**gea**

**driemaandelijks tijdschrift van de Stichting Geologische Aktiviteiten voor belangstellenden in de geologie, mineralogie en paleontologie**

**september 2009, vol. 42, nr. 3, pag. 65 – 93**

*ISSN 0167-4692*

# Fossiele planten in het Mesozoïcum

door Prof. dr. J.H.A. van Konijnenburg - van Cittert *)

## Inleiding

Aan het eind van het Carboon verdwenen de koolvormende moerassen uit het noordelijke deel van de wereld, hoewel er nog een gordel rond de evenaar overbleef waar ze tot in het Onder-Perm voorkwamen. Het klimaat veranderde sterk in het Perm, het werd veel droger en er traden ook ijstijden op. Dit beïnvloedde de plantengroei sterk: vooral in de drogere, koude gebieden verdwenen alle grote vormen, in de (sub)tropische klimaatszone ontwikkelden zich groepen als de Cycaspalmen (afb. 1) en de eerste Ginkgo's (afb. 2). Ook de coniferen evolueerden sterk (afb. 3). Aan het eind van het Perm was er een grote catastrofe waarbij ongeveer 90% van het dierenleven op aarde uitstierf. Ook bij de planten was sprake van een sterke diversiteitvermindering, maar niet zo sterk als bij de dieren. Wat de precieze oorzaak van deze catastrofe was, is nog niet helemaal opgehelderd. Wel weten we dat het geleidelijk gegaan moet zijn en waarschijnlijk heeft langdurig vulkanisme, bekend als de *Siberian traps*, er iets mee te maken.

*Afb. 2. Recente **Ginkgo**; x 0,2.*

## Mesozoïcum

Tijdens het begin van het Mesozoïcum, de Onder-Trias, herstelde de flora zich weer wereldwijd, maar dat herstel heeft in onze regionen zo'n 4 miljoen jaar geduurd. Uit de Onder-Trias zijn maar weinig plantenfossielen bekend en dan vooral zgn. pionierplanten zoals de biesvarens (Isoetales; afb. 4) en de verwante Pleuromeiaceae (afb. 5). De laatste waren kleine bomen (zo'n 2 m hoog) met een kaarsrechte, onvertakte stam en bovenaan een 'kroon' van lange dunne bladeren en een eindstandige strobilus (niet-verhoute kegel). Deze pioniervegetatie werd vervangen door een vegetatie met vooral coniferen, zelfs een kruidachtige! (*Aetophyllum stipulare*; afb. 6), maar ook bepaalde zaadvarens speelden als struiken of kleine bomen een rol. Daarnaast zijn uit de Midden-Trias van bijvoorbeeld de Dolomieten een grote hoeveelheid Cycaspalmen bekend, ook met grote bladeren die wel wat leken op die van bananenbomen (afb. 7). Dit geeft aan dat het klimaat zich hersteld moet hebben en het milieu, althans daar ter plekke, redelijk vochtig en warm geweest moet zijn. Anders hebben bomen niet zulke grote bla-

*Afb. 1. Recente Cycaspalm; de boom is ca. 8 m hoog.*

*Afb. 3. Recente Araucariaceae als voorbeeld van een oude coniferenfamilie.*

**) Prof. Van Konijnenburg is bijzonder hoogleraar op het gebied van Prekwartaire paleobotanie aan de Universiteit Leiden. Dit artikel is een deel van haar oratie 'Fossiele planten: voer voor Dino's?', uitgesproken op 5 oktober 2004.*
*De bijdrage van prof. Van Konijnenburg kan gezien worden als voortzetting van eerdere artikelen in Gea 2007: De verovering van de aarde: de evolutie van vaatplanten op het vasteland, door Huub Bruens.*

*Afb. 4.* ***Isoetites brandneri****, Midden-Trias van de Dolomieten (foto Dr. Evelyn Kustatscher, Bolzano); x 0,5.*

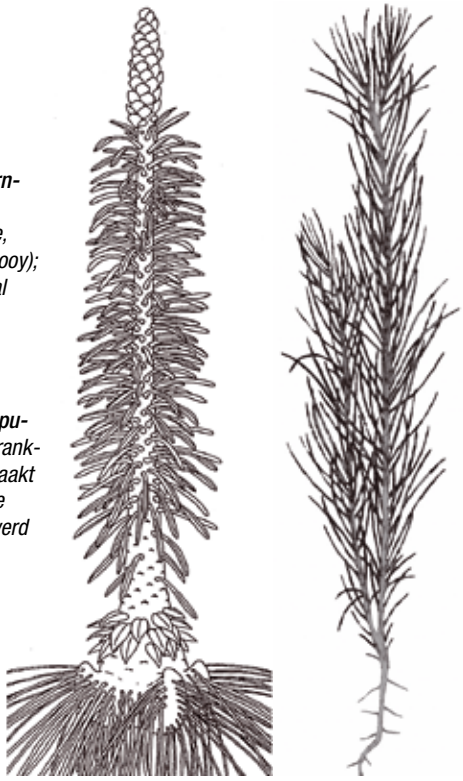
*Afb. 7.* ***Bjuvia dolomitica****, Midden-Trias van de Dolomieten (foto dr. Evelyn Kustatscher, Bolzano); x 0,25.*

*Afb. 8.* ***Equisetites arenaceus****, Trias, Duitsland, de stam is zo'n 10 cm breed.*

deren met ook nog een dunne cuticula (waslaag over de opperhuid). Uit die tijd kennen we uit andere Europese flora's ook nog bv. grote paardenstaarten (*Equisetites arenaceus*; afb. 8).

In de loop van de Trias en vooral in de Jura zien we bij de varens een aantal van de recente families in beeld komen, bv. de Marattiaceae, Osmundaceae (koningsvaren, afb. 9) en Matoniaceae (afb. 10). Een aantal ervan maakt in het begin van de Jura deel uit van grote koolvormende moerassen, bv. in Hongarije, Roemenië en Iran (afb. 11).

Maar het merendeel van de varens zoals we die nu kennen, bestond ook toen nog niet. Recent onderzoek heeft aangetoond dat zij pas na de diversificatie van de bloemplanten (angiospermen) in het Krijt zijn ontstaan. Ook bij de Coniferen vinden we aan het einde van de Trias en in de Jura de eerste fossielen van een aantal van de nu bekende families, zoals de Araucariaachtigen (denk aan de kamerden en de monkeypuzzle; afb. 12), de dennen (afb. 13) en de moerascypresachtigen (afb. 14). Bij de Ginkgo's zien we in het Mesozoïcum een veel grotere rijkdom aan geslachten en soorten dan alleen het nu nog levende fossiel *Ginkgo biloba* (afb. 15 en 16). Maar al deze Ginkgo's kwamen alleen voor in wat gematigde flora's. Nu nog kunnen Ginkgo's niet leven in een tropisch klimaat en dat was toen ook al het geval.



*Links:*
*Afb. 5.* ***Pleuromeia sternbergii****, Onder-Trias van Duitsland (reconstructie, gemaakt door dr. C.V. Looy); de plant werd maximaal 2 m hoog.*

*Rechts:*
*Afb. 6.* ***Aetophyllum stipulare****, Onder-Trias van Frankrijk (reconstructie, gemaakt door dr. C.V. Looy); deze kruidachtige conifeer werd zo'n 1,5 m hoog.*

*Afb. 9.* ***Cladophlebis denticulata****, Midden-Jura van Yorkshire, steriel varenblad behorende tot de familie Osmundaceae; x 0,5.*

*Afb. 10.* ***Phlebopteris muensteri****, Onder-Jura van Duitsland, fertiel blad behorende tot de familie Matoniaceae; x 1,5.*

*Afb. 11.* ***Coniopteris hymenophylloides****, Midden-Jura van Yorkshire; x 1.*

*Afb. 12.* ***Brachyphyllum mamillare****, Midden-Jura van Yorkshire, vertegenwoordiger van de Araucariaceae; x 1.*

Overigens, Ginkgo's worden heden ten dage regelmatig in steden aangeplant, simpelweg omdat ze goed bestand blijken te zijn tegen uitlaatgassen.

*Afb. 13.* ***Schizolepis liasokeuperiana****, Onder-Jura van Duitsland, tak met korte loten en naalden; deze conifeer zou een vroege vertegenwoordiger van de Dennenfamilie kunnen zijn; x 0,75.*

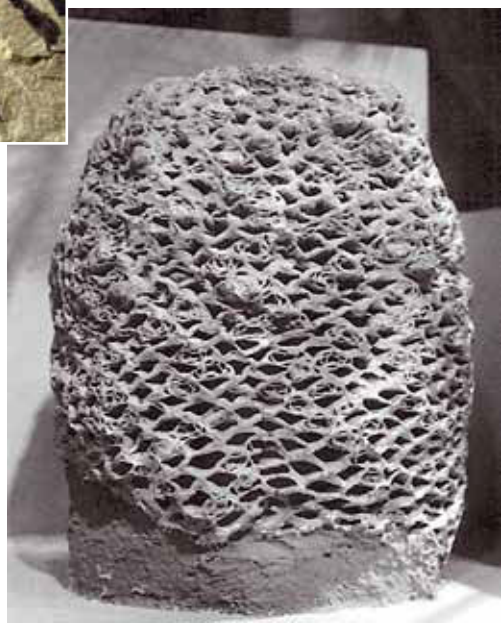
*Afb. 14.* ***Elatides williamsonii****, Midden-Jura van Yorkshire, mannelijke kegel; x 4.*

Maar tijdens de bloeitijd van de Dinosauriërs, Jura en Krijt, leefden er ook verscheidene plantengroepen die in de loop, of aan het eind, van het Krijt uitgestorven zijn. Ik zal ze niet allemaal noemen, maar twee groepen wil ik er toch even uitlichten: allereerst een groep zaadvarens die lang beschouwd is als de 'missing link' naar de bloemplanten, namelijk de Caytoniales. Stelt u zich voor: struiken met viertallige, gesteelde bladeren (zoals die van de watervaren *Marsilea*) met een duidelijke netnervatuur, een typisch kenmerk van de meeste bedektzadige planten (afb. 17). De mannelijke voortplantingsorganen hingen in een soort katjes aan de struik en bestonden uit een asje met groepjes van vier meeldraden; de vrouwelijke bestonden uit een soort vruchtjes die losjes aan een asje gerangschikt waren (afb. 18). Die zogenaamde vruchtjes bevatten een aantal zaden, en men heeft lang gedacht dat ze volledig gesloten waren, dus echt bedektzadig. Zorgvuldig onderzoek heeft echter aangetoond dat de 'vrucht' een 'mond met een lip' had van waaruit nauwe kanaaltjes naar ieder zaadje apart gingen voor de bevruchting door het stuifmeel. Dat stuifmeel werd door de wind verspreid, kwam op de 'lip' terecht en werd dan door vochtdruppels via de kanaaltjes naar de zaadknoppen vervoerd. Een ingenieus systeem dat bijna 'bedektzadig' is te noemen. Overigens zijn er gedurende het Mesozoïcum nog andere groepen planten geweest die ook pogingen tot evolutie in de richting van bedektzadigheid hebben gekend, maar de meeste van deze groepen zijn weer uitgestorven. Die

*Afb. 15. **Ginkgo huttonii**, Midden-Jura van Yorkshire; x 0,2.*

*Afb. 16. **Baiera furcata**, Midden-Jura van Yorkshire, als voorbeeld van een diep ingesneden blad; x 2.*

*Afb. 18. 'Vruchtjes' van **Caytonia sewardii**, Midden-Jura van Yorkshire; x 1.*



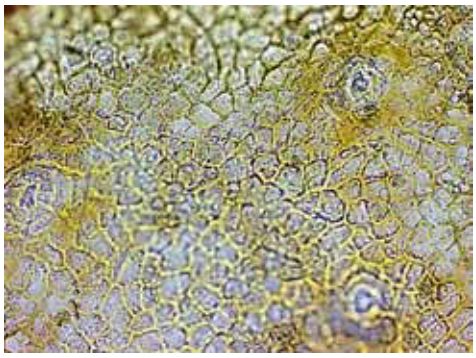
*Afb. 19. Bennettitales-stam, vindplaats niet bekend; x 0,5.*

*Afb. 20. **Zamites gigas**, als voorbeeld van een Bennettitales-blad x 0,4.*

Caytoniales moeten voor tenminste één kleine soort Dinosaurus lekker zijn geweest want we kennen uitwerpselen, zogenaamde coprolieten, die helemaal vol zitten met resten van bladeren, stuifmeel, zaden en vruchten van deze planten.

De tweede, nu niet meer levende, groep planten die een belangrijke rol speelde tijdens het Mesozoïcum zijn de 'Bennettitales'. Deze leken wat betreft hun bladeren en algemene habitus sterk op de Cycaspalmen, en beide groepen kwamen in het Mesozoicum vaak in dezelfde flora's voor. Beide kenden stammen die varieerden van min of meer bolvormig (zoals ook bij de meeste nu nog levende Cycaspalmen) tot lange, rechte, zelden vertakte stammen bedekt met grote bladlittekens (afb. 19). De bladeren van beide groepen waren meestal groot, veervormig vertakt, en op het eerste gezicht niet van elkaar te onderscheiden (afb. 20). Alleen cuticula-analyse kan ons hierbij helpen: de cuticula's van de echte Cycaspalmen lijken op die van alle andere naaktzadigen (afb. 21), terwijl die van de Bennettitales (afb. 22) veel meer gelijkenis vertonen met die van de bloemplanten (de bedektzadigen)! Maar het meest opvallend aan de Bennettitales zijn toch wel hun voortplantingsorganen (afb. 23). Het lijken de eerste bloemen, groot en met een soort bloemdek. Gedeeltelijk zaten ze direct op de (bolvormige) stam, gedeeltelijk stonden ze bovenin de kroon van de plant tussen de bladeren. De mannelijke bloemen (tot 10 cm in doorsnede; afb. 24) bestonden uit een soort kom, met daarop een groot aantal min of meer driehoekige slippen waarop de meeldraden staan ingeplant. Binnenin de kom zijn nectarklieren gevonden om insecten te lokken.
De vrouwelijke bloemen bestonden uit een zuiltje bezet met tientallen zaadjes met steriele schubjes ertussen, en het geheel is beschermd door een aantal harige schubben, die tijdens de bloei opengingen en uiteindelijk afvielen. Ook deze planten zijn lang

*Afb. 17. **Sagenopteris nilssoniana**, Onder-Jura van Duitsland; 17 x 0,8.*



*Afb. 21. **Nilssonia** sp. cuticula, als voorbeeld van een Cycadales-cuticula met rechte celwanden en huidmondjes met vier of meer begeleidende cellen; x 200.*

*Afb. 22.* ***Ptilophyllum*** *sp. cuticula als voorbeeld van een Bennettitales-cuticula, met sterk gekronkelde celwanden en huidmondjes met twee begeleidende cellen; x 320.*

*Afb. 23.* ***Williamsonia hildae****, Midden-Jura van Yorkshire, vrouwelijk voortplantingsorgaan van een bennettitee; x 1,5.*

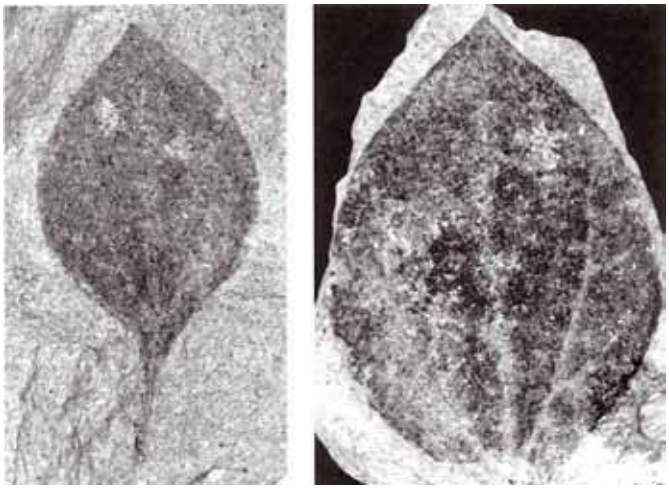
beschouwd als mogelijke verwanten of voorlopers van de bloemplanten, maar recent moleculair onderzoek heeft aangetoond dat die verwantschap waarschijnlijk ver te zoeken is. Ook dit was weer een van de vele doodlopende evolutielijnen. In de tweede helft van het Krijt, als de bedektzadigen zich sterk beginnen te ontwikkelen, sterven deze Bennettitales uit.

*Afb. 24.* ***Weltrichia pecten****, Midden-Jura van Yorkshire, mannelijke 'bloem' van een bennettitee; x 1.*

## Angiospermen

En dat brengt mij bij het ontstaan van de bloemplanten, de bedektzadigen of angiospermen, de meest succesvolle groep landplanten ooit. Er zijn nu zo'n 250.000 soorten bekend, tegenover 50.000 soorten andere groene landplanten. Ze vormen ook voedsel voor twee grote groepen dieren: de zoogdieren en de insecten, die dan ook min of meer gelijktijdig met de angiospermen evolueerden.
Wanneer zijn deze bloemplanten ontstaan? Dat is nog volledig onduidelijk. Recent moleculair onderzoek wijst erop dat de eerste bedektzadigen misschien wel aan het eind van het Perm of begin van de Trias ontstaan zijn. Fossielen uit die tijd kennen

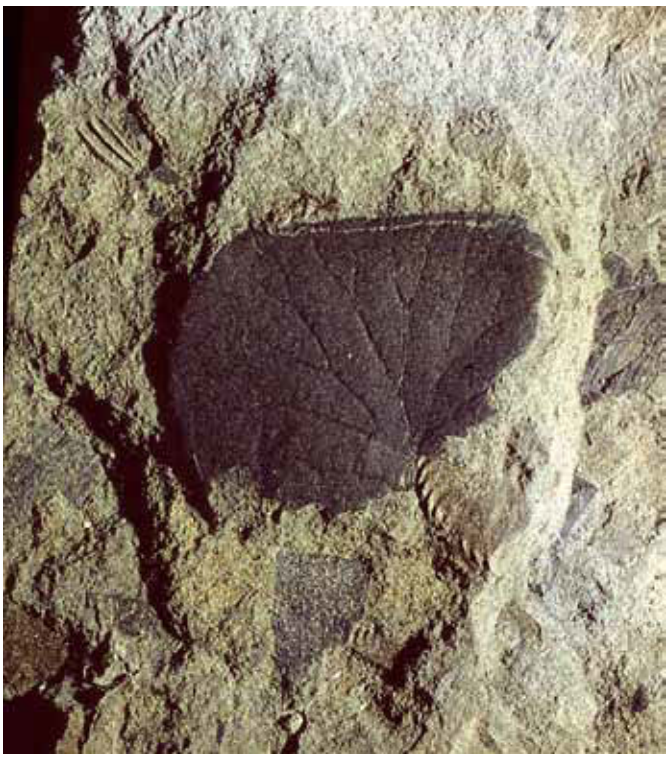
*Afb. 25.* ***Sanmiguelia lewisii****, reconstructie van een mogelijke Trias-angiosperm (naar Cornet 1989).*



*Afb. 26.* ***Phyllites*** *sp., als voorbeeld van een mogelijk angiosperm blad uit de Midden-Jura (foto dr. Peta Hayes, National History Museum, Londen); x 1.*

we niet van deze groep; wel zijn er uit de Late Trias van Amerika fossielen bekend die zowel wat betreft hun bladeren als hun voortplantingsorganen verdacht veel op bloemplanten lijken (afb. 25). Ook in de Jura vinden we af en toe fossiele bladeren die tot de bedektzadigen zouden kunnen horen (afb. 26), en op de grens van Jura en Krijt zijn uit China echte angiospermen bekend met bloeiwijzen en al. Het waren misschien wel waterplanten met fijnvertakte bladeren en voortplantingsorganen die net boven het water uitstaken (afb. 27).
Wat wel goed bekend is, is de plotselinge diversificatie van de

*Afb. 27.* ***Archaefructus sinensis****, een vroege angiosperm uit het onderste Krijt, vrouwelijke zaaddozen (foto Dr. Sun Ge, China); x 1.*



*Afb. 29.* ***Hausmannia buchii*** *als voorbeeld van een varen die zich aan droge omstandigheden heeft aangepast; x 1.*

bloemplanten in het midden van het Krijt. Tot zo'n 100 miljoen jaar geleden domineerden de varens en de gymnospermen (zoals coniferen, Cycaspalmen) het landschap. Maar toen begonnen in 10 miljoen jaar tijd de bloemplanten zich uit te breiden en de aarde te veroveren.
Tegen het eind van het Krijt waren de meeste recente families vertegenwoordigd, en vormden de Angiospermen 80% van alle planten op aarde! Van de andere groepen landplanten wisten eigenlijk alleen de mossen, varens en coniferen zich nog enigszins te handhaven; Cycaspalmen en Ginkgo's overleefden maar net, en trokken zich terug in refugia (Cycaspalmen in een aantal droge, tropische gebieden, en de Ginkgo's in China), terwijl bijvoorbeeld zaadvarens en de bovengenoemde Bennettitales volledig van de aardbodem verdwenen.
In de loop van de tijd zijn de bloemplanten in de meeste flora's, milieus en klimaten doorgedrongen. In het Krijt was er wat dat betreft waarschijnlijk nog wat minder variatie dan nu het geval is (afb. 28). Als we naar het noordelijk halfrond kijken, dan kennen we uit die tijd een min of meer gematigd-subtropische coniferenzone, met noordelijk ervan een gematigde zone met vele Ginkgoachtigen en zuidelijk ervan een tropische zone met vele bloemplanten. In de tweede helft van het Krijt gaat de temperatuur op aarde omhoog, wordt zelfs hoger dan ooit sinds het ontstaan van de landplanten (en ook hoger dan nu het geval is) en het wordt in vele gebieden ook droog. Juist deze droogte lijkt verantwoordelijk voor het in de loop van het Krijt verminderen van de diversiteit binnen bijvoorbeeld een aantal 'oudere' varenfamilies (zoals de Osmundaceae, Schizaeaceae, Matoniaceae en Dipteridaceae) hoewel er ook binnen deze groep vertegenwoordigers ontstonden die zich aan deze droogte aangepast hebben (afb. 29). Het merendeel van de hedendaagse varens evolueerde pas tijdens en na de grote diversificatie van de bloemplanten.

*Afb. 28. Voorbeelden van bladeren en pollenkorrels van vroege Krijt-angiospermen (uit Hickey en Doyle 1977).*

Op de Krijt/Tertiair-grens vindt de beroemde meteorieteninslag plaats, waardoor misschien de Dinosauriërs uitgestorven zijn, die overal op aarde vastgelegd is in de bodem door een iridium-laagje. Als we naar pollenprofielen rond deze Krijt/Tertiair-grens kijken, dan zien we een sterke afname, zowel in hoeveelheid als in diversiteit, van angiosperm- en gymnospermpollen en een sterke stijging van mos- en varensporen. Men neemt aan dat er door de meteorietinslag veel stof in de atmosfeer kwam; dit stof hield het zonlicht tegen, en mossen en varens kunnen nu eenmaal goed in schaduwrijke omstandigheden leven. Al snel na deze piek van sporen vinden we in de afzettingen het stuifmeel van de zaadplanten weer terug, alleen wel met andere soorten. We zien ook op deze grens een heel andere flora ontstaan.

## Tertiair

In het Tertiair evolueerden de bloem-

planten nog verder, en ontstonden vele recente groepen (afb. 30). Ze verspreidden zich ook over bijna de hele wereld, hoewel er nog een paar kleine gebieden overbleven waar de coniferen domineerden, speciaal in de gematigde en koude zones. Een groot deel van het Tertiair was warm en de wereld was bedekt met een veel weelderiger vegetatie dan nu. In bijvoorbeeld Europa en het zuiden van Noord-Amerika waren uitgestrekte beboste moerassen, zoals we die nu nog kennen van de Everglades in Florida. Grote hoeveelheden veen werden gevormd, wat resulteerde in bv. de bruinkoolformaties in Duitsland. Zuidoost-Engeland, maar ook een deel van Nederland kende in die tijd (50 miljoen jaar geleden) een subtropische flora vermengd met gematigde elementen. Arctische gebieden zoals IJsland, Groenland en Spitsbergen waren bedekt met uitgebreide coniferenbossen, waarin ook berken, elzen en struikheide voorkwamen. Alaska had een nog warmer klimaat met naast berken en elzen ook bijvoorbeeld lindes, iepen en hulst.
Aan het eind van het Tertiair begon de temperatuur op aarde te dalen, waardoor vele warmteminnende planten gedwongen werden te migreren in de richting van de evenaar of van berghellingen naar lager gelegen gebieden. In de buurt van de evenaar werd het klimaat veel droger; de verminderde regenval leidde ertoe dat aan het eind van het Tertiair veel planten uitstierven of zich terugtrokken in kleinere leefgebieden.
Daarentegen behielden vele eilanden hun vochtige klimaat, en kunnen we bijvoorbeeld op de Canarische Eilanden nog het vegetatietype zien dat in het Tertiair ook een groot deel van het vasteland van Europa bedekte.
In het Kwartair hebben we in onze omgeving grote klimaatschommelingen gekend, o.a. resulterend in een aantal ijstijden die de plantenwereld sterk beïnvloed hebben.
Het valt buiten dit bestek om hier uitvoerig op in te gaan.

*Afb. 30.* ***Credneria*** *sp. als voorbeeld van Tertiaire angiosperm uit de bruinkool van Duitsland, (foto Dr. J. van der Burgh); x 0,5.*

## Zonder planten geen landdieren!

Concluderend kunnen we stellen dat fossiele planten natuurlijk van groot belang zijn geweest als voedsel, en niet alleen voor de Dinosauriërs. De gehele evolutie van het dierenrijk is nauw verbonden met die van het plantenrijk, als voedsel, maar vooral ook als bron van zuurstof in de atmosfeer. Zonder de landplanten zou er geen dierlijk landleven mogelijk zijn!

*Foto's, tenzij anders vermeld, van Laboratorium voor Palaeobotanie en Palynologie, Utrecht of van de schrijfster zelf.*

# CD-recensie

**Aarde en klimaat,** hoorcollege op 6 CD's in cassette, door prof. dr. S. Kroonenberg. Ingesproken door de auteur. Met gedrukte samenvatting van elke CD. Uitgave NRC-Handelsblad Academie, ISBN 987-90-8530-036-6 NUR 77. Bestellen via www.nrc.nl/extra/academie/hoorcolleges. Prijs € 42,50.

Waar vind je nu eens in klare taal hoe het zit met die platentektoniek, die zeespiegelbewegingen, die klimaatwisselingen en al die geologische rampen die ons dagelijks worden voorgezet?

Sinds het verschijnen van Aarde en Klimaat, een serie van zes hoorcolleges op CD van prof. Salomon Kroonenberg kan iedereen kennismaken met de gedachtewereld van een prominent en betrokken geoloog, en kan men zich, aan de hand van diens heldere uiteenzettingen aan het slot van de 6 maal 40 minuten, een beeld vormen hoe de evolutie van het geologisch denken tot een alomvattende synthese van het aardse leefmilieu heeft geleid.
En dat via een knap opgebouwd, zorgvuldig gedoseerd betoog. Beginnend met de noodzakelijke inleiding gaat elke volgende CD een stap verder in de aardgeschiedenis, die aan de hand van de geologische ondergrond van Nederland van beneden naar boven, van vroeg tot heden, wordt gevolgd.
Want in 250 miljoen jaar tijd – sinds het Perm dus, toen 'Nederland' in het binnenland van het supercontinent Pangea lag, tot nu toe – zijn de ettelijke kilometers dikke sedimentpakketten afgezet, die gaandeweg de aardgeschiedenis vertellen. Sedimenten die ook de rijke Nederlandse bodemschatten bevatten: de al vóór het Perm afgezette *kolenlagen* uit het Carboon; *het aardgas*, uit die kolenlagen afkomstig en opgeslagen in de Permische woestijnzanden; *het zout*, afgezet in een binnengedrongen zeearm in het Permische continentale bekken; *de aardolie*, uit zuurstofarme, aan organisch materiaal rijke Juralagen, die dank zij o.m. het reservoirgesteente de Bentheimer zandsteen bewaard is gebleven; *de kalk* van Zuid-Limburg; *kleien* en *zanden*.
Kroonenberg onderscheidt drie fasen in de geologische geschiedenis: de 'woestijnaarde', rood van kleur, heet en droog, met het bijeengedreven supercontinent Pangea als blikvanger; de groene 'broeikasaarde', warm, vochtig, met de weer uiteendrijvende continenten als kernpunt; de witte 'ijstijdaarde', met landijsperioden en interglacialen. Veel aandacht geeft Kroonenberg hier aan Milanković, die de eerste was om veel klimaatschommelingen aan de zonneactiviteit te koppelen.
In deze drie fasen kwamen verscheidene klimaatextremen voor waarvan de laatste – die met de ijstijden – nog steeds voortduurt. Kennelijk is altijd al niets zo veranderlijk als het klimaat geweest en ontstaan de veranderingen steeds door dezelfde, maar in verschillende combinaties en sterktes voorkomende factoren.
10.000 jaar geleden lag de Noordzee nog droog. Aan het eind van de laatste ijstijd steeg de zee soms 4 meter per eeuw. Het ging met horten en stoten. Toen Hannibal in 218 v.C. met z'n olifanten over de Alpen trok, waren daar geen gletsjers. Tussen 1300 en 1850 n.C. viel de Kleine IJstijd, die gedocumenteerd is door Oud-Hollandse landschapschilders, en die aan een lage zonneactiviteit in die periode wordt toegeschreven.
Conclusie: er is geen nulpunt in het klimaat, het wordt òf warmer, òf kouder.
Al heeft elke fase zijn eigen zwaartepunt, het hoofdthema van de aardse gebeurtenissen is altijd de platentektoniek, die bijvoorbeeld het al of niet voorkomen van verijsde poolkappen bepaalt.
Is dit allemaal saai? Nee, Kroonenberg is een boeiend en gedreven, soms zelfs emotioneel verteller. Maar al te vaak moeten geologie-belangstellenden hun kennis te hooi en te gras bijeensprokkelen. Hier ligt een kans om van alles in logische volgorde in een groot verband bij elkaar te hebben.
Moeilijk? Ietwat, het is alle zeilen bij de mast zetten. Vooral als de materie erg nieuw voor je is, kan de grote hoeveelheid details als een lawine op je afkomen. Het zijn echt wel zes hoorcolleges, in rap tempo gebracht – en dat is wat anders dan zes artikelen, waarbij je al lezend je eigen tempo kunt bepalen. Maar je kunt de CD telkens stoppen om een passage te herhalen, of de schijf nog eens opnieuw draaien, en eventueel nog eens, tot de inhoud bekend overkomt. Het is maar hoeveel energie je erin steekt om tot het weten te komen.

Joke Stemvers