



Hoe maak je een boom?

Jaren geleden keek ik naar een documentaire over scholen. De boodschap die de makers over wilden brengen was dat scholieren weliswaar veel leren, maar het systeem niet in staat leek om ze daadwerkelijk inzicht bij te brengen. Om dit punt te onderstrepen kregen scholieren van een Amerikaanse high school op hun afstudeerdag een paar vragen. Zo kregen ze onder andere een stuk hout in handen en moesten reageren op de stelling dat het hout van lucht gemaakt was. Zonder uitzondering vonden de leerlingen dat onzin. Hout was zwaar, en zoiets kon toch niet uit iets ongrijpbaars als lucht ontstaan.

Echt eerlijk vond ik de test niet. In de eerste plaats geef je geen moeilijke vragen op een afstuderen. En ik weet zelfs niet of bij mij, als afgestudeerd bioloog, wel meteen het kwartje gevallen was. Het juiste antwoord was, dat hout inderdaad van lucht gemaakt wordt. Middels de fotosynthese maken bomen de suikers die dienen als bouw materiaal voor allerlei onderdelen, waaronder het cellulose waaruit het hout is opgebouwd. Een boom is een grote machine, waarbij de bladeren voortdurend kooldioxide opnemen en omzetten in suikers. Groot zijn helpt, want dan kan je het licht wegvangen, waardoor kleinere planten letterlijk bij je in de schaduw blijven staan.

Dat planten al snel na de verovering van het land tot grote hoogte reikten was allang bekend. Maar de oudst bekende stammen vormden tot dusver een raadsel voor paleobotanici. Deze stammen komen uit een groeve bij Gilboa, in de Amerikaanse staat New York, en zijn zo'n 385 miljoen jaar oud. Al in de negentiende eeuw kregen zij de naam *Eospermatopteris* mee, maar om wat voor plant het eigenlijk ging, was tot dusver onduidelijk. Vandaar dat de iets jongere *Archaeopteris* over het algemeen in de tekstboeken vermeld staat als de oudste boom. Dat was dan ook echt een flinke boom. Stammen konden een doorsnede bereiken van 1,5 meter, en ze zouden tot veertig meter hoog kunnen worden, daarbij stevig verankerd door een uitgebreid wortelstelsel. De kroon was vertakt, en kleine takjes droegen blaadjes. In tegenstelling tot *Eospermatopteris* was van *Archaeopteris* wel bekend wat voor plant het was. Het was een progymnosperm, een verwant van de zaadplanten.

Twee nieuwe fossielen uit de groeve bij Gilboa werpen nu licht op de taxonomische positie van *Eospermatopteris* (lit. 2, 3). Een van de uitdagingen voor paleobotanici is dat ze meestal maar losse onderdelen vinden van planten,

zeker als het gaat om grote, boomvormige soorten. Allerlei losse onderdelen krijgen vaak afzonderlijke namen, de zogenaamde orgaangenera. En dan is het wachten op het fossiel dat aantoonde welke bladeren, vruchten, stammen, wortels en voorplantingsorganen samen een plant vormden. Een van de nieuwe fossielen laat zien dat de kroon die beschreven is onder de naam *Wattieza* vast zit aan de stam *Eospermatopteris*. En daarmee valt de boom onder de *Pseudosporochnales*, een uitgestorven groep die eerder verwant is aan de varens dan aan de zaadplanten. Dat het hier om een heuse boom gaat, wordt aangetoond door het tweede fossiel, een stam van zes meter lengte!

De term 'heuse boom' moet echter met een korreltje zout genomen worden. De plant was hoog, maar bood in levende lijve een vreemd aanzien. Bij bomen denken we, behalve aan een stam, ook aan een groot bladerdek, of een veelheid aan naalden. Deze devonische boom had echter geen bladeren. De fotosynthese vond plaats in takken, die ook nog eens alleen aan de top te vinden waren. Daarmee werd de boom niet alleen uitgevonden in een heel andere groep dan *Archaeopteris*, maar ook nog eens volgens een heel ander bouwplan. Maar die geschiedenis zou zich sindsdien nog vaak herhalen, aangezien bomen in allerlei verschillende plantenordes ontwikkeld zijn.

Stein et al. wijzen er in hun artikel nog eens op, dat de ontwikkeling van bomen niet alleen van grote betekenis is geweest voor de plantenwereld op aarde. Met het ontstaan van de eerste bossen, ontstond ook voor het eerst een dikke strooisellaag. En strooisel herbergt altijd een rijke fauna aan geleedpotigen, die op hun beurt weer als voedsel kunnen dienen voor allerlei predatoren. De eerste bomen waren niet alleen getuigenis van de verovering van het land door planten, ze creëerden ook nog eens een omgeving waarin dieren die de overgang gemaakt hadden tal van nieuwe mogelijkheden vonden.



Hoe maak je een superboom?

Superbomen zijn helemaal in. Nadat tal van studies die zich concentreerden op bepaalde diergroepen, wordt er nu meer en meer gekeken hoe verschillende van de deelbomen gecombineerd worden tot een grote fylogenetische reconstructie. In maart luisterde ik nog tijdens een symposium naar een theoretische uiteenzetting over een superboom van archaëosauriërs. Veel meer dan dat het allemaal knap ingewikkeld is, heb ik er echter niet van opgestoken. Als je zelf je al nauwelijks aan een fylogenetische reconstructie durft te wagen, is een verhaal over algoritmen wat hoog gegrepen. Maar er is veel mogelijk, en met zo'n groot overzicht kan je ook tot nieuwe inzichten komen.

Bininda-Emonds et al. presenteerden in *Nature* van 29 maart een superboom van de zoogdieren (lit. 1). Het gaat hier om moleculaire data, dus staan alleen de recente soorten in de boom. Maar daarin is hij ook goed compleet: 4510 van de 4554 recente zoogdieren staan erin.

Het artikel trok vooral mijn aandacht, omdat ik de laatste

tijd in een aantal discussies verweekeld ben over dit soort bomen. Compleet als ze zijn, ze zijn per definitie hartstikke incompleet. Dat komt, omdat we alleen naar de zogenaamde kroongroepen kijken: de soorten die tot op de dag van vandaag hebben overleefd. Maar veruit de meeste soorten zijn in het verleden uitgestorven, dus de boom mist heel wat twijgen, en vaak ook hele zijtakken. Dit soort verhalen maken me bij voorbaat sceptisch, vooral ook omdat het artikel in *Nature* zich vooral richtte op de verschillende momenten in het verleden waarin de zoogdieren divergeerden. En als chemici gaan praten over een geologisch verleden, ben je als paleontoloog extra gespitst.

Zo op het eerste gezicht lijkt het duidelijk. Na het plotseling verdwijnen van de dinosauriërs namen de zoogdieren het over, dus de grote radiatie moet zo'n 65 miljoen jaar geleden plaats hebben gevonden. Die vlieger gaat dus niet op. De eerste grote splitsing valt in het Krijt. De superordes zijn volgens de moleculaire data al op 100 miljoen jaar te onderscheiden, de meeste recente ordes ontstonden als 85 miljoen jaar geleden, en binnen 10 miljoen jaar waren ze allemaal vertegenwoordigd. Het verdwijnen van de dinosauriërs was dus niet de aanleiding voor het ontstaan van de ordes, er zijn allerlei alternatieve scenario's voorhanden wat dan wel mogelijke oorzaken van de splitsing zijn. Maar dan zal toch zeker wel de verdere radiatie plaats hebben gevonden toen de aarde na het vallen van de meteoriet woest en ledig was? Ook dat lijkt niet te kloppen. De eerstvolgende grote opsplitsing vinden de onderzoekers in het Vroeg Eoceen. Alleen voor de buideldieren lijkt er iets te gebeuren op de Krijt-Tertiair grens. En omdat dat slechts om een paar lijnen gaat, zou dat ook nog wel eens toeval kunnen zijn.

Blijft er dan niets over van het idee dat de zoogdieren in het Paleoceen de rol van grote landvertebraten overnamen? Natuurlijk niet. Je moet in de gaten houden dat we het hier hebben over de recente ordes, iets wat de auteurs van het artikel heel consequent vermelden. Er zijn tal van zoogdieren die gebruik maakten van de ruimte die de dinosauriërs achterlieten, maar dat zijn allemaal uitgestorven zijtakken. Het is opvallend dat paleontologen tot dusver zo weinig vertegenwoordigers van de recente zoogdieren in het Paleoceen terug konden vinden. Hier geven de moleculaire data dus een mogelijke verklaring voor het gat in het fossiel record. De diversificatie van deze lijnen zou pas plaatsvinden tijdens het Vroeg Eocene klimaatoptimum.

Het patroon in de superboom is onmiskenbaar. En is het nu erg dat hij alleen gebaseerd is op kroongroepen waarvan moleculaire data beschikbaar zijn? Als paleontoloog ben je daar gebrand op, want je wilt toch niet dat biochemici je de kaas van het brood eten als het gaat om het reconstrueren van het leven op aarde. Wel, ook daarin zijn de schrijvers van het artikel heel duidelijk. Hun boom geeft een patroon, maar kan daarvoor niet de verklaring vinden. Moleculaire data vertellen niets over de ecologie. Ze kunnen het samenvallen van diversificaties met klimatologische omslagen suggereren, maar niet verklaren. Als het gaat om werkelijk te weten wat er aan de hand is, dan moeten volgens

de auteurs fylogenetici, paleontologen en paleoklimatologen de handen in elkaar slaan. En bij die conclusie kan ik me alleen maar aansluiten.

Literatuur

- 1 Bininda-Emonds, O.R.P., Cardillo, M., Jones, K.E., MacPhee, R.D.E., Beck, R.M.D., Grenyer, R., Price, S.A., Vos, R.A., Gittleman, J.L. & Purvis, A., 2007. The delayed rise of present-day mammals. - *Nature* 446, pp 507-512.
- 2 Meyer-Berthaud, B. & Decombeix A.L., 2007. News & Views A tree without leaves. - *Nature* 446, pp 861-862.
- 3 Stein, W.E., Mannolini, F., VanAller Hernick, L., Landing, E. & Berry, C.M., 2007. Giant cladoxylopsid trees resolve the enigma of the Earth's earliest forest stumps at Gilboa. - *Nature*, 446, pp. 904-907.

Lars van den Hoek Ostende, Nationaal Natuurhistorisch Museum, Postbus 9717, 2300 RA Leiden,
email: Hoek@naturalis.nnm.nl

