn ruim vertegenwoordigd: miljoenpoten met lengtes van twee meter, libellen zo groot als meeuwen, kevers, kakkerlakken, vliegen, maar ook reusachtige spinnen en drie meter lange schorpioenen. Ze worden dikwijls in holle boomstammen van de Carboonflora gevonden. Daarnaast kom je veel zoutwaterweekdieren tegen en vissen.

CAPILLAIRE WERKING

De aanwezigheid van zoet- en zoutwaterdieren kan alleen maar worden verklaard als de bossen zowel zoet als zout water in hun nabijheid hadden. Er is een theorie die stelt dat het drijvende bos daarom een laag van zoet water onder zich hield, terwijl het op de zoute oceaan dreef. De kracht om dat water onder zich te houden, wordt aangeduid met 'capillaire werking'. Een vergelijkbaar proces vindt plaats in de duinen. Ook zij houden (dicht onder zich) zoet water vast, terwijl het zoute water onder het zoete water ligt. De capillaire werking van de duinen speelt daarbij een rol.

Misschien heb je weleens gezien dat het wateroppervlak in een vol geschonken glas over de rand bolt zonder eruit te vloeien. Op zo'n moment zorgt de oppervlaktespanning ervoor dat het water niet wegstroomt en tillen de capillaire krachten het water als het ware boven het glas uit. Dit gebeurt ook bij zoet water dat onder de duinen ligt opgeslagen. Het water wordt boven het gemiddelde zeeniveau uit getild, waardoor het 'op zijn plek wordt gehouden' en minder snel mengt met het onderliggende zoute water dat vanuit de zee onder de

OF IS ER GEEN PROBLEEM?

Een andere verklaring is dat alle oceanen aanvankelijk zoet waren. Het probleem van de scheiding van zoet en zout water is er dan dus helemaal niet.

Het kan zijn dat er tijdens de zandvloed veel mineralen in het zoete water zijn opgelost. In de eeuwen daarna is het zoutgehalte steeds hoger geworden doordat rivieren vanaf het land de zeeën in stromen. Zeewater verdampt, regent neer op het land en neemt weer nieuw zout mee via deze rivieren. Hierdoor worden de zeeën door de jaren heen steeds zouter.

Een aantal zaken maken deze theorie aannemelijk:

▶ Het is bekend dat zeedieren zich aan kunnen passen aan een veranderende leefomgeving: van zout naar zoet en andersom. Vereiste is wel dat de verandering geleidelijk gebeurt.

▶ Vandaag de dag zijn van veel dieren zout- en zoetwatervarianten. Denk aan de haai, de paling en verschillende schelpdieren.

▶ Ook zijn er dieren die zowel in zout als in zoet water kunnen overleven, zoals de zalm.

duinen door dringt.

Op een vergelijkbare manier kunnen de uitgestrekte drijvende bosmatten ook een capillaire werking hebben gehad en het verse water 'bij zich' hebben gehouden, terwijl ze op het zoute water dreven.

RELATIEF WARM, ZOET WATER KAN OOK VANDAAG NOG KILOMETERS BUITEN DE KUST WORDEN GEVONDEN

Een vereiste daarvoor is wel dat de dichtheid van de matten erg hoog was. Dit was het geval: Lepidodendrons groeiden dicht op elkaar, duizend tot tweeduizend per hectare.

WARM DRIJFT OP KOUD

Iets anders wat meespeelt is dat deze bosmatten grote delen van de oceanen bedekten. Die bossen zullen voor veel schaduw hebben gezorgd, waardoor het onderliggende zeewater een stuk kouder was dan het verse zoete water dat via de bossen naar beneden sijpelde. Van grote hoeveelheden zoet en zout water is bekend dat ze zich moeilijk laten vermengen. Zo kan relatief warm, zoet wa-

ter nog kilometers buiten de kust worden teruggevonden, bijvoorbeeld daar waar de Amazonerivier de zee in stroomt.

BREED SCALA

Zoutwaterweekdieren haalden hun voedsel waarschijnlijk van onder de drijvende bossen vandaan. Ook zijn er reptielen gevonden in de steenkoollagen. Zij konden in de bossen nestelen en in het water hun voedsel vergaren.

Het bestaan van drijvende bossen geeft een verklaring voor de opmerkelijke lichaamsbouw van amfibieën waarvan fossielen in de steenkoollagen zijn gevonden. Veel van deze dieren hebben grote, platte, schepgevoormde koppen met kalkbotten. Hiermee kunnen ze zich snel tussen de wortels verplaatsen. De dieren hadden een flexibel lichaam met skeletonderdelen van kraakbeen. Daarmee konden ze zich door de wortelpartijen heen wringen. Ook lijkt de tandstructuur van sommige amfibieën te zijn aangepast voor het filteren van schaaldiertjes en larven. De drijvende bosmat was een prima leefmilieu voor zulke kleine week- en schaaldieren.

Tussen de wortels zouden geen grote vissen kunnen leven omdat ze geen bewegingsruimte hebben om hun vinnen uit te slaan. Dieren met pootjes zouden zich wel goed tussen de wortels kunnen voortbewegen. ◀

▶ In de duinen wordt zoet water boven het zeeniveau uit 'getild'.

▶ WEET MEER

- <http://tiny.cc/drijvendbos1>
- <http://tiny.cc/drijvendbos2>
- <http://tiny.cc/drijvendbos3>
- <http://tiny.cc/drijvendbos4>

